



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



**БИОКЛИМАТСКА АРХИТЕКТУРА
ТРАДИЦИОНАЛНИХ
ВОЈВОЂАНСКИХ КУЋА –
ПРИМЕНА У САВРЕМЕНОЈ
РУРАЛНОЈ АРХИТЕКТУРИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор:

Проф. Др Дарко Реба

Кандидат:

Маст. Инж. Арх. Јована Станишић

Нови Сад, 2021. године

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА¹

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Јована Станишић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	Проф. Др Дарко Реба, Факултет техничких наука, Нови Сад
Наслов рада:	БИОКЛИМАТСКА АРХИТЕКТУРА ТРАДИЦИОНАЛНИХ ВОЈВОЂАНСКИХ КУЋА – ПРИМЕНА У САВРЕМЕНОЈ РУРАЛНОЈ АРХИТЕКТУРИ
Језик публикације (писмо):	Српски (__ латиница __) или (навести ћирилица или латиница)
Физички опис рада:	Унети број: Страница 400 Поглавља 12 Референци 175 Табела 58 Слика 461 Графикона / Прилога 2
Научна област:	Архитектура
Ужа научна област (научна дисциплина):	Биоклиматска архитектура
Кључне речи / предметна одредница:	Биоклиматска архитектура, Традиционална војвођанска архитектура, Рурална подручја, Савремена архитектура, Студијски модел
Резиме на језику рада:	Предмет интердисциплинарног истраживања докторске дисертације су војвођанска села, односно традиционална стамбена архитектура руралних подручја Војводине. У оквиру рада спровешће се испитивање и валоризација урбанистичко-архитектонских аспеката изградње традиционалних војвођанских кућа, како би се утврдило у којој су мери они у складу са пасивним принципима биоклиматске одрживе архитектуре. Коначни циљ истраживања односи се на дефинисање стратегија и смерница за имплементацију валоризованих биоклиматских принципа традиционалних војвођанских кућа у руралној архитектури

¹ Аутор докторске дисертације потписао је и приложио следеће Обрасце:

5б – Изјава о ауторству;

5в – Изјава о истовестности штампане и електронске верзије и о личним подацима;

5г – Изјава о коришћењу.

Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику и не кориче се са тезом.

	<p>будућих савремених решења, посредством формирања студијског модела Објекта пољопривредног система (ОПС).</p> <p>Као логичном последицом све веће депопулације села у Војводини, суочени смо са стагнацијом у развоју традиционалних сеоских кућа. Ова села представљају идентитет подручја, али полако нестају како се сеоско становништво све више окреће градовима и градском начину живота. Стални покушаји да се пољопривредна производња интерполира у пренасељена урбана окружења чине села занемареним. Ова разматрања доводе до потребе за успостављањем стратегије која би омогућила оживљавање сеоских заједница у Војводини и учинила ова подручја напреднијим местима за живот, задржавајући пољопривреду унутар руралних граница, као и чувајући традиционалну биоклиматску архитектуру. Неопходно је пронаћи начин да се помири традиционално и модерно у руралним подручјима, преиспитају старе биоклиматске технологије градње и примене у савременим решењима, што би омогућило сагледавање традиционалне архитектуре у новом светлу у условима савременог друштва.</p> <p>Истраживање има за циљ да испита могућности примене стратегија пасивног дизајна традиционалних војвођанских кућа у савременој архитектури и да их унапреди, посредством формирања студијског модела Објекта пољопривредног система (ОПС). Циљ формирања овог модела јесте дефинисање стратегије за обнову и оживљавање деградираних, традиционалних војвођанских кућа, као и одређивање смерница за будући развој, просперитет и планирање савремене архитектуре руралних подручја, полазећи од традиционалних биоклиматских принципа у изградњи, ради очувања њихове аутентичности, културе и идентитета. Један од циљева рада јесте и истражити улогу и могућу примену до сада неискоришћених потенцијала и природних ресурса војвођанског региона у сврху адекватног одрживог архитектонског и урбанистичког планирања и пројектовања.</p>
Датум прихватања теме од стране надлежног већа:	26.12.2019.
Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)	
Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)	<p>Председник: Др Милица Врачарић, ванредни професор, Факултет техничких наука Нови Сад</p> <p>Члан: Др Милена Кркљеш, ванредни професор, Факултет техничких наука Нови Сад</p> <p>Члан: Др Миљана Зековић, ванредни професор, Факултет техничких наука Нови Сад</p> <p>Члан: Др Соња Пејић, доцент, Факултет техничких наука Нови Сад</p> <p>Члан: Др Александар Виденовић, ванредни професор, Архитектонски факултет Београд</p> <p>Ментор: Др Дарко Реба, редовни професор, Факултет техничких наука Нови Сад</p>
Напомена:	

KEY WORD DOCUMENTATION²

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Jovana Stanišić
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	Prof. PhD Darko Reba, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad
Thesis title:	BIOCLIMATIC ARCHITECTURE OF TRADITIONAL HOUSES IN VOJVODINA - APPLICATION IN CONTEMPORARY RURAL ARCHITECTURE
Language of text (script):	Serbian language (__ latin__) or (cyrillic or latin script)
Physical description:	Number of: Pages __ 400 Chapters __ 12 References _ 175 Tables _____ 58 Illustrations 461 Graphs / Appendices __ 2
Scientific field:	Architecture
Scientific subfield (scientific discipline):	Bioclimatic Architecture
Subject, Key words:	Bioclimatic architecture, Traditional Vojvodina architecture, Rural areas, Contemporary architecture, Study model
Abstract in English language:	<p>Subject of interdisciplinary research of doctoral dissertation are the villages of Vojvodina, regarding traditional residential architecture of the rural areas in Vojvodina. Within the research, urban and architectural aspects of the construction of traditional houses in Vojvodina will be analyzed and valorized, in order to establish the extent to which they are in accordance with the passive design principles of bioclimatic sustainable architecture. The final goal of the research is to define strategies and guidelines for implementation of valorized bioclimatic principles of traditional Vojvodina houses in contemporary rural architecture, through the design of a Farming system facility study model.</p> <p>As a logical consequence of increasing depopulation of the villages in Vojvodina, we are confronted with the degradation of traditional rural houses.</p>

² The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:

56 – Statement on the authority,

5B – Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and about personal data,

5r – Statement on copyright licenses.

The paper and e-versions of Statements are held at the faculty and are not included into the printed thesis.

	<p>These villages represent the identity of the area, but they are slowly disappearing as the rural population is increasingly turning to cities. Constant attempts to interpolate agricultural production into overbuilt and polluted urban surroundings, make the villages even more neglected. These considerations lead to the need for establishing a strategy that would enable the revival of rural communities in Vojvodina and make these areas more advanced places to live, retaining agriculture within the rural boundaries, as well as preserving traditional bioclimatic architecture. It is necessary to find the way to reconcile traditional and modern in rural areas, reconsidering the old bioclimatic building technologies and apply them in contemporary solutions, which would allow us to see old architecture in a new light in the conditions of the modern society.</p> <p>Research aims to explore the possibilities of applying passive design strategies of the traditional Vojvodina houses in contemporary architecture and to upgrade them, through the Farming system facility study model. The goal of this study model is to define a strategy for renovation and revitalization of degraded, traditional Vojvodina houses, as well as determining guidelines for future development, prosperity and planning of contemporary architecture in rural areas, starting from traditional bioclimatic principles in construction, in order to preserve their authenticity, culture and identity. One of the dissertation goals is to investigate the role and possible application of unused potentials and natural resources of the Vojvodina region for the purpose of adequate sustainable architectural design and urban planning.</p>
Accepted on Scientific Board on:	26.12.2019.
Defended: (Filled by the faculty service)	
Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)	<p>President: PhD Milica Vračarić, Associate Professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad</p> <p>Member: PhD Milena Krklješ, Associate Professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad</p> <p>Member: PhD Miljana Zeković, Associate Professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad</p> <p>Member: PhD Sonja Pejić, docent, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad</p> <p>Member: PhD Aleksandar Videnović, Associate Professor, Faculty of Architecture, Belgrade</p> <p>Supervisor: PhD Darko Reba, Full professor, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad</p>
Note:	

BIOKLIMATSKA ARHITEKTURA TRADICIONALNIH VOJVODANSKIH KUĆA – PRIMENA U SAVREMENOJ RURALNOJ ARHITEKTURI

Rezime:

Predmet interdisciplinarnog istraživanja doktorske disertacije su vojvođanska sela, odnosno tradicionalna stambena arhitektura ruralnih područja Vojvodine. U okviru rada sprovede se ispitivanje i valorizacija urbanističko-arhitektonskih aspekata izgradnje tradicionalnih vojvođanskih kuća, kako bi se utvrdilo u kojoj su meri oni u skladu sa pasivnim principima bioklimatske održive arhitekture. Konačni cilj istraživanja odnosi se na definisanje strategija i smernica za implementaciju valorizovanih bioklimatskih principa tradicionalnih vojvođanskih kuća u ruralnoj arhitekturi budućih savremenih rešenja, posredstvom formiranja studijskog modela Objekta poljoprivrednog sistema (OPS).

Kao logičnom posledicom sve veće depopulacije sela u Vojvodini, suočeni smo sa stagnacijom u razvoju tradicionalnih seoskih kuća. Ova sela predstavljaju identitet područja, ali polako nestaju kako se seosko stanovništvo sve više okreće gradovima i gradskom načinu života. Stalni pokušaji da se poljoprivredna proizvodnja interpolira u prenaseljena urbana okruženja čine sela zanemarenim. Ova razmatranja dovode do potrebe za uspostavljanjem strategije koja bi omogućila oživljavanje seoskih zajednica u Vojvodini i učinila ova područja naprednijim mestima za život, zadržavajući poljoprivredu unutar ruralnih granica, kao i čuvajući tradicionalnu bioklimatsku arhitekturu. Neophodno je pronaći način da se pomiri tradicionalno i moderno u ruralnim područjima, preispitaju stare bioklimatske tehnologije gradnje i primene u savremenim rešenjima, što bi omogućilo sagledavanje tradicionalne arhitekture u novom svetlu u uslovima savremenog društva.

Istraživanje ima za cilj da ispita mogućnosti primene strategija pasivnog dizajna tradicionalnih vojvođanskih kuća u savremenoj arhitekturi i da ih unapredi, posredstvom formiranja studijskog modela Objekta poljoprivrednog sistema (OPS). Cilj formiranja ovog modela jeste definisanje strategije za obnovu i oživljavanje degradiranih, tradicionalnih vojvođanskih kuća, kao i određivanje smernica za budući razvoj, prosperitet i planiranje savremene arhitekture ruralnih područja, polazeći od tradicionalnih bioklimatskih principa u izgradnji, radi očuvanja njihove autentičnosti, kulture i identiteta. Jedan od ciljeva rada jeste i istražiti ulogu i moguću primenu do sada neiskorišćenih potencijala i prirodnih resursa vojvođanskog regiona u svrhu adekvatnog održivog arhitektonskog i urbanističkog planiranja i projektovanja.

Ključne reči:

bioklimatska arhitektura, tradicionalna vojvođanska arhitektura, ruralna područja, savremena arhitektura, studijski model

SADRŽAJ

1.	UVOD	
1.1.	PREDMET I PROBLEM ISTRAŽIVANJA	1
1.2.	PREGLED VLADAJUĆIH STAVOVA I SHVATANJA U LITERATURI U PODRUČJU ISTRAŽIVANJA	3
1.3.	POLAZNE HIPOTEZE	5
1.4.	CILJEVI ISTRAŽIVANJA	5
1.5.	KONCEPT I FAZE ISTRAŽIVANJA	6
1.6.	PRIMENJENA METODOLOGIJA I UZORCI ISTRAŽIVANJA	8
1.7.	NAUČNA OPRAVDANOST DISERTACIJE I MOGUĆNOST PRIMENE OČEKIVANIH REZULTATA	11
2.	NASTANAK, RAZVOJ I ZNAČAJ SELA I RURALNE ARHITEKTURE	
2.1.	DEFINICIJE SELA	13
2.2.	PODELA I OBLICI SELA	14
	2.2.1. Tradicionalno selo	14
	2.2.2. Moderno selo	15
2.3.	DEPOPULACIJA SELA I STAGNACIJA RAZVOJA RURALNE ARHITEKTURE	16
	2.3.1. Depopulacija ruralnih područja i savremeni procesi kao njeni uzroci	16
	2.3.2. Urbano-ruralni odnosi kao posledica urbanizacije	18
2.4.	SELA U VOJVODINI I PERSPEKTIVA BUDUĆNOSTI RURALNIH PROSTORA	20
3.	RAZVOJ SEOSKIH NASELJA U VOJVODINI	
3.1.	VOJVOĐANSKA SEOSKA NASELJA KROZ ISTORIJU	24
	3.1.1. Vreme turske vladavine	25
	3.1.2. Srpski ustanci i seobe na sever	25
	3.1.3. Austrijska vlast	26
	3.1.4. Prvi i Drugi svetski rat	27
	3.1.5. Period posle Drugog svetskog rata do danas	28
3.2.	SPONTANO FORMIRANA NASELJA U VOJVODINI	29
	3.2.1. Subotica	30
3.3.	PLANSKI FORMIRANA NASELJA U VOJVODINI	33
	3.3.1. Aleksandrovo	33
	3.3.2. Mišićevo	34

4.	RAZVOJ I TRANSFORMACIJE RURALNE STAMBENE ARHITEKTURE U VOJVODINI	
4.1.	DEJSTVO DRUŠTVENIH ČINILACA NA RAZVOJ I TRANSFORMACIJE VOJVOĐANSKE RURALNE ARHITEKTURE	38
4.2.	DEJSTVO PRIRODNIH (FIZIČKO-GEOGRAFSKIH) ČINILACA NA RAZVOJ I TRANSFORMACIJE VOJVOĐANSKE RURALNE ARHITEKTURE	42
4.3.	TRADICIONALNA VOJVOĐANSKA KUĆA I ZNAČAJNI ELEMENTI BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE	43
5.	TIPOLOGIJE RURALNE STAMBENE ARHITEKTURE U VOJVODINI	
5.1.	TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU NAČINA GRADNJE I PRIMENJENIH MATERIJALA	55
5.2.	TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU OBLIKA OSNOVE I PROSTORNOG RASPOREDA	59
5.3.	TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU ODNOSA KUĆE I OKUĆNICE	61
5.4.	TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU ODNOSA KUĆE PREMA ULICI	65
5.5.	TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU NACIONALNOSTI VLASNIKA KUĆE	67
5.6.	TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU NAČINA PRIVREĐIVANJA VLASNIKA	69
6.	ODRŽIVA I ENERGETSKI EFIKASNA ARHITEKTURA	
6.1.	ENERGETSKA EFIKASNOST U ARHITEKTURI	70
	6.1.1. Pojmovi i definicije	70
6.2.	ZAKONSKE ODREDBE I PROPISI	74
6.3.	AKTIVNE I PASIVNE MERE ENERGETSKE EFIKASNOSTI	84
7.	BIOKLIMATSKA ARHITEKTURA	
7.1.	ISTORIJAT	88
	7.1.1. Tradicionalna bioklimatska-solarna arhitektura	88
	7.1.2. Savremena bioklimatska-solarna arhitektura	95
7.2.	TEHNIKE PASIVNOG DIZAJNA I BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE	101
7.3.	PRINCIPI BIOKLIMATSKOG PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA – ENERGETSKI KRITERIJUMI PASIVNOG STANDARDA	111
	7.3.1. Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja	113
	7.3.2. Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja	127
8.	RURALNA TRADICIONALNA ARHITEKTURA PRIMENJENA NA MODERNI BIOKLIMATSKI DIZAJN	
8.1.	STUDIJA SLUČAJA	145
	8.1.1. Društveni centar „ <i>Srce Yongan-e</i> “, Arhitektonski Dizajn i Istraživački	

	Institut, Tongji Univerzitet (TJAD Group), Šangai, Kina, 2020.	145
8.1.2.	„Kuća Ballymagarry“ i „Moderno-tradicionalna porodična kuća“, Arhitektonski studio 2020Architects, Severna Irska	151
8.1.3.	„Kuća sa dve fasade“ i „Bintaro kuća“, Arhitektonski studio K-Thengono, Džakarta, Indonezija	156
9.	VALORIZACIJA URBANISTIČKO - ARHITEKTONSKIH PRINCIPA BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE PRIMARNOG MODELA	
9.1.	BIOKLIMATIKA VOJVOĐANSKIH SELA I PRIMARNI MODEL ISTRAŽIVANJA	163
9.1.1.	Primarni model istraživanja	165
9.2.	VALORIZACIJA BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE TRADICIONALNIH SEOSKIH KUĆA U VOJVODINI	168
9.2.1.	Kuća na brazdu (Vojka)	168
9.2.2.	Dužna kuća (Ruski Krstur)	203
9.2.3.	Preka kuća (Gakovo)	237
9.3.	TABELARNI PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA I VALORIZACIJE BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE TRADICIONALNIH SEOSKIH KUĆA U VOJVODINI	
10.	PRIMENA BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE TRADICIONALNIH VOJVOĐANSKIH KUĆA U SAVREMENOJ RURALNOJ ARHITEKTURI – STUDIJSKI MODEL OBJEKTA POLJOPRIVREDNOG SISTEMA (OPS)	
10.1.	STUDIJSKI MODEL OBJEKTA POLJOPRIVREDNOG SISTEMA – NAMENA I FUNKCIJE	277
10.1.1.	Koncept funkcionisanja sistema OPS	278
10.2.	OBLIKOVANJE STUDIJSKOG MODELA OPS OSLANJANJEM NA BIOKLIMATSKE ELEMENTE TRADICIONALNIH VOJVOĐANSKIH KUĆA	281
10.2.1.	Urbanistički parametri oblikovanja	282
10.2.1.1.	Konfiguracija terena i klimatski aspekti	282
10.2.1.2.	Morfologija naselja i organizacija kućišta	282
10.2.1.3.	Orijentacija	284
10.2.1.4.	Vegetacija i pejzažno uređenje	285
10.2.2.	Arhitektonski parametri oblikovanja	286
10.2.2.1.	Varijacije arhitektonske osnove studijskog modela	286
10.2.2.2.	Funkcionalna organizacija prostora	288
10.2.2.3.	Studija dizajna i varijacije forme modela	289
10.2.2.4.	Materijalizacija i konstruktivni delovi omotača	292
10.3.	PREGLED PRIMENJENIH BIOKLIMATSKIH PRINCIPA I STRATEGIJA	295

11. PRIMENA KONCEPTA STUDIJSKOG MODELA OPS NA TRI ANALIZIRANA PRIMERA TRADICIONALNIH VOJVOĐANSKIH KUĆA	
11.1. TRANSFORMACIJA I REINTERPRETACIJA TRADICIONALNE VOJVOĐANSKE RURALNE ARHITEKTURE KROZ SAVREMENU – PRIMENA KONCEPTA STUDIJSKOG MODELA OPS	298
11.1.1. Kuća na brazdu – primena studijskog modela OPS	298
11.1.2. Dužna kuća – primena studijskog modela OPS	330
11.1.3. Preka kuća - primena studijskog modela OPS	353
12. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I ZAKLJUČCI	
12.1. OSNOVNI REZULTATI I ZAKLJUČCI ISTRAŽIVANJA	384
12.2. ZNAČAJ DOBIJENIH REZULTATA SA TEORIJSKOG I PRAKTIČNOG STANOVNIŠTVA	392
12.3. MOGUĆNOSTI I PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA	393
IZVORI I LITERATURA	394

1. UVOD

1.1. PREDMET I PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja doktorske disertacije su vojvođanska sela, odnosno tradicionalna stambena arhitektura ruralnih područja Vojvodine. U okviru rada razmotriće se pitanja održivosti i očuvanja njene autentičnosti. Ispitivanjem vrednosti vojvođanskih sela, kroz sintezu dosadašnjih saznanja iz prakse i teorije različitih autora, istraživanje dolazi do spoznaje da ona, zajedno sa svojom jedinstvenom ruralnom arhitekturom, predstavljaju identitet regiona čiji bi nestanak doveo do gubitka identiteta Vojvodine. U nedostatku zainteresovanosti za ruralna područja i primerene konzervatorske prakse, kao i sve veće depopulacije sela, tradicionalne vojvođanske kuće su godinama izložene devastaciji zbog čega polako „blede“ i gube na svom značaju. Na osnovu prethodno analizirane građe i literature, istraživanje dolazi do hipotetičkog stava da se autentičnost vojvođanskih tradicionalnih kuća ogleda u specifičnim karakteristikama koje ih čine održivima i u načinu njihovog oblikovanja koji je u skladu sa bioklimatskom arhitekturom, kao i pasivnim merama i principima energetske efikasne izgradnje. Za razliku od savremene arhitekture, ove kuće su bile izgrađene na takav način da im je trebalo vrlo malo energije da bi funkcionisale u skladu sa lokacijom i klimatskim uslovima. Upoređujući nekadašnje principe stare tradicionalne gradnje sa savremenim rešenjima dolazi se do spoznaje da arhitektura danas nije održiva kao ranije. Sa tim u vezi, istraživanje se osvrće na problem stalnog porasta troškova energije, njene neracionalne potrošnje i neprimerene upotrebe moderne tehnologije u rekonstrukciji postojeće i izgradnji nove stambene arhitekture. Osim toga, rad ukazuje i na problem nedovoljne istraženosti potencijala i pogodnosti uslova vojvođanskog regiona za korišćenje prirodnih i obnovljivih resursa i izvora energije u svrhu održivog arhitektonskog projektovanja i oblikovanja. Iz navedenih razloga proizilazi potreba za uspostavljanjem jedinstvene i opšte strategije koja bi omogućila oživljavanje ovih ruralnih zajednica, vrednovanjem, podsticanjem i očuvanjem tradicionalnog arhitektonskog nasleđa u Vojvodini.

Potrebno je pronaći način na koji bi se tradicionalno i moderno (urbano) pomirilo u ruralnim sredinama, odnosno, ponovo proveriti stare principe i tehnologije izgradnje i primeniti ih u novim, savremenim rešenjima, što bi sve zajedno omogućilo da se u novom svetlu sagleda stara arhitektura u uslovima savremenog društva. U tom smislu istraživanje preispituje i valorizuje usklađenost principa izgradnje tradicionalnih vojvođanskih kuća sa konceptom bioklimatskog planiranja i projektovanja, te mogućnosti njihove primene u izgradnji novih, savremenih rešenja. Valorizacija bioklimatskih karakteristika sprovedeće se na dva nivoa. Prvi nivo podrazumeva analizu i razmatranje urbanističkih parametara planiranja morfološke strukture vojvođanskih sela, pozicioniranje parcela i objekata u zavisnosti od lokalnih klimatskih uslova i prirodnog okruženja. Drugi nivo obuhvata valorizovanje arhitektonskih parametara oblikovanja tradicionalne ruralne vojvođanske arhitekture i njihovu ulogu u postizanju energetske odgovornosti projektovanja. Primarni model na kome će istraživanje biti realizovano predstavlja jednu od postojećih, prethodno identifikovanih, klasifikovanih i definisanih tipologija vojvođanske ruralne stambene arhitekture, odnosno konkretni primeri kuća ove tipologije. Rad će pokušati da dokaže da su urbanističko-arhitektonski principi izgradnje tradicionalne stambene arhitekture vojvođanskih sela u skladu sa bioklimatskim

konceptom planiranja i da, na osnovu toga, kroz studijski model, istraži i prikaže jednu od mogućih novih tipologija savremene ruralne arhitekture u Vojvodini.

Nova tipologija predstavljaće studiju modela savremene ruralne arhitekture koji u izgradnji polazi od bioklimatskih principa projektovanja i oblikovanja vojvođanskih tradicionalnih kuća, a potom ih nadograđuje. Cilj formiranja studijskog modela, kao jedne od mogućih novih tipologija na selima Vojvodine, jeste istražiti mogućnosti primene valorizovanih tradicionalnih bioklimatskih principa vojvođanskih kuća u savremenoj arhitekturi. Nova tipologija je jedan od rezultata i doprinosa istraživanja i upotpuniće prethodno evidentiranu i prikazanu klasifikaciju postojećih tipologija.

Studijski model će u istraživanju poslužiti kao instrument za definisanje strategija i smernica za primenu i ponovno korišćenje lokalnih resursa i tradicionalnih vojvođanskih principa i tehnologija izgradnje u savremenoj arhitekturi kao polazna tačka za dalji razvoj seoskih područja i ruralne arhitekture, koji podrazumeva poštovanje i očuvanje tradicije i autentičnosti ambijenta. Model će se formirati na osnovu iste, prethodno ispitane postojeće tipologije vojvođanskih kuća (primarnog modela) kako bi se iskoristile povoljnosti bioklimatskog, energetski efikasnog oblikovanja njenih pojedinačnih tipova u razvijanju opštih tipova ovog modela savremene arhitekture. Nakon formiranja opštih tipova studijskog modela, njihovih oblika, dimenzija i formi, koncept će se primeniti na konkretnim primerima vojvođanskih kuća kako bi se ispitale mogućnosti realizacije i njihove transformacije u studijski model. Implementacija koncepta modela će se sprovesti na istim primerima čiji će se principi bioklimatske arhitekture prethodno valorizovati, što će istraživanje učiniti kompletnim i sveobuhvatnim. Ovaj način eksperimentalnog istraživanja obezbediće adekvatan i veran prikaz mogućnosti primene bioklimatskih principa i odlika vojvođanske tradicionalne arhitekture u savremenoj. Formirani modeli predstavljaće studije dizajna savremene ruralne arhitekture koji se mogu razvijati u skladu sa lokacijskim uslovima i u kontekstu vojvođanskih sela, polazeći od lokalnih tradicionalnih principa izgradnje. Pored toga, model istražuje i dodatne mogućnosti korišćenja potencijala i povoljnosti uslova vojvođanske teritorije u svrhu pasivnog, bioklimatskog i energetski efikasnog urbanističkog i arhitektonskog oblikovanja, a sa ciljem da se ispitani tradicionalni bioklimatski principi poboljšaju i prilagode savremenim shvatanjima energetski efikasne izgradnje i kao takvi primene u savremenim rešenjima ruralne arhitekture. Formiranjem sinergije ruralnog i urbanog, studijski model povezuje bioklimatsku ruralnu arhitekturu, poljoprivredu, energetsku efikasnost i nasleđe kako bi se oporavili i koristili lokalni resursi vojvođanskih sela u čemu se ogleda novi, kulturni pristup u savremenim istraživanjima za održiva moderna rešenja.

Degradacija tradicionalnih kuća logična je i direktna posledica aktuelnog procesa napuštanja i depopulacije ruralnih područja u Vojvodini, zbog čega se u radu prepoznaje i definiše kao jedan od značajnih uzroka problema. Vojvođanska sela su već više od dve decenije izložena propadanju, budući da se sve više mladih ljudi okreće gradovima i urbanom načinu života, u potrazi za komfornijim radnim uslovima koji nisu u vezi sa poljoprivrednim aktivnostima. Više od polovine ukupne populacije Vojvodine danas živi u gradovima, iako 90% njene teritorije čine sela. Stoga postoji potencijalni rizik potpunog nestanka ruralnih područja sa ovih prostora. U radu se dolazi do zaključka da, bez sumnje, razloge napuštanja sela treba tražiti u modernim procesima industrijalizacije, urbanizacije i deagrarizacije, koji

značajno smanjuju mogućnost zadovoljavanja osnovnih životnih potreba ruralnom stanovništvu. Iz tih razloga oni odlaze sa sela ostavljajući za sobom tradicionalnu vojvođansku arhitekturu prepuštenu vremenu i propadanju. Iako mnoge od ovih kuća predstavljaju spomenike kulture od značaja za vojvođanski region i nosioce identiteta ovog područja, danas nisu podvrgnute adekvatnoj konzervaciji i restauraciji.

1.2. PREGLED VLADAJUĆIH STAVOVA I SHVATANJA U LITERaturi U PODRUČJU ISTRAŽIVANJA

U teorijskom delu istraživanja, koji se odnosi na analizu razvoja i transformacija seoskih naselja i ruralne stambene arhitekture u Vojvodini, metodom analize i sinteze sadržaja, izvora i literature, daje se uvid u dosadašnja saznanja o predmetu istraživanja. Razvoj seoskih naselja i ruralne arhitekture u Vojvodini nije u potpunosti istražen, a literatura i istorijska građa pomoću koje bi mogli saznati nešto više o njihovom formiranju u pogledu bioklimatskog oblikovanja i primene održivih principa je nedovoljna i nepotpuna. Dela i radovi **Branislava Kojića**, koji je istražio i evidentirao tipologije seoskih naselja, atara i kućišta u različitim regionima države, predstavljaju literaturu od velikog značaja za teorijski deo doktorske disertacije. Sistematskom analizom dostupne literature, rad prati razvoj ruralnih sredina u Vojvodini kroz određene vremenske epohe. Najznačajniju naučnu osnovu za Kojićeva dela predstavljali su rezultati istraživanja **Jovana Cvijića**, koji je krajem 19. i početkom 20. veka uspostavio naučnu podlogu za proučavanje naselja i stanovništva. Branislav Kojić se u svojim istraživanjima i formiranju tipologija naselja i kuća oslanjao i pozivao na Cvijićeva dela, nadograđujući ih. Njegov stav o predmetu istraživanja ogleda se u samoj diskusiji o seoskoj arhitekturi i selu: „*Selo je bilo neiscrpan izvor snage koju je davalo čovečanstvu tokom cele istorije. Od njega se uvek uzimalo a malo mu se vraćalo. Selo nije bilo nikad predmet ozbiljnog staranja i rada. Glavni deo duhovnih i materijalnih nastojanja i delatnosti bio je namenjivan gradovima. Nauka i umetnost, najviši domeni čovekova stvaranja nisu selu gotovo ništa dale.*“³

Na osnovu različitih studija o razvoju naselja na mestima današnjih većih gradova Vojvodine, kao što su Subotica, Novi Sad, Vršac i Zrenjanin, saznajemo nešto više i o tome kako su se razvijali okolni ruralni prostori. Jedna od takvih studija, koju istraživanje razmatra, je i studija o istorijskom razvoju naselja Subotica, arhitekta i književnice **Dr Aladžić Viktorije**: „*Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*“, kao i delo „*Razvoj sela u Vojvodini*“, na čijim primerima možemo videti na koji način su se formirala i razvijala spontano nastala naselja u Vojvodini. U disertaciji se navodi i nekoliko primera planski nastalih naselja na ovom području, sa ciljem upoređivanja okolnosti i uslova njihovog formiranja, fizičke strukture i morfologije dva osnovna oblika vojvođanskih ruralnih prostora.

Do podataka o razvoju stambene ruralne arhitekture Vojvodine istraživanje dolazi na osnovu različitih izvora iz literature, među kojima se ističu dela autora **Mirjane Đekić**: „*Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*“, i **Rabije Hasanbegović**: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“. Mirjana sagledava vojvođansku kuću kao spomenik kulture i na taj način je interpretira. Osim iscrpne analize dosadašnjih saznanja o tradicionalnoj vojvođanskoj kući i

³ Kojić B.: *Arhitektura srpskog sela. Šumadija i Pomoravlje. Razvoj od XVIII veka do danas*, Beograd, Tehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, 1941.

njenim elementima, ona ispituje i definiše koji su to prirodni a koji društveni činioci uticali na njen razvoj kroz istoriju. Na taj način se sagledavaju uslovi pod kojima su kuće formirane i na osnovu kojih su dobile današnji oblik. Hasanbegović, sa druge strane, prepoznaje i definiše neke od osnovnih oblika i tipova seoskih kuća na ovom području. Ova grupa podataka predstavlja važnu teorijsku bazu za dalje istraživanje jer na osnovu nje saznajemo sve o položaju, obliku, prostornom i konstruktivnom razvoju vojvođanskih kuća, načinu formiranja i funkcionisanja i drugim karakteristikama koje su bitne za njihovu valorizaciju u pogledu bioklimatskog projektovanja i oblikovanja, kao i mere njihove održivosti.

U doktorskoj disertaciji **prof. Dr Aleksandra Videnovića**: „*Obnova centara u ruralnim područjima*“, čiji diskurs pripada interdiscipliniranom polju istraživanja, prepoznaje se i sagledava stav o revitalizaciji ruralnih područja i njihovih centara. Autor diskutuje o potrebi oslanjanja na postojeće prirodne i stvorene resurse i potencijale sela prilikom njihove obnove, sa istovremenim očuvanjem tradicije i običaja ruralnih prostora, kao i pravilnim usmeravanjem savremenih urbanističkih, ekonomskih, demografskih i drugih fenomena, potreba i pojava u društvu. Navedeni argumenti autora se podudaraju i u istoj su liniji sa stavovima postavljenih ciljeva i hipoteza u istraživanju doktorske disertacije. Naime, u svom radu, Aleksandar navodi da postoje „*neaktivirani programi adekvatnog delovanja*“ u ruralnim naseljima koji bi doprineli izlasku iz krize i ublažavanju dugogodišnje depopulacije i deagrarizacije, što se odnosi na neiskorišćenost potencijala i prirodnih resursa ruralnih područja Srbije u svrhu pravilnog prostornog i arhitektonskog planiranja i projektovanja. Definisanjem teorijskog okvira za predlaganje principa pravilnog pristupanja budućem razvoju i planiranju centara konkretnih ruralnih prostora u oblasti brdsko-planinskog istoka Srbije, autor nastoji aktivirati do sad neiskorišćene prirodne i stvorene resurse čime bi se podstakla prilika za savremen i održiv razvoj ruralnih sredina. U istom smislu ovo istraživanje nastoji da aktivira zaboravljene i do sad neiskorišćene potencijale vojvođanske teritorije u svrhu održivog, bioklimatskog planiranja i projektovanja savremene arhitekture.

Literaturu na osnovu čije analize se određuju i definišu kriterijumi za istraživanje čini građa koja se odnosi na definisanje pojma bioklimatske arhitekture, pasivnih mera energetske efikasnosti projektovanja, kao i energetske efikasnosti konkretno u urbanizmu i arhitekturi, brojna istraživanja na temu održivog, bioklimatskog oblikovanja i arhitektonskog dizajna, kao i studija slučaja pažljivo odabranih primera savremenih projekata na kojima su primenjeni održivi principi gradnje tradicionalne ruralne arhitekture. U radu su analizirani i predstavljeni aktuelni vladajući zakoni i stavovi o minimalnim zahtevima za postizanje energetske efikasnosti zgrada koji su tumačeni iz dokumenata Direktive o energetske performansama zgrada (EPBD) i Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada Republike Srbije.

U okviru ove grupe podataka analizirana je i različita građa koja se bavi temama i stavovima o međusobnom uticaju arhitekture i urbanizma i energetske efikasnosti i održivosti, odnosno, istražuje kako se urbanističkim i arhitektonskim elementima može doprineti poboljšanju energetske parametara jedne kuće. Primer takve građe koja je korišćena u istraživanju je monografija autorke **Saje Kosanović**: „*Ekološki ispravne zgrade-Uvod u planiranje i projektovanje*“, koja predstavlja doprinos zaštiti i unapređenju životne sredine sa aspekta arhitekture. U knjizi su analizirani neki od arhitektonskih principa kojima se zgrade dovode u pravilan odnos prema okruženju, ne stvarajući negativne ekološke uticaje, a u skladu su sa principima bioklimatske arhitekture. Definisanjem segmenata ekološki ispravnih zgrada i

potencijalnih mogućnosti za smanjenje negativnih uticaja na okolinu, delo predstavlja pogodan i koristan izvor za definisanje kriterijuma ispitivanja i valorizacije bioklimatskih karakteristika vojvođanskih tradicionalnih kuća u istraživanju. Osim toga, korišćena su i dela: „*Pasivna kuća*“ autorke **Martine Zbašnik**, „*Održiva arhitektura*“ autora **Dr Svetlane Stevović i Dr Dragane Vasilski** i druga građa.

Navedena, kao i mnogobrojna druga literatura i izvori predstavljaju korisnu i adekvatnu osnovu za planirano istraživanje doktorske disertacije, kako teorijskog, tako i empirijskog dela.

1.3. POLAZNE HIPOTEZE

Istraživanje je formulisano i inicirano na osnovu sledećih hipoteza koje će se razmatrati i pokušati dokazati u radu:

1. Osnovna hipoteza od koje istraživanje polazi jeste da su urbanističko-arhitektonski principi i parametri projektovanja i izgradnje tradicionalnih kuća ruralnih prostora Vojvodine u skladu sa pasivnim merama i principima bioklimatske održive arhitekture;
2. Druga hipoteza koja će biti razmatrana u radu jeste da ruralni prostori vojvođanskog regiona poseduju do sada neiskorišćene potencijale i prirodne resurse koji mogu imati ulogu i moguću primenu u adekvatnom održivom arhitektonskom i urbanističkom planiranju i projektovanju;
3. Treća hipoteza se odnosi na mogućnosti primene bioklimatskih principa izgradnje tradicionalnih vojvođanskih kuća u ruralnoj arhitekturi budućih savremenih rešenja. Ona će se u istraživanju pokušati dokazati i potvrditi utvrđivanjem i prikazom definisanih strategija i smernica za sprovođenje njihove implementacije, proučavanjem studijskog modela, na kome će ovi principi biti primenjeni, polazeći od njih u izgradnji;
4. Četvrta hipoteza jeste pretpostavka da će se, kao jedan od značajnih rezultata istraživanja, odrediti i uspostaviti moguća nova tipologija stambene ruralne vojvođanske arhitekture koju će definisati različiti tipovi proučavanog studijskog modela. Tipovi će biti izvedeni i formirani na osnovu jedne od već postojećih tipologija vojvođanske ruralne stambene arhitekture.

1.4. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Obzirom na evidentirane i obrazložene probleme i potrebe istraživanja, definisani su osnovni ciljevi rada, odnosno smernice kojima će se istraživanje voditi:

1. Osnovni cilj rada je, na osnovu prethodno sprovedenog istraživanja valorizacije konkretnih primera definisanog primarnog modela, dokazati da su urbanističko-arhitektonski parametri projektovanja tradicionalnih kuća ruralnih prostora Vojvodine u skladu sa principima bioklimatske arhitekture;

2. Istraživanje ima za cilj podizanje svesti o potrebama učenja iz prošlosti na koje se u savremeno doba vrlo često zaboravlja. U vezi sa interdisciplinarnom temom kojom se rad konkretno bavi, učenje od prošlosti podrazumeva vraćanje nekadašnjim održivim principima i metodama bioklimatske tradicionalne ruralne arhitekture i njihova primena u savremenoj, odnosno, povezivanje starog i novog, tradicionalnog i modernog;
3. Jedan od značajnih ciljeva istraživanja je podsticanje održive i energetske efikasne izgradnje u svrhu oživljavanja ruralnih područja;
4. Cilj rada je i istražiti ulogu i moguću primenu do sada neiskorišćenih potencijala i prirodnih resursa vojvođanskog regiona u svrhu adekvatnog održivog arhitektonskog i urbanističkog planiranja i projektovanja;
5. Konačni cilj istraživanja odnosi se na definisanje strategija i smernica za implementaciju valorizovanih bioklimatskih principa izgradnje tradicionalnih vojvođanskih kuća u ruralnoj arhitekturi budućih savremenih rešenja. Strategija će se prvenstveno formirati proučavanjem studijskog modela na kome će ovi principi biti primenjeni, a potom i nadograđeni predlaganjem smernica za primenu savremenih tehnologija za korišćenje obnovljivih izvora energije radi mogućeg poboljšanja energetske efikasnosti valorizovanih tradicionalnih kuća. Cilj formiranja ovog modela jeste definisanje strategije za obnovu i oživljavanje degradiranih, tradicionalnih vojvođanskih kuća, kao i određivanje smernica za budući razvoj, prosperitet i planiranje arhitekture ruralnih područja, polazeći od tradicionalnih održivih principa u izgradnji radi očuvanja njihove autentičnosti, kulture i identiteta;
6. Jedan od ciljeva rada je i, formiranjem pomenutog studijskog modela, uspostaviti i determinisati moguću novu tipologiju stambene ruralne vojvođanske arhitekture, što će predstavljati jedan od rezultata istraživanja. Nova tipologija, koju će definisati klasifikacija različitih tipova ovog modela, izvedeni i formirani na osnovu jedne od već postojećih tipologija vojvođanske ruralne stambene arhitekture i čiji koncept će biti primenjen na konkretnim primerima ovih kuća, imaće značajnu primenu u različitim budućim istraživanjima, naročito u konzervaciji i restauraciji postojećeg građevinskog fonda ruralnih prostora Vojvodine, a u svrhu povećanja njihove energetske efikasnosti i održivosti.

1.5. KONCEPT I FAZE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje doktorske disertacije je koncipirano na osnovu sledećih programa i faza rada:

1. Faza predstavlja opsežnije definisanje predmeta i problema istraživanja kojima rad pristupa kao polaznoj osnovi interdisciplinarnog izučavanja sela i ruralne arhitekture. Podrazumeva istraživanje nastanka, razvoja i značaja sela, definisanje ruralnih predela kao oblika naselja i njihovih osnovnih oblika, kako bi se sistematičnije i preciznije sagledao predmet istraživanja i razlučili pojmovi tradicionalnog i modernog. Prva faza rada podrazumeva i studioznije definisanje generalnog problema istraživanja, razloge i posledice

depopulacije seoskih područja, kao i degradacije i stagnacije u razvoju vojvođanske tradicionalne ruralne arhitekture.

2. Faza rada podrazumeva istraživanje vojvođanskih seoskih naselja kroz istoriju, ruralne stambene arhitekture u Vojvodini, kao i utvrđivanje dejstva društvenih i prirodnih, fizičko-geografskih, činilaca na njihov razvoj i transformacije. Omogućava identifikovanje uslova formiranja tradicionalne vojvođanske kuće, njenih oblika, elemenata i karakteristika koji doprinose njenoj održivosti i od kojih zavisi njihova usklađenost sa principima bioklimatskog planiranja i projektovanja. Sistematskom analizom dostupne literature, rad uspeva da prati razvoj ruralnih sredina u Vojvodini kroz određene vremenske epohe i deli ga na nekoliko razvojnih etapa. Prikaz istorijskog razvoja vojvođanskih seoskih naselja tokom vremena omogućava razumevanje okolnosti i sila koje su uticale na njihov razvojni proces, uslove njihovog formiranja i oblikovanja, kao i promene koje su definisale njihovu današnju strukturu. Ove razvojne etape su određene najvažnijim istorijskim događajima, budući da je razvoj i formiranje ruralnih naselja u Vojvodini u mnogome zavisio od istorije, odnosno odigranih bitki i ratova, kao i smenjivanja vlasti na ovom području. Ova faza rada sadržaće pregled evidentiranih tipova tradicionalnih kuća, odnosno prikaz klasifikacije svih postojećih tipologija ruralne stambene arhitekture u Vojvodini na jednom mestu, kako bi se što preciznije odabrala odgovarajuća tipologija na čijim konkretnim primerima kuća će se sprovesti ispitivanje i valorizacija principa bioklimatske arhitekture. Sistematizacija klasifikacija svih postojećih tipologija vojvođanskih kuća na jednom mestu predstavlja jedan od značajnih doprinosa istraživanja doktorske disertacije.

3. Faza istraživanja odnosi se na definisanje i razlučivanje pojmova održive, energetske efikasne i bioklimatske arhitekture, kao i definisanje kriterijuma analize i valorizacije tradicionalnih vojvođanskih kuća, pomoću kojih će na konkretnim uzorcima odabrane tipologije posebno biti ispitani principi bioklimatskog planiranja i projektovanja. Analizom obimne građe, izvora i postojeće literature, ovaj deo rada tumači razvoj i značaj bioklimatske arhitekture, kroz sistematično obrazloženje i prikaz njenog istorijskog razvoja, tehnologija pasivnog dizajna i urbanističko-arhitektonskih principa na kojima se zasniva. Kriterijumi za ispitivanje i valorizaciju se formulišu na osnovu pomenute prethodne spoznaje i analize uticaja bioklimatskog urbanističkog i arhitektonskog projektovanja i oblikovanja na održivost i energetske efikasnost objekata.

4. Faza istraživanja predstavlja studiju slučaja precizno odabranih primera projekata savremene bioklimatske arhitekture, koji su formirani primenom principa tradicionalne ruralne izgradnje. Prikazana studija slučaja ukazuje na značaj, prednosti i beneficije navedenog predmetnog pristupa u istraživanju i projektovanju održivih modernih rešenja. Ovaj deo teorijskog istraživanja ima važnu ulogu u definisanju kriterijuma za osnovno ispitivanje i valorizaciju vojvođanskih kuća.

5. Fazom, kao ključno istraživanje, karakteriše valorizacija reprezentativnih uzoraka i konkretnih primera tipova odabrane tipologije tradicionalnih vojvođanskih kuća, na osnovu prethodno utvrđenih kriterijuma za ispitivanje mera njihove održivosti i analizu urbanističko-

arhitektonskih principa bioklimatske izgradnje. Dato je objašnjenje za odabir primarnog modela na kome će se realizovati istraživanje - jedne od konkretnih postojećih tipologija tradicionalne vojvođanske arhitekture.

6. Faza podrazumeva određivanje i definisanje strategija i smernica za primenu ispitanih urbanističko-arhitektonskih principa bioklimatske tradicionalne vojvođanske arhitekture u izgradnji novih savremenih rešenja ruralnih prostora. Istraživanje mogućnosti primene tradicionalnih principa u savremenoj arhitekturi realizovaće se posredstvom studijskog modela na kome će ovi principi biti primenjeni, pri čemu će se istraživanje u modelovanju osloniti na istu, prethodno ispitanu postojeću tipologiju vojvođanskih tradicionalnih kuća. U okviru ove faze istražiće se i definisati i smernice za primenu dodatnih pasivnih tehnologija bioklimatske arhitekture i obnovljivih izvora energije, koji će takođe biti implementirani i prezentovani na formiranom modelu, a u svrhu povećanja energetske efikasnosti i održivosti vojvođanske tradicionalne arhitekture.

7. Faza doktorske disertacije predstavlja prikaz konačnih rezultata istraživanja. Kao jedan od rezultata istraživanja očekuje se formiranje jedne od mogućih novih tipologija tradicionalne ruralne arhitekture u Vojvodini, kao dopuna prethodno definisanoj klasifikaciji postojećih tipologija. Nova tipologija zapravo će predstavljati prethodno formiranu tipologiju opštih tipova studijskog modela. Konačni rezultat istraživanja podrazumeva implementaciju koncepta formiranog studijskog modela na konkretnim primerima vojvođanskih kuća i prikaz transformacije njihovih kućišta. Kako bi istraživanje bilo kompletno i sveobuhvatno, specifične kuće čija će se domaćinstva transformisati u radu, kako bi se primenio koncept oblikovanog modela, biće isti primeri čiji će se principi bioklimatske arhitekture prethodno ispitati i valorizovati u petoj fazi rada.

1.6. PRIMENJENA METODOLOGIJA I UZORCI ISTRAŽIVANJA

Primenjena metodologija

Istraživanje će biti sprovedeno sa teorijskog i empirijskog aspekta. Teorijsko istraživanje, koje podrazumeva pregled i analizu obimne dostupne literature, predstavljaće osnovu za empirijsko istraživanje. Zbog složenosti teme i zadataka doktorske disertacije, u istraživanju će biti primenjeno nekoliko osnovnih i više posebnih naučnih metoda kako bi se proverila i dokazala saznajna opravdanost postavljenih ciljeva i naučnih hipoteza.

U teorijskom segmentu istraživanja koristiće se dve međusobno zavisne metode analize i sinteze sadržaja, izvora i literature koje imaju za cilj da formiraju adekvatnu istraživačku platformu o dosadašnjem razvoju i transformacijama seoskih naselja i ruralne stambene arhitekture u Vojvodini. Deskriptivna analiza omogućava opisivanje i definisanje pojmova koji su obuhvaćeni predmetom i problemom istraživanja. U teorijskom delu istraživanja biće primenjen i istorijski naučni metod budući da će razvoj seoskih naselja i vojvođanske arhitekture biti posmatran i praćen iz istorijskog ugla, odnosno hronološki, kroz određene vremenske epohe. To će omogućiti razumevanje okolnosti i sila koje su uticale na njihov razvojni proces, uslove formiranja i oblikovanja. Pored toga, istorijski naučni metod će biti

primenjen i u delu rada koji se bavi istraživanjem istorijskog razvoja bioklimatske arhitekture. Na osnovu dosadašnjih saznanja i prikupljanjem podataka iz literature, u radu će biti predstavljen pregled svih evidentiranih, postojećih, tipova tradicionalnih kuća u Vojvodini koje će se metodom klasifikacije, po određenim kriterijumima, grupisati u pojedinačne tipologije. Time će po prvi put, na jednom mestu, biti prikazana klasifikacija svih postojećih tipologija vojvođanske ruralne stambene arhitekture.

Teorijsko istraživanje i njime definisani pojmovi i saznanja o predmetu istraživanja predstavljaju osnovu za sprovođenje empirijskog segmenta u okviru kojeg će ova saznanja biti primenjena. Iz prethodno definisane klasifikacije postojećih tipologija vojvođanskih kuća odabraće se jedna tipologija koja će poslužiti kao usvojeni primarni model ispitivanja u svim fazama empirijskog dela istraživanja. Metodom korelacione analize ispitaće se relacije i veze između dve pojave, elemenata bioklimatskog arhitektonskog i urbanističkog planiranja i projektovanja i energetske efikasnosti i održivosti zgrada, njihova međusobna zavisnost i međusobni uticaji, kako bi se formirali i definisali kriterijumi za empirijsko ispitivanje usvojenog modela.

Metodom studije slučaja u radu će se analizirati precizno izabrani i ilustrovani primeri savremenih projekata bioklimatske arhitekture, oblikovani na principima tradicionalne ruralne izgradnje, kako bi se stekao adekvatan uvid u primenu, beneficije, značaj i učestalost ovog koncepta dizajna.

S obzirom na složenost i višeslojnost empirijskog segmenta istraživanja, u okviru ovog dela biće primenjeno nekoliko različitih naučnih metoda. Metodama ispitivanja i posmatranja, kao i metodama merenja i valorizacije, sprovedeće se ispitivanje primarnog usvojenog modela istraživanja, odnosno odabrane postojeće tipologije vojvođanskih tradicionalnih kuća. Pomoću ovih metoda, a na osnovu prethodno utvrđenih kriterijuma i odabranih konkretnih uzoraka, biće ispitani i vrednovani principi bioklimatskog planiranja i oblikovanja tipova kuća odabrane tipologije.

Radi ispitivanja mogućnosti primene valorizovanih tradicionalnih bioklimatskih principa vojvođanskih kuća u savremenoj arhitekturi koristiće se metod modelovanja kako bi se oblikovao studijski model na kome će ovi principi biti primenjeni. Opšti tipovi studijskog modela će biti razvijeni na osnovu iste, prethodno ispitane postojeće tipologije vojvođanskih kuća, odnosno primarnog modela ispitivanja. Nakon formiranja opštih tipova, sprovedeće se eksperimentalno istraživanje mogućnosti primene koncepta formiranog studijskog modela na istim, prethodno valorizovanim, konkretnim primerima vojvođanskih kuća, opisnim i grafičkim prikazom njihove transformacije. Model će poslužiti kao polazna osnova za definisanje strategija za obnovu i restauraciju degradiranih vojvođanskih kuća, kao i smernica za budući razvoj ruralnih područja Vojvodine, odnosno primenu tradicionalnih vojvođanskih bioklimatskih principa izgradnje u savremenoj ruralnoj arhitekturi. Ovakav pristup naučnog istraživanja zasniva se na metodu istraživanje-po-dizajnu, čiji se rezultati svrstavaju u primenjive, pre nego u teorijske.

Očekivani rezultati analiza i primenjenih naučnih metoda predstavljaju značajnu istraživačku osnovu za formulisanje predloga, principa, ideologija i koncepata za dalje procese reanimacije, revitalizacije i rekonstrukcije tradicionalne bioklimatske arhitekture, kako u ispitanim vojvođanskim ruralnim naseljima, tako i u drugim na kojima bi se predloženi koncepti modela mogli primeniti.

Uzorci istraživanja

Konkretni uzorci, primeri kuća, na kojima će se vršiti osnovno istraživanje, vrednovanje i valorizacija principa bioklimatske arhitekture, biće definisani odabirom primarnog modela ispitivanja, jedne od postojećih tipologija tradicionalnih vojvođanskih kuća. Tipologija koja je odabrana kao primarni i osnovni model istraživanja je tipologija čiji se tipovi kuća razlikuju na osnovu odnosa kuće i okućnice, odnosno položaja kuće u okućnici. Razlog odabira ovog modela ogleda se u međuzavisnosti pomenutog odnosa i definisanih kriterijuma za ispitivanje. Upravo razlike u odnosu kuće i okućnice pojedinih tipova kuća ove tipologije uzrokuju i razlike u kriterijumima koji će se ispitivati. Na taj način ovaj specifičan odnos formiranja vojvođanskih kuća određuje karakteristike njihovog bioklimatskog projektovanja. Iz tog razloga odabrana tipologija predstavlja odgovarajući i najpogodniji primarni model za istraživanje.

Tipologija na osnovu odnosa kuće i okućnice obuhvata ukupno pet različitih tipova kuća pri čemu prva tri tipa predstavljaju najstarije tradicionalne oblike vojvođanske arhitekture, kuća na brazdu, dužna i preka kuća. Budući da četvrti i peti tip, kuća na glagol i kuća na ključ, predstavljaju „izvedenice“ prvobitnih tradicionalnih oblika, koji su formirani u kasnijim fazama razvoja, a po strukturi, formi, orijentaciji fasada i drugim karakteristikama, koje su u vezi sa bioklimatikom, vrlo su slični, gotovo identični tipu preke kuće, istraživanje će obuhvatiti konkretne primere kuća prva tri tipa pomenute tipologije. Takođe, metodom posmatranja tradicionalne ruralne arhitekture, autor je došao do zaključka da su poslednja dva tipa, kuća na glagol i kuća na ključ, manje zastupljena i prisutna u ruralnim i seoskim sredinama, a više u gradskim područjima Vojvodine. Za svaki od prva tri tipa kuća ove tipologije odabraće se po jedan konkretan primer, što će omogućiti da se istraživanjem obuhvati ukupno 3 ispitana uzorka. Važno je napomenuti da će se preciznim odabirom konkretnih uzoraka za analizu i valorizaciju istraživanjem obuhvatiti svi tradicionalni građevinski materijali, koji su u to vreme bili zastupljeni u vojvođanskoj arhitekturi i u velikoj meri utiču na bioklimatske karakteristike kuća, a to su naboje, čerpić, blatni malter, trska, slama i opeka. U delu istraživanja koje podrazumeva ispitivanje mogućnosti primene koncepta formiranog studijskog modela kroz transformacije konkretnih uzoraka, koristiće se isti, prethodno ispitani i valorizovani primeri kuća, dok će opšti tipovi studijskog modela biti izvedeni i formirani za svih pet različitih tipova odabrane tipologije.

Metode statističke obrade podataka i korišćeni softverski alati

Eksperimentalni deo istraživanja doktorske disertacije podrazumeva korišćenje softvera za merenje i proračun energetske performansi ispitivanih konkretnih uzoraka, odnosno odabranih primera tradicionalnih vojvođanskih kuća. Naime, neki od definisanih kriterijuma ispitivanja i valorizacije bioklimatske arhitekture zahtevaju upotrebu softvera za proračun energetske performansi objekata. U tu svrhu koristiće se softver KnaufTerm3D koji funkcioniše u skladu sa odredbama regulative Republike Srbije: Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada Republike Srbije i Pravilnikom o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada. Rezultati sprovedenog ispitivanja i valorizacije urbanističkih i arhitektonskih parametara bioklimatskog planiranja, projektovanja i oblikovanja tradicionalnih vojvođanskih kuća biće obrađeni metodom deskriptivne statistike i grafički ilustrovani

korišćenjem softvera Morpholio Trace Pro, a u radu će biti prikazani tabelarno. Arhitektonska vizualizacija primene koncepta formiranog studijskog modela na tipičnim primerima tradicionalnih vojvođanskih kuća odabrane tipologije biće ilustrovana pomoću softverskog alata Lumion 11.

1.7. NAUČNA OPRAVDANOST DISERTACIJE I MOGUĆNOST PRIMENE OČEKIVANIH REZULTATA

Naučna opravdanost i obrazloženje o potrebama istraživanja

Zbog sve veće degradacije i stagnacije u razvoju tradicionalnih vojvođanskih stambenih kuća, koje predstavljaju nosioce kulture područja, ispoljava se težnja preduzimanja adekvatnih mera u cilju njihovog očuvanja i očuvanja identiteta Vojvodine. Iz toga proizilazi osnovna potreba istraživanja koja se odnosi na prepoznavanje i valorizovanje nekadašnjih bioklimatskih urbanističkih i arhitektonskih pasivnih metoda i principa građenja tradicionalne vojvođanske ruralne arhitekture, radi podsticanja razmišljanja i buđenja svesti o prednostima održive, bioklimatske i energetske efikasne gradnje kao tehnologije kojoj treba da se vratimo i primenimo je u savremenim rešenjima, kao polaznu osnovu za dalji razvoj ruralnih sredina i dobrobit budućih generacija.

Jedna od potreba istraživanja je i ispitati mogućnosti primene neiskorišćenih potencijala i prirodnih resursa vojvođanskog regiona u svrhu adekvatnog, održivog prostornog i arhitektonskog planiranja i projektovanja u ruralnim naseljima.

Naučna opravdanost istraživanja proističe iz alarmantne situacije u kojoj se već duže vreme nalaze sela, kako u Vojvodini, tako i u čitavoj Srbiji, te nedovoljne posvećenosti i zainteresovanosti za ruralna područja. Čini se da je najveći akcenat usmeren na rešavanje problema prenaseljenosti gradova kao posledice sve veće urbanizacije u današnje savremeno doba, a premalo pažnje se pridaje selima i problemu njihovog napuštanja i nestajanja. Uspostavljanje adekvatne strategije za poboljšanje uslova života i rada u ruralnim područjima istovremeno bi imalo ulogu i u rešavanju problema prenaseljenosti gradova. Poljoprivreda, kao osnovna privredna grana i najvažniji način privređivanja ruralnog stanovništva, oduvek je bila jedna od glavnih ekonomskih aktivnosti i izvora prihoda ruralnih područja Vojvodine, ali i delatnost koja opslužuje i gradske zajednice. Iz toga sledi da kako je poljoprivredna proizvodnja preduslov za opstanak i dalji razvoj ruralnih predela, tako i obrnuto: preduslov za dalji razvoj poljoprivrede, kao privredne grane od koje zavisi i opstanak urbanih područja, je postojanje i razvoj sela i ruralnih predela. Iz ovih razloga možemo zaključiti da se budućnost Vojvodine oslanja i zavisi od ovih prostora i sela koja su predmet istraživanja.

Mogućnost primene očekivanih rezultata

Prvi doprinos doktorske disertacije predstavlja utvrđena klasifikacija svih postojećih tipologija vojvođanskih tradicionalnih kuća po prvi put na jednom mestu, koja će kao olakšavajuće pomoćno sredstvo moći da se koristi u pojedinim drugim istraživanjima ruralne arhitekture u Vojvodini.

Jedan od kritičkih elemenata, koji je uveden novom Direktivom o energetske performansi zgrada (EPBD), odnosi se na veći fokus ka renoviranju. Novi član Direktive zahteva od zemalja članica EU da usvoje dugoročne strategije renoviranja sa ciljem da do 2050. godine obezbede visoko efikasan i potpuno dekarbonizovan stambeni sektor. Budući da renoviranje stambenog sektora ovim novim odredbama postaje središte interesovanja za primenu i poboljšanje energetske performansi zgrada, istraživanje će imati veliki doprinos jer će rezultati merenja i valorizacije tradicionalne bioklimatske vojvođanske stambene arhitekture, kao i njihova transformacija primenom koncepta studijskog modela, moći da se koriste kao polazna osnova prilikom sprovođenja mera za njihovu rekonstrukciju u svrhu poboljšanja energetske efikasnosti.

Istraživanje će formiranjem studijskog modela novog tipa objekta na selima Vojvodine, kao i ispitivanjem mogućnosti primene formiranog koncepta na postojećim vojvođanskim kućama kroz njihovu transformaciju, dati smernice za stvarnu primenu tradicionalnih, kao i nekih novih, bioklimatskih principa u budućim savremenim rešenjima vojvođanske ruralne arhitekture.

Kao jedan od rezultata istraživanja, nova formirana tipologija tradicionalne ruralne arhitekture u Vojvodini, predstavljaće veliki doprinos arhitekturi ovog regiona i imaće primenu i u različitim budućim istraživanjima.

Konačno, dobijeni rezultati mogu imati široku primenu u daljim istraživanjima koja se baziraju na formiranju strategija za spas sela, bioklimatske ruralne arhitekture i poboljšanje uslova za život i rad bilo koje ruralne zajednice, a ne samo na užem području Vojvodine.

2. NASTANAK, RAZVOJ I ZNAČAJ SELA I RURALNE ARHITEKTURE

2.1. DEFINICIJE SELA

Selo se može definisati kao jedno od prvih oblika trajnih naselja u kojem su ljudi bili u mogućnosti da zadovolje svoje osnovne životne potrebe. Uzrok nastajanja i formiranja prvih sela je upravo čovekova nužnost da na određenom području osnuje trajno naselje, koje bi tokom dužeg perioda zadovoljavalo njegove potrebe za stanovanjem, radom i društvenim životom. „Selo jeste društveno-prostorna zajednica, ljudsko naselje, sa specifičnom sociološkom (ruralnom) strukturom i odgovarajućim (ruralnim) razvojem gde stanovnici vode specifičan način života.“⁴

Mnogi naučnici i sociolozi su u svojim pokušajima da definišu pojam „*ruralnog*“ nastojali da odrede specifične karakteristike ovih područja, koje ih razlikuju od područja koji se mogu nazvati „*urbanim*“ i na taj način utvrde njihov značaj. Američki sociolog Jones⁵ svoju definiciju termina „*ruralno*“ bazira na tradicionalnom shvatanju ruralnog kao ne-urbanog. Međutim, on u svojim istraživanjima navodi da je pri pokušaju tačnije konceptualizacije ovog pojma naišao na prepreke. Jones ističe da se kao posledica složenog procesa urbanizacije, uticaj gradskog centra širi van njega u neposredno okruženje u vidu socioloških karakteristika, načina funkcionisanja institucija i ekonomske organizacije. Tako određena seoska naselja, koja su pozicionirana u neposrednom okruženju gradova i svetskih metropola, gube svoje specifičnosti i preuzimaju osobine urbanog. Jones-ov pristup za definisanje termina „*ruralno*“ podrazumeva selo kao malo naselje sa manjim brojem stanovnika i većim udelom neizgrađenog prostora. Njegov pojam uključuje takođe i određene sociološke karakteristike i obrasce ponašanja, koji predstavljaju oličenje i tipični su za tradicionalno ruralno društvo, u kome vlada stabilnost odnosa, zajedništvo i jednakost. Ove sociološke karakteristike sela ujedno predstavljaju i jedno od najvećih vrednosti ruralnih područja, koje podižu njihov značaj na viši nivo. U sumiranju generalnih karakteristika „*ruralnog*“ Jones navodi sledeće:

- Disperzija stanovništva (mala gustina naseljenosti); velike površine sa malim brojem stanovnika;
- Ekonomske karakteristike – najveća zastupljenost primarnih grana privrede (pre svega poljoprivreda);
- Visoka zastupljenost zanimanja koja podrazumevaju fizički rad, ali zahtevaju obučenosť i veštinu radnika;
- Mali stepen socijalne diferencijacije – zastupljenost malog broja socijalnih grupa i nevelika odstupanja od kulturnog proseka sredine;
- Mala raslojenost na socio-ekonomskom planu i najveća zastupljenost srednjeg društvenog sloja;
- Veoma izražena društvena solidarnost;
- Specifičan karakter socijalnih veza i odnosa sa naglašenim značajem primarnih u odnosu na sekundarne društvene grupe.

⁴ Mitrović M.: *Sociologija sela*, Sociološko društvo Srbije, 1998.

⁵ Jones L.W.: *The Hinterland Reconsidered American Sociological Review*, Vol.20, No. 1, 1955

Stepen razvijenosti svakog naselja, pa tako i sela, zavisi od načina na koji ljudi u njemu zadovoljavaju svoje potrebe. Osnovna razlika između tradicionalnog sela i modernog grada je upravo način privređivanja ljudi u njima. U selu su oduvek postojali objekti za stanovanje i poljoprivredno zemljište koje je služilo za rad i zahvaljujući kojem su njegovi stanovnici uspevali da zadovolje svoje lične potrebe. Grad predstavlja oblik ljudskog naselja gde se funkcije rada i stanovanja odvijaju isključivo u izgrađenim objektima i gde vlada kapitalistički način proizvodnje, čija je osnovna karakteristika tržišna proizvodnja. Kapitalistički način proizvodnje podrazumeva proizvodnju namenjenu tržištu, a ne proizvodnju za zadovoljenje svojih ličnih potreba, kao što je to tradicija na selu.

Razvoj poljoprivrede, kao privredne delatnosti koja predstavlja jedno od prvih oblika ljudskog delanja radi obezbeđenja hrane i preživljavanja, tekao je paralelno sa procesom nastajanja prvih naselja i ova dva procesa su međusobno uslovljena. O značaju poljoprivrede, kao privredne grane, dovoljno govori činjenica da se ona i do današnjih dana očuvala i smatra se osnovnim izvorom hrane i prihoda. Sa poljoprivrednim načinom proizvodnje stvorena je materijalna osnova za nastanak sela, kao i mogućnosti za njihov ekonomski i društveni razvoj.

2.2. PODELA I OBLICI SELA

Najopštija podela ruralnih područja je ona koja razlikuje tradicionalno od modernog sela.

2.2.1. Tradicionalno selo

Tradicionalnim ruralnim se smatraju ona područja koja neguju tradicionalne vrednosti sela kao oblika naselja u ekonomskom i društvenom pogledu. Jedno od osnovnih karakteristika ovog naselja je poljoprivreda kao osnovna privredna grana i najvažniji način privređivanja stanovništva. Takođe, jedno od osnovnih obeležja je i zatvorenost naselja u odnosu na širu društvenu zajednicu u ekonomskom, društvenom i kulturnom smislu. Ljudi se bave poljoprivredom isključivo radi zadovoljavanja svojih ličnih potreba i proizvode samo za sebe i svoju porodicu. Može se reći da su tradicionalna sela samostalna i u ekonomskom i u društvenom pogledu. Međutim, zbog nepostojanja tržišta kao oblika privređivanja, ovakva naselja se smatraju ekonomski nerazvijenim.

Budući da je zemlja osnovni izvor ekonomske samostalnosti i sigurnosti u tradicionalnom selu, ona je za stanovništvo nekada imala izuzetnu vrednost i predstavljala je predmet posebnog obožavanja. Iz svega prethodno navedenog može se zaključiti da je poljoprivredni način proizvodnje i privređivanja preduslov za opstanak i dalji ekonomski razvoj tradicionalnih ruralnih predela.

U prostornoj organizaciji tradicionalnog sela razlikujemo tri osnovne celine:

- Seoski atar (poljoprivredno zemljište - atar, koje predstavlja zaokruženu prostornu celinu, koja se sastoji iz komplementarnih delova poljoprivrednog zemljišta);
- Naselje (grupa kuća za stanovanje);
- Kuća (koja se sastoji od okućnice, dvorišta i kuće kao građevine).⁶

⁶ Radivojević R.: *Sociologija naselja*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.



Slika 1, 2: Tradicionalno selo Shirakawa Go u Japanu⁷



Slika 3: Tradicionalno selo Andritsaina u Grčkoj⁸



Slika 4: Tradicionalno selo Desa Penglipuran, Bali⁹

2.2.2. Moderno selo

Kao što je razvoj poljoprivrednog načina proizvodnje proces koji je tekao paralelno sa procesom razvoja prvih ruralnih područja i tradicionalnog sela, tako je i razvoj kapitalističkog načina proizvodnje uslovio nastanak modernog sela. Kapitalistički način proizvodnje podrazumeva tržišnu proizvodnju, odnosno proizvodnju za tržište, a ne samo za lične potrebe. Iako se pojavila prvo u gradovima, tržišna proizvodnja je ubrzo zahvatila i sela i proširila se i na poljoprivredu, pri čemu je na selu došlo do radikalnih promena, pre svega u strukturi stanovništva. Dolazi do naglog smanjenja poljoprivrednog stanovništva i povećanja nepoljoprivrednog.

Početak 19. veka udeo poljoprivrednog stanovništva na svetu bio je 95%, a samo 5% nepoljoprivrednog. Procenat poljoprivrednog stanovništva je početkom 20. veka opao na 86%, dok je 1960. godine u svetu bilo samo 55% poljoprivrednog stanovništva. Šestdesetih godina 20. veka u Velikoj Britaniji je samo 4% stanovništva poljoprivrednog, u SAD-u 7%, Belgiji 7%, Holandiji 8%, Danskoj 18%, a u Francuskoj 25%. U socijalističkoj Jugoslaviji je 1945. godine bilo 75% poljoprivrednog stanovništva, a 1971. godine 36%.¹⁰

Kapitalistički način proizvodnje nije doveo samo do smanjenja broja seoskog i poljoprivrednog stanovništva, već i do smanjenja broja seoskih područja. U modernom selu

⁷ Izvor ilustracija: <https://voyapon.com/shirakawago-traditional-japanese-life>

⁸ Izvor ilustracije: <https://katakoloninsights.com/andritsaina-village>

⁹ Izvor ilustracije: <https://disparada.baliprov.go.id/desa-wisata-penglipuran>

¹⁰ Radivojević R.: *Sociologija naselja*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.

dolazi do razbijanja zatvorenosti sela i do uspostavljanja ekonomskih, političkih i kulturnih veza sa širom društvenom zajednicom. Moderno selo poprima karakteristike „urbanog“.



Slika 5: Moderno selo El Casar u Španiji¹¹



Slika 6: Moderno eko selo u blizini Štutgarta¹²



Slika 7, 8: Moderno selo Hong u Kini¹³

2.3. DEPOPULACIJA SELA I STAGNACIJA RAZVOJA RURALNE ARHITEKTURE

Napuštanje seoskih i ruralnih područja predstavlja jedan od aktuelnih problema današnjice u čitavom svetu, što za posledicu ima zapostavljanje i stagnaciju razvoja ruralne arhitekture. Iako je ova tema postala predmet istraživanja brojnih naučnika i stručnjaka iz različitih oblasti, sveobuhvatna strategija koja bi predstavljala rešenje još uvek nije jasno definisana. Međutim, jedna karakteristika oko koje se slaže većina autora ovih istraživanja je da se razlozi napuštanja ruralnih predela pripisuju savremenim procesima industrijalizacije, urbanizacije i deagrarizacije.

2.3.1. Depopulacija ruralnih područja i savremeni procesi kao njeni uzroci

Industrijalizacija predstavlja period socijalnih i ekonomskih promena kada dolazi do naglog povećanja industrije u ukupnoj privrednoj delatnosti, odnosno, kada dolazi do preobraženja agrarnog u industrijsko društvo. Ona je deo šireg procesa modernizacije, gde su društvene promene i ekonomski razvoj u tesnoj vezi sa tehnološkim inovacijama. Industrijalizacija, kao proces koji se prvobitno pojavio u gradovima, ubrzo je zahvatila i seoska područja gde je iz korena promenila uslove života ljudi. Stanovništvo ruralnih predela se odvaja od zemlje, koja

¹¹ Izvor ilustracije: <http://www.inmo-andalucia.com/blog/el-casar-benahavis-marbella-198>

¹² Izvor ilustracije: <https://loewenneil.wordpress.com>

¹³ Izvor ilustracija: <https://www.chinatravelca.com/places/hong-village>

je za njih imala izuzetnu vrednost i koja je bila osnovni izvor prihoda i hrane, i okreće se ka industriji i gradskom načinu života. Tokom perioda rane industrijalizacije, na prelasku iz 18. u 19. vek, u Engleskoj su ove promene dovele do pojave velikog siromaštva. Odvajanje od zemlje i migriranje ka gradskim industrijskim centrima, otklonilo je mogućnost da stanovništvo dopunjava nesigurne prihode od rada proizvodnjom hrane za lične potrebe. Osim toga, preseljenjem u gradove ljudi su izgubili socijalne veze koje su im predstavljale važnu podršku dok su živeli u seoskim zajednicama.

Razvoj kapitalističkog načina proizvodnje u velikoj je meri uticao na seosko stanovništvo, koje prelazi sa poljoprivredne proizvodnje za lične potrebe na tržišni način proizvodnje, i iz tih razloga napušta sela i odlazi u gradove, gde mu se nude komforniji uslovi za život i rad. Kao što je već napomenuto, kapitalistički način proizvodnje dovodi do smanjenja seoskog stanovništva i transformacije tradicionalnog u moderno selo. U modernom selu dolazi do značajnih promena u zakonima poljoprivredne proizvodnje. Cilj postaje proizvesti što veću količinu proizvoda sa što manje rada i troškova, odnosno, cilj je profit.

Kao jedna od posledica prethodno opisanih savremenih procesa pojavljuje se i deagrarizacija, koja se odnosi na proces potpunog napuštanja poljoprivrede kao delatnosti i izvora prihoda. Motivi koji seosko stanovništvo opredeljuju za prelaz u nepoljoprivredne delatnosti proizilaze iz situacije u kojoj oni žive, odnosno iz vlastitih očekivanja od nepoljoprivrednog zaposlenja. Rad u poljoprivredi duže traje, teži je i naporniji, a rezultati rada su relativno neizvesni. Iz tih razloga poljoprivredno seosko stanovništvo očekuje komfornije uslove za život i rad u gradskoj sredini. Stoga, razloge i faktore deagrarizacije treba tražiti u brojnim nezadovoljstvima poljoprivrednika, kao na primer težnja poljoprivrednika za socijalnom sigurnošću. Takođe, seljaci ocenjuju da je njihovo zanimanje među poslednjima na lestvici prestiža.

Danas svaki treći stanovnik zemlje živi u gradu, a svaki osmi u milionskom gradu. Polovinom 20. veka u gradu je živio svaki osmi, a istovremeno je samo jedan od sto živio u milionskim urbanim centrima. Proces brzog porasta stanovništva koje živi u gradovima veoma često se pojednostavljeno smatra urbanizacijom.¹⁴ Termin urbanizacija je jedan od najčešće spominjanih kada se traga za odgovorima i pravcima razvoja savremenog sveta i razlozima napuštanja i nestajanja seoskih i ruralnih područja. Pojam urbanizacije mnogi pokušavaju da definišu, a u stvari njena definicija zavisi od nauke koja je stavlja u centar svog interesovanja.

Demografska definicija urbanizacije: Urbanizacija je brži porast gradskog od rasta ukupnog stanovništva, odnosno porast gradskog uz istovremeno smanjenje seoskog stanovništva.

Ekonomska definicija urbanizacije: Urbanizacija je proces prelaženja stanovništva iz poljoprivrednog u nepoljoprivredne delatnosti, što za posledicu ima proces deagrarizacije.¹⁵

„Temeljni uzrok urbanizacije je industrijska revolucija koju prate revolucija transporta i demografska ekspanzija, a kao početak se uzima polovina 18. veka.“¹⁶ Urbanizacija se često smatra neposrednom posledicom industrijalizacije, odnosno procesom koji je uslovljen i kome

¹⁴ Pušić Lj.: *Grad, društvo, prostor: sociologija grada*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1997.

¹⁵ Pušić Lj.: *Grad, društvo, prostor: sociologija grada*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1997.

¹⁶ Marinković-Uzelac: *Naselja, gradovi, prostori*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.

prethodi proces industrijalizacije. U tom kontekstu možemo zaključiti da je razvoj industrije i tehnologije u gradovima izazvao depopulaciju sela jer je seosko stanovništvo na neki način u gradu prepoznalo spas od teškog rada u poljoprivrednoj proizvodnji. Ipak, neki teoretičari zastupaju stav da proces urbanizacije nije u direktnoj vezi sa industrijalizacijom. U mnogim zemljama, koje su još uvek u razvoju i gde se ne može govoriti o industrijalizaciji kao snažnom procesu koji bi uticao na stanovništvo, takođe se javlja urbanizacija. U takvim zemljama proces napuštanja sela i odlazak u gradove nije posledica industrijalizacije već stanovništvo migrira tamo gde im se nudi bilo kakav posao.

Sa ubrzanom urbanizacijom, svetska ruralna populacija, kako predviđaju istraživanja UN, počće intenzivno da opada za desetak godina i mogla bi da se spusti na 2,8 milijardi ljudi u 2050. godini, sa 3,4 milijarde, koliko ih je sada. U izveštajima se takođe prognozira da će do sredine 21. veka u gradovima živeti 6,4 milijarde ljudi u poređenju sa 3,3 milijarde koliko ih je sada, a svetska populacija će do 2050. godine narasti na 9,2 milijarde. U najrazvijenijim zemljama Evrope, Severne Amerike i Okeanije, daleko više ljudi živeće u urbanim sredinama. Izuzetak će biti zemlje Afrike i Azije, ali na tim kontinentima živi najveći deo svetske populacije. One imaju veću ruralnu od urbane populacije.¹⁷

2.3.2. Urbano-ruralni odnosi kao posledica urbanizacije

Krajem 18. veka industrijski gradovi su se sve više razvijali i prostorno se širili, formirajući jezgra urbanog razvoja, čiji se broj stanovnika neprestano uvećavao. Do tada su u svetu bila dominantna seoska i ruralna područja. U gradovima su bili locirani industrijski pogoni, industrijske radne četvrti i predgrađa, gde se zapošljavao gotovo najveći deo aktivnog stanovništva, jer je industrija postala najznačajnija privredna delatnost. Deo tog društva bilo je i stanovništvo iz seoskih i ruralnih područja koji su migrirali u gradove. Ovu pojavu mnogi sociolozi nazivaju „*industrijskom urbanizacijom*“.

Kao rezultat javlja se još jedna posledica savremenog procesa urbanizacije: nestanak jasnih i čvrstih granica između urbanih i ruralnih područja. Najveći broj savremenih gradova je tokom prethodnog i početkom ovog veka u fizičkom smislu značajno uvećao svoju teritoriju, a samim tim i intenzitet svog uticaja na okolna ruralna i seoska naselja. U 19. veku urbano-ruralni odnosi počinju da se menjaju, dok nagla, nakontrolisana urbanizacija u 20. veku donosi značajne promene u vezi sa međusobnim uticajima grada i sela. Poremećena je dotadašnja ravnoteža između urbanog i ruralnog prostora, te selo postaje sve više zavisno od urbane ekonomije i sadržaja. U toj zavisnosti određena sela gube svoja prvobitna ruralna obeležja i poprimaju karakteristike urbanog. Kao posledica javljaju se strukturna naselja koja se teško mogu svrstati u gradska ili seoska područja, što dovodi do potrebe uvođenja promena u podelama i tipologiji naseljenih mesta.¹⁸

“*Farming the city: food as a tool for today’s urbanization*” predstavlja rezultat istraživačkog projekta “*Farming the city*”, započetog 2010. godine¹⁹, koji govori o tome kako koristiti

¹⁷ Šijaković I.: *Sociologija sela*, www.scribd.com

¹⁸ Kostreš, M.: *Urbano-ruralne veze i odnosi između naselja*, Fakultet tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, 2012.

¹⁹ *Farming the city: food as a tool for today's urbanisation*, Cities Magazine and Trancity, Holandija, 2013.

proizvodnju hrane kao odgovor na današnju urbanizaciju upotrebom efikasnih i ostvarljivih malih lokalnih rešenja na nivou grada. Razmatra se problem sve veće urbanizacije, kao i činjenice da će do 2050. godine 75% svetske populacije živeti u gradovima. Na osnovu toga, kao rešenje, predlaže se istraživanje uticaja lokalnih inicijativa za primenu urbane poljoprivrede u gradskim izgrađenim sredinama. Postavlja se pitanje u kojoj će meri, ovakvim projektima, biti poremećena već sada dovoljno nejasna granica između urbanih i ruralnih područja. Upravo kao posledica intervencija dislociranja poljoprivredne proizvodnje u gradove nastaju takva mesta koja se ne mogu definisati kao urbana niti kao ruralna, jer se odlikuju karakteristikama i jednog i drugog oblika naselja. Pored toga, potrebno je razmisliti o uslovima i zagađenosti današnjih gradskih urbanih sredina, te da li bi one kao takve bile pogodne za uzgoj poljoprivrednih kultura. Najzad, ovakvim projektima ne bismo rešili osnovni problem nestajanja i propadanja seoskih zajednica već bi, sasvim suprotno, oni rezultovali potpunim nestankom ruralnih predela, što bi dovelo do velikih promena u ekonomskom, demografskom i sociološkom razvoju svetske populacije.

Sela i ruralna naselja mahom gube svoja tradicionalna obeležja i identitete širom sveta. Tradicionalna poljoprivredna proizvodnja, koja još uvek predstavlja jedan od najvažnijih izvora prihoda, sve više gubi na značaju i ustupa mesto kapitalizmu. Seoske društvene zajednice i njihovi običaji, koji su najvrednije bogatstvo ovih područja, nestaju zajedno sa selima. Mladi koji žive na selima posredstvom interneta danas su mnogo više informisani o gradskom načinu života i o mogućnostima koje im se tamo nude, te oni sve više odlaze u gradove gde smatraju da imaju bolju perspektivu i gde mogu da se ostvare u bilo kojoj životnoj profesiji. Iz situacije u kojoj se trenutno nalaze seoska i ruralna područja može se zaključiti da se današnje društvo kreće od vremena kada su postojala samo sela ka vremenu kada će postojati samo gradovi i gradske metropole. Posredstvom globalnih istorijskih procesa moguće je da će, kao što su nekada postojala samo društva bez gradova, u budućnosti postojati samo društva bez sela.²⁰ Postavlja se pitanje kako sprečiti njihov nestanak i na koji način pospešiti njihov razvoj u budućnosti.

Iako su selo i grad dva različito istorijski formirana društvena oblika ljudskih zajednica, pri čemu svaki od njih ima specifičnu prostornu i društvenu strukturu, oni nisu nezavisni jedno od drugog. Naprotiv, međusobno su komplementarni i u velikoj meri utiču jedno na drugo, što je deo prirodnog procesa njihovog razvoja. „*Sela su najstarija i najelementarnija, a gradovi najrazvijenija i najsloženija ljudska naselja*“.²¹

Kao što selo nije nezavisno od grada i gradskog načina života, tako ono nije i ne može biti nezavisno ni od globalnih istorijskih procesa koji direktno utiču na razvoj ruralnih područja. Ne možemo zaustaviti uticaj savremenog i urbanog na sela niti odvojiti razvoj ruralnih sredina od onoga što se dešava i dešavaće se u svetu. Stoga, negovanje samo tradicionalnog i ustaljenog ne bi bilo rešenje problema napuštanja ruralnih područja i njihovog nestajanja. Nestajanje dosadašnjeg oblika sela ne mora da predstavlja propast kulturnih obrazaca koje je selo tokom istorije stvorilo. Potrebno je pronaći način na koji bi se tradicionalno i moderno (urbano) pomirilo u ruralnim i seoskim sredinama.

²⁰ Mitrović M.: *Selo i grad-komplementarni društveno-kulturni obrasci*, Filozofski fakultet, Novi Sad

²¹ Mitrović M.: *Selo i grad-komplementarni društveno-kulturni obrasci*, Filozofski fakultet, Novi Sad

Kao posledica navedenih i opisanih problema depopulacije ruralnih područja, pod uticajem savremenih društvenih procesa, javlja se stagnacija u razvoju tradicionalnih ruralnih arhitektonskih formi i oblika. Gotovo svaka civilizacija na svetu ima svoju specifičnu ruralnu tradicionalnu arhitekturu, koja ima veliki značaj i vrednost za identitet određenog područja. Međutim, aktuelni procesi migracija iz seoskih u gradske sredine i neprimereni uslovi života na selu, doveli su do zanemarivanja ruralne arhitekture, neadekvatne konzervacije i restauracije, kao i do zastoja u njenom razvojnom procesu. Tek u poslednjih nekoliko godina, od kada se suočavamo sa ekstremnim klimatskim promenama i neracionalnom potrošnjom energije, arhitektonski dizajneri zauzimaju stav o potrebama vraćanja nekim zaboravljenim tradicionalnim održivim oblicima arhitekture.

2.4. SELA U VOJVODINI I PERSPEKTIVA BUDUĆNOSTI RURALNIH PROSTORA

Skoro 90 posto naselja u Srbiji čine sela i varošice, međutim, u njima trenutno živi, prema popisu stanovništva iz 2011. godine, samo 40,6 % stanovništva.²² Rezultati brojnih istraživanja pokazuju da u srpskim selima postoji više od 200 000 napuštenih kuća, a ako se ništa ne preduzme, u narednih 15 godina, više od 700 sela će potpuno nestati. Napuštanje poljoprivrede kao delatnosti i izvora prihoda, kao i sve veća urbanizacija i industrijalizacija gradova sa sobom neminovno povlači depopulaciju sela.

U poslednja dva popisa stanovništva utvrđeno je da je u Srbiji poslednjih godina broj poljoprivrednog stanovništva smanjen za oko 500 000, što znači da godišnje sela napusti oko 50 000 ljudi. Upoređujući rezultate iz poslednja dva popisa stanovništva iz 2002. i 2011. godine, može se uočiti drastična razlika u procentu ekonomsko aktivnog stanovništva koje se bavi poljoprivredom. Naime, 2002. godine najviši procenat stanovništva Srbije od 19,1% se bavilo poslovima koji su u vezi sa poljoprivredom, dok se iz popisa 2011. godine može uočiti da se taj procenat smanjio na čak 11,8 %.²³ Danas, najveći procenat srpskog stanovništva čine inženjeri i tehničari. Budući da je poljoprivreda uvek bila jedna od osnovnih delatnosti izvora prihoda u Srbiji, napuštanje sela u velikoj meri negativno utiče na dalji razvoj ekonomije u Srbiji, pa tako i u Vojvodini.

Ubrzanom industrijalizacijom SFRJ pedesetih i šezdesetih godina prošlog veka, ljudi su masovno prelazili iz sela u gradove gde su težak i neizvestan seoski život menjali za sigurniji u gradu. Od tog vremena do danas neka sela su prepolovljena, a neka potpuno ugašena. Danas u srpskim selima ima sve manje omladine, a najmlađi stanovnik najčešće ima preko 60 godina.

²² *Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2011. godine*, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, 2011.

²³ *Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2002. i 2011. godine*, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, 2011.

TERITORIJA	GRADSKO STANOVNIŠTVO		SEOSKO STANOVNIŠTVO	
	Br. stanovnika	Procentualna zastupljenost	Br. stanovnika	Procentualna zastupljenost
Srbija	4 225 896	56.4%	3 272 105	43.6%
Vojvodina	1 152 295	56.7%	879 697	43.3%

Tabela 1: Broj i procentualna zastupljenost gradskog i seoskog stanovništva u Srbiji i Vojvodini, prema podacima popisa stanovništva iz 2002. godine²⁴

TERITORIJA	GRADSKO STANOVNIŠTVO		SEOSKO STANOVNIŠTVO	
	Br. stanovnika	Procentualna zastupljenost	Br. stanovnika	Procentualna zastupljenost
Srbija	4 271 872	59.4%	2 914 990	40.6%
Vojvodina	1 146 731	59.4%	785 078	40.6%

Tabela 2: Broj i procentualna zastupljenost gradskog i seoskog stanovništva u Srbiji i Vojvodini, prema podacima popisa stanovništva iz 2011. godine²⁵

Iz priloženih tabelarnih podataka brojne i procentualne zastupljenosti seoskog i gradskog stanovništva u Srbiji i Vojvodini možemo zaključiti da se priliv seoskog stanovništva u gradove, odnosno smanjenje broja ljudi na selu, odvija ubrzanim procesom i u sve većim razmerama. Podaci popisa stanovništva iz 2002. godine pokazuju da je već tada procenat seoskog stanovništva u Srbiji znatno opao u odnosu na gradsko, sa 43,6% seoskog stanovništva i 56,4% gradskog. U Vojvodini je situacija 2002. godine bila još alarmantnija, sa samo 43,3% seoskog stanovništva. Razlika procentualne zastupljenosti gradskog i seoskog stanovništva 2011. godine još je veća, sa čak 59.4% gradskog i 40.6% seoskog stanovništva, kako u čitavoj Srbiji, tako i u Vojvodini.

Pod uticajem urbanizacije i industrijalizacije, sela u Vojvodini su već više od dve decenije izložena depopulaciji jer se seosko stanovništvo sve više iseljava u gradove. Iz tog razloga je znatan deo ruralnih prostora Vojvodine u procesu dezintegracije i nestajanja. Iako još postoji stanovništvo koje nije migriralo u gradove i koje još uvek odoleva urbanom, gradskom životu, lokalne ruralne vojvođanske zajednice gube na svom značaju i identitetu. Osnovne potrebe koje čovek treba da zadovolji u naselju u kojem živi su potrebe za stanovanjem, radom i društvenim životom. Nemogućnost zadovoljenja ovih potreba, nateralo je seosko stanovništvo da napusti svoja rodna mesta i izlaz pronade u gradskom načinu života, koji nudi prividno bolje uslove za

²⁴ Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2002. godine, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, 2002.

²⁵ Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2011. godine, Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, 2011.

život i rad. Vrlo su retke seoske sredine u Vojvodini za koje se može reći da imaju perspektivu. Današnje prilike u vojvođanskom selu rezultat su istorijskih faktora i savremenih procesa, ali takođe i nedostatka primerenih mera i odgovarajućih programa za njihov brži kulturni i ekonomski razvoj i revitalizaciju. U razmatranju istorijskih okolnosti mnogi sociolozi, koji se bave analizom sela, ističu da je deagrarizacija, izražena sedamdesetih i osamdesetih godina 20. veka, bila dominantni uzrok migracija iz ruralnih područja. Nagli razvoj industrije u gradovima uzrokovao je iseljavanje seoskog, poljoprivrednog stanovništva što je sa sobom donelo dugotrajne i negativne posledice za ruralne prostore. Osim veće koncentracije i boljih radnih mesta u gradovima, na iseljavanje mladih sa sela, utiču i veće mogućnosti obrazovanja i veći broj kulturnih i društvenih institucija u gradovima. Iako je grad u nekoj meri i pozitivno uticao na selo, mehanizacijom poljoprivredne proizvodnje, uvođenjem električne energije, asfaltiranjem ulica i dr., nije se mogao sprečiti period socijalnog i kulturnog osiromašenja sela i njegove dekompozicije. Budućnost ruralnih područja u Vojvodini je vrlo neizvesna i zavisi od mnogobrojnih faktora. Iako pre svega zavisi od razvoja ekonomije, poljoprivrede i infrastrukture, budućnost sela takođe zavisi i od života ljudi i očuvanja njihovih zajednica. „Kao što je ljudski život u punom smislu te reči moguć samo u zajednici, tako je i život u ruralnim područjima moguć samo u okviru ruralnih zajednica.“²⁶

Odlazeći sa sela, ruralno stanovništvo napušta svoje tradicionalne kuće, koje su, zbog nedostatka održavanja i adekvatne konzervacije, izložene propadanju, dok se razvojni proces vojvođanske ruralne arhitekture nalazi u stagnaciji (slika 9, 10 i 11). Vizuelni identitet Vojvodine, koji se ogleda u njenoj jedinstvenoj tradicionalnoj ruralnoj arhitekturi, polako nestaje i bleđi. Za razliku od savremene arhitekture, ove kuće nisu koristile velike količine dodatne energije jer se sve što je bilo potrebno za njihovo funkcionisanje nalazilo u lokalnom okruženju, u prirodnim i obnovljivim resursima. Iz tog razloga je potrebno preispitati i proveriti stare principe i tehnologije izgradnje tradicionalne vojvođanske arhitekture i primeniti ih u novim, savremenim rešenjima, što bi sve zajedno omogućilo da se stara arhitektura sagleda u novom svetlu, u uslovima savremenog društva.



Slika 9, 10 i 11: Trenutno stanje tradicionalnih vojvođanskih kuća²⁷

Proizvodnja, distribucija i potrošnja energije su delatnosti koje utiču na sva područja ljudskog delovanja i od kojih u velikoj meri zavisi i mogućnost zadovoljenja njihovih osnovnih potreba za stanovanjem i radom. Kao jedna od posledica depopulacije ruralnih područja u

²⁶ Malešević K.: *O budućnosti lokalnih zajednica na ruralnim područjima*, www.scribd.com

²⁷ Izvor fotografija: <http://www.zrenjaninheritage.com/etnologija/tradicionalna-kuca-vojvodjansko-panonskog-tipa>

Vojvodini, napuštanje poljoprivrede, stvara stagnaciju u ekonomskom i društvenom rastu i napretku čitavog regiona. Budući da je poljoprivreda oduvek bila osnovna ekonomska aktivnost i izvor prihoda ovog područja, neophodno je da se zadrži unutar granica ruralnih prostora, čije će okruženje obezbediti prirodne i održive uslove za njenu proizvodnju. Poljoprivreda zahteva potrošnju velikih količina energije, pa racionalnost njene proizvodnje i potrošnje ima veliki uticaj na ekonomski razvoj ruralnih područja.

Potreba za uključivanje zaštite životne sredine i formiranje individualne strategije održivog razvoja, zasnovane na bioklimatskoj arhitekturi i tehnologijama obnovljivih izvora energije (OIE), treba da budu novi pravci poljoprivredne proizvodnje i ruralne arhitekture u sinergetskom rastu u Vojvodini. Iz navedenih razloga, neophodno je uspostaviti jedinstvenu i opštu strategiju za rešavanje problema napuštanja vojvođanskih sela, koja bi omogućila oživljavanje vrednih seoskih zajednica i pružila priliku da se iskoriste uslovi i resursi sela za život i funkcionisanje u kontekstu održivog razvoja, što bi ova mesta učinilo boljim i naprednijim za život i rad ruralne populacije.

3. RAZVOJ SEOSKIH NASELJA U VOJVODINI

Seoska područja u Vojvodini, a sa njima i ruralna stambena arhitektura, doživeli su brojne promene tokom vremena prolazeći kroz nekoliko razvojnih etapa. Budući da se u uslovima razvoja u prošlosti za gradnju kuća najviše koristio materijal koji je bio na dohvat ruke, arhitektura vojvođanskih sela činila je organsku celinu sa okolnim pejzažom. Seoska naselja Vojvodine se ističu bogatstvom različitih tipova kuća i tradicionalnih oblika ruralne arhitekture, koja je u današnje vreme zapostavljena i ustupa mesto neadekvatnoj savremenoj arhitekturi koja nije u kontekstu sa okruženjem. Do sada nije urađeno i ne postoji istraživanje koje ispituje i koje bi obuhvatalo konkretno vojvođanska sela, tradicionalnu arhitekturu i formirane tipologije. Izuzetak su dela i radovi Branislava Kojića, koji je istražio i evidentirao tipologije seoskih naselja, atara i kućišta u različitim regionima države. Osnovna podela koja se može napraviti je podela između seoskih naselja koja su nastajala spontano i onih koja su bila planirana. Na osnovu malobrojnih istraživanja sprovedenih u poslednjih nekoliko godina, istorijskih studija i studija urbanog razvoja većih gradova Vojvodine, može se dobiti samo parcijalni uvid u razvoj i tipologiju ruralnih predela.

Prema tome, javlja se potreba za istraživanjem i sagledavanjem sveobuhvatnog razvojnog procesa i promena kroz koje je prošla stambena arhitektura vojvođanskih sela. Važno je sagledati i identifikovati sve oblike i tipove seoskih kuća u Vojvodini i na osnovu toga sastaviti tipološku klasifikaciju.

Ovaj deo disertacije istražuje različite tipologije seoskih stambenih kuća u Vojvodini na osnovu njihovog razvoja i transformacija koje su se desile tokom vremena. Izvršena je sistematizacija tipologija prema karakteristikama koje najčešće određuju razlike među tipovima kuća, sa ciljem određivanja najrelevantnije tipologije za sprovođenje daljeg istraživanja.

3.1. VOJVODANSKA SEOSKA NASELJA KROZ ISTORIJU

Razvoj seoskih i ruralnih naselja u Vojvodini nije u potpunosti istražen niti postoji verodostojna istorijska građa, planovi ili mape pomoću kojih bi mogli saznati nešto više o njihovom formiranju u periodu pre austrougarske vladavine na ovom području. Međutim, razvoj ruralnih sredina u Vojvodini se ipak donekle može pratiti kroz određene vremenske epohe i podeliti na nekoliko razvojnih etapa. Ove razvojne etape su određene najvažnijim istorijskim događajima budući da je razvoj i formiranje seoskih naselja u Vojvodini u mnogome zavisio od istorije, odnosno odigranih bitki i ratova, kao i smenjivanja vlasti na ovom području.

Razvojne etape seoskih naselja u Vojvodini:

1. Vreme turske vladavine
2. Srpski ustanci i seobe na sever
3. Austrijska vlast
4. Prvi i Drugi svetski rat, Kraljevina Jugoslavija
5. Period posle Drugog svetskog rata do danas

3.1.1. Vreme turske vladavine

Turska vladavina na teritoriji Vojvodine trajala je nešto manje od dva veka, tačnije od 1526. do 1718. godine. Tokom ovog perioda veći deo stanovništva činili su Srbi koji su pretežno živeli na selima. Međutim, Vojvodina je za vreme otomanske vlasti bila prilično nenaseljena zemlja i stanovništvo je bilo veoma proređeno. Razlog tome, između ostalog, bili su i stalni, brojni ratovi koji su se vodili između Austrougarske na severu i Turske, koja je imala uspostavljen snažan teror u južnim krajevima Srbije. Iako je Vojvodina oduvek bila zemlja i više nego pogodna za razvoj poljoprivrede, ona je tokom više vekova bila potpuno zanemarena i zapostavljena, dok se proređeno seosko stanovništvo uglavnom bavilo stočarstvom. Seosko stanovništvo Vojvodine, za koju se slobodno može reći da je u to vreme bila jedna ogromna beskrajna pustara, imalo je drastično nizak nivo materijalnih i duhovnih vrednosti zbog čega je bilo nemotivisano za obrađivanje zemlje i razvijanje poljoprivrede kao delatnosti. Seljaci su živeli u zemunicama i privremenim staništima koje su sami gradili od materijala koji im je bio dostupan u velikoj meri na ovom području. Kasnije su počeli podizati kuće građene od zemlje koja se nabijala – takozvane „nabijače“ sa krovovima pokrivenim trskom. U to vreme nije postojao nikakav plan naseljavanja i sela su bila morfološki neodređena i nerazvijena. Međutim, u vojvođanskim selima kuće su bile postavljene dosta blizu jedna drugoj za razliku od brdskih predela, gde su kuće bile slobodno razbacane. Iz toga možemo zaključiti da su sela u Vojvodini ipak još u to vreme imala određenu početnu morfološku strukturu iz koje su se kasnije formirali njeni poznatiji morfološki oblici.

U Vojvodini, koja predstavlja specifično područje, ne samo po geografskom položaju, već i po istorijsko-političkim prilikama, oduvek su se formirala i većim delom bila rasprostranjena seoska naselja zbijenog tipa. Prvi pokušaj formiranja ovakvog tipa seoskog naselja u Srbiji bio je od strane tursko-istočnjačke civilizacije neposredno pre Prvog srpskog ustanka. Naime, u periodu nasilne vladavine dahija u Beogradskom pašaluku (1801-1804.), restaurirani turski feudalizam pokušao je da pretvori srpska sela u čitluke. Čitlučki tip veštački je stvoren tip seoskog naselja oblika kvadrata ili pravougaonika sastavljenog od niza malih čičkijskih kuća i velike središnje begovske ili aginske kuće.²⁸ Ovo je jedan od prvih pokušaja planski formiranih naselja.

3.1.2. Srpski ustanci i seobe na sever

Pre Prvog i Drugog srpskog ustanka, pod pritiskom snažnog turskog terora na jugu Srbije, srpski narod traži spas u povremenim manjim seobama koje su imale za cilj odlazak u zemlje preko Save i Dunava. Najznačajnija među njima bila je Velika seoba Srba koja se desila krajem 17. i početkom 18. veka pod vođstvom Arsenija III Čarnojevića. Tako je proređeno seosko stanovništvo u panonskim ravninama Vojvodine dobilo snažan podsticaj koji se pozitivno odrazio na budući razvoj ovih krajeva. Godine 1804. izbio je Prvi srpski ustanak protiv Turaka u Beogradskom pašaluku i okolnih šest nahija. U to vreme zemlja se sastojala iz nahija, turskih administrativnih ustanova koje su se grupisale po prirodno-geografskim celinama, autonomnim knežinama. Te knežine su obuhvatale više sela i opština. U toku ovog ustanka, pod najezdom

²⁸ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

Turaka, veliki deo stanovništva beži u Austriju. Posle propasti Srbije i završetka Prvog srpskog ustanka, 1813. godine, Turci su ustupili neke povlastice odbeglom srpskom stanovništvu kako bi se vratili iz Austrije, da zemlja ne bi ostala pusta. Ovim imigracionim pokretom zaustavljen je proces depopulacije Srbije od strane Turaka, prvenstveno da ne bi oslabila poreska snaga. Veliki deo iseljenog srpskog stanovništva se vratio iz Austrije.²⁹ Ove unutrašnje migracije tokom Prvog srpskog ustanka podrazumevaju nastanjivanje velikog broja stanovništva u Vojvodini iz različitih delova Balkana. Tako se vojvođansko proređeno stanovništvo povećava, što je pozitivno uticalo na ekonomsku situaciju i formiranje porodičnih zadruga. Doseljenici su na ove prostore doneli i svoju tradiciju građenja što se ogleda na arhitekturi kuća.³⁰ Posle Drugog srpskog ustanka (1815.) oslobođena je zemlja pod vladom kneza Miloša i turska vlast je tada znatno sužena. Postignuta je nacionalna autonomija, ekonomski položaj Srba se poboljšao i Srbija započinje poznati samoupravni život kao izrazito agrarna zemlja. Seljaštvo stiče veća prava i povoljne uslove za opšti porast proizvodnih snaga u zemlji.³¹

3.1.3. Austrijska vlast

Početakom 18. veka Turci su definitivno napustili teritoriju današnje Vojvodine i otišli iz ovih krajeva. Nakon odlaska Turaka, već 1718. godine, na područje Vojvodine dolazi austrijska vlast, za razliku od ostalog dela teritorije Srbije, gde se turska vlast zadržala još neko vreme. Nakon oslobađanja teritorije Vojvodine od Turaka, austrijska administracija prvobitno naseljava područje Banata sprovodeći pritom kolonizaciju Nemaca iz Alzasa i Lorena. Nastojali su da teritorija Vojvodine ne ostane opustošena nakon odlaska Turaka i da spreče njihovo ponovno vraćanje na ove prostore. Kasnije dolazi do značajnih intervencija vlasti koje se ogledaju u naseljavanju većeg broja Srba i planskoj kolonizaciji Nemaca, Rumuna, Slovaka, Mađara i Rusina i na području Bačke i Srema. Iz ovih razloga razvoj naselja u Vojvodini nije tekao paralelno (istovremeno) već je bio različit od mesta do mesta, kao što je bio i veoma različit sastav stanovništva u pojedinim naseljima.³²

Odlaskom Turaka, Austrija uspostavlja snažnu vlast monarhije i feudalni režim, dok je za vreme turske vladavine feudalna vlast bila privremeno potpuno neaktivna. Ova promena uticaja dve velike svetske sile i dva različita sveta na relativno maloj teritoriji Vojvodine nije se odrazila samo na razvoj društveno-ekonomskih odnosa već i na razvoj naselja i stambene arhitekture. Austrougarska državna i politička vlast ostavila je jak pečat na vojvođanskoj kući kada su i počeli da se razvijaju njeni tradicionalni oblici. Feudalni režim Austrije je bio eksploatatorski, ali je unosiо i pozitivne promene u narodni život i kuću podsticanjem razvoja poljoprivrede na plodnom panonskom zemljištu.³³ Paralelno sa naseljavanjem novog stanovništva, kroz migracije i kolonizacije, izvršena je kompletna evidencija zemljišta, formirane su seoske zajednice i reorganizovana sela i atari.

Intenzivnim naseljavanjem nemačkog i srpskog stanovništva u Vojvodini tokom 18. veka, Austrija je sve više aktivirala poljoprivrednu proizvodnju, dok krajem 19. veka započinju

²⁹ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

³⁰ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

³¹ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

³² Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

³³ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

deobe velikih zemljišnih poseda i kuće se počinju ušoravati.³⁴ Tako je nastao novi tip naselja u Vojvodini i oblici kuća koji su se zadržali do danas. Iz toga se može videti koliko se vlast Austrougarske, koja se zadržala u Vojvodini sve do 1918. godine, bitno odrazila i na tip naselja, kuću i vojvođansku arhitekturu.

Početak 18. veka, nakon povlačenja Turaka, novopridošlo stanovništvo Vojvodine se naseljava spontano i neplanski jer na ovim prostorima tada nije bilo inženjera niti je formirana administrativna uprava. Ipak, u nekim naseljima su postojali određeni nadležni organi koji su davali preporuke doseljenicima za odabir zemljišta. Stanovnici su prihvatili način života starosedeoca, posao kojim su se bavili i njihov način graditeljstva. U početku su gradili samo zemunice i, po potrebi, neke privremene objekte, zbog načina života i čestih seoba. Kasnije su Slovaci počeli graditi trajnije objekte i kuće od zemlje - nabijače, pošto su oni ipak poznavali napredniji način gradnje. Naselja su još uvek bila nepravilnog oblika i morfološki neodređena, sa krivudavim ulicama i kućama postavljenim bez određenog sistema.³⁵ Tek kasnije, polovinom 18. veka, započinje se sa planskim naseljavanjem i formiranjem vojvođanskih naselja. Jedno od prvih takvih naselja nalazilo se na području današnjeg Vršca, gde su od 1720. do 1730. godine polja izdvojena na jednake pravilne delove i podeljena novim stanovnicima da ih kultiviraju. U slučaju Vršca naseljavanje je teklo planski uz usmeravanje sprovedenih od strane uprave. Pod nadzorom distriktske uprave, odmeravane su ulice i podeljena mesta za domove. Tako su u Banatu nastala prva planska naselja sa tačno određenom strukturom. U njima je određen izgled naselja, položaj kuće u okućnici i njene dimenzije i veličina. Ovo tzv. terezijansko planiranje prostora bilo je presudno za formiranje oblika vojvođanskih naselja, oblika okućnice i položaja kuće. Razlozi ovakvog planiranja prostora i organizovanja „ušorenih sela“ su želja državne vlasti da ima kontrolu nad stanovništvom. „Ušorena sela“ su intervencija austrijske državne vlasti kako bi bila u mogućnosti da kontroliše izvršavanje obaveza stanovnika prema državnoj kasi.

U Vojvodini dolazi do uspostavljanja povoljnijih ekonomskih uslova nakon ukidanja feudalnih odnosa i Vojne granice. Dolazi do bržeg razvoja i opšteg unapređenja poljoprivrede i stabilizuju se ekonomski odnosi. Sve zajedno je uticalo na razvoj i prostorno obogaćenje kuće na selu i pojavu znatno bogatijeg sloja seoskog stanovništva. Počinju se graditi seoske kuće od opeke s krovnim pokrivačem od crepa što predstavlja značajnu prekretnicu u ruralnom graditeljstvu Vojvodine.

3.1.4. Prvi i Drugi svetski rat

Vojvodina je bila pod austrougarskom vlašću sve do 1918. godine, kada, nakon Prvog svetskog rata, dolazi do raspada Austrougarske monarhije i konačnog ujedinjenja Vojvodine sa Srbijom. Prvi svetski rat izazvao je razaranje predratnog građanskog društva i funkcionisanje mehanizma razvoja gradova, naselja i sela, uspostavljen u Austrougarskoj monarhiji, gde su gradovi imali visok stepen autonomije od 1867. godine, trenutka formiranja dvojne Austrougarske monarhije, pa sve do Prvog svetskog rata.³⁶ U novostvorenoj državi Kraljevini Jugoslaviji sprovedena je agrarna reforma koja je imala za cilj ukidanje feudalnih odnosa, te

³⁴ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

³⁵ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

³⁶ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

ispuniti očekivanja seljaka za poboljšanje njihovog položaja. Sprovođenje ove reforme bilo je veoma važno u novostvorenoj državi, jer se na osnovu nje odlučivalo o vlasništvu nad poljoprivrednom zemljom, pa tako i o egzistenciji stanovništva. Na zahtev nezadovoljnih seljaka izvršena je preraspodela vlasništva nad zemljom u sklopu agrarne reforme. Veliki posedi su smanjeni i preparcelacijom su formirani manji, jer se smatralo da je sitan seljački posed idealan ne samo sa ekonomskog, već i sa socijalnog i državnog aspekta. Takođe, u sklopu ukidanja feudalnih odnosa, veleposednicima, koji su bili strani državljanima, kao npr. Mađari, oduzeta je zemlja. Naseljava se stanovništvo iz udaljenih krajeva nove države u sklopu kolonizacije Aleksandra Karađorđevića. Pošto su kolonisti bili pretežno siromašni seljaci iz dinarskih predela, koji su se uglavnom bavili stočarstvom, a ne zemljoradnjom, pojavio se problem njihove akomodacije u vojvođanskim selima. Ovaj problem je rešen tako što je vlast donela odluku o osnivanju novih mesta, naselja, koje naseljavaju isključivo kolonisti. Na ovaj način, sprovedena agrarna reforma je izmenila i topografsku sliku Vojvodine izgradnjom ukupno 130 novih naselja u periodu od 1919. do 1931. godine (64 u Bačkoj, 42 u Banatu i 24 u Sremu).³⁷ Izvršene su promene i u načinu formiranja naselja i sela, a formira se i čitav niz novih sela. Jedno od prvih takvih sela je Mišićevo, nastalo u sklopu agrarne reforme, kao najmlađe i najmanje naselje u severnoj Bačkoj, u blizini Subotice. Na primeru Mišićeva može se sagledati način formiranja i razvoja sela u međuratnom periodu, kakva je bila njihova morfologija i struktura stanovništva stvorena u kolonizacionim procesima. Sve do 1931. godine, u Vojvodini su se i dalje primenjivali građevinski pravilnici Austrougarske monarhije, kada je konačno donet Građevinski zakon Kraljevine Jugoslavije. U međuratnom periodu, oblast građevinarstva i urbanog razvoja gradova i naselja, u mnogome je još bila podređena austrougarskom načinu planiranja i građenja. Seljaštvo u Vojvodini nije bilo u potpunosti zadovoljno sprovođenjem mera prve agrarne reforme. Ona je završena početkom tridesetih godina polovično i nedosledno, jer nije ispunila očekivanja onih kojima je bila namenjena. Zemlju je trebalo dati samo onima koji je obrađuju, a ne, kao što je to vlada učinila, jedan deo seljacima dok je na drugoj strani dobar deo zemlje još uvek bio u rukama veleposednika.

3.1.5. Period posle Drugog svetskog rata do danas

Tokom Drugog svetskog rata, javlja se potreba za sprovođenjem nove, pravednije agrarne reforme. Novi *Zakon o agrarnoj reformi i kolonizaciji* usvojen je 23. avgusta 1945. godine sa ciljem promene agrarno-posedovnih odnosa davanjem zemljišta siromašnim seljacima u trajno vlasništvo. U sklopu procesa kolonizacije u Vojvodinu se tada uselilo najviše Srba (71, 97%), a zatim Crnogoraca (17,8%). Na trećem mestu po zastupljenosti kolonista su Makedonci, zatim slede Hrvati i na kraju Slovenci i Muslimani.³⁸ Posle Drugog svetskog rata društveno uređenje bilo je bazirano na radničkom samoupravljanju što je uticalo na dosadašnji način funkcionisanja sela i salaša u Vojvodini. Značajne promene uvode se i u organizaciji i formiranju zemljišta razvijanjem novih agrarnih odnosa. Dolazi do podele na državni, zadružni

³⁷ Nikola L. Gaćeša: *Agrarna reforma i kolonizacija u Bačkoj*, Novi Sad 1968.

Nikola L. Gaćeša: *Agrarna reforma i kolonizacija u Banatu*, Novi Sad 1972.

Nikola L. Gaćeša: *Agrarna reforma i kolonizacija u Sremu*, Novi Sad 1975.

³⁸ Boris N. Kršev: *Upporedne karakteristike agrarnih reformi u Vojvodini u XX veku*, Monografska studija, Novi Sad 2011.

i privatni, kao tri osnovna oblika zemljišnih poseda.³⁹ Ova podela, između ostalog, nastaje kao deo procesa prilagođavanja kolonista novoj sredini. Formiraju se državna gazdinstva i seljačke radne zadruge, koje okupljaju koloniste i „domaće“ seljake kako bi ih što pre podučili znanjem o poljoprivrednoj proizvodnji. Deo salaša u Vojvodini bio je porušen još pre formiranja zadruga zbog povećane potrebe za građevinskim materijalom. Godine 1965., *Zakonom o uslovima za izgradnju stambenih zgrada na selu*⁴⁰, zabranjena je izgradnja salaša, odnosno, tradicionalnog trodelnog stambenog objekta na salašu. Bilo je dozvoljeno graditi samo manje zgrade, kolibe, koje su bile u tesnoj vezi sa poljoprivrednom proizvodnjom. Agrarnom reformom i kolonizacijom promenjena je vlasnička struktura nad zemljom u Vojvodini, a zabranom izgradnje salaša prekinut je način formiranja dvojnog staništa građana, jednog u gradu i drugog na salašu u ataru.⁴¹ Usledila je potpuna devastacija dosadašnjeg načina života seoskog stanovništva u Vojvodini i njihovo potpuno osiromašenje.

U daljem periodu razvoj sela u Vojvodini se uglavnom odvija planski, uz zadržavanje osnovne morfološke strukture naselja, njihove forme i tradicionalnih oblika kuća iz austrougarskog doba pa sve do danas. Međutim, poslednjih decenija prošlog veka pojavljuju se mnogi socijalni, ekonomski i društveni faktori koji dovode do nepoštovanja narodnog graditeljstva i narušavanja tradicije. Može se reći da su sela i njihovo uređenje prepušteni pojedincima, pod uticajem ekonomskih odnosa u društvu, uz nebrigu i odsustvo strategija za planiranje. Već više od dve decenije sela u Vojvodini su izložena depopulaciji, s obzirom na to da se sve više mladih okreće gradu i gradskom načinu života u potrazi za pogodnijim uslovima života, te rada u nepoljoprivrednim aktivnostima.

3.2. SPONTANO FORMIRANA NASELJA U VOJVODINI

Početak 18. veka, teritorija Vojvodine je ostala opustošena nakon odlaska Turaka, dok su neki od starosedelaca još uvek živeli u zemunicama. Doseljenici, koje na ove prostore dovodi austrougarska vlast, naseljavaju se spontano ili po usmenoj preporuci nadležnih organa. Uglavnom su sami birali i zauzimali zemljište za svoje kuće i okućnice, koje su takođe samostalno gradili. To su u početku bili privremeni objekti i zemunice, jer su se doseljenici povezali sa starosedecima i prihvatili njihov način gradnje. Nisu gradili trajnije objekte od čvršćih i otpornijih materijala zbog stalnih seoba i migracija. Ovako spontano nastala ruralna područja su formirana na prostorima Bačke i Srema u to vreme, dok je na području Banata austrougarska vlast odmah vršila kolonizaciju Nemaca i pritom im dodelila parcele i zemljišta. Iz tog razloga se u Banatu naseljavanje odmah vršilo planski po principima austrougarskog terezijanskog planiranja prostora. Spontano formirana naselja su bila morfološki neodređena, nepravilnog oblika sa krivudavim ulicama i kućama postavljenim bez reda i sistema. Ubrzo je stanovništvo počelo graditi trajnije kuće od zemlje, takozvane nabijače, sa krovovima od trske. Zemlja kao materijal im je bila dostupna u velikoj meri u ravninama Vojvodine, kao najstariji i najrasprostranjeniji građevinski materijal koji se koristio od davnina na ovim prostorima. U

³⁹ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

⁴⁰ *Zakon o uslovima za izgradnju stambenih zgrada na selu*. Službeni glasnik SR Srbije, br 36, Beograd, 28.08.1965. 853-854.

⁴¹ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

današnje vreme se sve više upotrebljava i u modernoj izgradnji, te se nastoji da se iskoriste njene efikasne performanse na nove načine. Međutim, kuće su uglavnom i dalje bile raštrkane po pustarama, bez definisanih ulica jer nisu postojali planovi naseljavanja.

Danas ne postoji mogućnost da se sazna tačno kako su doseljenici Vojvodine raspoređivali zemlju početkom 18. veka kada su se sela spontano formirala, jer nisu očuvane detaljne karte, mape i planovi naseljavanja iz ovog perioda. Međutim, postoji istorijska građa i studije o razvoju naselja na mestima današnjih većih gradova Vojvodine, kao što su Subotica, Novi Sad, Vršac i Zrenjanin, koje nam pomažu da saznamo nešto više i o tome kako su se razvijali ruralni prostori u to vreme. Jedna od takvih studija je i studija o istorijskom razvoju grada Subotice, arhitekta i književnice Dr Aladžić Viktorije⁴², na čijem se primeru može sagledati način na koji su se formirala i razvijala spontano nastala naselja u Vojvodini.

3.2.1. Subotica

Podizanjem i nizanjem kuća jedne do druge, vremenom su se spontano počela razvijati porodična naselja na mestima današnjih gradova Vojvodine. Jedno od tako, spontano formiranih naselja, razvilo se na mestu današnjeg grada Subotice, koji u to vreme nije imao status grada. Morfologija ovog spontano formiranog naselja može se sagledati na najstarije očuvanoj rukopisnoj karti današnjeg grada Subotice, Karla Leopolda Kovača⁴³, iz 1778. godine (slika 12). Na karti je vidljiva nepravilna morfologija naselja, koja je prethodila današnjem gradu. U njemu nije bilo ulica, već su se između kuća nalazile veće krivudave površine koje su služile za prolaz i kretanje stanovništva. Parcele su bile različitih, nepravilnih oblika pa su tako i kuće na njima bile podignute bez reda.

Istovremeno, sa razvitkom porodičnih naselja na prostoru današnjeg grada Subotice, razvijale su se i porodične zadruge na okolnim pustarama. Tako su se formirala celokupna naselja, koja su se teritorijalno mogla podeliti na unutrašnji i spoljašnji atar. U unutrašnjem ataru se razvijalo naselje, a oko njega, u spoljašnjem ataru, nalazili su se vinogradi, pašnjaci i ugarnice. Odnosno, jedno domaćinstvo je imalo dva privredna središta: jedno na pustari-salaš, a drugo unutar naselja-kuću.⁴⁴

Vremenom su naselja u Subotici dobila kružnu formaciju nizanjem kuća kružno na odabranim parcelama. Ona predstavljaju specifičan tip naselja koji je nastao kao rezultat spontanog naseljavanja i karakterističan je za grad Suboticu i njenu okolinu. Kružno formirana porodična naselja su vremenom prerasla u bratstvenička, jer su u njima bile grupisane porodice koje su uglavnom stanovale na jednoj užoj teritoriji, što dokazuje i činjenica da se prezime jedne porodice nije moglo naći na više teritorija u naselju, već samo na jednoj. Iz tog razloga

⁴² Aladžić V., Vujnović Prčić G., Grlica M., Vaš G.: *Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*, Subotica 1995-97;

⁴³ Hovanj, Lajoš; *Građevinski inženjer Subotice: Karolj Lipot Kovač*. Rukovet10-11-12, Subotica: NIO Subotičke novine, 1995, 27-29.

⁴⁴ Aladžić V., Vujnović Prčić G., Grlica M., Vaš G.: *Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*, Subotica 1995-97;

su i ulice, koje su formirale ovako kružno postavljene kuće, naziv dobijale prema prezimenu porodice koja ih je naseljavala.⁴⁵

Na pustarama, u neposrednoj okolini današnjeg grada Subotice, razvijale su se porodične zadruge i umnožavali salaši kao privredna središta u okviru spoljašnjeg atara. U početku je stočarstvo bilo osnova privređivanja i dominantna privredna grana. Iz tih razloga neke poljoprivredne kulture nije bilo moguće uzgajati na pustarama, budući da se prvenstveno na tim prostorima gajila stoka. Kulture kao što su vinova loza, kukuruz, ječam i pšenica uzgajale su se samo neposredno oko Subotice, dok stočarstvo kao grana nije počelo da usporava i gubi na značaju. Kasnije se ove a i druge biljke i poljoprivredne kulture prenose na salaše i na pustarama se tada formiraju njive, vinogradi i čitava sela. Ova sela, koja su nastala kao rezultat spontanog naseljavanja na pustarama, bila su razbijenog tipa što nije karakteristika današnjih ruralnih područja u Vojvodini. Administracija nije uspevala da kontroliše broj stanovnika na ovim selima i njihove obaveze prema državi, te su iz tog razloga stanovnici pustara često bili primorani da umesto salaša podižu kuće u „gradu“ i presele se u naselje, kako bi ih država lakše kontrolisala. U cilju kontrole i pravilnog oporezivanja uvode se u upotrebu i zemljišne knjige, kada nadležni organi počinju sa višestrukim pokušajima premeravanja ulica, određivanja preciznih granica unutrašnjeg i spoljašnjeg atara i pravilne podele zemljišnih poseda.⁴⁶ Iako se uvođenje zemljišnih knjiga, uspostavljanje granica i merenje poseda može sagledati kao jedan od znakova početka planskog razvoja naselja i okoline, jasno je da ove procedure nisu imale za cilj stvarno planiranje prostornog razvoja, već kontrolu države nad stanovnicima. Međutim, formiranje naselja se svakako odvijalo uporedo pa se i ovaj način razvoja može donekle smatrati spontanim.

Novopridošlo stanovništvo Bačke se spontano naseljavalo uglavnom na brdima, jer je dolinama tekla voda i bile su nepristupačne. Močvarne doline na prostoru današnje Subotice i njene okoline su predstavljale prirodne granice sa obe strane imanja, budući da zemljišta nisu premeravana pre naseljavanja. Tako su stanovnici salaša na pustarama obrađivali dva zemljišta, jedno na bregu i jedno vlažnije i plodnije u dolini. Seljaci su prvo obrađivali zemlju u dolini, dok su bregovi služili za ispašu stoke. Doseljenici su u početku koristili i obrađivali samo zemlju koja je bila njihova, odnosno nalazila se u njihovoj neposrednoj blizini. Ostali delovi zemlje na pustarama služili su kao zajednički posedi, seoski pašnjaci ili utrine, koje su stanovnici mogli koristiti samo pravom paše. Vremenom su seljaci trajno prisvajali deo po deo od seoskog pašnjaka i tako povećavali svoju baštinu, jer su se i porodične zadruge na salašima povećavale.⁴⁷

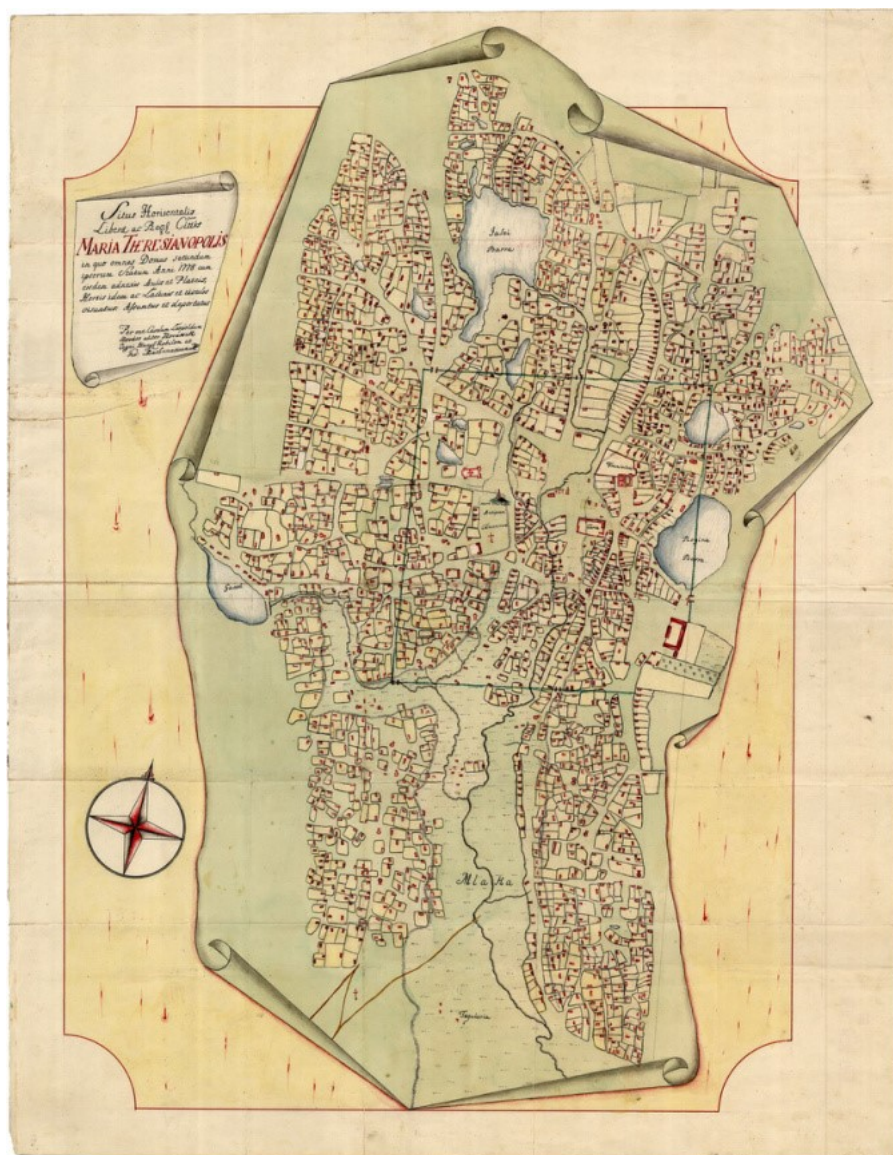
Godine 1779. Subotica je dobila status slobodnog kraljevskog grada i tada je poveljom dobila u svojину ceo atar (unutrašnji i spoljašnji) ali je morala platiti otkupninu. Stanovnici pustara su mogli zadržati svoje baštine pod uslovom da učestvuju u otkupu, odnosno otkupe svoju zemlju po utvrđenim cenama.

⁴⁵ Aladžić V., Vujnović Prčić G., Grlica M., Vaš G.: *Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*, Subotica 1995-97

⁴⁶ Aladžić V., Vujnović Prčić G., Grlica M., Vaš G.: *Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*, Subotica 1995-97

⁴⁷ Aladžić V., Vujnović Prčić G., Grlica M., Vaš G.: *Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*, Subotica 1995-97

Od spontano nastalih naselja na području Vojvodine vremenom su se, u kasnijim periodima, formirala uređenija sela i gradovi. Sa pojavom inženjera i inženjerske prakse sve se više težilo regulisanju postojećih spontano nastalih naselja i formiranju novih, koja se planiraju i grade na osnovu prethodno projektovanih inženjerskih planova. Kako će novo planirano naselje izgledati zavisilo je isključivo od nivoa znanja inženjera i lokalnih, geografskih i klimatskih uslova, dok se naseljavanje stanovnika vršilo naknadno, nakon planiranja. Bilo da je početak nastanka naselja bio spontan ili planiran, dalji razvoj svih oblasti težio je uspostavljanju reda i uređenju, tako da se već od dvadesetih godina 18. veka formiranje novih naselja obavljalo po unapred utvrđenim planovima. Na opisanom primeru razvoja grada Subotice može se sagledati način na koji su od spontano naseljenog, razbacanog i neuređenog naselja stvoreni gradovi i sela tokom perioda od 150 godina na području Vojvodine.⁴⁸



Slika 12: Karta Subotice Karla Leopolda Kovača, 1778.god.⁴⁹

⁴⁸ Aladžić V., Vujnović Prčić G., Grlica M., Vaš G.: *Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*, Subotica 1995-97

⁴⁹ Izvor ilustracije: <https://suistorija.wordpress.com/diploma-slobodnog-kraljevskog-grada-maria-theresiopolis-od-1779-godine>

3.3. PLANSKI FORMIRANA NASELJA U VOJVODINI

Nijedan od oblika planski formiranih naselja iz vremena turske vlasti nije se zadržao do danas u Vojvodini, a ne postoji verodostojna građa koja bi svedočila o načinu njihovog formiranja. Vojvodina je bila opustošena posle odlaska Turaka sa ovih prostora. Nakon njih na ovo područje dolazi austrijska vlast i započinje proces kolonizacije, spontanog i planskog naseljavanja. U Bačkoj i Sremu se stanovništvo prvobitno naseljavalo spontano, pa su i naselja bila neodređena i neplanski formirana, kao što je opisano na primeru današnjeg grada Subotice. Sa druge strane, austrougarska administracija u Banatu odmah vrši kolonizaciju Nemaca sa ciljem sprečavanja vraćanja Turaka na ove prostore. Iz tog razloga se ovde naselja oblikuju i grade prema unapred utvrđenim planovima i propisima.⁵⁰ Ovo je bio početak tzv. terezijanskog planiranja prostora u Vojvodini od strane austrougarske vlasti, kada su formirana naselja, čiji su se oblici i tipovi zadržali sve do današnjih vremena. Kasnije se ovaj način oblikovanja i uređenja prostora primenjivao i na spontano nastala ruralna područja, kako bi vlast uspostavila kontrolu nad stanovništvom u svim krajevima. Feudalna državna vlastela je prilikom formiranja naselja i položaja kuća na parcelama propisima diktirala uslove. Ovaj način uređenja se još naziva „ušoravanje“ a sela tako nastala „ušorena sela“. Ušoravanje naselja započelo je od sredine 18. veka uredbama vlasti o uređenju novoformiranih naselja, koja su planirana i inženjerski tačno na terenu premeravana, kao i o rekonstrukciji i obnovi postojećih.⁵¹ Ušorena sela se odlikuju pravilnom ortogonalnom šemom, u kojoj se ulice seku pod pravim uglom i kuće postavljaju na jednakoj udaljenosti jedna od druge, sa razmakom od najmanje 17 metara zbog opasnosti od požara. Parcelisanje zemljišta je izvršeno okretanjem kraće strane parcele duž ulične linije, formirajući dugačke pravougaone osnove dvorišta, upravno na ulicu. Iz tog razloga je i oblik osnove seoske kuće uglavnom bio izduženi pravougaonik, užom fasadom kao frontalnim delom zgrade na uličnoj liniji.⁵²

Jedno od prvih, ovako planiranih, „ušorenih“ naselja je nastalo na području današnjeg Vršca u Banatu, gde je u periodu od 10 godina (1720.-1730.) uz plansku kolonizaciju Nemaca i razvoj naselja tekao planski.⁵³ Na primeru sela Aleksandrovo, u blizini Subotice, možemo videti kako je osnivanje sela teklo u Habsburškoj monarhiji u 19 veku.⁵⁴ Naselje Mišićevo spada u red najmlađih i najmanjih naselja u severnoj Bačkoj, nastalo u sklopu agrarne reforme i kolonizacije Aleksandra Koradžorđevića.

3.3.1. Aleksandrovo

Selo Aleksandrovo ili Šandor, kako se još naziva, jasno pokazuje kako se plansko formiranje naselja odvijalo tokom 19. veka u Habsburškoj monarhiji. Ono je nastalo na osnovu kraljevske naredbe i sporazuma između Županije i grada Subotice na osnovu koga je Subotica kolonizovala Aleksandrovo sa najvećim mogućim brojem sesija 1785. godine. Iako je kolonizacija Aleksandrova počela još ranije, ono je službeno proglašeno selom u februaru

⁵⁰ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

⁵¹ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

⁵² Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

⁵³ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

⁵⁴ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

1804. godine. Aleksandrovo je bila zasebna opština sve do 1904. godine kada je ukinuto i pripojeno gradu Subotici.⁵⁵ Kada je započela kolonizacija sela, prvi prijavljeni kolonisti bili su pravoslavni Srbi i manji broj katolika Bunjevaca, a naseljenici Aleksandrova su mogli biti samo stanovnici Subotice. Porodice koje su se naselile iz Subotice nisu smele zadržati kuću i zemlju koju su imali u gradu. Uporedo sa složenim procesom kolonizacije sela tekao je razvoj i formiranje njegove strukture. Stari planovi i karte pokazuju da je Aleksandrovo primer naselja tipične morfološke strukture i urbane forme terezijanskog planiranja prostora vojvođanskih sela. Prema unapred utvrđenim planovima formiran je pravilan geometrijski oblik naselja sa ortogonalnom šemom ulica, koje su postavljene pod pravim uglom jedna na drugu. Parcele su bile pravougaonog oblika, pravilno raspoređene jedna do druge u okviru ortogonalne šeme, kraćom stranom orijentisane prema ulici. Na parcelama su izgrađene tipične seoske vojvođanske kuće, koje su bile postavljene na regulacionoj liniji. Na bočnoj strani kuće, okrenutoj ka ulici, već tada je postojao trougaoni zabat koji predstavlja jedan od prepoznatljivih građevinskih elemenata vojvođanske stambene arhitekture (slika 13).



Slika 13: Selo Aleksandrovo⁵⁶

3.3.2. Mišićevo

Mišićevo spada u planski formirana naselja na isparcelisanom veleposedničkom zemljištu u međuratnom periodu, kada dolazi do značajnih promena u načinu formiranja naselja i kada nastaje čitav niz novih sela. Organizovano je na praznom zemljištu lesne zaravni, odnosno zemljišnim površinama nekadašnjeg Velikog pašnjaka, koji je pripadao gradu Subotici. Mišićevo su naselili kolonisti i dobrovoljci iz boračkih i neboraćkih jedinica. Ovaj pašnjak, koji je ranije grad davao zakupcima na korišćenje, ponuđen je kolonistima kao zamena za

⁵⁵ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

⁵⁶ Izvor ilustracije: Selo Aleksandrovo, isečak sa topografske karte Vojnogeografskog instituta, izdanje-štampano 1972. god.

stanište u okolini jezera Palić, gde im peskovito tlo nije odgovaralo. Doseljenici su prihvatili zemljište Velikog pašnjaka u jesen 1925. godine i inženjeri su započeli posao premeravanja parcela. Naselje je organizovano kao ratarsko-stočarsko seosko naselje zbijenog tipa. Svakom doseljeniku dodeljeno je onoliko hektara zemlje i okućnice koliko je odgovaralo statusu koji je imao. Zemlja je iste jeseni uzorana i počeo je život u novoj koloniji. U naselju je formirana agrarna zajednica koja je delovala sa ciljem rešavanja osnovnih životnih pitanja stanovnika. Materijal za gradnju kuća zajednica je davala naseljenicima na otplatu na deset godina. Organizovano je kopanje arteških bunara 1931. godine, kada je iskopano tri bunara sa dubinom preko sto metara iz kojih se celo selo snabdevalo vodom (slika 14).⁵⁷



Slika 14: Selo Mišičevo⁵⁸

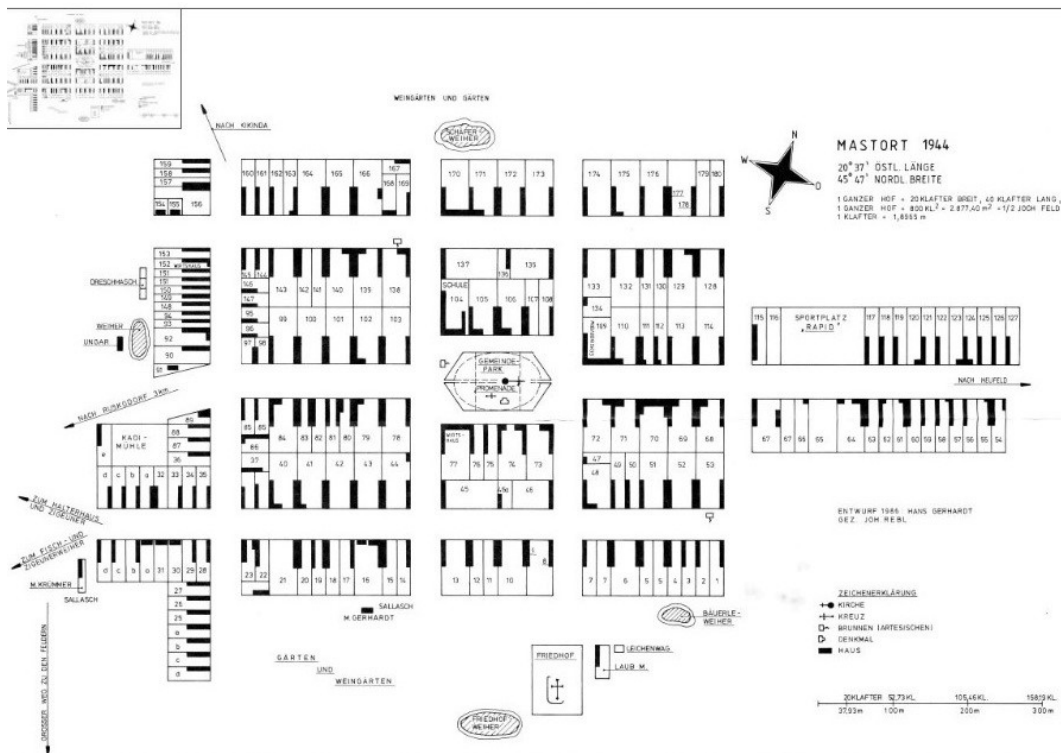
Još neki od primera planski nastalih seoskih područja Vojvodine u doba austrougarske monarhije su današnja sela Krajišnik, Novi Kozarci i Kačarevo kod Pančeva, na čijim se starim kartama mogu sagledati pojedinačne faze izgradnje i rekonstrukcije naselja (slika 15, 16 i 17). Ova sela su u vreme njihovog nastanka imala drugačije nazive.

⁵⁷ Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.

⁵⁸ Izvor ilustracije: *Selo Mišičevo, isečak sa topografske karte Vojnogeografskog instituta, izdanje-štampano 1975 god.*



Slika 15: Karta vojvodanskog sela Krajišnik (Stefansfeld) iz 1955. godine⁵⁹



Slika 16: Karta vojvodanskog sela Novi Kozarci (Mastort) iz 1944. godine⁶⁰

⁵⁹ Izvor ilustracije: <https://www.danube-swabians.org/MapStefansfeld.htm>

⁶⁰ Izvor ilustracije: <http://www.danube-swabians.org/MastortMap.htm>



Slika 17: Karta vojvođanskog sela Kačarevo (Franzfeld) iz 1944. godine⁶¹

⁶¹ Izvor ilustracije: <http://www.danube-swabians.org/MapFranzfeld.htm>

4. RAZVOJ I TRANSFORMACIJE RURALNE STAMBENE ARHITEKTURE U VOJVODINI

Razvoj stambene ruralne arhitekture u Vojvodini može se proučavati i pratiti tokom poslednja dva veka, jer su u okviru tog perioda formirani i građeni njeni oblici koji su se očuvali do danas. Još od perioda pre turske vladavine na ovom području, kada su se podizala i gradila samo privremena staništa i objekti, vojvođanska kuća ima svoj značaj u tome što je oduvek bila formirana kako bi zadovoljila osnovne čovekove potrebe za zaklonom i komforom. U prvoj polovini 19. veka ona je bila i čovekovo privredno središte, tako da su funkcije stanovanja i privredne funkcije u njoj bile isprepletene. Kuća je zapravo bila nerazdvojna celina sa manjim privrednim zgradama, koje su se gradile oko nje, dvorištem i imanjem.⁶² Narodna arhitektura Vojvodine i njeni oblici su se razvijali i nastajali u zavisnosti od načina života, delatnosti, uslova stanovanja i potreba vojvođanskog seljaka. Uglavnom je bila u skladu sa vremenom u kojem je nastala, podređena prirodnim, tehničkim i društvenim uslovima, elementima tog vremena i zanimanju stanovništva.

Stambena ruralna arhitektura Vojvodine razvijala se pod dejstvom činilaca koji se mogu svrstati u dve velike grupe:

1. Grupu društvenih činilaca;
2. Grupu prirodnih (fizičko-geografskih) činilaca.⁶³

4.1. DEJSTVO DRUŠTVENIH ČINILACA NA RAZVOJ I TRANSFORMACIJE VOJVODANSKE RURALNE ARHITEKTURE

Od društveno-ekonomskih činilaca koji utiču na razvoj i transformacije vojvođanske ruralne arhitekture ističu se: istorijsko-politički, ekonomski uslovi, način privređivanja stanovništva, etnički, migracije stanovništva, tradicija, struktura porodice, narodni graditelji i vladajući arhitektonski stilovi.⁶⁴

ISTORIJSKO-POLITIČKI USLOVI

Kada govorimo o istorijsko-političkim uslovima, pod čijim se uticajem razvijala i arhitektura na selima Vojvodine, prvenstveno mislimo na istorijske događaje, brojne bitke koje su odigrane na ovom području, kao i na vrlo česte smene vlasti i državnog uređenja. U vreme turske vladavine Vojvodina je predstavljala ratnu zonu između turske i austrougarske vlasti na kojoj su se vrlo često sukobljavale ove dve velike svetske sile. Iz tih razloga ona je u to vreme bila nenaseljena, beskrajna pustara, iako je po svojim karakteristikama ravničarskog predela i plodnog tla oduvek bila pogodna za život i razvoj poljoprivrede. Zbog vrlo čestih seoba i migracija, uzrokovanih stalnim ratnim prilikama, stanovništvo ovih krajeva je gradilo privremena staništa i objekte tako da o razvoju stambene arhitekture iz ovog perioda ne možemo ni govoriti. Ipak, u ovom kritičnom periodu turske vladavine, bilo je i solidno građenih

⁶² Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁶³ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

⁶⁴ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

kuća, koje su podizali imućniji seljaci. To nije bila česta pojava s obzirom na to da je srpski seljak u to vreme bio primoran na prilagođavanje, kako u geografskom, tako i u socijalnom smislu. Jedan od razloga skromnog načina gradnje kuća su bili i stalni harački nameti koji su obavezivali seljake.⁶⁵ Dolaskom na teritoriju Vojvodine, austrougarska vlast menja državno uređenje i uspostavlja feudalnu vladavinu, što je podstaklo brži razvoj privrede, te stanovništvo počinje da privređuje i kultiviše zemlju. Uvode se promene i u samoj organizaciji života stanovništva, koje sada gradi dugotrajnija skloništa, od čvršćih materijala, u neposrednoj blizini obradivog zemljišta. To su uglavnom još uvek bili neki oblici zemunica, poluukopanih i ukopanih objekata, koji su se u nekim mestima zadržali do danas kao svedočanstva načina života i rada tadašnjeg vojvođanskog seljaka. Austrougarska vlast ubrzo započinje sa kolonizacijama i unapred planiranom izgradnjom naselja i kuća prema utvrđenim nacrtima. Vojvodina dobija svoja tipična „ušorena“ sela i kuće čiji su se oblici menjali tokom sledećih razvojnih faza, ali su osnovne karakteristike vojvođanske kuće u svim tipologijama zadržane do danas. Od značajnih istorijsko-političkih činilaca koji su uticali na razvoj seoske arhitekture ističu se i zakonski propisi o podizanju novih stambenih zgrada na selu. Stanovništvo Vojvodine se uglavnom pridržavalo nacрта savremene higijenske kuće, nezavisno od toga što je bilo i odstupanja. Prema statističkim podacima iz 1955. godine o popisu stanovništva i uslova stanovanja na selu, konstatovano je da je u Vojvodini 84,7% seoskih zgrada za stanovanje sagrađeno od tradicionalnih materijala, naboja i čerpiča, a pod od zemlje je imalo 64,2% kuća.⁶⁶

EKONOMSKI USLOVI

Na izgled i transformacije vojvođanske kuće i njenih oblika u velikoj meri su uticali ekonomski odnosi na selu i opšti stepen razvoja poljoprivrede kao osnovne grane privređivanja. Tako je u prvim decenijama 19. veka razvoj arhitekture u Vojvodini karakterisao niski životni standard, koji je posledica nerazvijenih kulturnih i društveno-ekonomskih prilika. To je uslovalo da stambene kuće u ovom periodu budu prizemnog, horizontalnog karaktera. Seljaci su gradili skromne prizemne kuće koje su bile dovoljno opremljene za obavljanje svih aktivnosti u vezi sa tлом, ognjištem i zemljom. Posle ukidanja feudalnih odnosa i Vojne granice na teritoriji Vojvodine dolazi do poboljšanja ekonomskih odnosa i opšteg unapređenja poljoprivrede; grade se plovni kanali i železnička pruga. Sve zajedno je dovelo do pojave znatno bogatijeg sloja seoskog društva, a sa tim, kao logična posledica, usledilo je i prostorno obogaćenje same kuće, jer se imovinsko stanje izražavalo njenim izgledom i bogatstvom opreme.⁶⁷ Seljaci su neretko nastojali da se socijalno-imovinske karakteristike kuće ogledaju na njenoj fasadi, kapiji, masivnosti i poziciji. Tako se pojavljuju primeri kuća koje su preterano masivne a nisu funkcionalne, kuće sa prevelikim natpisima na fasadi, upadnom dekoracijom na kapijama i ogradama i sl. Posebna pažnja se pridavala poziciji, te se tako često grade kuće koje izlaze na dve ulice, kako bi se prikazalo materijalno bogatstvo. Te pojave nemaju nikakvu arhitektonsku opravdanost i vrednost već predstavljaju nameru da se prikaže prestiž jednog

⁶⁵ Hasانبegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁶⁶ Hasانبegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁶⁷ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

domaćinstva nad drugim.⁶⁸ Stabilizacija ekonomskih odnosa uticala je i na upotrebu novih materijala u izgradnji, te se tako pojavljuju seoske kuće od opeke s krovnim pokrivačem od crepa.⁶⁹

NAČIN PRIVREĐIVANJA STANOVNIŠTVA

Tradicionalno poljoprivredni karakter vojvođanske teritorije u velikoj meri je odredio oblik stambene kuće i uticao na razvoj njenog prostornog rasporeda. U ravničarskim, zemljoradničkim zonama, kuće se uglavnom razvijaju horizontalno, tamo gde postoji potreba za proširenjem prostora za smeštaj sve više agrarnih proizvoda. Uz osnovnu kuću dodaju se druge privredne zgrade, nova odeljenja, podrumi i sl., koje su organizovane u prizemnom nivou, jer se sve aktivnosti vojvođanskog seljaka odvijaju u neposrednoj blizini obradivog zemljišta.⁷⁰ U početnoj fazi poljoprivrednog razvitka kuća je služila za odlaganje celokupnog inventara i primitivnih poljoprivrednih proizvoda. Sve se smeštalo u nju. Kasnije, razvijanjem robnonovčanih odnosa, u selu dolazi do promena u organizaciji rada i privređivanja. Dele se zadruge, što je uticalo na to da porodica sve manje vremena provodi u kući, a više na poljoprivrednom imanju. Iz tih razloga menja se raspored i organizacija prostorija, dodaju se nove prostorije, „sobe“, koje su bile čistije, a privreda se „povlači“ iz kuće.⁷¹

ETNIČKI USLOVI

Etnička predispozicija, odnosno nacionalna pripadnost vlasnika domaćinstva, takođe je imala uticaj na razvoj vojvođanske kuće i doprinela je postojanju različitih arhitektonskih rešenja u različitim krajevima. Vojvodina je oduvek bila teritorija na kojoj su se smenjivali narodi raznih etničkih grupa i nacionalnosti. Brojni istorijski događaji, ratovi, smenjivanje vlasti, stalne seobe i kolonizacije doprineli su naseljavanju različitih nacija na ove prostore, što je uzrokovalo da ovo područje danas ima vrlo heterogenu etničku strukturu stanovništva.⁷² To je ostavilo traga i na arhitekturi kuće, jer je svako stanovništvo, donoseći svoj način i stilove gradnje, uticalo na njen razvoj. Svaka nacija ima svoja obeležja na kući, pa se tako mogu razlikovati kuće Slovaka, Srba, Mađara, Rumuna i Nemaca. Tako se na primer, sa fasada može saznati godina izgradnje, ime vlasnika, zanimanje i njegova nacionalna pripadnost, pozicioniranjem ukrasa sa motivima preuzetim iz nacionalnog folklora, odnosno religije.⁷³ Na osnovu dekoracije, ukrasa, karakterističnih detalja, pa i boje kuće, moglo se odrediti kojoj naciji pripada njen vlasnik.

⁶⁸ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁶⁹ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

⁷⁰ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁷¹ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁷² Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁷³ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

MIGRACIJE STANOVNIŠTVA

Teritorija Vojvodine oduvek je predstavljala područje na kome su se smenjivali razni narodi tokom seoba i migracija izazvanih različitim geografskim, istorijsko-političkim i ekonomskim uticajima. Narodi koji su se, pod najezdom Turaka, naselili iz južnih srpskih krajeva na prostore Vojvodine, u početku su gradili kuće koje su imale odlike njihovog starog podneblja, a primenom svojih materijala i tradicije građenja uticali su na arhitekturu seoske kuće u Vojvodini. Tako se kao prvobitni oblici kuća od tradicionalnih materijala pojavljuju pletare i slamare, koje su imale odlike stare kosovske „*prizemljuše*“.⁷⁴ Drugi značajan priliv stanovništva kroz seobe i migracije u Vojvodini uzrokovale su kolonizacije i naseljavanja Nemaca, Slovaka i Rusina od strane austrougarske vlasti, prilikom uspostavljanja vladavine njihove monarhije. Tada se uticaji doseljenika i kolonista na vojvođansku arhitekturu ujedinjaju, pa je dalji razvoj stambene kuće bio jednak za celokupno stanovništvo. Uporedo sa prilikom novog stanovništva, izvršena je kompletna evidencija zemljišta, formirane su seoske jedinice i reorganizovana sela i atari. Tokom vremena, boljim razvojem ekonomskih prilika na ovom području, nastanjivanje stanovništva na prostore Vojvodine postaje sigurnije, što je izazvalo uvođenje određenih promena i u samom načinu stanovanja i oblikovanju stambene arhitekture.⁷⁵ U današnje vreme, pod sve većim uticajem modernih procesa urbanizacije i industrijalizacije, dolazi do opštih društvenih pomeranja, migracija na relaciji selo-grad. Seosko stanovništvo se sve više okreće gradu i gradskom načinu života, u potrazi za boljim uslovima i oslobađanju od teškog rada na poljoprivrednom zemljištu. Kao posledica ovih kretanja javljaju se brojne novine koje utiču da se život na selu menja, pri čemu se stvaraju i stambene zone koje se teško mogu svrstati u seoska ili gradska naselja.⁷⁶

NARODNI GRADITELJI I VLADAJUĆI STILOVI

Vladajući umetnički stilovi u arhitekturi bili su od velikog uticaja na vojvođansku seosku stambenu kuću. U najvećoj meri su uticali na njen izgled i stilsko oblikovanje njene ulične fasade, koja je sa svojim karakterističnim elementima postala reprezentativni element kuće. Tokom 19. i 20. veka narodni graditelji i seoske zanatlije su sticali iskustva u većim gradovima Evrope i tako su bili upoznati sa vladajućim stilskim pravcima i gradskom umetnošću. Na osnovu stečenog znanja preuzimali su elemente iz umetničkih stilova, a potom ih preobražavali i interpretirali u narodni oblik bliži vojvođanskom karakteru, te tako oblikovali fasadu.⁷⁷ Uvedena je plastika kao ukrasni, dekorativni element, koji je služio za naglašavanje otvora i zabata. Zabatni venac je element fasade kome je pridavana najveća pažnja prilikom ukrašavanja i stilizovanja. Od jednostavnog plitkog slivnika evoluirao je do bogato profilisane horizontale. Vremenom, dodavanjem i drugih dekorativnih elemenata, fasada se usložnjavala i

⁷⁴ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁷⁵ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁷⁶ Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.

⁷⁷ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

povećavao joj se volumen, čime je ona dobila karakter „varoške kuće“.⁷⁸ Stepen i stil ukrašavanja fasade bili su oličenje ekonomske moći, ličnog stila i ukusa vlasnika kuće. Stilovi koji su se najviše primenjivali u vojvođanskoj arhitekturi i čiji se uticaj i danas prepoznaje su barok, secesija i klasicizam.

4.2. DEJSTVO PRIRODNIH (FIZIČKO-GEOGRAFSKIH) ČINILACA NA RAZVOJ I TRANSFORMACIJE VOJVOĐANSKE RURALNE ARHITEKTURE

Prirodni, fizičko-geografski, činoci, koji su uticali na razvoj i transformacije vojvođanske ruralne stambene arhitekture, su: geografska sredina, geološki sastav zemljišta, vegetacija, klima i konfiguracija terena.⁷⁹ Međusobna zavisnost ovih elemenata i načina formiranja i oblikovanja vojvođanske tradicionalne seoske kuće ukazuje na postojanje mogućnosti njene usklađenosti sa bioklimatskom arhitekturom.

GEOGRAFSKA SREDINA I GEOLOŠKI SASTAV ZEMLJIŠTA

Fizičko-geografska sredina i geološki sastav zemljišta u Vojvodini ponajviše su uticali na izbor građevinskog materijala, s obzirom na to da su stanovnici ovih prostora oduvek u izgradnji koristili materijal koji su pronalazili u svom neposrednom okruženju. Samom izgradnjom, formirane su i oblikovane karakteristike narodne arhitekture, tako da se materijal zemljišta u Vojvodini javlja kao važan element u konstrukciji i izgledu seoskih kuća. Vojvodina je sastavni deo panonskog bazena u slivu Dunava i predstavlja južni deo stare centralne jezerske ravni Panonskog jezera/mora, što je u velikoj meri i odredilo karakteristike reljefa i geološki sastav zemljišta. Fizička sredina je uglavnom jednolična: Banat i Bačka su nizije, dok je Srem nizija sa manje zastupljenim brdovitim predelom Fruške gore. Reljef karakterišu nanosne aluvijalne ravnice u dolinama Dunava, Tise i donjeg toka Save, zatim lesne zaravni od trošne žućkaste gline, peščare u Deliblatu i kod Subotice i stari planinski masivi, Fruška gora i Vršачke planine.⁸⁰ Prirodni uslovi su odredili vrstu materijala koji se upotrebljavao u izgradnji, pa se tako u ravničarskim krajevima Panonske nizije uglavnom koristila zemlja i trska, dok se u malo brdovitijim predelima koristilo i drvo. Vrsta zemlje, koja se kao tradicionalni građevinski materijal najviše koristila u izgradnji kuća u Vojvodini, je ilovača. Zidovi su građeni od naboja, čerpića, kao i ilovače u kombinaciji sa pleterom. U Sremu se drvo češće koristilo u izgradnji, kako zbog blizine šume Fruške gore, tako i zbog visokog nivoa podzemnih voda, što je onemogućavalo opstanak nabijenih zidova. Drvo se najčešće upotrebljavalo za krovnu konstrukciju i za konstrukciju zidova nekih ekonomskih zgrada.⁸¹

⁷⁸ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

⁷⁹ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

⁸⁰ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

⁸¹ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

KLIMA I VEGETACIJA

U Vojvodini preovladava umereno kontinentalna, tzv. panonska klima, sa hladnim zimama i toplim letima. Leta mogu biti i sušna, pa je zato povremeno neophodno navodnjavanje. Pretpostavlja se da je klima imala veliki uticaj na određivanje pozicije i orijentacije strukture čitavih naselja, pa tako i pojedinačnih kuća. U ortogonalnim morfološkim strukturama ruralnih vojvođanskih naselja mogu se uočiti elementi prostornog planiranja koji su formirani na osnovu uticaja postojećih klimatskih obeležja. Jedan od takvih elemenata je orijentacija naselja u odnosu na položaj i kretanje sunca i strane sveta. Karakteristike klime koje imaju uticaj na unutrašnji toplotni komfor objekata su: temperatura okolnog vazduha, insolacija, dominantni vetrovi i padavine. Vegetacija i pejzažno uređenje seoskih naselja u Vojvodini uglavnom karakteriše ulično linijsko zelenilo koje ima veliki uticaj na unutrašnji komfor tradicionalnih kuća.

KONFIGURACIJA TERENA

Konfiguracija terena Vojvodine, gde su u većoj meri zastupljene ravnice sa nešto višim, brdovitim predelima Fruške gore, uticala je na postojanje razlika u samom razvoju seoske arhitekture. Naime, zemljoradničke zone u dolinama pogodnije su za građenje razvijenijih i prostorno većih kuća nego brdski regioni koji se nalaze van komunikacija. U planinske krajeve novine sporije dolaze pa su se iz tih razloga stari, tradicionalni, arhaični oblici arhitekture ovde duže zadržali. U oblastima bogatog Podunavlja i Posavine javljaju se veće i bolje kuće za razliku od planinskih krajeva Vojvodine gde se takve kuće za jednu generaciju kasnije razvijaju.

4.3. TRADICIONALNA VOJVOĐANSKA KUĆA I ZNAČAJNI ELEMENTI BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE

Položaj, oblik, prostorni i konstruktivni razvoj vojvođanske kuće podređen je geografskim, klimatskim, istorijskim i etničkim specifičnostima i elementima ove oblasti. Panonski tip zbijenog naselja, koji je karakterističan za ovo područje, određuje uslove i ograničenja, kako u organizaciji i raspodeli parcela, tako i u načinu formiranja okućnica i obliku samih kuća. Vojvodina je ujedno i oblast u kojoj su se tokom vekova naseljavali razni narodi, tako da ona danas predstavlja područje u kojem žive različite etničke grupe, od kojih je svaka na svoj način doprinela razvoju stambene arhitekture. Vojvođanska seoska kuća pripada tipu „panonske kuće“ koja je stvorena i koja se razvijala u određenom društveno-političkom sistemu.⁸²

U periodu pre i tokom turske vladavine na ovom području gradili su se uglavnom privremeni objekti i staništa od materijala koji je bio dostupan u neposrednoj okolini. Razlog za to su stalne seobe i migracije stanovništva, koje im nisu dozvoljavale da uspostave izvestan kontinuitet stanovanja, te se ne može govoriti o nekom stvarnom razvoju i napretku kuće u ovo doba. Ova privremena staništa su bile zemunice, poluukopani i ukopani objekti, koji su, sjedinjeni sa okolnim pejzažom, bili u potpunoj sinergiji sa svojim okruženjem. U nekim krajevima se još

⁸² Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

mogu naći tragovi koji svedoče o njihovom postojanju. U severnoj Vojvodini zadržale su se zemunice koje su pravljene od lesa sve do kraja 18. veka, dok je u Titelu donedavno postojalo čitavo naselje lagunica (vrsta zemunica) u kojima su ljudi stanovali.⁸³ Ova primitivna skloništa predstavljaju najstariji oblik stanovanja u Vojvodini, koji je prethodio razvijenijim oblicima kuća. Posle 18. veka Vojvodina dolazi pod austrougarsku vlast, kada se u ove krajeve naseljava veći broj Srba iz južne Srbije, a habsburška vlast istovremeno sprovodi kolonizaciju Nemaca, Rumuna, Mađara, Slovaka i drugih naroda. Stanovništvo iz južnih srpskih krajeva je gradilo kuće koje su imale odlike seoskih kuća iz njihovog starog kraja – kuću sa ognjištem, sobom i tremom. Prelazi se sa gradnje zemunica na gradnju nadzemnih kuća, tkz. „nabijača“, jer su oni poznavali napredniji način gradnje od starosedeoaca. U 18. veku, narodna arhitektura Vojvodine pronašla je svoj izraz u tradicionalnoj vojvođansko-panonskoj seoskoj kući, koja se u ovo vreme već formirala kao jedinstven i originalan arhitektonski tip.⁸⁴ Na njeno formiranje posebno je uticala državna feudalna vlast, koja je uvela pravila i propise, koji su određivali položaj kuće na parceli, njene dimenzije i veličinu. Ovim, tzv. terezijanskim planiranjem prostora u selima Vojvodine, nastala je stambena arhitektura jedinstvenog stilskog izraza koja se održala do današnjih dana i koja na određen način predstavlja identitet ovog područja.

Među kućama nastalim u 18. veku, tokom terezijanskog planiranja prostora, neophodno je spomenuti kuće kolonista Nemaca, koji su u to vreme činili značajan procenat vojvođanskog stanovništva. Oni su za period duži od dva veka, koliko su se ovde zadržali, ostavili značajne tragove i pozitivne uticaje na stambenoj arhitekturi Vojvodine i doprineli podizanju nivoa kulture stanovanja u celini. Austrougarska vlast je Nemcima kao kolonistima pružila određene privilegije, te su njih već čekale sagrađene kuće kada su došli na ove prostore. To su bile poznate nemačke kolonističke kuće za čiju gradnju je kao prototip poslužila kuća lokalnog srpskog stanovništva, koja je dobila određenu sistematičnost u načinu gradnje, vrsti materijala, položaju i prostornom uređenju. Ovaj spoj naprednijeg načina gradnje i tradicionalnog autohtonog narodnog graditeljstva kao rezultat imao je stvaranje novih varijanti i tipova stambenih objekata u Vojvodini.⁸⁵ Pošto tokom terezijanske kolonizacije Nemaca nije bilo dovoljno inženjera i građevinskih stručnjaka, kuće je gradila država. Kuće su građene prema unapred utvrđenim planovima. Ovi planovi su rađeni po propisanim pravilima za formiranje i oblikovanje celokupnog naselja, počevši od mreže ulica, rasporeda parcela, organizacije pojedinačnih kućišta, pa sve do dimenzija i oblika samih kuća. Zemljište je isparcelisano tako da formira ortogonalnu mrežu ulica u naselju, a parcele su pravougaonog oblika, užom stranom postavljene na regulacionoj liniji ulice. Okućnica, kućište ili avlija su sve nazivi koji se odnose na dvorište vojvođanske seoske kuće, koje predstavlja jedan od njenih specifičnih i značajnih elemenata, nastalo takođe u planiranom sistemu organizacionog sela i jednako je za sva domaćinstva. „*Okućnica je potpuno tipizirana za državna naselja, a ugledanjem protegnuta je na sva ostala*“.⁸⁶ Kao i parcele, kućišta su uglavnom pravilnog geometrijskog oblika,

⁸³ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

⁸⁴ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

⁸⁵ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

⁸⁶ Kojić B.: *Seoska arhitektura i rurizam*, Građevinska knjiga, Beograd, 1958.

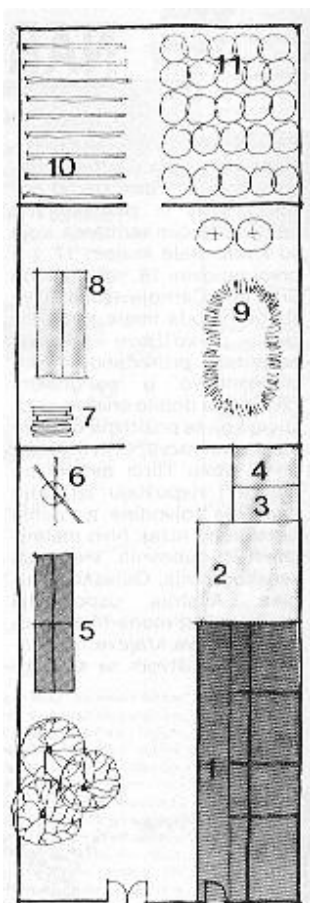
pravougaona, pri čemu je dužina od 3 do 4 puta veća od širine. Prema Glavnom uputstvu za naseljavanje, od januara 1772. god., utvrđene su dimenzije parcele sa dubinom između 143 i 190 m i širinom između 23 i 40 m.⁸⁷

U sklopu vojvođanske okućnice razlikujemo tri osnovna dela:

1. Dvorište prema ulici u kome su kuća i štala;
2. Srednji deo, u kome je guvno, senjak, plovnja i staje za sitnu stoku;
3. Zadnji deo u kome su voćnjak, bašta ili vinograd.

Svi delovi su međusobno odvojeni ogradama. Raspored objekata u okućnici je takođe određen tako da glavna kuća leži bočno pored suseda na samoj granici parcele, a čelom izlazi na uličnu liniju. U produžetku kuće se grade štala i šupa za kola, dok se na suprotnoj strani, duž granice sa drugim susedom, ponekad gradi mala pomoćna kuća – *kućerak*. Iza nje se nalazi bunar sa đermom. Sredina je uvek slobodna za prolaz vozila i stoke ka unutrašnjosti. Dvorište je ograđeno visokom daščanom ili zidanom ogradom-bedemom, na kojoj se nalaze mala pešačka i velika kolska vrata-kapija (slika 18).⁸⁸

1. KUĆA
2. STAJA
3. ŠUPA
4. ĐUBRE
5. KOŠ I AMBAR
6. ĐERAM
7. DRVA
8. KOLNICA
9. SLAMA
10. BAŠTA
11. VOĆNJAK



Slika 18: Kućište u vojvođanskom selu⁸⁹

⁸⁷ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

⁸⁸ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

⁸⁹ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

Dalje naseljavanje stanovništva krajem 18. i početkom 19. veka, kao i sve veći prirodni priraštaj, uslovalo je potrebu za uvođenjem promena u postojećoj strukturi naselja. Prvobitne parcele se „usitnjavaju“, menjaju im se dimenzije po širini, odnosno dele se po širini na više manjih. Dok dužina parcela ostaje ista, širina im se smanjuje na minimalnih 10 m. Danas najveći broj parcela predstavlja polovinu prvobitnih, tj. od 16 do 20m frontalne širine ka ulici.⁹⁰

Pored pravila o organizaciji i podeli okućnice, tokom terezijanskog planiranja prostora, utvrđene su izvesne odredbe i o položaju same kuće u njoj:

1. Glavna kuća treba da se planira bočnom stranom uz suseda (slika 19 i 20);
2. Fasada treba da bude na samoj uličnoj liniji (slika 21);
3. Na glavnu kuću treba da se nadovežu štala i kolnica;
4. Paralelno sa kućom, na odgovarajućem rastojanju, treba da bude koš i ambar, kao i đeram (bunar).⁹¹



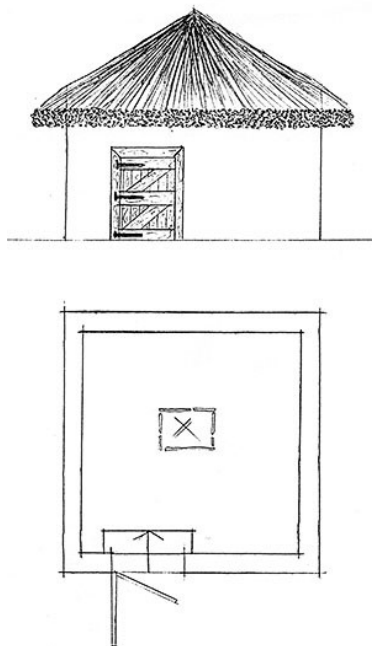
Slika 19, 20 i 21: Izgled i položaj tradicionalnih vojvođanskih kuća⁹²

Razmak između susednih kuća morao je biti najmanje 17 metara, zbog opasnosti od požara. Na osnovu ovih propisa o položaju kuće formirana je i njena osnova u obliku izduženog pravougaonika. Pozicioniranjem kuće na samoj granici parcele, osnova je kasnije mogla dalje da se širi prema njenoj dubini kada je, tokom razvoja, bilo potrebe za proširenjem stambenog prostora. Seoska vojvođanska kuća je po pravilu prizemna zgrada pravougaone osnove, sa dvovodnim krovom i dva kalkana od kojih jedan predstavlja glavnu, uličnu fasadu. Prvobitna vojvođanska kuća je bila jednodelna zgrada, čiju je osnovu činila samo jedna prostorija sa otvorenim odžakom, u kojoj se i kuvalo i spavalo (slika 22).

⁹⁰ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

⁹¹ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

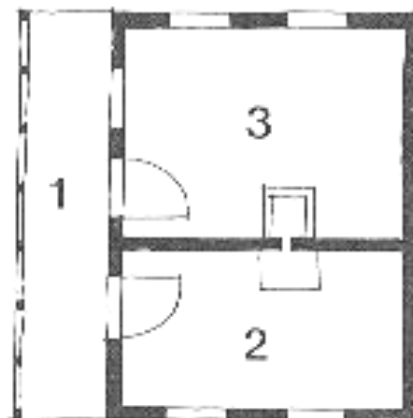
⁹² Izvor slika i crteža: <http://agropuls.rs>, <https://www.scribd.com>



Slika 22: Jednodelna vojvodanska kuća⁹³

Sledeća faza u razvoju osnove vojvodanske kuće podrazumeva dodavanje sobe ispred kuhinje čime se dobija kuća sa dva odeljenja (slika 23).

1. TREM
2. KUJNA
3. SOBA



Slika 23: Dvodelna vojvodanska kuća⁹⁴

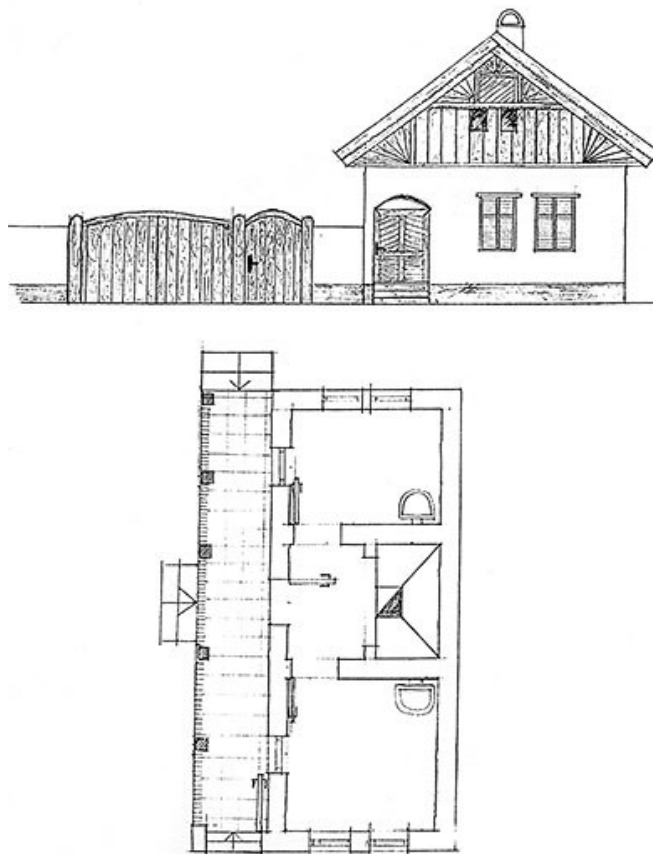
U dvodelnoj kući soba je bila okrenuta prema ulici, a kuhinja prema dvorištu. Kasnije se uz kuću razvio i trem, koji vremenom postaje njen obavezni sastavni deo i karakterističan element vojvodanskog narodnog graditeljstva.

Iako su najstariji, prvobitni objekti bili jednodelni i dvodelni, ona koja se smatra osnovnim razvojnim tipom vojvodansko-panonske kuće, te od koje se dalje razvijaju drugi tipovi i oblici, je trojna ili trodelna zgrada, koja se još nazivala i kolonistička kuća (slika 24). Ona je nastala

⁹³ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

⁹⁴ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

dogradnjom još jedne sobe sa druge strane kuhinje, ka dvorištu. Njenu fasadu karakterišu dva manja prozora i u početku nije postojao ulični ulaz u kuću. Kasnije, formiranjem trema kao obaveznog elementa, na uličnoj fasadi se pojavljuju vrata koja sa ulice vode direktno na trem. Kolski prilaz-kapija se postavlja po sredini dvorišne fasade i u nivou je dvorišnog terena. Krovne ravni su strme radi lakšeg slivanja vode sa njih, budući da je krov, pre crepa, obično pokrivala slama, zatim trska, a ponegde i šindra.⁹⁵



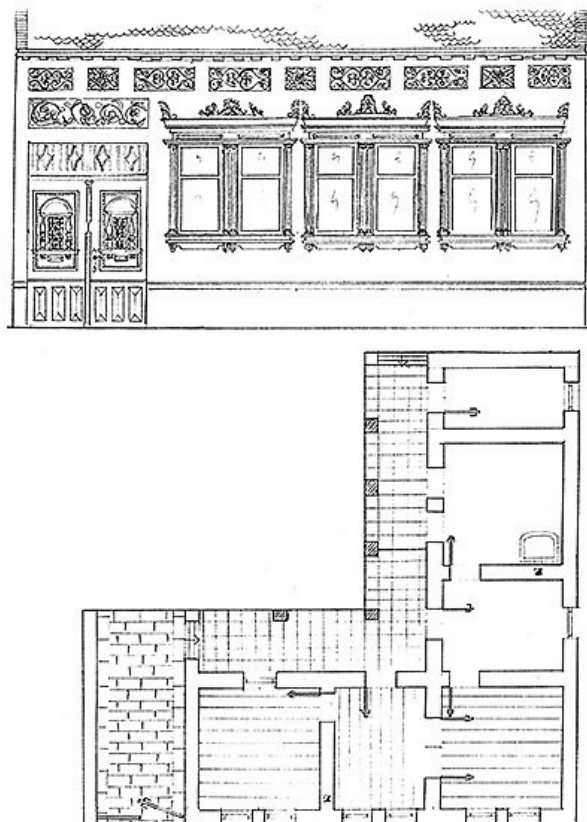
Slika 24: Trodelna vojvođanska kuća ⁹⁶

Kuće ovog tipa su u početku uglavnom građene na prostoru Banata, a njihov prostorni sklop se dalje prenosio i u druge krajeve Vojvodine. Gradile su se do druge polovine 19. veka, kada se javlja potreba za povećanjem stambenog prostora. Razvoj seoske kuće u Vojvodini tokom dva poslednja veka ogleda se u povećanju broja soba i razvoju trema prema dvorištu, čime se menja i ulična fasada dodavanjem vrata koja vode neposredno na trem sa ulice. Kasnije se trem zatvara zidovima i razvija se kao prostor za život u kući, za obavljanje svakodnevnih aktivnosti. Proširenje osnovne zgrade se prvobitno vršilo dodavanjem prostorija po njenoj dužini, kao što je već opisano, ili kao potpuno odvojeni manji objekti u okviru dvorišta sa namenom „letnje kuhinje“. Dodavanjem još jedne male sobe, devojačke, sa ulične strane, dobijene pregrađivanjem trema, kuća je promenila izgled ulične fasade, ali je njena stilska obrada ostala ista. Sa zadnje strane kuće, takođe u okviru prostora trema, dodaje se još jedna prostorija,

⁹⁵ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

⁹⁶ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

„komora“. Daljim razvojem razuđuje se osnova ka dubini dvorišta, dogradnjom stambenih i ekonomskih prostorija pod istim krovom, a tremom se povezuje unutrašnji sa spoljašnjim prostorom (slika 25). Trem je prvobitno bio izgrađen na drvenim stubovima, a kasnije na zidanim, bez ili sa parapetom, da bi se na kraju zastakljivao. Tokom druge polovine 19. veka bogatije seoske porodice, uglavnom nemačke, podizale su kuće koje su bile udobnije za stanovanje. One su određene kao kuće bogatijeg društvenog sloja, a razlikovale su se svojom osnovom, načinom gradnje i izgledom fasade. Nazivale su se švapske kuće ili „Gangturhauser“, a po dugačkim hodnicima „Laubenganghauser“.⁹⁷



Slika 25: Proširena vojvodanska kuća⁹⁸

⁹⁷ Milić, B.: *Tradicionalna vojvodanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

⁹⁸ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

ZNAČAJNI ELEMENTI (BIOKLIMATSKE) ARHITEKTURE VOJVOĐANSKE SEOSKE KUĆE

Određeni elementi vojvođanske seoske kuće odlikuju se specifičnostima koje su odigrale značajnu ulogu u formiranju tradicionalnog narodnog graditeljstva, a ujedno i prepoznatljivog identiteta vojvođanskog regiona. Pored toga, neki od ovih elemenata poseduju karakteristike koje su relevantne za oblikovanje bioklimatske arhitekture, zbog čega je neophodno analizirati ih radi daljeg ispitivanja i valorizacije tradicionalnih vojvođanskih kuća.

▪ ENTERIJER VOJVOĐANSKE SEOSKE KUĆE

Unutrašnji raspored prostorija seoske kuće u Vojvodini i njeno funkcionalno rešenje zavisilo je pre svega od načina života seljaka, pa je sam prostor namenski i diferenciran. Razvoj namene i sadržaja enterijera išao je uporedo sa razvojnim fazama tipova same kuće. Unutrašnje uređenje prostora uticalo je na postojanje raznovrsnosti tipova kuća, a u njemu se ogledalo imovinsko stanje, društveni položaj seljaka, njegov porodični život i druge odlike.⁹⁹ U početnoj fazi, kada su kuće uglavnom bile jednodelne, sve funkcije i aktivnosti su se obavljale u jednoj prostoriji, pa unutrašnje uređenje nije imalo odlike udobnog stanovanja. Razloge za to treba tražiti u nesigurnosti i ekonomskoj nerazvijenosti zemlje. U kući se ujedno spremala hrana, sedelo, spavalo, unosila sitna stoka i bila je glavno mesto za sastanke.¹⁰⁰ Funkcionalna organizacija prostorija enterijera jedan je od značajnih elemenata koji se uzima u obzir prilikom oblikovanja bioklimatske arhitekture. Unutrašnji raspored i diferencijacija namene utiču na orijentaciju pojedinačnih prostorija u odnosu na sunce i strane sveta, kao i na kvalitet prirodne ventilacije.

○ KUHINJA

Kuhinja predstavlja najznačajnije odeljenje u seoskoj vojvođanskoj kući jer su se u njoj još od davnina obavljale sve važne funkcije i aktivnosti u domaćinstvu. U njoj se nalaze ognjište i dimnjak kao centralni elementi oko kojih se „gradi“ kuća, okupljaju stanari, sedi, kuva itd. Kako prvobitne kuće nisu imale tavan, već samo jedno prizemno odeljenje, pretpostavlja se da onda nisu imale ni dimnjak, nego je dim slobodno izlazio iz krova.¹⁰¹ Iako je u poslednja dva veka kuća prošla različite razvojne faze tokom kojih su formirane i njene tipologije, prostor kuhinje je donekle ostao tipiziran i funkcionalno jednak do danas. Deo kuhinje koji je pokriven dimnjakom, najčešće u obliku polukružnog udubljenja, postavljen je nasuprot ulaza, kao komunikacijskog centra, i odvojen je pregradnim zidom u obliku ćiriličnog slova „П“. Iz kuhinje su se ložile paorske peći i furune, koje se grade u susednim sobama. U samoj kuhinji, pored peći, gradili su se zidani štednjaci, a oko peći je pravljene zidani ili drveni banak, tako da je

⁹⁹ Hasanbegović R.: „Seoske kuće i stanovanje u Srbiji“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹⁰⁰ Hasanbegović R.: „Seoske kuće i stanovanje u Srbiji“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹⁰¹ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

ona pored grejanja i kuvanja služila i za sedenje.¹⁰² Između peći i spoljnog zida nalazio se zapećak-prostor u kome su često u tradicionalnoj kući spavali najmlađi članovi porodice.¹⁰³ U kuhinji nisu postojali otvori i prozori kao izvori osvetljenja, nego se neophodna svetlost dobijala kroz otvor odžaka. U 19. veku, ne samo u Vojvodini, već u celoj Srbiji, najznačajniji i najstariji element u kući bilo je ognjište. Ono se u nekim krajevima zemlje očuvalo do danas. U prvobitnim kućama, čija je koncepcija građenja podrazumevala prizemnu jednodelnu zgradu, centralna prostorija-kuhinja je zbog ognjišta morala biti otvorena prema krovu.¹⁰⁴ U kasnijim razvojnim fazama vojvođanskih seoskih kuća, sam položaj ognjišta je zavisio od načina građenja, vrste materijala i njihove zapaljivosti. U našem narodu ognjište se kao element mnogo poštuje, jer se veruje da ono predstavlja stanište duša umrlih predaka. Ono je imalo više funkcija: spremanje hrane, zagrevanje prostorije, osvetljenje kuće i bilo je zborna mesto ukućana za radne i kultne dogovore.¹⁰⁵

○ SOBA

Soba je nastala kao još jedna prostorija u okviru vojvođanske seoske kuće, kada se pojavila potreba za proširenjem prvobitne jednodelne zgrade, zbog povećanja obima posla. Ova novonastala prostorija je u početku služila samo za rad, kao i osnovna kuća, jer ukućani dugo nisu imali potrebu da domaćinstvo dele od privrednih funkcija.¹⁰⁶ Ubrzo dolazi do promena u organizaciji života zbog bržeg razvoja poljoprivrede, što zahteva da porodica provodi manji deo vremena unutra, a više na poljoprivrednom imanju. To se odrazilo i na sam enterijer, te uzrokovalo promenu funkcija i rasporeda prostorija. Soba postaje odeljenje koje se gradi radi udobnosti u stanovanju. Pomiče se ognjište uz njen pregradni zid, a u njoj se grade peći sa ugrađenim tablama-pločama za sedenje.¹⁰⁷ Soba koja se gradi sa ulične strane se namešta tako da služi u reprezentativne svrhe i naziva se „gostinska“. U njoj se nalazi nameštaj koji se ne koristi svakodnevno već samo u izuzetnim prilikama kad ukućani imaju goste. To je odaja koja je čista i neopterećena ognjištem i svim onim što ga prati. Ona predstavlja bitan kvalitet stanovanja vojvođanskog seljaka.

▪ TREM

Trem se kao element seoske kuće u Vojvodini javlja kasnije, od sredine 18. veka, kao međuprostor koji povezuje unutrašnjost i spoljašnjost. Gradi se sa duže, dvorišne strane, izdignut od nivoa okolnog zemljišta za jedan ili više stepenika. Pristupa mu se i iz dvorišta, ali i sa ulične strane kroz jednokrlna drvena vrata. Trem ima više funkcija u domaćinstvu: gradi

¹⁰² Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹⁰³ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

¹⁰⁴ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹⁰⁵ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹⁰⁶ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹⁰⁷ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

se radi zaštite kućnog praga od padavina, povezivanja različitih odeljenja ili zbog potreba za proširenjem stambenog prostora. Tavanicu prema nose stubovi, koji su mogli biti od drveta ili zidani od opeke. Obično se između stubova gradi i ograda, drvena ili zidana.¹⁰⁸ U kasnijem periodu trem se zastakljavao, čime je stvorena tzv. „letnja kuhinja“. Ovako formiran zastakljeni prostor, u zavisnosti od njegove orijentacije u odnosu na sunce, može predstavljati značajni element bioklimatske arhitekture, jer omogućava funkcionisanje sistema pasivnog solarnog grejanja. Pored toga, otvoreni prostor prema može imati ulogu i u ostvarivanju prirodne ventilacije prostorija.

▪ FASADA

Još jedan značajan, reprezentativan element tradicionalne narodne vojvođanske kuće je svakako njena ulična fasada. Njen izgled i način ukrašavanja se menjao tokom vremena, sa potrebom stanovništva seoskih naselja da istaknu svoj prestiž i ekonomsku moć. U 19. i 20. veku fasade se sve više ukrašavaju elementima, koji su preuzeti iz visoke gradske umetnosti i pod uticajem tada vladajućih stilova u arhitekturi. Fasade se ukrašavaju pretežno plitkom plastikom i ornamentikom, kojom su naglašavani otvori i zabatni venac. Zabatni venac se tokom godina menjao od jednostavnog plitkog slivnika do bogato profilisane horizontale. Iako su fasade često bile i „pretrpane“ različitim stilskim ukrasima, one su sačuvale skladnost i estetiku zahvaljujući seoskim zanatlijama i narodnim graditeljima, koji su elemente vladajućih evropskih stilova, uglavnom baroka, uspešno interpretirali u narodne oblike i tako stilski oblikovali fasade seoskih kuća.¹⁰⁹ Na fasadama su uglavnom bile utisnute godine njene izgradnje, a na osnovu nekih karakterističnih detalja na njoj, preuzetih iz nacionalnog folkloru i religije, moglo se odrediti i kojoj naciji pripadaju njeni vlasnici. U vojvođanskom selu je bio i ostao običaj da se fasadni zidovi kuće kreće i boje u raznim bojama, plavoj, ružičastoj i žutoj, što je takođe određivalo nacionalnu pripadnost njenih stanara.¹¹⁰

▪ ZABAT

Interesantan element kuće, kome se pridaje velika pažnja, je trougaona ravna površina na uličnoj fasadi koju sa gornje strane zatvara dvovodni krov-zabat. Izgled i način ukrašavanja ovog elementa je zavisio od vremena gradnje kuće, vladajućih stilova u arhitekturi i vrste materijala. Pod uticajem baroka, secesije i klasicizma, vremenom se menjao način ukrašavanja zabata pa su se tako na njemu pojavljivali ukrasi i reljefi, volute i meandre.¹¹¹ Zabati su izrađivani od različitih materijala, pletenog pruća oblepljene blatom, trske, dasaka, drveta i zidani. Zabati od pletenog pruća i trske su najstariji tipovi ovog elementa i prisutni su svuda u

¹⁰⁸ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹⁰⁹ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

¹¹⁰ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

¹¹¹ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

Vojvodini. Zbog slabe otpornosti prema padavinama njih natkrivljuju sleme krova, koje se prepušta iznad ravni fasade. Daščani zabati se pojavljuju u celoj Bačkoj u vidu vertikalno slaganih dasaka na koje su često prikucavani različiti ukrasi i ornamenti. Drveni zabati su karakteristični za narodnu arhitekturu Vojvodine, a ima ih najviše u krajevima uz reku Tisu. Pretpostavlja se da su se primenjivali u periodu od 1870-1930. godine.¹¹² Kuće sa drvenim zabatom na području Banata isključivo su dvodelne ili trodelne osnove i zidane su od naboja. Najrasprostranjeniji dekorativni motiv na drvenim zabatima je sunce, tzv. *sunčani zabati*.¹¹³ Na zidanim zabatima se najviše prepoznaju uticaji različitih umetničkih stilova baroka i secesije, koji se ogledaju u načinu ukrašavanja, primenjenim motivima i ukrasima.

▪ KROV

Oblik krova seoskih vojvođanskih kuća se menjao uporedo sa razvojem njene osnove, ali je on uvek bio i ostao dvovodan, što predstavlja jedno od obeležja narodne arhitekture ovog podneblja. Prvobitni krovni pokrivač bila je trska, kao prirodni materijal iz neposrednog okruženja, koji je bio dostupan u velikoj meri. Trska je vodootporna i dobar je termoizolator, te se pokazala kao izuzetna za pokrivanje krova kuća građenih od zemlje.¹¹⁴ Na osnovu toga zaključujemo da trska kao građevinski materijal poseduje karakteristike koje imaju ulogu u održavanju unutrašnjeg komfora i od značaja su za bioklimatsku arhitekturu. Takvi krovovi predstavljaju osnovni tip sve do kraja 19. veka u Vojvodini. Kuće „trščare“ su autentične i predstavljaju arhitektonsko bogatstvo jer odražavaju specifičan način života i istoriju ruralnog stanovništva.¹¹⁵ Iz tog razloga je neophodno njihovo očuvanje, održavanje, rekonstrukcija i uređenje, kao preduslov i za razvoj vojvođanskog seoskog turizma. Osim trske, kasnije su se upotrebljavali i drugi prirodni materijali kao što su slama ili šindra, koja je bila karakteristična za kuće bogatijih porodica i javne zgrade. Godine 1787. Josif II je naredio da svaka kuća, i u centru i na periferiji, mora imati zidani odžak zbog opasnosti od požara, zbog čega se više nije dozvoljavalo pokrivanje krova trskom, nego samo crepom.¹¹⁶ Ispod dvovodnog krova strmog nagiba nalazi se tavan koji predstavlja značajan prostorni element vojvođanske seoske kuće. U domaćinstvu se uglavnom koristio kao neka vrsta ostave, za odlaganje poljoprivrednih proizvoda, alata i drugih predmeta. Nije se grejao, a osvetljavao se i provetravao pomoću otvora-manjih prozora, koji su bili pozicionirani na oba suprotna zabatna zida.¹¹⁷ Tavan predstavlja još jedan prostorni element vojvođanske kuće koji može imati uticaj na njene bioklimatske karakteristike.

¹¹² Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹¹³ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994

¹¹⁴ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹¹⁵ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹¹⁶ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994

¹¹⁷ Medved T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

▪ MATERIJAL ZA GRADNJU

Materijal za gradnju kuća vojvođanski seljaci su pronalazili u svojoj neposrednoj okolini, budući da ga je u ravninama Vojvodine bilo u izobilju. Prvobitne kuće građene su po sistemu „bondruka“, što podrazumeva skeletnu drvenu konstrukciju sa ispunom od nekog drugog materijala, najčešće zemlje koja se „nabijala“. Ove tzv. „nabijače“, kuće od zemlje, ponegde su se zadržale i do današnjih dana, a zemlja se pokazala kao najpraktičniji, najracionalniji i najjeftiniji materijal za gradnju.¹¹⁸ Građene su i kuće sa ispunom od čerpića, nepečene opeke, koja se izrađivala od smese gline, slame i vode, i u kalupima je sušena na suncu. Mesto odakle se uzimala zemlja za gradnju se uvek nalazilo u blizini kuće, kao majdan, jama iz koje se kopala.¹¹⁹ U novije vreme seljaci su počeli graditi kuće od opeke dok su u brdskim krajevima Banata Rumuni gradili kuće od kamena, koji je retko korišćen kao materijal za gradnju u Vojvodini. U južnom Banatu su se gradile kuće od drveta koje su lepljene. Drvo se najviše upotrebljavalo za izradu noseće konstrukcije-međuspratne i krovne, zidova tavanica i podova, kao i za izradu delova opreme enterijera, vrata, prozora i sl. Od drveta su se gradile najviše neke javne zgrade, hramovi, škole i crkve. Početkom 20. veka prestaju da se grade brvnare i nabijače.¹²⁰

Razvoj stambene arhitekture u selima Vojvodine se u kasnijim fazama ogleda u razvoju njene osnove, proširenjem stambenog prostora, dodavanjem odeljenja različitih funkcija po potrebi, ali i strogom podelom stambenog od ekonomskog dela. Sa bržim razvojem poljoprivrede i pod dejstvom urbanizacije i drugih faktora dolazi do izmene u celokupnom tradicionalnom načinu života seljaka i javlja se potreba za drugačijom diferencijacijom prostora. Tako se u kući pojavljuju prostorije koje služe isključivo za stanovanje i domaćinstvo i one koje imaju privrednu funkciju, odnosno ekonomske prostorije.¹²¹ To je donelo pozitivne promene u životu vojvođanskog seljaka, kako u organizaciji stanovanja i rada tako je i higijenski bilo prihvatljivije.

Razvoj vojvođanske seoske kuće se odvijao pod uticajem istorijsko-političkih i socijalno-ekonomskih uslova 19. veka i ilustruje promene u društveno-ekonomskim odnosima. Zajedno sa kulturnim prilikama, ovi faktori su usloveli formiranje različitih tipova kuća koje se razlikuju po unutrašnjem uređenju, ne samo među etničkim celinama, nego i u naseljima jedne iste zone.¹²² Pojavljuju se novi tipovi kuća dok neki stari oblici, koji su bili izraženi u prošlom veku, nestaju. Postojanje različitih tipova kuća u stambenoj arhitekturi vojvođanskih sela uslovalo je formiranje njenih tipologija koje se mogu sistematizovati u zavisnosti od uslova i karakteristika koje ih određuju.

¹¹⁸ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹¹⁹ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹²⁰ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994

¹²¹ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹²² Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

5. TIPOLOGIJE RURALNE STAMBENE ARHITEKTURE U VOJVODINI

Brojna istraživanja i studije bave se temom razvoja tipova vojvođanske seoske stambene arhitekture, međutim do sada nije sprovedena i prikazana celokupna sistematizacija njihovih tipologija. Za potrebe daljeg istraživanja, ispitivanja i valorizacije bioklimatskih karakteristika postojećih seoskih kuća, neophodno je sastaviti i prethodno utvrditi tačnu sistematizaciju njihovih tipologija. Ona će omogućiti da se pojedinačnim tipovima, pažljivo odabrane relevantne tipologije, odredi mera održivosti i principi građenja zasnovani na bioklimatskoj arhitekturi, a zatim i ispitivanje mogućnosti primene i prilagođavanja ovih principa savremenim zahtevima održive izgradnje.

Prilikom određivanja same sistematizacije tipologija treba imati u vidu da granice između pojedinih tipova kuća nisu uvek jasne, budući da su formirane postepenim mešanjem i preplitanjem elemenata. Osim različitih tipova, u fazama razvoja vojvođanske seoske kuće, javljaju se i neki prelazni oblici, koje nije lako definisati i svrstati u određeni tip. Takođe, ponegde razlike tipova jedne tipologije utiču na postojanje varijacija u drugim tipologijama, kao što različite strukture prostornog rasporeda osnove kuća određuju i uslovljavaju razlike u odnosu kuće prema okućnici.

Kao rezultat sprovedenog istraživanja evidentirane su i definisane sledeće tipologije kuća seoske vojvođanske stambene arhitekture:

1. Tipologija kuća na osnovu načina gradnje i primenjenih materijala;
2. Tipologija kuća na osnovu oblika osnove i prostornog rasporeda;
3. Tipologija kuća na osnovu odnosa kuće i okućnice (položaja kuće u okućnici);
4. Tipologija kuća na osnovu odnosa kuće prema ulici;
5. Tipologija kuća na osnovu nacionalnosti vlasnika kuće;
6. Tipologija kuća na osnovu načina privređivanja vlasnika kuće.

5.1. TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU NAČINA GRADNJE I PRIMENJENIH MATERIJALA

U okviru tipologije seoskih vojvođanskih kuća na osnovu načina gradnje i primenjenih materijala razlikujemo tipove primitivnih staništa i tradicionalne, razvijenije oblike kuća.

1. Primitivna staništa:

- Zemunice (Lagunice)
- Burdelji
- Košare
- Kolibe

2. Razvijeniji oblici kuća:

- Nabijače

- Pletare
- Slamare
- Trščare
- Brvnare
- Bondručare
- Crepare
- Čerpičare
- Kuće od opeke
- Kuće od kamena

Vojvođanska sela obiluju bogatstvom i raznovrsnošću oblika stambene arhitekture i po tome su prepoznatljiva. Oblici stambenih kuća dobijali su nazive po samim materijalima od kojih su se gradili zidovi i krov. Tako su postojale nabojnice ili nabijače, pletare, trščare, brvnare i dr.¹²³ Najstariji oblici stanovanja u vojvođanskim selima bila su nerazvijena primitivna staništa i skloništa, koja su prethodila razvijenim oblicima kuća. To su bile zemunice, burdelji, košare i kolibe, staništa pravougaone osnove i oblika, koja su karakteristična za ove krajeve. Zemunice su bile rasprostranjene u Sremu, gde su postojale i lagunice, kao jedna od vrsta zemunica¹²⁴ (slika 26).

Burdelj je takođe jedna od vrsta zemunica pravougaone osnove, koja je poluukopana u zemlju. Ovaj tip staništa je jedan od najstarijih, što dokazuju putopisci koji su zabeležili da su ih videli u severnim krajevima još 1670. godine, a i znatno ranije¹²⁵ (slika 27).

Kolibe i košare bile su jednostavne, jednodelne, male kuće, sa lakom konstrukcijom, čiji se kolci pobijaju u zemlju, a prostor između njih oplete prućem i oblepi blatom. To su primitivna staništa pravougaone osnove gde su zajedno boravili i ljudi i stoka, odvojeni samo jednom ogradom. Pokrivene su krovinom ili slamom.¹²⁶

Pletare i slamare predstavljaju neke od najstarijih razvijenih oblika stanovanja u Vojvodini. Odgovaraju staroj kosovskoj „prizemljuši“, budući da je u Vojvodinu tokom 17. veka migriralo stanovništvo iz južnih i istočnih krajeva¹²⁷ (slika 28).

Brvnara ili talpara je poznata tipska kuća retkih šumovitih oblasti Vojvodine, koja se pojavljuje još i pre 15. veka širom Srbije. Obično je pravougaonog oblika, a zidovi su građeni od horizontalno naslaganih brvana sa različitim načinima spajanja na uglovima kuće. Najosnovnije vrste ovih kuća su prizemne i bez temelja položene direktno na zemlju. Kasnije su pravljene sa temeljima od kamena, koji su obično do pola metra izvedeni iznad površine zemlje. Kao posledica nagiba zemljišta u nekim krajevima, razvila se brvnara na „ćelicu“ (brvnara nad podrumom) što predstavlja jedan korak u razvoju spratne kuće. Tako se postepeno brvnara razvijala horizontalno i vertikalno.¹²⁸ Kuće kojima je osnov drvo najviše su se gradile u južnom Banatu. Pregradni zid i odžak bili su od pečene opeke u cilju odbrane od vatre, ali s

¹²³ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹²⁴ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹²⁵ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹²⁶ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹²⁷ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹²⁸ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

obzirom na to da je cigla bila skupa, od toga se često odustajalo.¹²⁹ Velika upotreba drveta u izgradnji kuća, ali u kombinaciji sa drugim materijalima, karakteristična je za Vojvodinu, budući da je austrijski car davao svojim graničarima velike prostrane šume, kako bi se narod njima služio za grejanje i građevinske potrebe. Pored kuća, drvo se koristilo i u izgradnji hramova, škola, parohijskih domova i drugih javnih zgrada. Kako su se vremenom sve više krčile šume na ovim prostorima, kao posledica sve većeg umnožavanja stanovništva, nestajala je drvena građa pa se brvnara kao tip stanovanja sve ređe gradila. Međutim, drvo se i dalje upotrebljavalo u kombinaciji sa drugim materijalima.¹³⁰

Bondručare su se gradile u krajevima gde nema masivnog drveta, već dosta šiblja i oblica. Najosnovniji oblici su bile prizemne zgrade sa osnovom četvrtastog oblika. Konstrukcija je bila sačinjena od lakog i elastičnog drvenog skeleta, koji je bio popunjavan različitim materijalima, pleterom ili nepečenom opek-čerpice, te se takve kuće nazivaju „čerpicare“.¹³¹ Još jedna vrsta bondručara su tzv. „čatmare“, koje su se gradile na temelju od kamena, preko kojeg je postavljana bondručna konstrukcija sa hrastovim gredama. Ispuna je bila od čatme-pletera sa prućem ili naboja, a zidovi su premazivani blatom i krečom (slika 29).

Kuće građene od naboja (nabijene zemlje) i sa krovom pokrivenim slamom nazivale su se „nabijače“ i one predstavljaju najrasprostranjeniji tip stare kuće od zemlje u Vojvodini (slika 30). One su se gradile sa oplatom od jakih dasaka između kojih se nabijala zemlja, najčešće ilovača, pomešana sa isitnjenom plevom.

Stara narodna kuća trščara bila je rasprostranjena do pre jednog veka po selima i salašima Vojvodine. Nazvana je tako po svom trščanom pokrivaču i bila je univerzalno stanište za sve nacije banatskog prostora. Kuća sa trščanim krovom najduže se zadržala u poljoprivrednim domaćinstvima koja su se bavila baštovanstvom, jer je tavan pod trščanim krovom bio pogodan smeštajni prostor za mnoge povrtlarske proizvode. Iz tih razloga mnogim ovakvim kućama je produžen vek. Trskom su se uglavnom pokrivala kuće manjih osnova, dvodelne i trodelne, mada se danas mogu videti i kuće pod trskom i sa razvijenim osnovama.¹³²

Svi navedeni materijale su se još uvek koristili krajem 19. veka, da bi početkom 20. veka prestale da se grade brvnare i nabijače.¹³³ Stabilizacijom ekonomskih odnosa u Vojvodini pojavljuju se seoske kuće od opeke s krovom pokrivačem od crepa koje se grade u novije vreme. Kamen se ređe koristi kao materijal za izgradnju vojvođanskih kuća. Graditelji su ga dobijali iz obližnjih mejdana i često se upotrebljavao u prvobitnoj konstrukciji, bez dalje obrade. Služio je za izgradnju temelja gde je vezivni materijal uglavnom bila zemlja i blato, pomešano sa plevom ili slamom. Ovakve temelje srećemo kod fruškogorskih planinskih kuća. Kuće od kamena uglavnom su gradili Rumuni u brdskim krajevima Banata.

¹²⁹ Košić, K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.

¹³⁰ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹³¹ Hasanbegović R.: „*Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*“, etnografski muzej Beograd, 1969.

¹³² Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

¹³³ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.



Slika 26: Vojvođanska zemunica¹³⁴



Slika 27: Burdelj¹³⁵



Slika 28: Pletara u Neštinu-Srem¹³⁶



Slika 29: Čatmara¹³⁷



Slika 30: Nabijača sa trščanim krovom¹³⁸

¹³⁴ Izvor ilustracije: Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

¹³⁵ Izvor ilustracije: <https://www.certitudinea.ro>

¹³⁶ Izvor ilustracije: <https://sr.wikipedia.org>

¹³⁷ Izvor ilustracije: <https://sr.wikipedia.org>

¹³⁸ Izvor ilustracije: <https://sr.wikipedia.org>

5.2. TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU OBLIKA OSNOVE I PROSTORNOG RASPOREDA

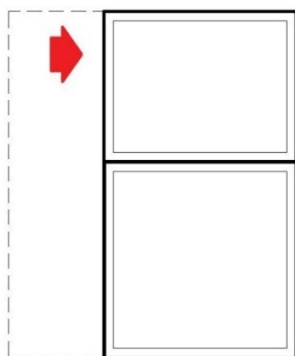
1. Jednodelna kuća
2. Dvodelna kuća
3. Trodelna kuća
4. Proširena kuća

Prostorni raspored, a sa njim i oblik osnove vojvođanske seoske kuće, menjao se tokom vremena i može se pratiti kroz nekoliko razvojnih faza: od jednodelne, dvodelne, trodelne zgrade do tzv. proširene kuće sa četiri ili više prostorija. Kuća je prvobitno imala samo jednu prostoriju sagrađenu bez prozora, u koju se ulazilo kroz dvokrilna vrata iz dva dela. Svetlost se dobijala otvaranjem gornjeg krila vrata. Ova kuća sa otvorenim odžakom naziva se jednodelna, jer je ujedno služila i za stanovanje i za obavljanje svakodnevnih aktivnosti-kuvanje. Naziv kuća se do danas zadržao u upotrebi za odeljenje gde se kuva. Narednu fazu predstavlja izgradnja dvodelne zgrade, kada se ispred kuhinje gradi još jedna prostorija-soba. Ona vremenom dobija i prostoriju sa druge strane kuhinje, tako da se formira raspored prostorija soba-kuhinja-soba, što predstavlja osnovni prostorni raspored koji se prepoznaje u stambenoj arhitekturi Vojvodine - trodelna kuća. Iako se ona dalje razvijala u proširenu kuću, dodavanjem drugih prostorija, stambenih i ekonomskih, trodelna zgrada ostaje prepoznatljiva kod svih tipova, zbog čega je neki autori smatraju osnovnim tipom, koju još nazivaju i panonskom kućom. Ona je sa svim svojim karakteristikama formirana u 18. veku, međutim, vreme njenog nastanka doseže još u prethodni, 17. vek, a možda i ranije. Soba sa ulice u trodelnoj kući naziva se gostinska soba, ekstrajnica, smrtna soba, stajaća soba, čista ili paradna soba. U njoj članovi porodice nisu živeli, nego je ona služila za prijem gostiju, za čuvanje bolje opreme, u nju se unosio mrtvac, iz nje se izvodila mlada, novorođenče na krštenje, u njoj se slavila slava, a devojke spremale za svečanosti u selu, pa se zato naziva i soba radosti i soba žalosti. Na suprotnoj strani nalazila se zadnja soba, soba iz guvna, stražnja soba, u kojoj se odvijao svakodnevni život porodice.¹³⁹

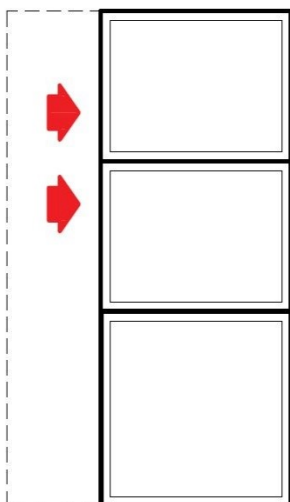
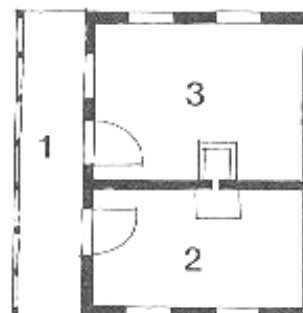
Šematski prikazi tipologije:



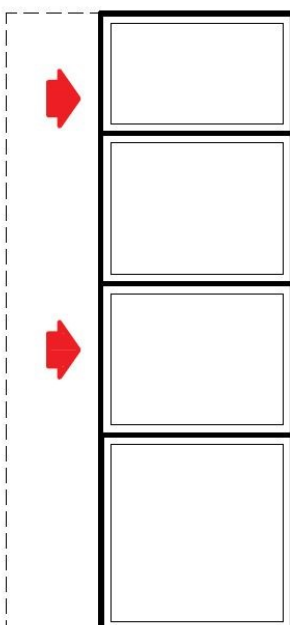
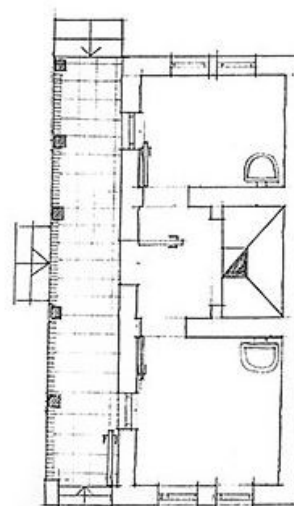
¹³⁹ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994



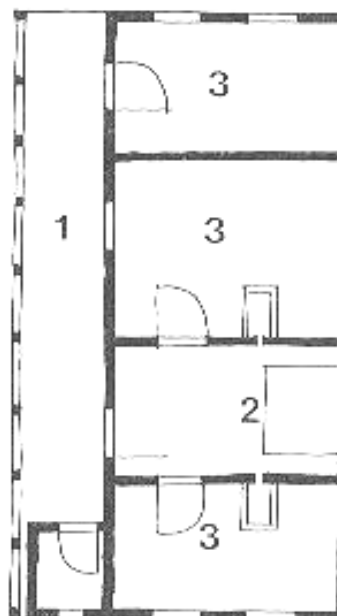
Dvodelna kuća



Trodelna kuća



Proširena kuća



Slika 31, 32, 33 i 34: Šematski prikazi tipologije kuća na osnovu oblika osnove i prostornog rasporeda¹⁴⁰

¹⁴⁰ Izvor ilustracija: Crteži autora Stanišić J.

5.3. TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU ODNOSA KUĆE I OKUĆNICE

Različiti tipovi tipologije kuća na osnovu odnosa kuće i okućnice formirani su pod uticajem raznih ekonomskih i socijalnih okolnosti, od kojih su najviše doprinele izmene u prostornoj strukturi kuće, odnosno izmene u samom rasporedu prostorija i oblika osnove. Iz tog razloga i sama koncepcija kućišta se menjala tokom vremena. Osnovno kućište se prvobitno delilo na tri dela: avliju u sklopu koje se nalazilo dvorište i staja, guvno i baštu, što je bila velika mana seoskih vojvođanskih domaćinstava, budući da su kuća i staja bile u istom delu dvorišta. Nakon proširenja osnove kuće i pojave tzv. preke kuće, kućište dobija izmenjeni oblik, jer se staja iz prvog dela avlije premešta u drugi, srednji deo kućišta, a prednje dvorište je ograđeno i postaje čisto i urednije.¹⁴¹ Kao rezultat, možemo razlikovati osnovnu i izmenjenu koncepciju kućišta. U okviru tipologije pojavljuju se sledeći tipovi kuća:

1. Kuća na brazdu
2. Dužna kuća
3. Preka kuća (Kuća na lakat)
4. Kuća na glagol
5. Kuća na ključ

Prvobitna i osnovna kuća, u odnosu na položaj koji zauzima u okviru okućnice, je vojvođanska kuća na brazdu, uzduž ili kuća dužom¹⁴² (slika 42). Ona se gradi od ivice parcele do ulice, pa u dužinu prema unutrašnjosti dvorišta. Zadnja strana kuće se nalazi na ivičnoj liniji, odnosno brazdi do suseda, po čemu je i dobila ime, dok prednja strana ostaje okrenuta prema dvorištu-avliji i po mogućnosti okrenuta ka suncu. Njen razvoj može se pratiti kroz više faza, a predstavlja osnovni oblik staništa na selima u Vojvodini.¹⁴³

Iako se još u 18. veku grade kuće sa velikim brojem soba koje se razvijaju u dužinu, dužne kuće se pojavljuju tek polovinom 19. veka, kada su stvoreni povoljni ekonomski uslovi za prostorni razvoj kuće do velikih razmera, koje su gradili određeni društveni seoski slojevi (slika 43). Interesantno je da ona ostaje ista kao i kuća na brazdu, samo sa većim brojem prostorija. Kod ovog tipa je ustvari ponovljena dispozicija trodelne kuće, a ima više mogućih varijanti rasporeda prostorija, kao npr: soba-kuhinja-soba-kuhinja-soba ili soba-kuhinja-soba-soba-kuhinja-soba. Ove kuće se javljaju sa tremom u koji se ulazi sa ulice. Istovremeno sa razvojem drugih tipova, dužna kuća dobija nove elemente na ogradnom zidu prema ulici, kako bi poprimila varoški izgled, tj. izgled preke kuće. Ogradni zid se specijalno obrađuje sa namerom da se istakne kućna fasada. Ovakve kuće su se češće gradile u Bačkoj i Banatu nego u Sremu.¹⁴⁴

Vremenom se u vojvođanskim selima javlja i tip preke kuće (kuća na front, kuća na lakat, kuća uz put), koja ima više soba do ulice (slika 44). Dok dužna kuća po svojim karakteristikama

¹⁴¹ Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>

¹⁴² Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

¹⁴³ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

¹⁴⁴ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

ostaje u okviru narodnog graditeljstva, preka kuća ih prevazilazi svojim izgledom i razvojem osnove.¹⁴⁵ Ono što je karakteristično i tipično za preku kuću je da se na prvobitnu dužnu kuću, sa osnovom izduženog pravougaonika, nadovezuje još jedan deo, upravno postavljen na osnovni objekat. Ona je svojom dužom stranom postavljena duž ulice, formirajući izduženu fasadu sa više prozora. Tamo gde je ovakvo „pregrađivanje“ bilo sprovedeno i sa unutrašnje strane, paralelno sa ulicom, dobija se zatvoreno, čisto, prednje dvorište, ograđeno „prvobitnom kućom“ i dvema novim „prekim kućama“. Raspored prostorija kod ovog tipa javlja se u različitim varijantama. Naziv „kuća na lakat“ potiče od njenog samog oblika, jer je napravljena u vidu savijenog lakta ili ćirilicnog slova „Г“ ili u obliku obrnutog ćirilicnog slova „Г“, u zavisnosti od toga da li je razvijeno ulično ili dvorišno krilo.¹⁴⁶ Kao rezultat se pojavljuju tri različita tipa preke kuće, koje mogu biti sa ili bez ajnfort kapije. Početkom 20. veka najrazvijeniji oblik preke (švapske) kuće bile su dvojne preke kuće koje su pokrivene istim krovom i imaju zajednički dvorišni kolski ulaz i prostor tavana.

Kuća na glagol je zapravo preka kuća, kuća na lakat, koja je sagrađena na uglu, tako da njeni prozori gledaju na dve ulice. Ovaj tip se najčešće pojavljuje u južnom Banatu.

Dok su se u Bačkoj gradile kuće u obliku ćirilicnog slova „Г“, a u Banatu osnova kuće bila u obliku obrnutog slova „Г“, u Sremu se razvijaju kuće na ključ (slika 45). Javljaju se u selima ravnog Srema dvadesetih godina 20. veka, pod uticajem grada i gradske arhitekture. Pored dve sobe sa ulice, koje reprezentuju status porodice i nameštene su građanskim nameštajem, u produžetku se nalazi tradicionalni deo kuće sa otvorenim ognjištem i štalom. Kuća je dobila naziv „na ključ“ zbog trema koji prati oblik osnove kuće počevši od ulice. U njega se ulazi sa ulične strane, zatim naspram sobe na uličnom frontu, i kao kod svih tradicionalnih kuća, naspram vrata od kuhinje.¹⁴⁷

Pored tipologije kuća prema njihovom nazivu u odnosu na položaj njene osnove u okućnici, za kuće u selu Ostojićevo uobičajen je naziv, odnosno tipologija kuća prema osunčanosti. Tako postoje kuće sa sunca i kuće iz lada. Kuća sa sunca je osunčana pre podne, a iz lada je osunčana popodne.¹⁴⁸ Ovaj podatak ukazuje na značaj orijentacije kuća u odnosu na strane sveta i sunce, što predstavlja jedan od ključnih elemenata bioklimatske arhitekture.

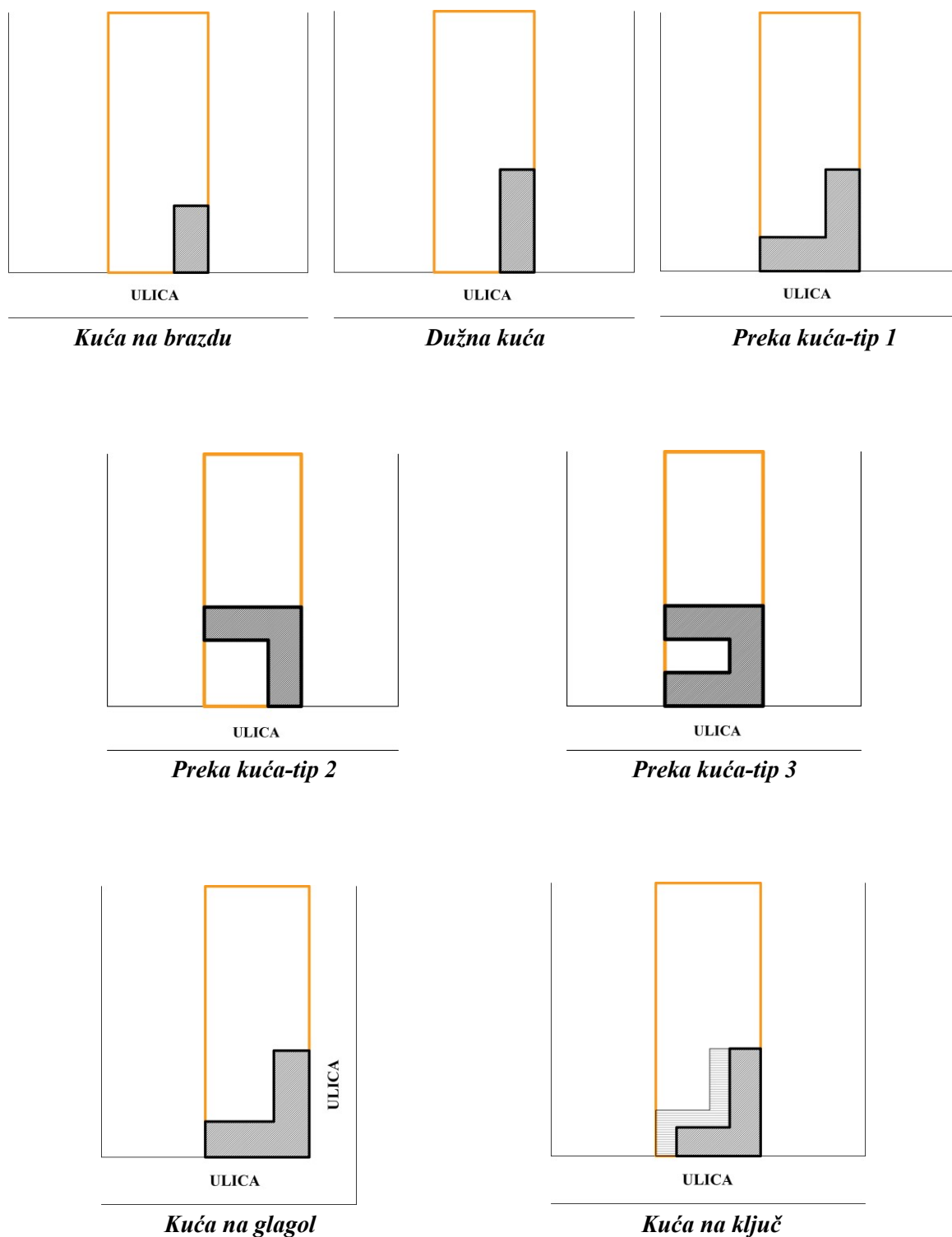
¹⁴⁵ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

¹⁴⁶ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

¹⁴⁷ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

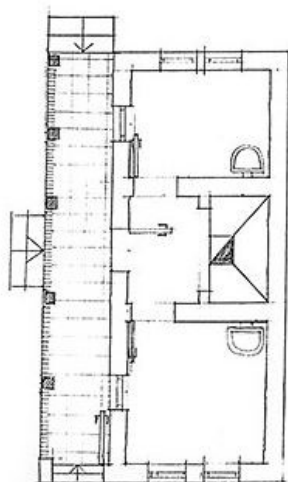
¹⁴⁸ Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

Šematski prikazi tipologije:

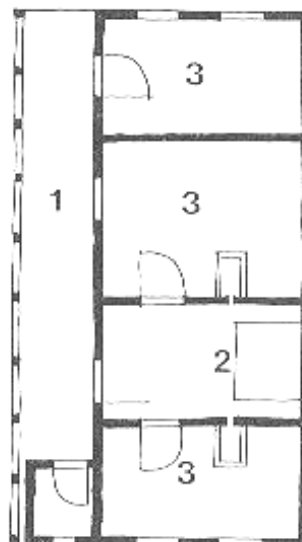


Slika 35, 36, 37, 38, 39, 40 i 41: Šematski prikazi tipologije kuća na osnovu odnosa kuće i okućnice¹⁴⁹

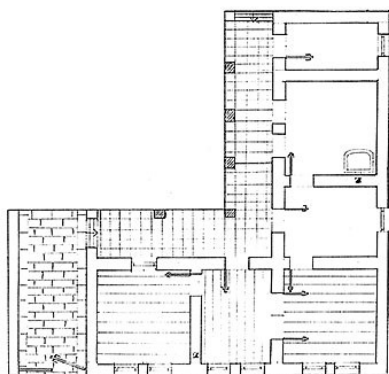
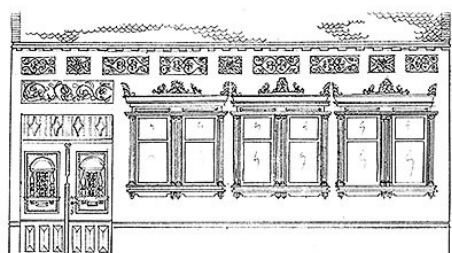
¹⁴⁹ Izvor ilustracija: Crteži autora Stanišić J.



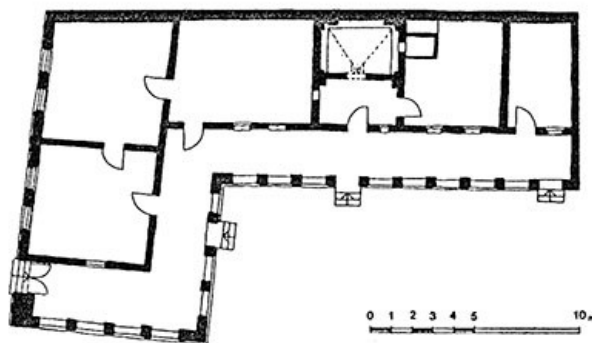
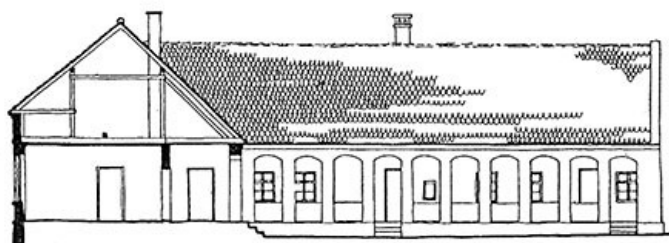
Slika 42: Kuća na brazdu¹⁵⁰



Slika 43: Dužna kuća¹⁵¹



Slika 44: Preka kuća¹⁵²



Slika 45: Kuća na ključ¹⁵³

¹⁵⁰ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

¹⁵¹ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

¹⁵² Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

¹⁵³ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.

5.4. TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU ODNOSA KUĆE PREMA ULICI

Iako su u vreme terezijanskog planiranja prostora tradicionalne vojvođanske seoske kuće građene prema unapred utvrđenim pravilima, tokom razvoja su se pojavljivala određena odstupanja zbog čega nastaju prelazni oblici. Iz tog razloga i odnos same kuće prema ulici nije uvek bio isti, te kao rezultat razlikujemo dve tipologije:

1. Odnos kuće prema ulici u odnosu na regulacionu liniju i
2. Odnos kuće prema ulici u odnosu na položaj glavnog ulaza.

1. Tipologija kuća prema ulici, u odnosu na regulacionu liniju:

1.1. Kuće na regulacionoj liniji:

- 1.1.1. Kuće sa bočnom fasadom (zabatom) na regulacionoj liniji
- 1.1.2. Kuće paralelne sa ulicom

1.2. Kuće uvučene u odnosu na regulacionu liniju:

- 1.2.1. Slobodnostojeće kuće
- 1.2.2. Kuće prislonjene na ivicu susedne parcele

2. Tipologija kuća prema ulici, u odnosu na položaj glavnog ulaza:

2.1. Kuće sa uličnim ulazom:

- 2.1.1. Kuće sa glavnim (pešačkim) ulazom
- 2.1.2. Kuće sa pešačkim i kolskim ulazom (Ajnfort kapijom)

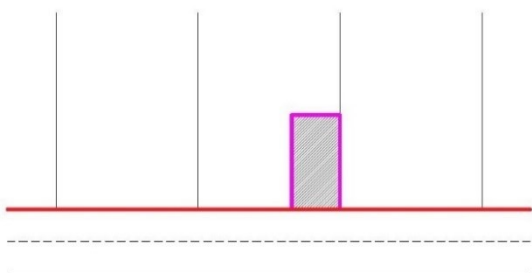
2.2. Kuće bez uličnog ulaza

Jedno od pravila planiranja i građenja kuća u terezijansko doba odnosilo se i na položaj kuće prema ulici, nalažući da bočna fasada-zabat treba da bude postavljena na samoj uličnoj liniji, a kuća zadnjom stranom prislonjena uz suseda. Iz tog razloga su prvobitne kuće, koje su i prepoznatljive kao tipične vojvođanske, gotovo uvek bile tako građene. Kasnije, proširivanjem osnove, razvijeniji tipovi (preka kuća, kuća na glagol, kuća na ključ...) dobijaju još jedan deo kuće koji se postavlja upravno na osnovnu i ide duž ulice, odnosno paralelno sa uličnim frontom. U zavisnosti od tipa, pojavljuje se više varijanti rasporeda prostorija u ovom delu, pa se tako kod preke kuće paralelno sa ulicom nalaze dve sobe sa strane i kuhinja između njih ili se u produžetku, u nizu prostorija prema ulici, pojavljuje i štala. Kuće uvučene sa ulične regulacione linije, slobodnostojeće ili prislonjene na ivicu susedne parcele, u vojvođanskim selima su vrlo retke. Ovakve tipove su najviše gradili Mađari, kod kojih je i zabeležen jedinstven graditeljski raritet, iskazan kroz dvadesetak očuvanih kuća. U pitanju su niske, prizemne kuće, neznatno uvučene sa ulične regulacione linije, na kojima je drveni zabat značajno izbačen nad fasadnim zidom, gde su vidljive i grede koje nose zabat.¹⁵⁴

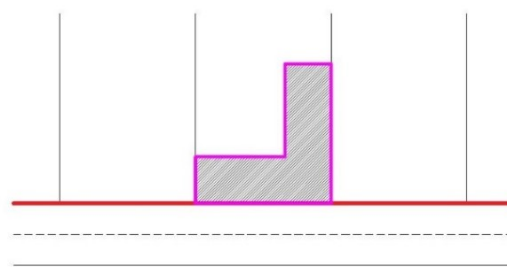
¹⁵⁴ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

Ulaz u kuću predstavlja jedan od bitnih elemenata komunikacije, kako unutar same kuće, tako i u spoljašnjem prostoru. U zavisnosti od njegovog odnosa prema ulici razlikujemo i pojedine tipove kuća: kuće sa i bez uličnog ulaza. Prvobitne kuće na selima u Vojvodini su građene tako da nisu imale direktan ulaz u kuću sa ulice, već se sa ulice prvo ulazilo u trem ili dvorište pa tek onda sa trema u kuću, odnosno kuhinju. Takve su u početku bile kuće Srba, koji su tek kasnije, pod uticajem Nemaca i njihovog načina gradnje, postavljali ulični ulaz. Kuće Rumuna su, po uzoru na srpske, takođe bile bez uličnog ulaza.¹⁵⁵ Pod uticajem Nemaca i njihove graditeljske prakse, pri kraju 19. veka, počelo je građenje kuća sa dvokrilnom kapijom na sredini kuće – „ajnfortom“, kroz koja su prolazila kola sa plodovima iz polja.

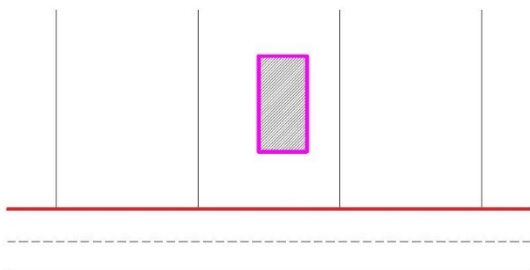
Šematski prikazi tipologije:



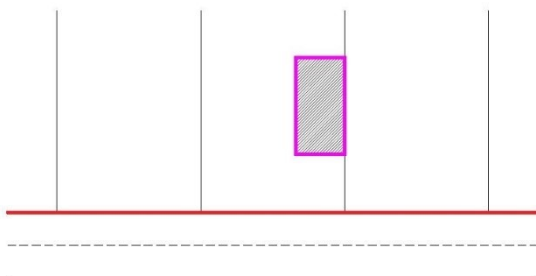
Kuća sa bočnom fasadom na regulacionoj liniji



Kuća paralelna sa ulicom



Slobodnostojeća kuća



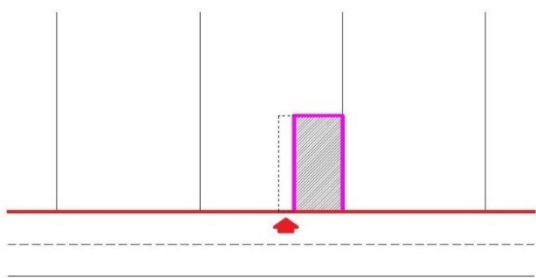
Kuća prislonjena na ivicu suseda

Slika 46, 47, 48, 49: Šematski prikazi tipologije kuća prema ulici, u odnosu na regulacionu liniju¹⁵⁶

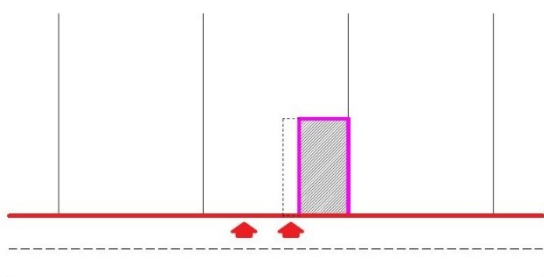
¹⁵⁵ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

¹⁵⁶ Izvor ilustracija: Crteži autora Stanišić J.

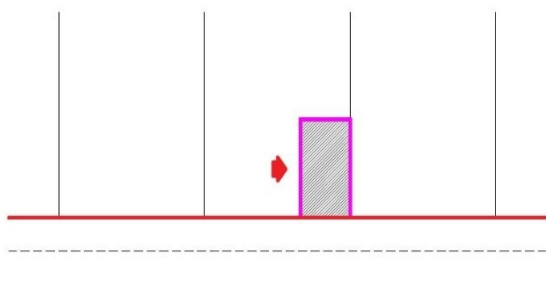
Šematski prikazi tipologije:



Kuća sa pešačkim ulazom



Kuća sa pešačkim i kolskim ulazom



Kuća bez uličnog ulaza

Slika 50, 51, 52: Šematski prikazi tipologije kuća prema ulici, u odnosu na položaj glavnog ulaza¹⁵⁷

5.5. TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU NACIONALNOSTI VLASNIKA KUĆE

1. Nemačka, kolonistička-švapska kuća
2. Kuća Srba
3. Kuća Mađara
4. Kuća Rumuna
5. Kuća Slovaka
6. Rusinska kuća

¹⁵⁷ Izvor ilustracija: Crteži autora Stanišić J.

Između kuća pripadnika različitih etničkih grupa ne postoje suštinske razlike u načinu gradnje, primenjenim materijalima i rasporedu prostorija. Razvoj kuće uglavnom je tekao istim tokom kod svih nacionalnosti na području Vojvodine. Ipak, kako je koji narod naseljavao ovu teritoriju, tako su se osetili uticaji različitih podneblja koji su se primenjivali i u gradnji. To su bile više razlike u estetici koje su se ispoljile i odrazile kroz folklorne karakteristike, detalje i ukrase na fasadi, boju kojom su se kuće krećile i sl. Slovačke kuće su se krećile u plavu boju, mađarske u zelenu, rusinske su bile plave ili zelene, dok Srbi nisu pridavali mnogo značaja boji svoje kuće. Najčešće su je krećili u belo, drap, žuto ili roze.

Kolonističke-švapske kuće počele su se graditi prilikom terezijanske kolonizacije Nemaca, kada je kuće gradila država, prema unapred propisanim pravilima, kako bi se one izgradile brzo i jeftino. Kao prototip nemačkim kućama poslužila je kuća lokalnog srpskog stanovništva. Ipak, one su u 19. veku bile znatno većih dimenzija i imale su veće i bolje osvetljene sobe. U njima nisu postojala više ognjišta, već štednjaci u kuhinjama, dok u sobama grade zidane peći. Takođe, ove kuće se grade od opeke, a krovovi se pokrivaju crepom. Kolonističke kuće na brazdu su se gradile sa zabatom prema ulici, a ubrzo su se pojavile i kuće paralelne sa ulicom, sa uzdužnim rogljastim produženjem za štale i šupe. Pri kraju 19. veka pojavljuje se dvokrilna kapija na sredini kuće prema ulici - ajnfort kapija. Uticaj lokalnih srpskih, banatskih kuća na razvoj kolonističke ogleđa se u uvođenju trema kao jednog od bitnih elemenata vojvođanske stambene arhitekture. Naime, prvobitne kolonističke kuće nisu imale trem, a u obe sobe se ulazilo iz kuhinje. Kasnije, nemačka kuća uvodi trem srpske kuće, pa dalje razvoj ide zajedničkim putem. Prostorni sklop tradicionalne banatske kuće zadržao se do druge polovine 19. veka, kada se pojavila potreba za povećanjem prostora. Prostor se uvećava dodavanjem soba pregrađivanjem trema. Po tome su prepoznatljive kuće Srba. Sa ovom promenom kuća je promenila izgled svoje osnovne ulične fasade, ali je njena sveukupna stilska obrada do kraja ostala ista. Vojvođanska sela koja su pretežno bila naseljena Mađarima prepoznatljiva su po kućama sa drvenim zabatom, što je jedna od osnovnih karakteristika kuća Mađara, kojih još uvek ima očuvanih u većem broju. U drugoj polovini 19. veka Mađari počinju zidati kuće sa dekorativnim fasadama i obaveznim uličnim ulazom. Oni fasade najčešće kreće zelenom bojom. Rumuni, koji su uglavnom naseljavali prostor Banata u Vojvodini još od ranijih vremena, zidali su kuće slične srpskim, bez uličnog ulaza. Sačuvan je osnovni trodelni niz sa kuhinjom u sredini i tremom. Trem se kod kuća Rumuna razlikuje u tome što je u prednjem uličnom delu zatvoren, čime je dobijena još jedna prostorija za stanovanje-soba „mica“, koja je najčešće služila za okupljanje porodice. Samim tim kuće Rumuna imaju i drugačiji izgled uličnog fronta. Kuće Slovaka na ovim prostorima se uglavnom odlikuju elementima tradicionalne vojvođanske seoske arhitekture. Ono što ih čini posebnim i razlikuje od kuća drugih etničkih grupa su pojedini detalji na fasadama kao što su drveni stubovi otvorenog trema sa volutnim kosnicima. Ukrašavanje fasade keramičkim pločicama takođe je karakteristično za Slovake.¹⁵⁸

¹⁵⁸ Milić, B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „*Banat je kao priča*“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.

5.6. TIPOLOGIJA KUĆA NA OSNOVU NAČINA PRIVREĐIVANJA VLASNIKA

1. Kuće čiji su se vlasnici slabo bavili poljoprivredom
2. Kuće čiji su se vlasnici srednje bavili poljoprivredom
3. Kuće bogatih poljoprivrednika
4. Zadrugne kuće na bivšim vojnim granicama

Kuće vlasnika koji su se bavili poljoprivredom i onih koji nisu uglavnom su se razlikovale po veličini. One koje su imale zemljoradnički karakter bile su znatno većih dimenzija, jer je bilo potrebno zidati prostorije koje su služile za smeštaj mnogobrojnih povrtlarskih proizvoda. Tako se pojavio tavan kao novina u gradnji stambene arhitekture na selima u Vojvodini, kao pogodan smeštajni prostor. Kuće poljoprivrednih domaćinstava građene su od čvršćih, trajnijih materijala, pa su se iz tih razloga najduže i zadržale na ovim prostorima. Zidane su opekom, a krov je bio pokriven crepom. Krovovi kuća domaćinstava koja su se bavila baštovanstvom uglavnom su bili pokriveni trskom. Prvobitne kuće vlasnika poljoprivrednika nisu imale odvojene radne i stambene prostorije, dok u kasnijem periodu razvoja kuća dolazi do diferenciranja ovih delova, najviše iz higijenskih razloga.

Nakon prepoznatih i definisanih mnoštva različitih tipova kuća na selima Vojvodine, sastavljena je tipološka klasifikacija, na osnovu koje će se sprovesti dalje istraživanje, bazirano na ispitivanju i valorizaciji bioklimatskih principa stambene arhitekture ruralnih područja Vojvodine.

6. ODRŽIVA I ENERGETSKI EFIKASNA ARHITEKTURA

Energetska efikasnost, kao pojam koji se u današnje vreme sve češće spominje u kontekstu pozitivne i odgovorne reakcije na posledice višedecenijskih, prisutnih, aktuelnih problematičnih procesa urbanizacije, industrijalizacije i deagrarizacije, može se posmatrati kao jedna nova grana tehnologije, ili čak disciplina, koja pronalazi svoje mesto i u istraživačkom segmentu nauke mnogih različitih profesija i delatnosti. Naime, njena osnovna uloga, o bilo kojoj delatnosti da je reč, odnosi se na poboljšanje i unapređenje energetske efikasnosti primenom tehnologije ili određenim merama u ponašanju, odnosno, smanjenje količine utrošene energije prilikom rada, sa istovremenim povećanjem komfora i očuvanjem životne sredine. Stoga ovaj pojam može da se tumači na dva različita načina, u zavisnosti iz kog ugla se posmatra. Jedno značenje energetske efikasnosti podrazumeva aktivnu primenu tehnoloških uređaja za proizvodnju ili redukciju potrošnje energije, dok se drugo odnosi na primenu različitih pasivnih mera, obrazaca i pravila ponašanja kako bi se postiglo isto.

6.1. ENERGETSKA EFIKASNOST U ARHITEKTURI

Energetska efikasnost svakako ima najznačajniju i najrašireniju upotrebu u arhitekturi i građevinarstvu, budući da je upravo izgrađena sredina odgovorna za upotrebu do 50% ukupne utrošene energije, 25% ukupne utrošene sveže vode, 40% ukupno utrošenih sirovina i više od 10% upotrebljenog zemljišta¹⁵⁹, što za posledicu ima iscrpljivanje uobičajenih („veštački stvorenih“) energetskih resursa i sirovina, kao i negativan uticaj na životnu sredinu. Naime, današnja konvencionalna gradnja u mnogim aspektima, posredno ili neposredno, pridonosi zagađenju i narušavanju ekološke ravnoteže prirodnog okruženja: zagađuje vazduh, vodu i zemljište, smanjuje količinu kiseonika prisutnog u vazduhu, utiče na pojavu magle, smoga i kiselih kiša, menja mikroklimu mesta, utiče na pojavu erozije tla, smanjuje površinu slobodnog zemljišta, ima negativan uticaj na živi svet i dr.¹⁶⁰ Iz tih razloga se pojavila potreba za osmišljavanjem i pronalaženjem načina za smanjenje negativnog uticaja izgrađene sredine na njeno okruženje i obrnuto, potreba da zgrade „uče“ od životne sredine, odnosno primene principe i zakone održivog i usklađenog ponašanja koji vladaju u prirodi, kako bi se uspostavila ravnoteža i sinergija arhitekture i njene neposredne okoline. To je ujedno i jedini način da se doprinese razvoju koji ima za cilj zadovoljavanje potreba današnje, ne ugrožavajući pritom potrebe budućih generacija.

6.1.1. Pojmovi i definicije

ODRŽIVA ARHITEKTURA

Saja Kosanović, u svojoj knjizi „*Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*“, održivo arhitektonsko i urbanističko planiranje i projektovanje definiše kao

¹⁵⁹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

¹⁶⁰ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

odgovoran i usklađen odnos prema okruženju i efikasnost u svim fazama stvaranja, projektovanja i eksploatacije arhitektonskih objekata, pri čemu se obezbeđuje ograničena i pametna upotreba energije iz obnovljivih izvora kao i zaštita prirodnih resursa – zemlje, vode i vazduha. Ekološki ispravan projekat treba da ukazuje na:

- pravilan izbor, pravilno i efikasno zauzimanje i uređenje parcele,
- energetska efikasnost zgrade,
- efikasnu upotrebu vode i njeno redukovano zagađivanje,
- pravilnu (redukovanu) upotrebu i to adekvatno izabranih građevinskih materijala,
- nikakve ili minimalne negativne ekološke uticaje buduće zgrade na spoljno okruženje
- dobar kvalitet unutrašnje sredine buduće zgrade.¹⁶¹

ZELENA ARHITEKTURA

Zelena arhitektura, za razliku od održive arhitekture kao opšteg pojma, odnosi se na konkretne zgrade bilo koje kategorije namene koje savesno „rakuju“ prirodnim resursima.¹⁶² Ovakve zgrade maksimalno koriste obnovljive čiste izvore energije, sa minimalnim štetnim uticajem na životnu sredinu i okruženje, uz minimalne troškove održavanja. One promovišu način stanovanja koji povoljno utiče na zdravlje njihovih korisnika i obezbeđuje komfornost ljudi koji žive i rade u njima. Ovo podrazumeva izbor ekološki prihvatljivih materijala za izgradnju, pravilnu orijentaciju objekta kako bi se maksimalno iskoristila sunčeva energija, otvaranje enterijera ka otvorenom prostoru u što je moguće većoj meri i integrisanost arhitekture sa prirodom.

BIOARHITEKTURA

Bioarhitektura objedinjuje specifične kuće građene od prirodnih, ekoloških materijala, koje osim toga koriste i prirodne izvore energije za obezbeđenje energetske i toplotne potrebe, takozvane biološke, bio-kuće. Poznato je da su se one u najvećoj meri gradile u prošlim vremenima i gotovo svako podneblje ima svoju bioarhitekturu prvobitnih kultura, koja se najčešće prepoznaje u formama primitivnih staništa. Materijali koji su se koristili su uglavnom oni koji su pronađeni na samom mestu izgradnje ili u neposrednoj blizini, po čemu su ove kuće u sinergiji sa prirodnim okruženjem. Koristili su se u različite svrhe: konstruktivnom, izolacionom i estetskom pogledu. Oni su širokog spektra pa tako postoje i različiti tipovi bioloških kuća, u zavisnosti od vrste materijala. Eskimi grade kuće od ledenih blokova – Igloe, u pustinjama su to kuće građene ispod zemlje, dok su u našim krajevima primitivna staništa bile ukopane i poluukopane zemunice. Kuća od naboja – nabijača predstavlja osnovni tip vojvođanske tradicionalne kuće. U novije vreme, moderno tumačenje bioarhitekture, kao grane arhitekture koja je u skladu sa prirodom, unapređeno je konceptom i stavom da ona oponaša i pozajmljuje oblike, proporcije i elemente iz svog prirodnog okruženja. Kuća Nautilus u Meksiku, meksičkog arhitekta Havijera Senosijana, primer je ekscentrične moderne biokuće

¹⁶¹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

¹⁶² Bauer M., Mosle P., Schwarz M.: *Green building – Guidebook for Sustainable Architecture*, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2010.

koja je u potpunoj harmoniji sa okolinom (slika 53, 54, 55). Inspirisana je morem i krivudavim oblicima nautilus školjke koja živi u Indijskom i Tihom okeanu. Forma građevine oponaša ove oblike tako da su sve njene površine meke, zaobljene i glatke, a enterijer predstavlja jedinstven prostor unutar velikog „fosilnog oklopa“.



Slika 53, 54, 55: Kuća Nautilus ¹⁶³

SOLARNA ARHITEKTURA

Solarnu arhitekturu čini svaka kuća ili zgrada koja za grejanje unutrašnjeg prostora, vode ili vazduha koristi sunčevu energiju u obliku aktivnih ili pasivnih sistema. Tako se može reći da je solarna kuća i jedna vrsta biokuće. Solarna arhitektura je poznata još iz vremena Antičke Grčke, kada su Grci u 5. veku pre nove ere u svojim gradovima kuće gradili tako da maksimalno koriste pasivne solarne tehnike.

EKO-DIZAJN

Opšti pojam eko-dizajna definisan je Zakonom o efikasnom korišćenju energije¹⁶⁴, a podrazumeva skup uslova koje mora da ispunjava proizvod koji koristi energiju u pogledu zaštite životne sredine, u periodu koji obuhvata proces njegovog nastanka, upotrebe i stavljanja proizvoda van upotrebe.

PASIVNA KUĆA

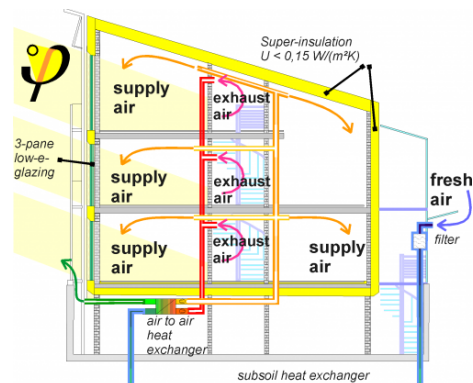
Feist Wolfgang (1998), kako je navedeno u knjizi Martine Zbašnik Senegačnik (2009)¹⁶⁵, objašnjava da naziv *pasivna kuća* nije definisan na osnovu pasivnih sistema upotrebe sunčeve energije, nego da ova terminologija proizilazi iz činjenice da se u njoj ne koriste aktivni sistemi grejanja. Takva zgrada promovise nisko-energetske standarde koji su postignuti samim izvođenjem i načinom gradnje, a ne ugradnjom dodatnih tehnoloških komponenata. Pasivna kuća ne podrazumeva novu tehnologiju i inovativno otkriće, već se zasniva na potpuno tradicionalnim principima građenja. Ipak, njen koncept se neprekidno razvija i nadograđuje tehničkim poboljšanjima strukturalnih elemenata u cilju postizanja veće energetske efikasnosti. Ovo se prvenstveno odnosi na segmente fasade, izolacije i kućnih uređaja kojima se obezbeđuje grejanje i ventilacija unutrašnjeg prostora. Prvu pasivnu kuću, kao eksperimentalni projekat,

¹⁶³ Internet izvor ilustracija: <http://www.kucasnova.com/>

¹⁶⁴ Zakon o efikasnom korišćenju energije, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 25/2013.

¹⁶⁵ Zbašnik, S., M.: *Pasivna kuća*, SUN ARH doo., Zagreb, 2009.

izgradio je sam Wolfgang Feist 1991. godine, u gradu Darmstadtu u Nemačkoj (slika 56, 57). Ovaj objekat nema toplotnih mostova, dobro je izolovan i tako dizajniran da prima maksimalnu količinu sunčeve energije koja se direktno prenosi na unutrašnji vazduh ili se akumulira kako bi se kasnije koristila za zagrevanje i hlađenje objekta. Za razliku od moderne gradnje, pasivne kuće troše četiri puta manje energije.



Slika 56, 57: Prva pasivna kuća – Wolfgang Feist¹⁶⁶

SKORO NULTA-ENERGETSKA KUĆA

Direktiva o energetske performansi zgrada (EPBD)¹⁶⁷ zahteva da sve nove zgrade iz 2021. godine i javne zgrade od 2019. godine, budu skoro nulte energije. Značenje pojma „zgrade skoro nulte-energije“ se razlikuje u određenim merama od zemlje do zemlje, jer svaka od njih ima pravo da sama odredi njenu tačnu definiciju. Ono što povezuje sve definicije i što im je zajedničko jeste da je ovo zgrada koja ima veoma visoke energetske performanse, odnosno zgrada sa skoro nultom potrošnjom energije, što znači da je ukupna količina energije koju godišnje koristi jednaka količini obnovljive energije stvorene na lokaciji, ili u drugim definicijama, iz obnovljivih izvora energije van lokacije.

NULTA – ENERGETSKA KUĆA

Nulta-energetska kuća je zgrada koja se potrebnom količinom toplotne i električne energije leti snabdeva sama koristeći sunčevu energiju, prilikom čega se neupotrebljeni višak isporučuje u javnu električnu mrežu. Tokom zime, ova kuća koristi energiju iz javne mreže čime se godišnja ravnoteža isporučene i korišćene energije izjednačava. Sloj toplotne izolacije nulte-energetske zgrade je debljine od 40 do 60 cm.

ENERGETSKI NEZAVISNA KUĆA

Energetski nezavisna ili samostalna kuća je ona zgrada koja svu potrebnu količinu energije dobija transformacijom sunčeve u električnu i toplotnu. Ovo se odnosi na električnu energiju koja se koristi u domaćinstvu, za rasvetu, grejanje i sanitarnu vodu. Za njih je potrebno

¹⁶⁶ Internet izvor ilustracija: <https://passipedia.org/>

¹⁶⁷ Direktiva o energetske performansi zgrada (Energy Performance Buildings Directive - EPBD), Službeni list Evropske unije, 2018.

predvideti veće površine solarnih kolektora i akumulatora za skladištenje viškova energije nego za nulte-energetske kuće. Energetski nezavisne kuće nisu povezane na javnu električnu mrežu već zimi koriste višak energije koja se leti akumulira.

PLUS – ENERGETSKA KUĆA

Plus – energetska kuća je energetski nezavisna kuća koja je povezana na javnu električnu mrežu. Ona proizvodi više energije nego što joj je potrebno za održavanje, tako da se višak energije isporučuje javnoj mreži.

6.2. ZAKONSKE ODREDBE I PROPISI

Na Konferenciji Ujedinjenih nacija o čovekovoј sredini, održanoј u Stockholmu 1972. godine, po prvi put je na međunarodnom nivou realno sagledana globalna opasnost za planetu Zemlju usled kontinuiranog i sve većeg zagađivanja prirodne sredine. Jedna od odluka Stockholmske deklaracije bila je formiranje Programa UN za životnu sredinu (UNEP) u kome su promovisana i definisana neophodna pravila i principi za očuvanje, zaštitu i unapređenje životne sredine. Međunarodna unija za očuvanje prirodnih resursa (IUCN) je 1980. godine objavila program globalne akcije za razvoj i podsticanje održivosti pod nazivom Svetska strategija konzervacije (WCS), koji je ujedno bio i preteča koncepta Održivog razvoja. Održivi razvoj, kao najopštiji i sveobuhvatni fenomen, predstavlja polaznu osnovu za definisanje i razvoj potrebnih metodologija, koncepcija i strategija čiji je zadatak sprovođenje u delo principa zaštite životne sredine, kao i obnova usklađene konekcije ljudi, izgrađenog okruženja i prirode. Pojam održivog razvoja definisala je 1987. godine Svetska komisija za životnu sredinu i razvoj (WCED), poznata kao Brundtlandska komisija, u okviru dokumenta “Naša zajednička budućnost”. WCED ili Brundtlandska komisija je oformljena od strane Generalne skupštine Ujedinjenih nacija 1983. godine. Od nje je zatraženo da formuliše Globalnu agendu za promene, a rezultat je bio sveobuhvatni dokument „Naša zajednička budućnost“, poznat kao Brundtlandski izveštaj, i predstavlja preteču Agende 21, Deklaracije o životnoj sredini i razvoju, usvojene 1992. godine u Rio de Ženeiru. Izveštaj definiše održivi razvoj kao “razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice, a da ne dovodi u pitanje sposobnost budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe”. Ovo podrazumeva ravnotežu između današnje potrošnje resursa i očuvanja sposobnosti prirodnih sistema da isto bude omogućeno i budućim generacijama. Takvim pristupom je postavljen veliki izazov pred struku i nauku, čiji je zadatak obezbediti istovremenu potrošnju i očuvanje prirodnih resursa i sistema. Potrebno je bilo pronaći način da se resursi koji se troše ne uništavaju i nepovratno gube, nego obnavljaju u kontekstu cirkularnih energetske procesa. U skladu sa tim, započinje se sa implementacijom i integracijom korišćenja obnovljivih izvora energije, kao opcijom od vitalnog značaja za obezbeđenje stalnog izvora održive energije, tamo gde je to moguće.

Agenda 21 predstavlja krajnji rezultat i najveći domet Konferencije Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), održanoј u Rio de Ženeiru 1992. godine, sa ciljem definisanja akcija za sprovođenje koncepta održivog razvoja. Fundamentalna vizija, kojoj se daje prioritet u svim programskim oblastima Agende 21, odnosi se na promene neodrživih

obrazaca proizvodnje, potrošnje i životnog stila i njihovog odnosa prema konceptu održivog razvoja. U paragrafu 5.3.¹⁶⁸ naglašava se problem rasta svetske populacije i proizvodnje što, u kombinaciji sa neodrživim obrascima potrošnje, uzrokuje sve veći pritisak na kapacitete naše planete koji su od životne važnosti. Obrasci potrošnje se odnose na neodržive procese eksploatacije zemlje, vode, vazduha, energije i drugih prirodnih resursa. Iz tog razloga, brzo rastući gradovi, osim ako nisu adekvatno upravljani, suočavaju se sa velikim ekološkim problemima. Formiranje sve većeg broja velikih gradova i širenje njihovih dimenzija zahteva izmene u upravljanju lokalnih opština i samouprava. Preorijentisanje pažnje i ulaganje dodatnih napora u revitalizaciju i modernizaciju tradicionalnih životnih obrazaca zapostavljenih ruralnih oblasti imalo bi značajnu ulogu u prevazilaženju ovih problema.

Jedan od opštih ciljeva ljudskog naseljavanja, kako je navedeno u paragrafu 7.4. Agende 21¹⁶⁹, je poboljšati socijalni, ekonomski i ekološki kvalitet svih oblika ljudskih naselja, životnog i radnog okruženja u gradovima i selima. Od značajne važnosti su i formirani ciljevi o potrebi svih zemalja da formulišu i primene programe za smanjenje uticaja i pojave fenomena tranzicije od ruralnih ka urbanim područjima, poboljšanjem životnih uslova na selima. Još je u Agendi 21, 1992. godine predviđeno da će polovina ukupne populacije sveta do kraja veka živeti u gradovima, dok su pritom gradska i urbana naselja već tada pokazivala simptome globalne krize prirodnog okruženja i razvoja. Kako bi se ublažio pritisak na velike urbane aglomeracije potrebno je formirati i sprovesti strategije koje podrazumevaju razvoj odvojenih manjih gradskih i ruralnih područja što bi pružilo mogućnost zapošljavanja nezaposlene radne snage u ovim oblastima i podržalo aktivaciju ekonomske ruralne politike. Ovim strategijama bi se zaustavilo sve veće širenje urbanih sredina i degradacija resursa na širim zemljišnim područjima, a samim tim i sprečilo pretvaranje otvorenih slobodnih prostora i potencijalnog poljoprivrednog zemljišta u građevinske zone.¹⁷⁰

Većina ukupne proizvedene energije se danas koristi u ljudskim naseljima, dok znatan procenat odlazi prvenstveno na domaćinstva. Zemlje u razvoju se suočavaju sa potrebom povećanja proizvodnje energije kako bi ubrzali razvoj i podigli životni standard svoje populacije, sa istovremenom tendencijom smanjenja troškova energetske proizvodnje i zagađenja životne sredine. U Agendi je naglašeno da povećanje efikasnosti korišćenja energije, kao i promovisanje upotrebe obnovljivih izvora energije treba da bude prioritet u svim preduzetim akcijama za zaštitu životne sredine.¹⁷¹ U tom smislu potrebno je formulisati programe na nacionalnom nivou koji će promovisati integrisani razvoj tehnologija obnovljivih izvora, naročito solarne, hidro, energije vetra i biomase.

Daljnje smernice se odnose na programe razvoja u građevinskom sektoru, kao jednom od najvećih potrošača energije, za sprovođenje mera realizacije koncepta i principa održivog razvoja. Ovi programi su fokusirani na uvođenje i primenu održivih građevinskih materijala i

¹⁶⁸ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 1, paragraf 5.3., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁶⁹ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 1, paragraf 7.4., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷⁰ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 1, paragraf 7.18., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷¹ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 1, paragraf 7.46., Rio de Ženeiro, 1992.

tehnologija izgradnje sa minimalnim štetnim uticajem na okolinu. Aktivnosti koje se sprovode u građevinskom sektoru mogu biti izvor velike štete za životnu sredinu iscrpljivanjem primarnih baza prirodnih resursa, degradacijom osetljivih ekoloških zona, hemijskim zagađenjem i upotrebom štetnih građevinskih materijala.¹⁷² U skladu sa identifikovanim problemima građevinskog sektora, Agenda 21 definiše aktivnosti i mere kojima se treba dati prioritet, a one se odnose na jačanje domaćih industrija lokalnih građevinskih materijala i prirodnih resursa, povećanje upotrebe tradicionalnih lokalnih materijala i tehnika u izgradnju, promociju primene energetski efikasnih tehnologija i održivog dizajna, kao i razvijanje edukativnih programa za povećanje svesti projekatana o dostupnosti održivih materijala.¹⁷³

Cilj utvrđenih mera je poboljšati i ojačati razvoj prirodnih resursa u izgradnji, uzimajući u obzir tradicionalne kulture autohtonog stanovništva i njihov odnos prema životnoj sredini. Ovo podrazumeva neophodnost preispitivanja, proučavanja i razmatranja prednosti i potencijala tradicionalnih obrazaca i metoda koje su se pokazale efikasnim, kao i dokazivanje vrednosti i opravdanosti njihove primene u savremenoj izgradnji.

U poglavlju Agende 21 koje se osvrće na promociju održivog razvoja od suštinske važnosti se ističe energetska razvoj, efikasnost njene proizvodnje i potrošnje.¹⁷⁴ Energija se danas uglavnom koristi i troši na način koji nije održiv i, ako se ne uloži napor u unapređenje i razvoj tehnologije, doći će do neminovnog iscrpljivanja resursa, što može imati katastrofalne posledice za životnu sredinu i okruženje. Iz tog razloga, svi izvori energije treba da se koriste na način koji poštuje atmosferu, zdravlje ljudi i životnu sredinu u celini.¹⁷⁵

Deo Agende 21 koji se bavi promocijom održive poljoprivrede i ruralnog razvoja predstavlja jedno od ključnih poglavlja koje definiše smernice za koncipiranje i formulisanje ciljeva interdisciplinarnog istraživanja doktorske disertacije.¹⁷⁶ U njemu se prognozira da će do 2025. godine, 83% očekivane globalne populacije od 8,5 milijarde ljudi, živeti u zemljama u razvoju. Međutim, kapaciteti raspoloživih resursa i tehnologija da se zadovolje potrebe i zahtevi rastuće populacije za hranom i drugim poljoprivrednim dobrima su nesigurni i neizvesni. Poljoprivredna proizvodnja mora da se suoči sa ovim izazovima i to povećanjem proizvodnih mogućnosti zemlje koja je već u upotrebi i izbegavanjem daljeg posezanja i ugrožavanja zemlje koja je samo delimično plodna i pogodna za kultivisanje, obradu i uzgoj. Potrebno je kreirati uslove za održivu poljoprivredu i ruralni razvoj (SARD - *Sustainable agriculture and rural development*). Osnovni cilj SARD – a je povećati proizvodnju hrane na održiv način i poboljšati sigurnost njene proizvodnje. Ovo podrazumeva uključivanje obrazovnih programa poljoprivredne edukacije i zapošljavanja, razvoj odgovarajućih novih tehnologija obnovljivih izvora energije, kako bi se obezbedilo stabilno snabdevanje zalihama adekvatnih prehrambenih namirnica, pristup ovim zalihama ugroženim grupama stanovništva,

¹⁷² *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 1, paragraf 7.67., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷³ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 1, paragraf 7.69., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷⁴ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 9.9., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷⁵ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 10.7., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷⁶ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 14.1., Rio de Ženeiro, 1992.

tržišna proizvodnja, poboljšanje poljoprivredne proizvodnje kroz diverzifikaciju farmi i oblika poljoprivrednih sistema, adekvatno upravljanje prirodnim resursima, zaštita životne sredine i dr.¹⁷⁷

Nepostojanje koherentnog nacionalnog političkog okvira za održivu poljoprivredu i ruralni razvoj (SARD) je široko rasprostranjen i nije ograničen na zemlje u razvoju. Iz tog razloga je neophodno formulirati i uvesti zakone, propise i podsticaje koji vode do održive poljoprivrede, ruralnog razvoja i poboljšane sigurnosti hrane, prelaska na odgovarajuće nove poljoprivredne tehnologije uključujući, gde je moguće, održive poljoprivredne sisteme sa malim ulaganjima. Takođe se naglašava da bi trebalo razmotriti koncepte za poboljšanje proizvodnje, skladištenja, prerade, distribucije i promocije poljoprivrednih proizvoda na lokalnom, nacionalnom i regionalnom nivou. Stoga postoji potreba za intenziviranjem poljoprivrede diverzifikacijom proizvodnih sistema, a tamo gde intenziviranje poljoprivrednih sistema nije moguće, treba identifikovati i razvijati druge mogućnosti zapošljavanja na farmama i van farme, kao što su vikend industrije, uzgoj divljih životinja, akvakultura i ribarstvo, lagana seoska proizvodnja, prerada robe na poljoprivrednim farmama, agrobiznis, rekreacija, turizam i dr.¹⁷⁸ Ističe se značaj promovisanja i uvođenja obrazovnog i stručnog usavršavanja i edukacije poljoprivrednika i ruralne populacije kroz formalno i neformalno obrazovanje, što bi u velikoj meri uticalo i na smanjenje depopulacije seoskih i ruralnih područja. Sa tim u vezi neophodno je stimulisati i podsticati ruralna poljoprivredna domaćinstva i zajednice da istraže i promovišu poljoprivredne tehnologije i sisteme koji su pogodni i odgovarajući za primenu na specifičnim lokacijama, a koji čuvaju i obnavljaju zemljište i prirodne resurse, istovremeno povećavajući poljoprivrednu proizvodnju.

Snabdevanje energijom u mnogim zemljama nije srazmerno njihovim razvojnim potrebama, skupo je i nestabilno. U ruralnim područjima zemalja u razvoju glavni izvori energije su ogrevno drvo, ostaci useva, zajedno sa životinjskom i ljudskom energijom. Ruralne energetske politike i tehnologije trebalo bi da promovišu kombinaciju ekonomičnih fosilnih goriva i obnovljivih izvora energije, koja je i sama održiva i osigurava održivi poljoprivredni razvoj. Postizanje održivog ruralnog razvoja usko je povezano sa obrascima energetske potražnje i mogućnostima snabdevanja.¹⁷⁹ Ciljevi, definisani u ovom programu su:

- Najkasnije do 2000. godine pokrenuti proces zaštite životne sredine tranzicijom energije u ruralnim zajednicama, od neodrživih izvora energije do strukturiranih i raznolikih izvora omogućavanjem raspolaganjem novim obnovljivim izvorima energije;
- Povećati energetska dostupnost za potrebe seoskih domaćinstava i poljoprivredno-industrijskih potreba kroz planiranje i razvoj odgovarajuće tehnologije;
- Uspostavljanje i uvođenje samostalnih ruralnih programa u korist održivog razvoja, upotrebe obnovljivih izvora energije i poboljšanja energetske efikasnosti;

¹⁷⁷ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 14.2., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷⁸ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 14.25., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁷⁹ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 14.92., Rio de Ženeiro, 1992.

- Tranzicija u energetske tehnologije biomase i solarne energije u poljoprivrednoj proizvodnji;
- Ojačati službe i lokalne organizacije za sprovođenje planova i programa za upotrebu novih obnovljivih izvora energije u ruralnim domaćinstvima.¹⁸⁰

Iako su pomenute programske mere definisane sa ciljem da budu primenjene do 2000. godine, u ruralnim područjima Srbije je vrlo malo urađeno po tom pitanju. Vojvodina je oblast koja ima velike potencijale za korišćenje obnovljivih izvora energije koje bi trebalo primeniti i u izgradnji i u poljoprivrednoj proizvodnji. Međutim, još uvek se ovi potencijali ne koriste i ne primenjuju na adekvatan način.

Dvadeset godina kasnije održana je Druga Konferencija Ujedinjenih nacija o održivom razvoju, od 20. do 22. juna 2012. godine, u Rio De Ženeiru, poznata pod nazivom „Samit planete Zemlje 2012“ ili „Rio+20“. Cilj Samita je bio definisanje putanje održivog razvoja koja će voditi ka budućim akcijama, čija je namera da kompletna svetska populacija ima pristojan životni standard, dok se u isto vreme čuvaju ekosistemi i prirodni resursi.

Direktiva o energetske performansama zgrada¹⁸¹ (U daljem tekstu *Direktiva*) je glavni zakonodavni instrument Evropske unije čiji je cilj promocija poboljšanja energetske performansi zgrada u Zajednici. Prva verzija Direktive je odobrena 16. decembra 2002. godine i stupila je na snagu 4. januara 2003. godine. Direktiva predstavlja dokument Evropskog parlamenta i saveta koji je do sada najopsežniji i najambiciozniji pravni instrument od svih direktiva o energetske efikasnosti. Osim predloga člana 6 Ugovora o osnivanju Evropske zajednice, da se zahtevi za zaštitu životne sredine integrišu u definiciju i realizaciju politike i akcija Zajednice, kao razlozi za donošenje Direktive, a od značaja su za istraživanje u disertaciji, navode se:

- Stambeni i tercijalni sektor, čiji najveći deo čine zgrade, učestvuje sa više od 40% u finalnoj potrošnji energije u Zajednici i dalje se širi, što je trend koji će neizbežno povećati potrošnju energije, a time i emisiju ugljendioksida;
- Direktiva Saveta 89/106/EEC od 21. decembra 1988. godine o usaglašavanju zakona, propisa i administrativnih odredbi država članica koji se odnose na građevinske proizvode zahteva da se građevinski objekti i instalacije za njihovo grejanje, hlađenje i ventilaciju projektuju i izgrade na takav način da količina energije koja je potrebna za korišćenje objekata bude niska, uzimajući u obzir klimatske uslove lokacije i korisnike;
- Mere za dalje poboljšanje energetske karakteristika zgrada treba da uzmu u obzir klimatske i lokalne uslove kao i uslove unutrašnje sredine i troškovnu efikasnost. One ne smeju da budu u suprotnosti sa drugim suštinskim zahtevima koji se odnose na zgrade, kao što su pristupačnost, racionalnost i nameravano korišćenje zgrade;

¹⁸⁰ *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 14.93., Rio de Ženeiro, 1992.

¹⁸¹ Direktiva o energetske performansama zgrada (Energy performance of buildings Directive - EPBD), Službeni list Evropske unije

- Energetska efikasnost zgrada treba da se izračunava na bazi metodologije, koja se može razlikovati na regionalnom nivou, koja uključuje, pored toplotne izolacije i druge faktore koji igraju sve značajniju ulogu, kao što su instalacije za grejanje i klimatizaciju, primenu obnovljivih izvora energije i projektovanje zgrade;
- Zgrade će imati uticaj na dugoročnu potrošnju energije, stoga nove zgrade treba da zadovolje minimalne zahteve u pogledu energetske efikasnosti prilagođenih lokalnom podneblju. Najbolju praksu u ovom pogledu treba usmeriti ka optimalnom korišćenju faktora koji su značajni za poboljšanje energetske karakteristika;
- Zahtevi koji se odnose na renoviranje postojećih zgrada ne smeju da budu nekompatibilni sa nameravanom funkcijom, kvalitetom ili karakterom zgrade;
- Poslednjih godina došlo je do povećanja broja sistema za klimatizaciju u zemljama južne Evrope. Ovo stvara znatne probleme i dovodi do povećanja troškova za električnu energiju i remeti energetske bilans u tim zemljama. Prioritet treba dati strategijama koje poboljšavaju toplotne karakteristike zgrada za vreme letnjeg perioda. U tom cilju, treba dalje razvijati pasivne tehnike hlađenja, prevashodno one koje poboljšavaju unutrašnje uslove i mikroklimu oko zgrada;
- Stanarima treba omogućiti da upravljaju sopstvenom potrošnjom toplote i tople vode, toliko koliko su ove mere ekonomične.¹⁸²

Cilj Direktive je da promoviše poboljšanje energetske efikasnosti zgrada unutar Zajednice, uzimajući u obzir spoljašnje klimatske i lokalne uslove, kao i unutrašnje klimatske zahteve i ekonomičnost. Aneks Direktive iz 2002. godine sadrži generalni okvir za proračun energetske efikasnosti zgrada u kome su navedeni i definisani minimalni aspekti koji se uzimaju u obzir i treba da budu uključeni u metodologiju proračuna energetske efikasnosti zgrada, a oni su:

- toplotne karakteristike zgrade (spoljašnji omotač zgrade i unutrašnje pregrade, itd.);
- instalacije grejanja i snabdevanja toplom vodom, uključujući karakteristike njihove toplotne izolacije;
- instalaciju za klimatizaciju;
- ventilaciju;
- ugrađenu instalaciju osvetljenja (uglavnom u ne-stambenom sektoru);
- položaj i orijentaciju zgrada, uključujući spoljašnju klimu;
- pasivne solarne sisteme i zaštitu od sunca;
- prirodnu ventilaciju;
- unutrašnje klimatske uslove, uključujući projektnu unutrašnju klimu.¹⁸³

Iz navedenog se može konstatovati da energetska efikasnost zgrade na prvom mestu zavisi od toplotnih karakteristika njenih konstruktivnih građevinskih elemenata, kao što su spoljašnji omotač, elementi fasade, spoljašnji zidovi, otvori i dr. Osim toga, od velike važnosti za proračun energetske performansi se ističu i aspekti samog projektovanja i dizajna objekta:

¹⁸² Direktiva 2002/91/EC Evropskog Parlamenta i Saveta o energetske performansi zgrada, Službeni list Evropske Komisije, 2003.

¹⁸³ Direktiva 2002/91/EC Evropskog Parlamenta i Saveta o energetske performansi zgrada, Službeni list Evropske Komisije, 2003.

položaj i orijentacija, primenjeni pasivni solarni sistemi, mogućnost prirodne ventilacije u zgradi, koja se ostvaruje projektovanjem otvora na specifičnim položajima u zavisnosti od pravca dominantnih vetrova na lokaciji, i dr. Budući da se ove karakteristike definišu još u samom procesu projektovanja zgrade, moguće je unapred predvideti i odrediti njene energetske osobine i kvalitete. Adekvatnim i pažljivim dizajnom pomenutih segmenata može se realizovati energetska efikasnost bez ugrađivanja specijalnih dodatnih uređaja i tehnologija, sa minimalnim ulaganjima i štetnim uticajem na okolinu, zbog čega se ovim pasivnim metodama i sistemima treba dati prednost.

Direktiva iz 2002. godine je osam godina kasnije dopunjena i zamenjena novom Direktivom koja je odobrena 19. maja 2010. godine, a stupila je na snagu 18. juna 2010.¹⁸⁴ U novoj verziji **EPBD Direktive 2010. godine** proširen je fokus na Skoro nulte-energetske zgrade i poboljšanje energetske politike.

Prema prepravljenom dokumentu:

- sve nove zgrade će biti skoro nulte-energetske zgrade do 31. decembra 2020. godine; isto se odnosi na sve nove javne zgrade izgrađene nakon 31. decembra 2018. godine;
- Države Članice će postaviti minimalne zahteve za energetske performansama za nove zgrade, za zgrade koje su podvrgnute velikoj obnovi, kao i za zamenu ili dogradnju građevinskih elemenata;
- Države Članice će sastaviti spiskove nacionalnih finansijskih mera i instrumenata za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada.¹⁸⁵

30. novembra 2016. godine objavljen je predlog korigovane, revidirane i dopunjene EPBD Direktive. Evropska komisija je publikovala paket mera pod nazivom „Čista energija za sve Evropljane“, koji se odnosio na jačanje tranzicije čiste energije u skladu sa obavezom smanjenja emisije CO₂ za najmanje 40% do 2030. godine, modernizovanja ekonomije i stvaranja uslova za održiva radna mesta i razvoj. Predlog revidirane EPBD direktive iz 2016. godine na prvo mesto stavlja energetske performanse i podržava ekonomičnu obnovu zgrada. Savet Evropske Unije prihvatio je predlog 26. juna 2017. godine.¹⁸⁶

Na osnovu pokrenute procedure iz 2016. godine o izmenama Direktive, nakon više od godinu dana intenzivnih pregovora Evropskog parlamenta i Saveta, 2018. godine usvojen je dokument o izmenama i dopunama Direktive o energetske performansama zgrada.¹⁸⁷ U centru interesovanja nove revidirane Direktive nalazi se ostvarivanje energetske efikasnosti i visoko dekarbonizovanog stambenog sektora, kao najvećeg identifikovanog potrošača energije. Osim prethodno definisanih rešenja, kao što su zahtevi za uvođenje zgrada sa skoro nultom potrošnjom energije (Skoro nulte – energetske zgrade, nZEB) do 2020. godine, novi

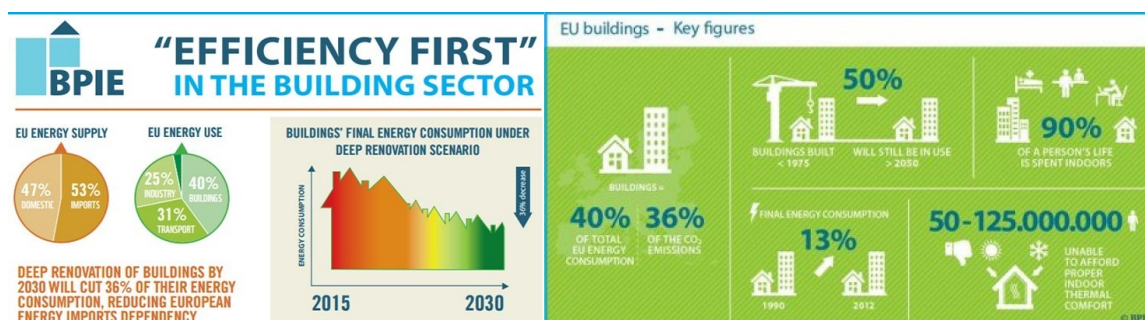
¹⁸⁴ Direktiva 2010/31/EU Evropskog Parlamenta i Saveta o energetske performansama zgrada, Službeni list Evropske Komisije, 2010.

¹⁸⁵ Direktiva 2010/31/EU Evropskog Parlamenta i Saveta o energetske performansama zgrada, Službeni list Evropske Komisije, 2010.

¹⁸⁶ Direktiva EPBD COM/2016/0765 Evropskog Parlamenta i Saveta o energetske performansama zgrada, Službeni list Evropske Komisije, 2016.

¹⁸⁷ Direktiva 2018/844 Evropskog Parlamenta i Saveta o energetske performansama zgrada, Službeni list Evropske Komisije, 2018.

član Direktive zahteva od članica EU da usvoje dugoročne strategije renoviranja sa ciljem da do 2050. godine obezbede visoko efikasan i potpuno dekarbonizovan stambeni sektor, kao i da Evropska komisija do 2020. godine pripremi studiju izvodljivosti uvođenja pasoša za obnovu zgrada kao dopunu Sertifikata o energetske performansama (EPC).¹⁸⁸ Stambeni sektor postaje središte energetske tranzicije u Evropi, dok jedan od najbitnijih elemenata nove Direktive predstavlja renoviranje postojećih zgrada u cilju postizanja veće energetske efikasnosti. Kako bi se ostvarili ciljevi formulisani u Direktivi za 2050. godinu, a budući da 97% postojećih objekata zahtevaju popravke i intervencije, neophodno je renoviranje većeg dela stambenog sektora.



Slika 58: Ilustrovani prikaz energetske tranzicije u stambenom sektoru EU¹⁸⁹

Priložene ilustracije (slika 58) demonstruju trenutnu situaciju energetske potrošnje u Evropskoj Uniji, kao i predviđanja za naredni period obuhvaćen formulisanim ciljevima nove Direktive. Prikazani su osnovni argumenti koji su motivisali definisanje i donošenje novih mera:

- Za 40% od ukupne potrošnje energije i 36% emisije CO₂ odgovorne su upravo stambene zgrade;
- 50% postojećih zgrada, koje su izgrađene pre 1975. godine, biće i dalje u upotrebi 2050. godine;
- Ljudi tokom života 90% vremena provode u unutrašnjim prostorima;
- Ukupna potrošnja energije u stambenom sektoru se od 1990. do 2012. godine povećala za 13%;
- 50 – 125.000.000 ljudi nisu u mogućnosti priuštiti povoljan i odgovarajući toplotni komfor u zatvorenom prostoru.

Iz navedenih razloga, neophodno je formulisati nacionalne dugoročne strategije renoviranja stambenog sektora za države članice EU, kao i programe promovisanja, stimulaciju i povećanje svesti o značaju renoviranja. Ovo će omogućiti ekonomičnu transformaciju postojećih zgrada u zgrade sa gotovo nultom potrošnjom energije i dostizanje ciljeva za 2050. godinu o energetske efikasnom i dekarbonizovanom stambenom sektoru.

Nova Direktiva će, takođe, uticati i na to kako će se zemlje u procesu pristupanja EU postaviti prema renoviranju u budućnosti, s obzirom da će morati da usvoje iste ciljeve kao i

¹⁸⁸ Direktiva 2018/844 Evropskog Parlamenta i Saveta o energetske performansama zgrada, Službeni list Evropske Komisije, 2018.

¹⁸⁹ Internet izvor ilustracija: <https://balkangreenenergynews.com/>

zemlje članice. Srbija je zemlja koja se još uvek nalazi u procesu pristupanja EU, te će iz tog razloga biti potrebno što pre formulisati i primeniti planove renoviranja postojećeg stambenog fonda. Interdisciplinarno istraživanje doktorske disertacije bavi se upravo formulisanjem strategije za energetska i efikasnu obnovu i renoviranje postojećih tradicionalnih stambenih kuća u ruralnim oblastima Vojvodine, koje, između ostalog, predstavljaju značajan element srpskog građevinskog arhitektonskog nasleđa i od velike su važnosti za definisanje i prepoznavanje vizuelnog identiteta ovog područja.

Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada (u daljem tekstu *Pravilnik*) je važeći dokument Republike Srbije, formulisani 2011. godine, koji propisuje energetska svojstva i način izračunavanja toplotnih svojstava objekata visokogradnje, kao i energetske zahteve za nove i postojeće objekte.¹⁹⁰ U Pravilniku su definisani minimalni uslovi i svojstva koji treba da budu ispunjeni kako bi energetska efikasnost zgrade bila ostvarena.

U Pravilniku se navode parametri koji imaju ključnu ulogu u obezbeđenju efikasnog korišćenja energije i koje je potrebno pravilno definisati, kako bi se postigla energetska efikasnost zgrade. Ovi parametri su u tesnoj vezi sa elementima bioklimatske arhitekture, te su od velikog značaja za istraživanje:

- orijentacija i funkcionalni koncept zgrade;
- oblik i kompaktnost zgrade (faktor oblika);
- toplotno zoniranje zgrade;
- način korišćenja prirodnog osvetljenja i osunčanja;
- optimizacija sistema prirodne ventilacije;
- optimizacija strukture zgrade;
- uslovi za korišćenje pasivnih i aktivnih sistema;
- uslovi za korišćenje voda;
- parametri za postizanje energetske efikasnosti postojećih i novoprojektovanih zgrada.¹⁹¹

U prilogu 4 Pravilnika definisani su tehnički zahtevi koji se odnose na pasivne mere za postizanje energetske efikasnosti zgrada, a određeni su sledećim parametrima:

- 1) Orijehtacija i funkcionalni koncept zgrade:
 - orijentaciju i funkcionalni koncept zgrade projektovati tako da se maksimalno iskoriste prirodni i stvoreni uslovi lokacije (sunce, vetar, zelenilo);
 - postaviti zgrade tako da prostorije u kojima se boravi tokom dana budu orijentisane prema jugu u meri u kojoj urbanistički uslovi to dozvoljavaju;
- 2) Oblik zgrade kojim se obezbeđuje energetska najefikasniji odnos površine i zapremine omotača zgrade u odnosu na klimatske faktore lokacije, okruženje (prirodno i stvoreno) i namenu zgrade;
- 3) Toplotno zoniranje zgrade: projektovati toplotno zonirane zgrade, odnosno, grupisati prostorije u zgradi u skladu sa njihovim temperaturnim zahtevima; zone sa višim

¹⁹⁰ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

¹⁹¹ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, čl. 7, 2011.

temperaturnim zahtevima projektovati tako da mogu maksimalno da iskoriste prirodne potencijale lokacije (sunce, vetar, zelenilo);

- 4) Način korišćenja prirodnog osvetljenja i osunčanja:
 - maksimizirati upotrebu prirodnog osvetljenja uz omogućavanje pasivnih dobitaka toplotne energije zimi odnosno zaštite od pregrevanja leti adekvatnim zasenčenjem (forma objekta ili sistemi zasenčenja);
 - toplotna energija koja kroz zastakljene površine ulazi u prostoriju treba da se ograniči u letnjem danu (kada sem difuznog postoji i direktno sunčevo zračenje);
- 5) Optimizacija sistema prirodne ventilacije:
 - otvore na zgradi, kao što su prozori, vrata, kanali za ventilaciju, projektovati tako da gubici toplote u zimskom periodu i toplotno opterećenje u letnjem periodu bude što manje;
 - kada god je to moguće, otvore koncipirati tako da se maksimizira pasivno (prirodno) noćno hlađenje u letnjem periodu;
- 6) Optimizacija strukture zgrade:
 - prema potrebama i nameni zgrade koristiti termičku masu za ostvarivanje toplotnog komfora u zimskom i letnjem periodu; termička masa treba da povećava termičku inerciju objekta, osim za objekte sa kratkotrajnim korišćenjem;
 - primeniti visok kvalitet toplotne izolacije celokupnog termičkog omotača;
 - izbegavati toplotne mostove;
 - odabirom vrste materijala i bojom materijala minimizirati pojavu toplotnih ostrva;
- 7) Korišćenje pasivnih i aktivnih sistema u zavisnosti od tipa zgrade, strukturu i omotač koncipirati tako da se maksimalno koriste pasivni i aktivni solarni sistemi i obezbedi zaštita od pregrevanja;
- 8) Korišćenje voda - izvršiti analizu mogućnosti korišćenja padavina, podzemne i otpadne vode za potrebe zalivanja, spoljnih pranja i dr., kao i za grejanje i hlađenje zgrade; tehničke prostorije (rezervoar i pumpno postrojenje) koje se koriste u gore navedene svrhe, ukoliko su ukopane, ne uračunavaju se u indeks zauzetosti parcele.¹⁹²

Navedeni parametri predstavljaju predložene mere kojima se ostvaruje energetska efikasnost zgrade još u inicijalnim, početnim fazama projektovanja, zbog čega su od velikog značaja za deo disertacije koji se bavi definisanjem kriterijuma za ispitivanje i valorizaciju bioklimatske arhitekture tradicionalnih vojvođanskih kuća, kao predmeta istraživanja.

U poglavlju 4.2. Pravilnika određeni su parametri za postizanje energetske efikasnosti postojećih zgrada gde se, između ostalog, navodi da je u tom slučaju potrebno voditi računa o očuvanju funkcionalne i oblikovne celovitosti postojeće zgrade. Takođe se navodi da je, ukoliko prostorne okolnosti to omogućavaju, dozvoljeno naknadno formiranje staklenika, ako

¹⁹² Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, prilog 4, 2011.

se elaboratom dokaže poboljšanje energetske efikasnosti zgrade.¹⁹³ Obrazloženi uslovi ostvarivanja i poboljšanja energetske efikasnosti postojećih objekata od ključne su važnosti za definisanje mogućnosti i ograničenja obnove i renoviranja postojećih tradicionalnih kuća u Vojvodini, koje su predmet istraživanja doktorske disertacije i na kojima se planira analitička transformacija u cilju poboljšanja energetske efikasnosti.

Prilog 5 Pravilnika precizira arhitektonske i građevinske mere koje je potrebno preduzeti tokom projektovanja, kako bi se obezbedili adekvatni uslovi vazdušnog, toplotnog, svetlosnog i zvučnog komfora okruženja unutar i van zgrade. Između ostalog, ističe se potreba za obezbeđenjem prirodne, unakrsne ventilacije prostorija, korišćenjem termičke mase u svrhu pasivnog grejanja i hlađenja, maksimalnim uvođenjem prirodne, dnevne svetlosti uz minimalno korišćenje veštačkog osvetljenja i adekvatnom zvučnom izolacijom svih građevinskih elemenata. Tek pošto se iscrpe sve arhitektonsko-građevinske mogućnosti za postizanje komfora navedenim metodama, mogu se, po potrebi, uvesti aktivni sistemi za grejanje, hlađenje i ventilaciju.¹⁹⁴

Na osnovu svih navedenih zahteva koji su definisani Pravilnikom možemo zaključiti da veliku ulogu u ostvarivanju energetske efikasnosti zgrada na prvom mestu treba da imaju elementi pasivnih metoda i sistema, koje treba maksimalno iskoristiti kako bi se u što manjoj meri koristili aktivni sistemi i uređaji za postizanje istog.

6.3. AKTIVNE I PASIVNE MERE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Smanjenje potrebne i utrošene energije unutar objekata sprovodi se aktivnim i pasivnim merama. Kao i u drugim granama i disciplinama, tako i u arhitekturi, energetska efikasnost se može posmatrati i primeniti na dva osnovna načina: ugrađivanjem aktivnih sistema, tehnologija i mehanizama ili primenom određenih pasivnih mera, što u ovom slučaju, podrazumeva specifičan način projektovanja i oblikovanja objekata. Održiva i ekološki razumna arhitektura treba da predstavlja racionalnu i adekvatnu kombinaciju oba spomenuta metoda-koncepta, a energetska efikasna zgrada je ona u kojoj se na optimalan način kombinuju pasivne solarne dizajn strategije, energetska oprema i obnovljivi izvori energije.

Dobitnik Pitzkerove nagrade za arhitekturu, portugalski arhitekta Eduardo Souto de Moura je istakao da „Ne postoji ekološka arhitektura, nema inteligentne arhitekture i nema održive arhitekture – postoji samo dobra arhitektura“. Ovim je naglasio da ekološki prihvatljiva arhitektura koja je u skladu sa svojim okruženjem, poštuje prirodne procese i implementuje ih u svoju strukturu nije izuzetna već bi je trebalo posmatrati kao uobičajenu, normalnu i podrazumevanu.

Aktivni sistemi koji se ugrađuju u objekat radi proizvodnje energije iz obnovljivih izvora, zahtevaju dodatne materijale, energiju i instalaciju posebnih uređaja, za razliku od pasivnih mera i mehanizama koji predstavljaju arhitektonski odgovor projektanta na postojeće prirodne uslove u okruženju i aktiviraju se prirodnim putem. Aktivni sistemi mogu da se „postave“ na

¹⁹³ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, prilog 4.2., 2011.

¹⁹⁴ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, prilog 5., 2011.

svaku kuću, dok pasivni sistem predstavlja sama kuća, odnosno njen dizajn koji proizilazi i u velikoj meri zavisi od uticaja okruženja i klimatskih uslova lokacije.

Pasivne mere energetske efikasnosti podrazumevaju sam način projektovanja i oblikovanja arhitektonskih elemenata zgrade u svrhu poboljšanja njene energetske efikasnosti, odnosno smanjenja potrebne količine energije za grejanje, hlađenje i toplu vodu u objektu. Energetski tokovi u pasivnim solarnim sistemima su prirodni i održavaju se zračenjem, provođenjem i strujanjem energije sa minimalnim ili nikakvim mehaničkim sredstvima. Potencijali štednje energije u objektima ne bi trebalo da se osiguraju na prvom mestu uvođenjem određenih tehnologija i uređaja za njenu proizvodnju, nego bi prvenstveno trebalo da se oslone na tačno i ispravno projektovanje. Ovo se odnosi na ponovno uključenje prirodnih, obnovljivih resursa, koje nudi prirodno okruženje i spoljašnji prostor, u koncept građenja. „Zgrade treba da budu koncipirane na taj način da i na osnovu svoje forme i položaja, kao i na osnovu svoje strukture doprinose uštedama energije“.¹⁹⁵

Iz ovih razloga, pri projektovanju i oblikovanju arhitektonskih objekata treba prvo iscrpeti sve moguće pogodnosti pasivnih mera koje doprinose energetskej efikasnosti i započeti od njih, pa tek nakon toga razmatrati mogućnosti primene energetski pažljivo osmišljenih aktivnih mera. Klaus Danijels, nemački mašinski inženjer, koji je svoje znanje proširio izučavajući različite stručne oblasti i saradujući, između ostalog, i sa najpoznatijim savremenim arhitektama, u svojoj knjizi „Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere“, definisao je neke od smernica za pravilno planiranje i građenje u cilju uštede energije. U svojim razmatranjima i istraživanjima o pasivnoj arhitekturi tvrdi da štednja energije i zaštita okoline ne počinje tek onda kada je neka građevina već isplanirana, već ovaj integralni koncept započinje u toku samog planiranja:

- 1) prirodnog dovođenja vazduha i ventilacije gradskog prostora;
- 2) stvaranjem zelenih površina i vodenih područja za hlađenje isparenja;
- 3) sa stvaranjem vanjskih prostora koji su leti zaklonjeni od sunca;
- 4) sa izgradnjom građevina sa međuprostorima za korišćenje pasivne sunčeve energije zimi;
- 5) sa stvaranjem spoljašnjih prostora za korišćenje zemljine toplote i kišnice i dr.¹⁹⁶

Klaus Danijels zaključuje da planiranjem i građenjem zgrada po ovim principima, za razliku od konvencionalne gradnje, zbog ispravne građevinske koncepcije, može da se uštedi i do 50% ukupne potrebne toplotne energije.¹⁹⁷

Adekvatna i optimalna energetska efikasnost zgrade ostvaruje se pravilnim formulisanjem četiri osnovna aspekta.¹⁹⁸ Prvi aspekt, kome se daje prioritet podrazumeva tehnike pasivnog dizajna. Naime, pre same gradnje, još prilikom projektovanja, neophodno je razmotriti sve

¹⁹⁵ Klaus, D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, Primeri i ideje*, JASEN, 2010.

¹⁹⁶ Klaus, D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, Primeri i ideje*, JASEN, 2010.

¹⁹⁷ Klaus, D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, Primeri i ideje*, JASEN, 2010.

¹⁹⁸ Kaushik, G., Chel, A.: *Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building*, Alexandria Engineering Journal, 2017.

moгуćnosti adaptacije solarne pasivne gradnje kako bi se u najvećoj mogućoj meri obezbedilo prirodno osvetljenje i ventilacija, kao i pasivno grejanje unutar objekta. Drugi aspekt, koji je u srodnoj vezi sa prethodnim, odnosi se na upotrebu održivih, niskoenergetskih građevinskih materijala u procesu izgradnje. Vrlo često se u mnogim podnebljima ova dva aspekta mogu u potpunosti zadovoljiti oslanjanjem na tradicionalne oblike arhitektonskih obrazaca, budući da su ljudi u prošlosti bili skloni upotrebi prirodnih materijala koje su pronalazili u svom neposrednom okruženju. Iz tog razloga je neophodno preispitati i analizirati tradicionalnu arhitekturu kako bi se utvrdilo koji njeni elementi mogu biti uspešno primenjivani u dizajnu savremenih rešenja. Treći aspekt se odnosi na proces same upotrebe objekta gde je potrebno ugrađivanje energetski efikasne opreme koja se koristi u domaćinstvu radi uštede operativne energije. Četvrti, poslednji, ali jednako važan aspekt, podrazumeva integraciju tehnologija obnovljivih izvora energije za različite energetske potrebe objekta: dobijanje tople vode, solarnih fotonaponskih sistema za dobijanje energije i dr.

7. BIOKLIMATSKA ARHITEKTURA

Za razliku od aktivnih sistema energetske efikasne gradnje, bioklimatska arhitektura nije inovativni fenomen koji se u današnje vreme pojavio kao odgovor na aktuelne probleme i posledice neodržive gradnje. Ona datira još iz davnih prošlih vremena, kada je sam način gradnje podrazumevao postizanje termičkog, akustičnog i drugih vrsta komfora i arhitekturu koja je prilagođena prirodnim uslovima. Bioklimatski način projektovanja obezbeđuje prilagođavanje postojećim uslovima prirodnog lokalnog okruženja: klimi, reljefu i dr. Tradicionalna arhitektura mnogih civilizacija odlikuje se upravo bioklimatskim karakteristikama i prilagođavanjem i usklađenosti postojećim uslovima životne sredine. Narodne kulture su oduvek nastojale da lociraju kuće na mestima u prirodnom okruženju gde mogu maksimalno iskoristiti pogodnosti klimatskih uslova i što više integrisati svoje tradicionalne konstrukcije sa prirodom. Sa druge strane, industrijska revolucija početkom 20. veka obeležila je promene koje su narušile ovu ravnotežu i pokrenula proces odvajanja arhitekture i građene sredine od njenog prirodnog okruženja. Procesi industrijalizacije i urbanizacije u velikoj su meri inicirali pojavu depopulacije i devastacije seoskih područja i prenaseljavanja gradova. Ubrzani prosperitet ovih procesa dovodio je do sve većeg nesklada između objekata i okoline, što je za posledicu imalo totalnu izolovanost arhitekture od njenog mesta i klime. Jasan primer ove pojave su neboderi, građeni do pre trideset godina na Menhetnu, koji su svojim zatvorenim fasadama prema spoljnom svetu u potpunosti bili odvojeni i nezavisni od uticaja okoline. Fasade nisu morale uzeti u obzir spoljašnje uslove vetra, smoga, spoljne temperature i vlažnosti. Struktura ovakvih građevina zahteva utrošak dodatne energije za ugradnju specijalnih uređaja kako bi se obezbedili povoljni uslovi klimatizacije, grejanja i hlađenja, za komforan boravak ljudi u njima. Pojavom energetske krize 1973. godine, usledila je svest o potrebama uvođenja jednostavnih arhitektonskih rešenja koja primenjuju pasivne projektanske mere radi povećanja energetske efikasnosti objekata i uštede u potrošnji energije za njihovo funkcionisanje. Neke od promena koje se iz tih razloga uvode u projektovanju ovakvih objekata su:

- otvaraju se fasade za prirodno provetravanje
- umeću se klimatski međuprostori (hale i atrijumi)
- poboljšava zaštita od toplote i sunca
- koriste se akumulirajući masivi (zidovi i podovi)
- umeću uređaji za dobijanje električne energije¹⁹⁹

Istovremeno se ispoljava potreba za osveščivanjem i podizanjem svesti o prednostima održive i efikasne gradnje, potreba za učenjem iz prošlosti i vraćanjem nekim davno zaboravljenim principima.

„ Tradicionalna (narodna) arhitektura je nastajala iz težnje ka što boljem prilagođavanju mestu na kojem će, primenom lokalno dostupnih materijala i tradicionalnih tehnika građenja, biti sagrađen dom. Tradicionalne kuće dišu sa vetrovima i godišnjim dobima, adaptiraju se tlu iz kojeg su iznikle i potvrđuju da arhitektura ima smisla samo u kontekstu svog okruženja.“²⁰⁰

¹⁹⁹ Klaus, D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, Primeri i ideje*, JASEN, 2010.

²⁰⁰ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

Vernakularna arhitektura ima različita tumačenja i vrlo često se poistovećuje sa bioklimatskom. Međutim, važno je napomenuti da postoje značajne razlike između ova dva pojma. Vernakularna arhitektura u najširem smislu predstavlja princip arhitektonskog oblikovanja koji karakterišu metode građenja lokalno raspoloživim materijalima i nestručni graditelji koji se vode tradicionalnim iskustvom i tehnikama građenja koje se prenose sa generacije na generaciju. Iz tog razloga neki autori je nazivaju *arhitekturom bezimenog graditelja, arhitektura bez arhitekata* ili *arhitektura bez pedigreea*.²⁰¹ Ona dakle proizilazi iz kulture i tradicije određene zajednice i podneblja zbog čega se različiti oblici tradicionalne arhitekture, pa tako i vojvođanske, mogu smatrati vernakularnom. Osim toga, vernakularna arhitektura, kao i bioklimatska, se bazira na konceptu usklađenosti sa lokalnim prirodnim uslovima i klimom, odnosno filozofijom da ovi parametri treba da budu početna tačka pri projektovanju, čime se postavljaju temelji za stvaranje energetski efikasne i racionalne arhitekture koji su u skladu sa današnjim, savremenim zahtevima.

7.1. ISTORIJAT

7.1.1. Tradicionalna bioklimatska-solarna arhitektura

GRCI I RIMLJANI

GRČKA

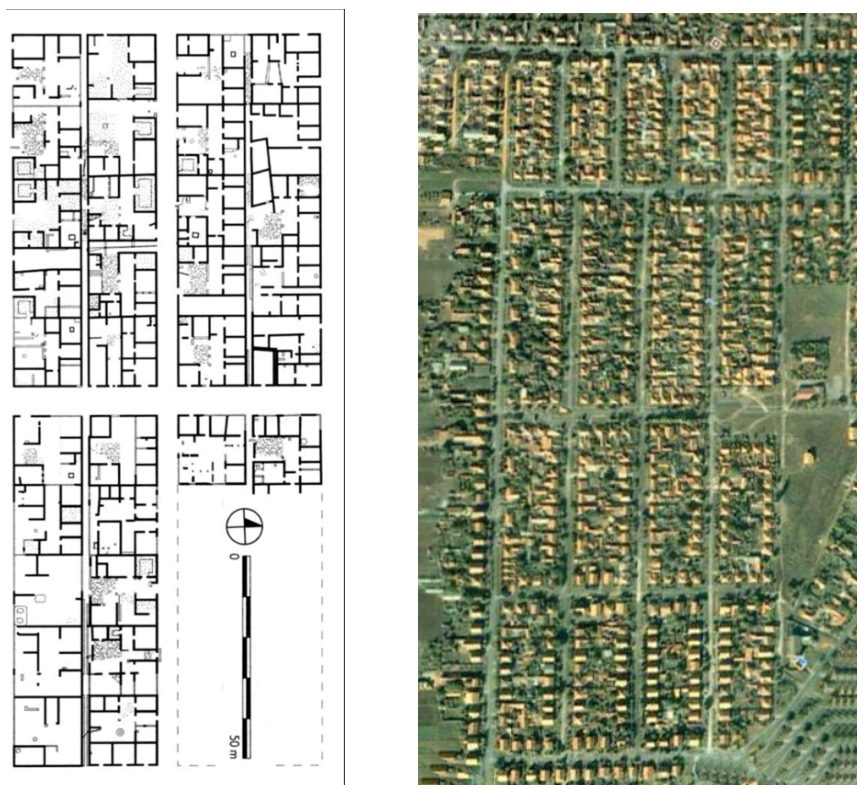
Početak razvoja solarne arhitekture vezuje se za Grke koji su još u V veku pre nove ere, kada su bili suočeni sa ozbiljnom nestašicom sredstava za ogrev, naučili da grade kuće tako da optimalno koriste sunce tokom umereno hladnih zima, kao i da izbegnu sunčevo pregrevanje tokom izrazito toplih leta. Arheološka iskopavanja i istraživanja pokazuju da su mnogi klasični grčki gradovi već tada koristili pasivne principe solarne i održive gradnje prilikom planiranja. Kao što se vidi na primeru naknadno izgrađenog dela (North Hill) jednog od vodećih antičkih gradova severne Grčke tokom helenističkog perioda, Olynthus-a, morfološka struktura obezbeđuje orijentaciju svake kuće prema južnoj strani. Ulice ovog grada postavljene su normalno jedna na drugu u pravcima sever-jug i istok-zapad. Kuće su bile građene tako da je svim stanovnicima bilo omogućeno korišćenje sunčeve energije za zagrevanje tokom zimskih meseci, što im je obezbedilo uštedu u klasičnom ogrevu i novcu. Oribasius, drevni medicinski lekar tog vremena, tvrdio je da su južno orijentisana mesta zdrava područja zbog izloženosti Suncu. Takođe je smatrao da su prostori okrenuti ka severu najmanje pogodni i zdravi za boravak zato što „ne primaju dovoljno sunčeve svetlosti, a i kada sunce dopre do njih, svetlost pada pod kosim uglom bez mnogo vitalnosti“.²⁰² Ortogonalnu šemu ulica Olynthus-a Aristotel je nazvao „modernom“ jer zahvaljujući njoj kuće su bile raspoređene tako da su maksimalno mogle koristiti prednosti sunčeve energije. Ovakva morfološka struktura i ortogonalni ulični sistem naselja prepoznaje se kod vojvođanskih sela, nastalim u vreme terezijanskog planiranja

²⁰¹ Rudolfsky, B.: *Architecture Without Architects: A short story to Non-Pedigreed Architecture*, Albuquerque: University of New Mexico Press, 1987.

²⁰² Perlin J., Butti K.: *A golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology*, Chesire Books, London, 1980.

prostora. Iz toga zaključujemo o postojanju mogućnosti da su gradovi antičke Grčke bili uzor njihovog formiranja. Sličnosti se ogledaju i u rasporedu i linearnoj poziciji kuća, uniformnosti njihovog oblika i postojanju trema, karakteristikama koje doprinose solarnoj i energetski efikasnoj arhitekturi (slika 59).

Solarna arhitektura antičkih Grka bazirala se na promenama u poziciji Sunca tokom različitih sezona. Znali su da zimi sunce putuje u niskom luku preko južne strane neba, dok je luk letnje putanje sunca na mnogo većoj visini (slika 60). Prema tome, kuće su gradili tako da je zimskom suncu bio omogućen nesmetan prolaz u unutrašnje prostorije kroz južno-orijentisani pokriveni trem. Budući da u tadašnje vreme Grci nisu koristili staklo u izgradnji, niti su zastakljivali otvore na fasadama, prostorije su u potpunosti bile zaklonjene prema severnoj strani, ko što je Aristotel beležio: „Radi zaštite od hladnih zimskih vetrova“.²⁰³ U letnjem periodu, viseće strehe i krovovi su zaklanjali prostorije od visokog sunca tokom celog dana. Kao što je citirao Ksenofon, Sokrat, grčki filozof je tadašnje grčke kuće opisivao na sledeći način: „U kućama koje su orijentisane ka jugu, sunce prodire kroz trem zimi, dok leti sunce putuje visoko iznad krovova tako da stvara senku“.²⁰⁴ Ovi jednostavni principi dizajna i oblikovanja kuća predstavljaju osnove solarne arhitekture u antičkoj Grčkoj.



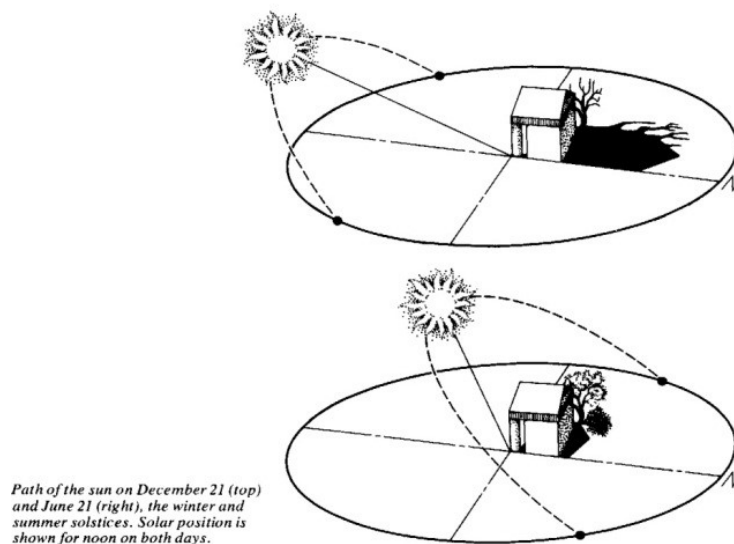
Slika 59: Morfološka struktura grčkog grada Olythus (North Hill)²⁰⁵ (levo) i vojvodanskog sela Aleksandrovo (desno)²⁰⁶

²⁰³ Perlin J., Butti K.: *A golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology*, Chesire Books, London, 1980.

²⁰⁴ Perlin J., Butti K.: *A golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology*, Chesire Books, London, 1980.

²⁰⁵ Izvor ilustracije: Perlin J., Butti K.: *A golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology*, Chesire Books, London, 1980.

²⁰⁶ Internet izvor ilustracije: <https://www.google.rs/maps/place/Александрово>



Slika 60: Putanja Sunca 21. decembra (gore) i 21. juna (dole), zimskog i letnjeg solsticija; Oba slučaja pokazuju poziciju Sunca u podne²⁰⁷

SOKRATOVA KUĆA

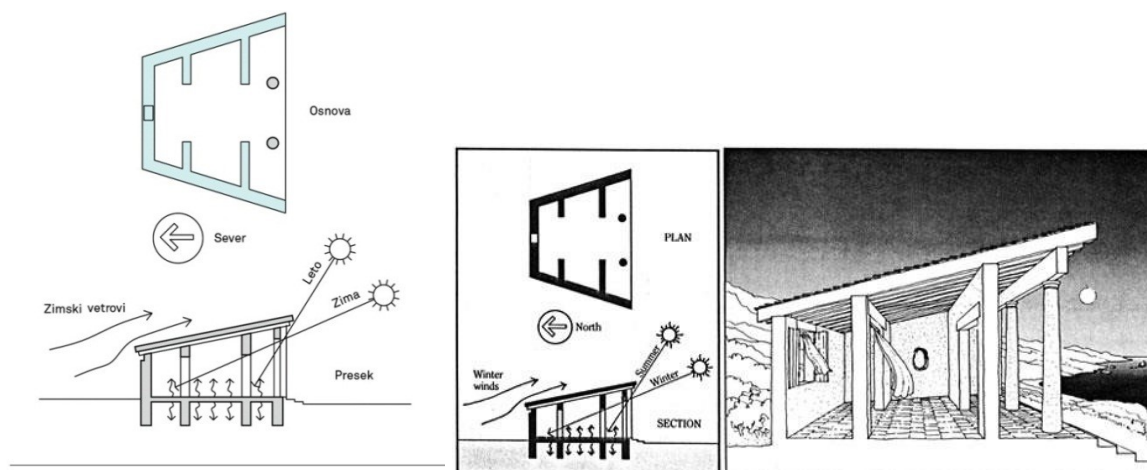
Pre skoro 2500 godina, u IV veku pre nove ere, grčki filozof Sokrat bavio se pitanjima niskoenergetskog projektovanja, odnosno međuzavisnosti klimatskih uslova i arhitektonskog oblikovanja. U vreme kada su se kuće gradile bez arhitekata, Sokrat je u svojim tadašnjim proučavanjima ispitivao uticaj kretanja sunca na položaj, konstrukciju i formu kuće čime je nastojao postići zadovoljavajući toplotni komfor unutrašnjeg prostora:

„Nije li prijatno imati leti hladnu, a zimi toplu kuću? Južnu stranu kuće treba podizati više, da se odbije zimsko sunce, a severnu niže, da ne udaraju studeni vetrovi.“²⁰⁸

Malo je poznato da se pojam i osnovni princip projektovanja modela pasivne, solarne kuće u stručnoj literaturi definiše kao „Sokratova kuća“. Trapezasti oblik osnove Sokratove kuće, dužom stranicom okrenutom ka jugu, smatra se povoljnim i kompaktnim oblikom u pasivnoj solarnoj arhitekturi koji doprinosi smanjenju potrošnje energije. Na taj način se postižu veći sunčevi dobici sa južne strane zimi i manji toplotni gubici na severno orijentisanoj kraćoj strani trapeza. Padom krova prema severu objekat se „brani“ od hladnih zimskih vetrova i na taj način se smanjuje njihov uticaj na unutrašnji komfor. Takođe, severni zid je masivne konstrukcije kako bi se objekat dodatno izolovao i zaštitio. Na južnoj strani kuće projektovan je trem koji svojim položajem i konstrukcijom blokira visoko letnje sunce, a istovremeno propušta niske zimske sunčeve zrake u unutrašnje prostorije (slika 61).

²⁰⁷ Izvor ilustracije: Perlin J., Butti K.: *A golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology*, Chesire Books, London, 1980.

²⁰⁸ Sokrat, grčki filozof, 4. vek pre nove ere



Slika 61: Sokratova kuća²⁰⁹

Sokratov način oblikovanja objekta dokazuje da se samom formom i dizajnom zgrade može postići maksimalan toplotni unutrašnji komfor. Ovaj koncept projektovanja često se vezuje za kuće na Lepenskom Viru, koje su zapravo prethodile Sokratovoj kući, budući da su građene vekovima ranije, 7000 godina pre nove ere.

RIM

Rimljani su o solarnim i održivim tehnikama građenja učili iz tekstova i zapisnika Vitruvija, istaknutog rimskog arhitekta u prvom veku pre nove ere. Kao student grčke arhitekture i sam je učio i slušao savete Sokrata i Aristotela, ali je u istraživanju o solarnoj arhitekturi otišao dalje i prevazišao svoje grčke mentore. Izučavao je aspekte niskoenergetskog građenja u određenim klimatskim zonama i definisao optimalan raspored prostorija unutar objekta za postizanje veće komforosti i udobnosti. S obzirom na to da u Rimu vlada umerena klima, sugerisao je orijentaciju prostorija za boravak tokom zime ka strani sveta na kojoj zalazi sunce jer se tako one zagrevaju u večernjim satima. Sa druge strane, prostorije u kojima se boravi leti, po Vitruviju, treba da imaju severnu orijentaciju jer se tako sprečava njihovo pregrevanje.

„Moramo uzeti u obzir mesta i klimu u kojima se grade kuće ako želimo da one budu ispravno dizajnirane. Određeni tip objekta je pogodan za Egipat, drugi za Španiju..jedan potpuno drugačiji za Rim, i tako dalje za različita mesta i zemlje sa individualnim karakteristikama. To je zato što se jedan deo Zemlje nalazi direktno ispod putanje sunčevog kretanja, a drugi daleko od nje, dok se treći nalazi negde u međuzoni....Očigledno je da dizajn objekta treba da se prilagodi različitostima u klimatskim uslovima.“²¹⁰

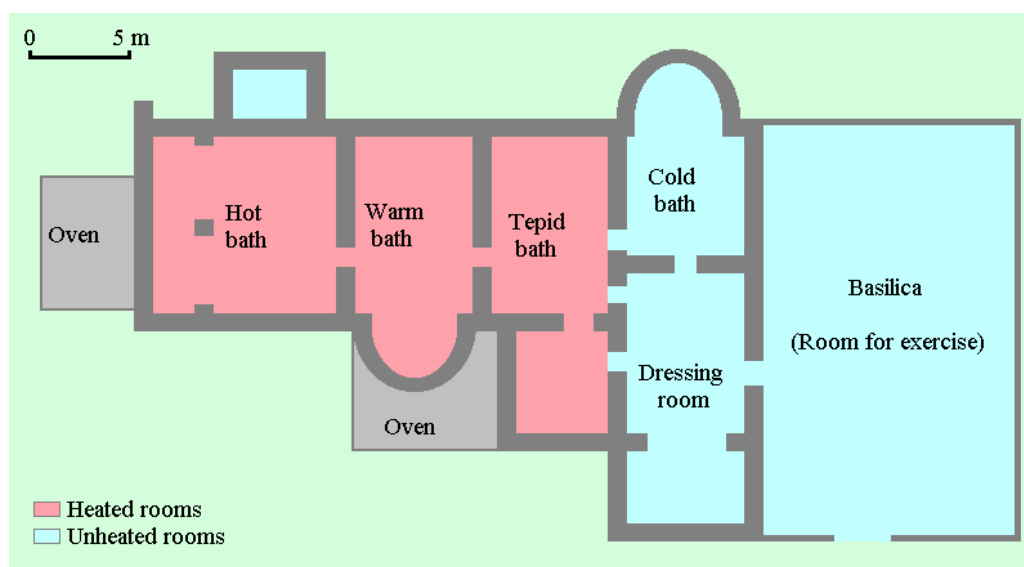
Antička rimska kuća imala je nekoliko karakteristika solarne i ekološki ispravne arhitekture. Građena je sa atrijumom koji je obezbeđivao potrebnu količinu prirodnog svetla i svežeg vazduha, a u kome se često nalazilo i zelenilo ili neka vodena površina što je još više doprinelo

²⁰⁹ Internet izvor ilustracije: <https://www.ekokucamagazin.com/arhitektura/odrziva-arhitektura-energetska-efiksnost#>

²¹⁰ Vitruvije, rimski arhitekta, I vek p.n.e.; Perlin J., Butti K.: *A golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology*, Chesire Books, London, 1980.

unutrašnjoj komfornosti, regulaciji temperature i vlažnosti vazduha. Mnoge stare rimske kuće imale su integrisane sisteme za zahvatanje kišnice, pasivnog grejanja i rashlađivanja.

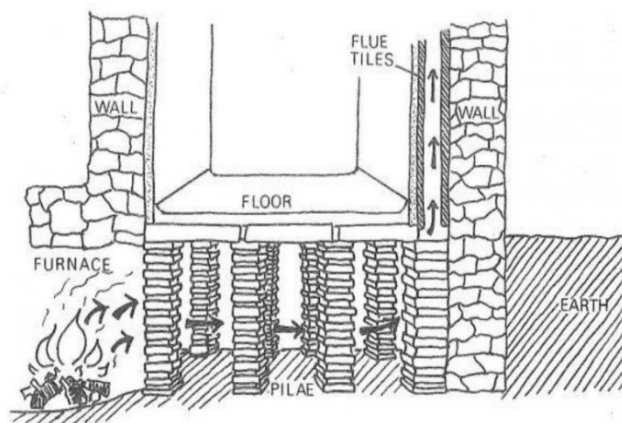
Osim stambenih objekata, Rimljani su bili poznati i po revolucionarnim izumima u graditeljstvu, od kojih su se neki zadržali i do danas, a čija je namena bila omogućiti pogodnije uslove za život svom narodu. Patentirali su akvadukte, kao specifičan sistem vodosnabdevanja, napravljen od veštačkih kanala koji su služili za prenos vode. Gradili su javna kupatila, terme, u koje je topla voda dovođena pomoću sistema akvadukta. Upravo u ovim termama se najbolje ogleda primena Vitruvijevog izučavanja optimalnog rasporeda prostorija za postizanje unutrašnjeg komfora, koji su Rimljani nasledili i primenjivali na svojim objektima. Raspored prostorija u njima bio je u funkciji uštede energije i manjih gubitaka toplote. Najtoplije prostorije su smeštene u sredini i dužim zidovima su spojene sa okolnim, hladnijim, prostorijama kako bi im odavale toplotu i zagrevale ih. Spoljašnji zidovi su bili što kraći kako bi se postigli što manji toplotni gubici, budući da na njih deluju spoljašnji temperaturni uslovi i vetrovi (slika 62). Ovakav smisljeni način projektovanja i raspoređivanja prostorija se koristi i danas u pasivnoj arhitekturi i definiše se i označava terminima toplotne hijerarhije prostora, odnosno temperaturnog zoniranja. Rimske terme su koristile još jedan izum Rimljana koji doprinosi pasivnoj solarnoj izgradnji, hipokaust²¹¹, uređaj koji koristi vreo vazduh za zagrevanje prostorija i nalazi se ispod poda. Može se smatrati prvim oblikom današnje tehnologije podnog grejanja. Hipokaust radi na principu grejanja prostorija pomoću strujanja toplog vazduha u slobodnom prostoru između stubova od opeke koji su postavljeni na dubini od jednog metra ispod poda. Vazduh se zagreva u ložištu (praefurnium) koji se nalazi pored a kao gorivo se koristilo drvo ili drveni ugalj. Topao vazduh se odavde odvodio i kretao i kroz kanale u zidu što je omogućilo da se i zidovi delimično zagrevaju. Stubovi od opeke se ponašaju kao akumulatori toplote pa su odavali toplotu i zagrevali prostorije i kada je vatra u ložištu bila ugašena (slika 63). Hipokaust je bio osnovni izvor toplote u rimskim termama.



Slika 62: Temperaturno zoniranje u rimskim termama²¹²

²¹¹ Hipokaust (lat. *Hypocaustum*) – uređaj za grejanje prostorija ispod poda uz pomoć vreloga vazduha, upotrebljavan u antičkom Rimu.

²¹² Internet izvor ilustracije : <https://www.thinglink.com>



Slika 63: Prikaz sistema hipokausta²¹³

LEPENSKI VIR

Primer arhitekture koja se potpuno uklapa u prirodno okruženje na našim prostorima su kuće na Lepenskom Viru, praistorijskom nalazištu terasastog naselja, čija se starost procenjuje na otprilike 7-7500 godina. Nalazište je otkriveno šezdesetih godina 20. veka a smešteno je na desnoj strani obale reke Dunav u Đerdapskoj klisuri. Smatra se da je arheolog Dragoslav Srejović najviše doprineo njegovom otkriću i najvernije informacije o kulturi Lepenskog Vira se mogu pronaći u njegovom delu „*Lepenski Vir – nova praistorijska kultura u Podunavlju*“²¹⁴. Iako se samo može pretpostaviti kako su ove kuće izgledale, na osnovu arheoloških ostataka i sačuvanih osnova, pronađenih prilikom iskopavanja, moglo se zaključiti o njihovoj arhitekturi i načinu oblikovanja.

Mere za koje se smatra da su svesno primenjene sa namerom poboljšanja energetske efikasnosti kuća na Lepenskom Viru su:

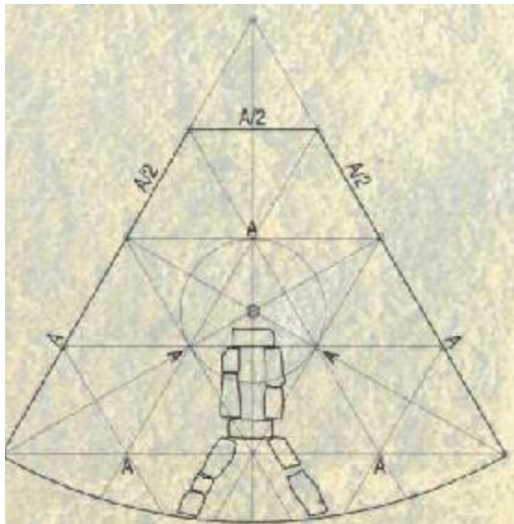
- Kompaktan oblik osnove
- Primenjeni materijali dobijeni iz lokalnog prirodnog okruženja
- Orijehtacija prema suncu i reci
- Ukopavanje zadnje strane kuća
- Ognjište kao dodatni izvor toplotnog grejanja

Osnove kuća su formirane u obliku zarubljenog kružnog isečka ili ispučenog trapeza, ispučenom, većom, stranom okrenute ka reci, odnosno ka Suncu, čime se postiže veća termoizolaciona sposobnost primenjenih materijala za gradnju (slika 64 i 65). Solarna energija je na taj način „sušila“ zidove kuća, budući da se pretpostavlja da su bili izgrađeni od lokalnog materijala koji je pronađen u neposrednoj okolini – pruća, kože, blata ili čak možda i biljaka i bili su pod nagibom. Nagib zidova omogućavao je veći zahvat Sunčevog zračenja i njihovo brže sušenje. Orijehtacija naselja Lepenskog Vira je pretežno istočna zbog konfiguracije terena koja ne dozvoljava južnu orijshtaciju. Tako su kuće najviše izložene Suncu u jutarnjim časovima a u podne primaju samo difuzno sunčevo zračenje. One su orijshtisane u skladu sa kretanjem Sunca po nebeskoj sferi pa se može reći da predstavljaju prvi oblik arhitekture koja

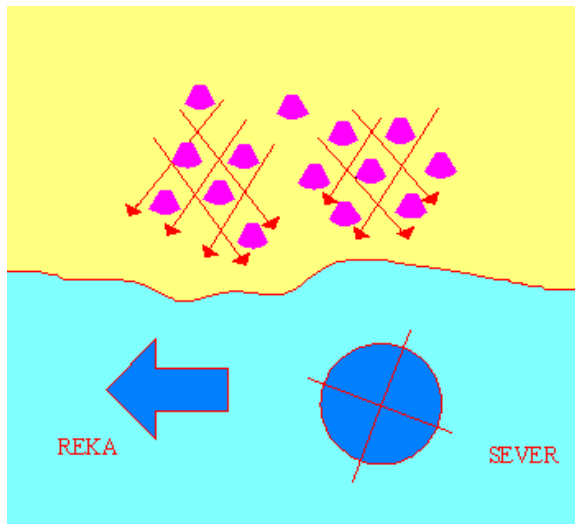
²¹³ Internet izvor ilustracije: zhamiriab.wordpress.com/2014/12/07

²¹⁴ Srejović D.: *Lepenski Vir – nova praistorijska kultura u Podunavlju*, SKZ, Beograd, 1969.

je koristila pasivnu sunčevu energiju. Usled konfiguracije terena i radi zaštite od vetra zadnja strana kuća je bila ukopana. Masivno ognjište, kao dodatni izvor grejanja u kućama, bilo je uklopljeno u pod koji je svojom rumenom bojom imao ulogu prikupljanja i čuvanja toplote i nakon gašenja vatre. Dužina trajanja naselja Lepenskog Vira procenjuje se na čak 2000 godina čime se potvrđuje efikasnost primenjenih mera pasivnog, solarnog i energetski efikasnog projektovanja i oblikovanja na ovim kućama.



Slika 64: Geometrijski oblik osnove



Slika 65: Položaj naselja Lepenski Vir: radijalni plan „ulica“²¹⁵

Još neki od primera tradicionalne bioklimatske arhitekture u svetu su:

- Tradicionalna kineska kuća
- Tradicionalna indonežanska kuća
- Tradicionalna kuća iz Saudijske Arabije
- Tradicionalna arapska kuća
- Tradicionalna švedska kuća

U južnoj Kini oduvek su se gradile pasivne kuće iako se u ranijim vremenima nisu tako nazivale. Ove tradicionalne kuće, koje je prvi otkrio i zabeležio kao takve Bo Adamson, nisu imale potrebu za dodatnim uređajima za grejanje i hlađenje jer se u njima samim arhitektonskim oblikovanjem i konstrukcijom postizala potrebna komfornost unutrašnjeg prostora.

Indonežanske tradicionalne kuće su se gradile od lokalnog dostupnog materijala, bambusa i takođe su koristile prirodne mehanizme za grejanje i hlađenje. One su bile građene na većim parcelama, osiguravajući tako veći slobodan prostor oko kuće što je omogućilo prirodno i nesmetano kretanje vazduha. Kao regulatori temperature i zaštita od sunca u ovim kućama koristili su se tremovi, verande i proširene strehe krovova koje su stvarale senku i štatile zidove od kvašenja.

²¹⁵ Internet izvori ilustracija: <https://nadgradnja.files.wordpress.com/2013/10/trougaona-podela.png>; <http://www.ingkomora.org.rs/materijalpo/download/2015/LepenskiVirEE.pdf>

Kuće u Saudijskoj Arabiji su se gradile sa kulom izdignutom 5-8 m iznad ravnog krova i ona je kao pasivni građevinski element, služila sa prirodno provetravanje i ventilisanje prostorija.

Krov tradicionalne arapske kuće se pokrivaio prirodnim materijalima, kao npr. zemljom. Švedske kuće su bile kompaktnog oblika i forme sa malim prozorima na fasadama što je zajedno omogućilo veće uštede u energiji i manje gubitke toplote.²¹⁶

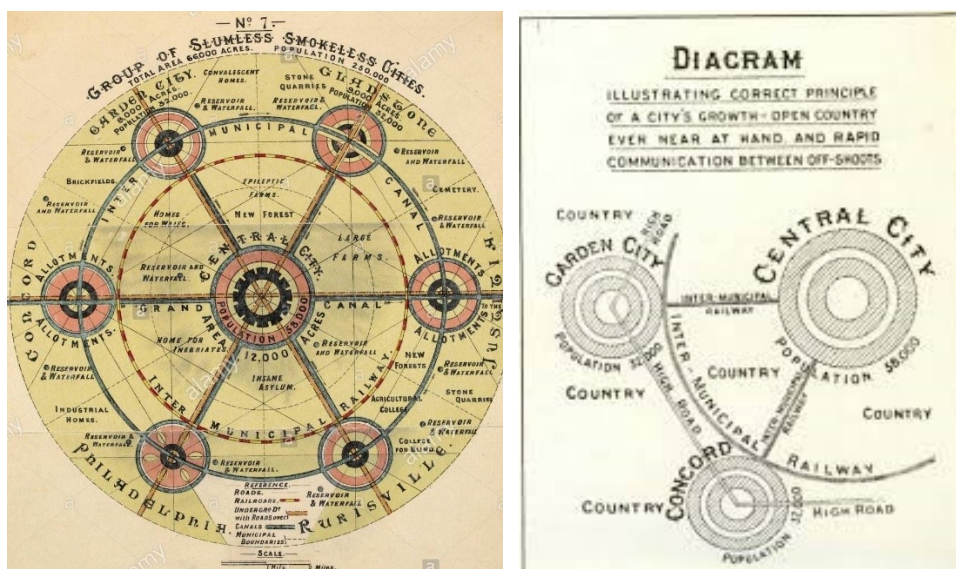
7.1.2. Savremena bioklimatska-solarna arhitektura

Neracionalna potrošnja materijala i konvencionalnih resursa za izgradnju u prvoj polovini 20. veka dovela je do podizanja svesti o prednostima održive, energetske efikasne arhitekture i izazvala težnju za vraćanjem ovim starim principima koji obezbeđuju usklađenost građene sredine sa prirodnim okruženjem. Savremena bioklimatska, solarna arhitektura bazira se na uverenjima nekih od najistaknutijih arhitekata toga vremena, koji su zastupali stavove i ideje o organskoj i pasivnoj izgradnji i delovali na tom polju.

VRTNI GRAD EBENEZERA HOWARDA

Prva ideja o konceptu “vrtnog grada”, kao pokušaja rešenja problema prouzrokovanih urbanizacijom i depopulacijom sela, pojavila se još u 19. veku, zahvaljujući Ebenezeru Howardu, jednom od prvih urbanista modernog doba koji se bavio problemima napuštanja sela i pitanjima zdrave i održive arhitekture. Njegov projekat Vrtnog grada predstavljao je ideju i koncept za novi tip naselja koje je trebalo da pomiri selo i grad, odnosno objedini prednosti života u selu i gradu i uspostavi njihovu sinergiju. Kao samoodržive manje zajednice-sateliti, koje bi se gradile u poljoprivrednim zonama oko gradova, ovi gradovi budućnosti, kako ih je sam Ebenezer nazivao, bili bi okruženi zelenim pojasevima i u potpunosti usklađeni sa prirodnim okruženjem. Urbanistička organizacija vrtnog grada podrazumeva kružni oblik, gde se u centralnom delu nalazi vrt sa trgov i javnim zgradama okružen parkom i pet prstenastih kružnih avenija. Ceo grad je podeljen na šest stambenih zona koje su odvojene zrakasto postavljenim bulevarima koji se pružaju od centra. Osim stambenog pojasa u gradu su planirane i industrijska i poljoprivredna zona koje su odvojene kružnim avenijama (slika 66). Povezivanjem više vrtnih gradova u jednu celinu, prilagođavajući ih postojećoj konfiguraciji terena, stvorila bi se jedna mreža naselja koja bi bila okružena zelenilom i u skladu sa prirodom.

²¹⁶ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.



Slika 66: Koncept i prostorni raspored Vrtnog grada Ebenezera Howarda²¹⁷

Ebenezer Howard je viziju svog Vrtnog grada prvi put predstavio u knjizi “*Vrtni gradovi sutrašnjice*”²¹⁸, 1898. godine u kojoj je detaljno opisan ovaj utopijski grad u kome bi ljudi živeli u potpunoj harmoniji sa prirodom. To je prethodilo *Pokretu novih gradova* koji je rezultovao realizaciji nekoliko Vrtnih gradova u Velikoj Britaniji početkom 20. veka. Letchworth, građen 1903. godine, je bio prvi od njih koji u potpunosti demonstruje principe građenja koje je Ebenezer ustanovio (slika 67). Kao alternativa industrijskom gradu, Letchworth kombinuje povoljnosti gradskog i seoskog života, predstavljajući jednu vrstu strategije za kreiranje ravnoteže između ova dva tipa naselja.

“*Grad i selo moraju biti ujedinjeni, i iz takve optimistične unije, pojaviće se nova nada, novi život, nova civilizacija*”²¹⁹



Slika 67: Vrtni grad Letchworth²²⁰

²¹⁷ Internet Izvor ilustracija: <https://www.design-is-fine.org/post/83188199833/ebenezer-howard-garden-city-concept-1902>

²¹⁸ Howard E.: *Garden cities of tomorrow*, Swan Sonnenschein & Co., Ltd, Paternoster Square, London, 1902.

²¹⁹ Howard E.: *Garden cities of tomorrow*, Swan Sonnenschein & Co., Ltd, Paternoster Square, London, 1902.

²²⁰ Internet izvor ilustracija: <https://www.citedelaluminium.ca/en/planned-industrial-city/>

Mnoge evropske zemlje su kasnije primenjivale ovaj koncept i njegove varijacije u izgradnji mnogih gradova, gradskih i prigradskih naselja, kao što je na primer predgrađe Helerau u Drezdenu, u Nemačkoj. Koncept je prisutan i može se sagledati i u nekim drugim zemljama širom sveta: Americi, Kanadi, Japanu, Izraelu. Primena ove ideje je bila najintenzivnija u prvih 60 godina dvadesetog veka. Dobro je napomenuti da se u Beogradu takođe pojavljuje koncept Vrtnog grada po čijem uzoru i principima je građeno naselje Profesorske kolonije u opštini Palilula. Građenje Profesorske kolonije započeto je 1926. godine po projektu arhitekta Svetozara Jovanovića. Danas postoje brojna istraživanja koja se bave pitanjima narušenosti Ebenezerovog koncepta Vrtnog grada u ovom delu Beograda.²²¹

Koncept Vrtnog grada je veoma značajan sa aspekta ekologije, održive gradnje i podizanja svesti o ispravnom, ekološkom građenju krajem 20. veka, kada je bilo potrebno odgovoriti na probleme sve intenzivnije industrijalizacije i urbanizacije gradova, što je za posledicu imalo migracije iz ruralnih oblasti i njihovu devastaciju. Vrtni grad je jedan od prvih projekata koji je predstavio ideju o potrebama integracije zelenila u preizgrađena gradska jezgra i prednostima koje pruža sinergija seoskog i gradskog života u jednom novom tipu naselja. Služio je u mnoge svrhe, uključujući očuvanje poljoprivrede i ruralnih zajednica, zaštitu graditeljskog nasleđa i prirode, rekreaciju stanovništva naselja, smanjenje zagađenosti prirodnog okruženja i ekonomski rast.

20. VEK

Le Corbusier je bio jedan od istaknutih arhitekata 20. veka koji je istraživao mogućnosti i načine integracije arhitekture u životnu sredinu. On nije dizajnirao "solarne kuće", kako se one danas definišu, i u svojim projektima nije koristio sunce radi uštede u energiji i poboljšanja energetske efikasnosti svojih objekata. Više se bavio pitanjima koja se tiču zdravlja ljudi i njihovog boravka unutar objekata u zavisnosti od osunčanosti i orijentacije prostorija, o čemu govori prikazani članak 26 iz njegove knjige "*Atinska povelja*" (*The Athens Charter*)²²² (slika 68). Ovu knjigu je Le Corbusier izdao između 1933. i 1941. godine i u njoj je definisao helioterapijske principe sa ciljem njihove veće primene u modernoj arhitekturi i planiranju.

²²¹ Bojanić B.: *Da li je narušen koncept Vrtnog grada – urbanizam i arhitektura u Profesorskoj koloniji*, naučni rad, Arhitektura i Urbanizam magazin, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, br. 36, str. 27-35, 2012.

²²² Le Corbusier: *The Athens Charter*, Grossman Publishers, 1973.

26 A minimum number of hours of exposure to the sun must be determined for each dwelling.

Science, in its studies of solar radiations, has disclosed those that are indispensable to human health and also those that, in certain cases, could be harmful to it. The sun is the master of life. Medicine has shown that tuberculosis establishes itself wherever the sun fails to penetrate; it demands that the individual be returned, as much as possible, to "the conditions of nature." The sun must penetrate every dwelling several hours a day even during the season when sunlight is most scarce. Society will no longer tolerate a situation where entire families are cut off from the sun and thus doomed to declining health. Any housing design in which even a single dwelling is exclusively oriented to the north, or is deprived of the sun because it is cast in shadow, will be harshly condemned. Builders must be required to submit a diagram showing that the sun will penetrate each dwelling for a minimum of two hours on the day of the winter solstice, failing which, the building permit will be denied. To introduce the sun is the new and most imperative duty of the architect.

Slika 68: Članak iz knjige *Atinska povelja*, Le Corbusier²²³

Drugo njegovo delo, "*The Poem of the Right Angle*" (*Le Poeme de l'Angle Droit*)²²⁴, prvi put izdato 1955. godine, sadrži skice i slike sa pratećim stihovima pomoću kojih je prikazao svoja zapažanja o ritmovima kretanja sunca, kako u poetičkom, tako i naučnom arhitektonskom smislu. Na jednoj od slika iz ove knjige, Le Corbusier nastoji prikazati zavisnost arhitektonskog oblikovanja zgrade od putanje i kretanja sunca, dok u stihovima koji se na nju odnose to i objašnjava (slika 69).



Slika 69: Slika iz knjige *Poem of the Right Angle*, Le Corbusier²²⁵

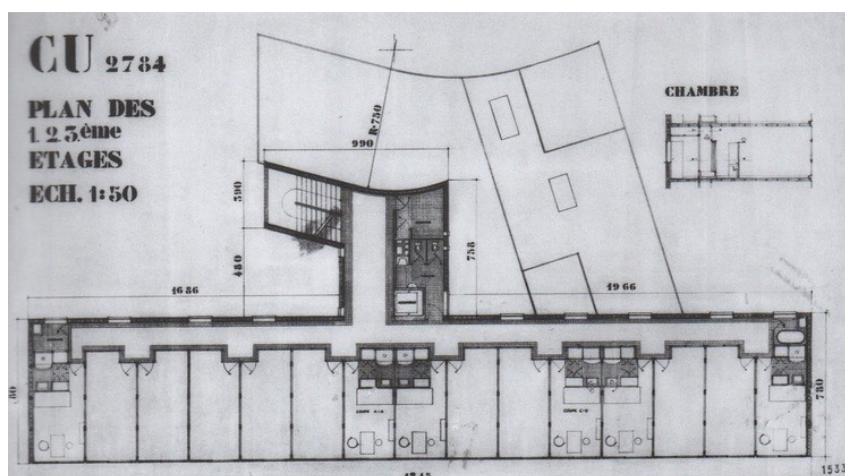
Le Corbusierov projekat koji je najviše fokusiran na solarne aspekte predstavlja njegov Paviljon Swis u Parizu, građen 1930. godine (slika 70). Linearni plan paviljona je dužom osom orijentisan u pravcu istok-zapad, tako da je svaka soba okrenuta ka jugu, obezbeđujući svim stanarima dovoljno sunca tokom zimskih meseci. Unutrašnji hodnik zauzima severnu stranu

²²³ Le Corbusier: *The Athens Charter*, 26. Članak, Grossman Publishers, 1973.

²²⁴ Le Corbusier: *Poem of the Right Angle (Le Poeme De L'Angle Droit)*, Hatje Cantz, 2012.

²²⁵ Le Corbusier: *Poem of the Right Angle (Le Poeme De L'Angle Droit)*, str. 9, Hatje Cantz, 2012.

objekta, a uski istočni i zapadni zidovi su neprozirni. Ovakav dizajn bi se danas shvatio kao odlična praksa za pasivno solarno grejanje, dok Le Corbusier nije imao tu nameru prilikom planiranja objekta.



Slika 70: Plan paviljona Swis u Parizu, Le Corbusier²²⁶

Frank Lloyd Wright, možda je najznačajniji arhitekta 20. veka koji je ostavio trag na polju održive, solarne arhitekture. Bio je dobro upoznat sa značajem, principima i načinima integracije objekta u okolinu. Prvi je promovisao “Organsku arhitekturu” koja predstavlja deo održive arhitekture jer se bavi pitanjima povezivanja i sjedinjavanja ljudskih staništa sa njihovim prirodnim okruženjem, pa tako “zgrada, nameštaj i priroda oko zgrade postaju deo jedinstvene prirodne kompozicije”. U svojoj knjizi “Prirodna kuća” (“*The Natural House*”)²²⁷ pisao je kako kuća treba da bude “*integrirana u mesto, integrirana u okruženje i integrirana u živote svojih stanovnika*”. Svoja istraživanja i stavove o solarnoj i održivoj arhitekturi, Frank Lloyd Wright je primenio na “Kući na vodopadu” (“*Fallingwater house*”) u Pittsburgu, koja predstavlja pravu sinergiju zgrade i njenog okruženja (slika 71). Kuća je građena od prirodnih materijala, stoji direktno na vodopadu, dok se forma ističe ravnim geometrijskim linijama kao kontrast prirodnim amorfim oblicima.



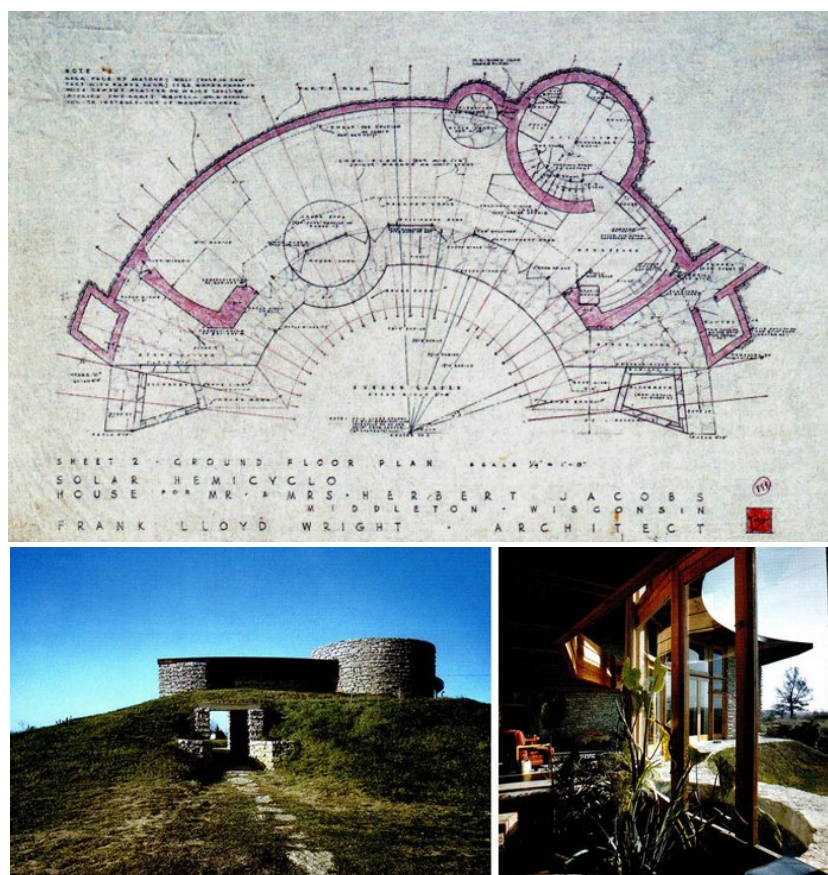
Slika 71: Kuća na vodopadu (*Fallingwater house*)²²⁸

²²⁶ Internet izvor ilustracije: <http://solarhousehistory.com/blog/2013/10/28/le-corbusier-and-the-sun>

²²⁷ Frank L. R.: *The Natural house*, Bramhall House, novembar 1974.

²²⁸ Internet izvor ilustracije: <https://www.wesa.fm/post/flood-topples-statue-iconic-fallingwater-house>

Najbolji primer Wright-ove pasivne solarne arhitekture predstavlja kuća “*Solarnog polukruga*” koju je projektovao za svog kolegu Herberta Jacobsa 1944. godine (slika 72). Kuća se nalazi u Americi, Wisconsinu, u području severne klime, gde je objekat bilo potrebno zaštititi od hladnih naleta severnih vetrova koji se tu javljaju. Wright je ovo postigao potpunim izolovanjem severne strane kuće, nasipanjem zemlje koja je povećala masu severnog zida čime se povećala i njegova termoakumulaciona sposobnost. Zastakljivanje južno orijentisane strane velikim staklenim površinama obezbeđuje maksimalno iskorišćenje Sunčeve energije u svrhu potpuno prirodnog grejanja objekta. Iznad staklenih površina instalirana je nadstrešnica koja sprečava letnje pregrevanje prostorija a istovremeno omogućava iskorišćenje niskog upadnog ugla sunčevih zraka koji tokom zime zagrevaju unutrašnjost kuće.



Slika 72: “Solarni polukrug”, Frank Lloyd Wright, Wisconsin²²⁹

“*Kuća je kao biljka koja se gradi i razvija, a ne betonski stub koji se u zemlju zabije*“, jedan je od brojnih citata Frank Lloyd Wright-a koji možda najbolje ilustruje i razjašnjava njegov stav o važnosti i potrebi integrisanja izgrađenog sa prirodnim okruženjem.

²²⁹ Internet izvor ilustracije: <https://indecu.ru/hr/architect-rayt-projects-projects-of-frank-lloyd-wright.html>

7.2. TEHNIKE PASIVNOG DIZAJNA I BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE

Pasivni dizajn predstavlja najefikasniju i u najvećoj meri održivu tehniku čuvanja energije jer je sama forma objekta u direktnoj vezi sa njenom upotrebom. Do sada su identifikovani i afirmisani mnogobrojni principi pasivnog dizajna od kojih se većina uveliko primenjuje u arhitekturi širom sveta kako bi se postigle ekonomične uštede u energiji. Sa druge strane, neophodno je nastaviti otkrivati i razvijati nove tehnike oblikovanja kako bi se smanjila upotreba aktivnih sistema i prirodnim metodama obezbedila energetska efikasnost objekata. Osim solarnog grejanja, hlađenja, prirodnog osvetljenja i ventilacije, pasivni dizajn pruža mogućnost ostvarivanja i nekih drugih pogodnosti koji doprinose redukovanju potreba za energijom i poboljšanju unutrašnjeg komfora. Jedna od strategija koje se primenjuju, u zavisnosti od klimatskih uslova lokacije, je sakupljanje i otpremanje kišnice za potrebe navodnjavanja i sanitarne vode. Takozvani zastakljeni sunčani prostori, kao i različite varijante trombovog zida, mogu poslužiti kao elementi oblikovanja za sprovođenje pasivnog grejanja u krajevima gde vlada hladnija klima. U toplim i suvim klimatskim zonama primenjuju se modeli pasivnog hlađenja prostorija korišćenjem isparavanja vode, dizajna i teksture krovnih pokrivača, izmenjivača toplotne zemlje i vode, solarnog hlađenja itd.

Pasivni solarni dizajn implicira kombinaciju različitih struktura i sistema oblikovanja zgrade kako bi se obezbedila upotreba energije iz sunca, kao obnovljivog izvora. Pasivna solarna arhitektura je samo deo bioklimatske arhitekture koja predstavlja širi pojam i obuhvata više vrsta tehnika pasivnog dizajna radi ostvarivanja uštede u energiji.²³⁰

Principi pasivnog solarnog dizajna su fleksibilni što ih čini kompatibilnim sa bilo kojim arhitektonskim stilom oblikovanja. Iz tog razloga je moguće, a i preporučljivo, uskladiti ih i primeniti prilikom renovacije i rekonstrukcije već postojećih objekata u kojima se konzumiraju velike količine električne energije i manifestuju znatni energetske gubici. Na ovaj način bi se postavili adekvatni uslovi za ostvarivanje ciljeva koji su postavljeni u Direktivi o energetskim performansama zgrada (EPBD) - formiranje statusa zgrada skoro nulte-energije. Nije neophodno da dizajn pasivnih solarnih sistema bude kompleksan. Dovoljno je da se na efikasan i optimalan način kombinuje integracija različitih elemenata zgrade kako bi se smanjila potreba za mehaničkim grejanjem i hlađenjem, kao i veštačkim osvetljenjem.

Adekvatna implementacija pasivnih solarnih sistema zahteva dobro poznavanje solarne geometrije, tehnologije prozora i drugih elemenata fasade, kao i lokalnih klimatskih uslova. Ponekad je potrebno poznavati i tehnike pejzažnog uređenja i osobina različitih vrsta visokog i niskog rastinja, budući da vegetacija može imati veliku ulogu u funkciji solarnog regulatora objekata u čijem se okruženju nalazi. Sistemi pasivnog solarnog dizajna funkcionišu zahvaljujući prirodnim procesima i tokovima toplotne energije: zračenja, provođenja i prirodne konvekcije. Građevinske površine mogu da reflektuju, apsorbuju ili prenose sunčevo zračenje, u zavisnosti od izbora materijala, elemenata dizajna i položaja zgrade. Funkcionalnim arhitektonskim rešenjima je, između ostalog, moguće i manipulirati kretanjem toplog vazduha

²³⁰ Miloradović, N.: *Arhitektura i urbanizam neolitskog naselja Lepenski vir u svetlu energetske efikasnosti u zgradarstvu*, prezentacioni rad izložen u Inženjerskoj Komori Srbije, Beograd, 18.05.2015

unutar prostorija što doprinosi stvaranju efekata grejanja i hlađenja u objektu. Da bi se obezbedila efikasna upotreba solarne energije kroz pasivne solarne sisteme, postoje određena pravila koja se moraju uzeti u obzir prilikom njihovog postavljanja.

Ovde će biti analizirani neki od najčešće primenjivanih modela pasivnog solarnog grejanja i hlađenja:

Pasivno solarno grejanje

Bez obzira o kom konceptu pasivnog solarnog grejanja se radi, osnovni princip podrazumeva akumuliranje sunčeve toplote posredstvom elemenata zgrade za kasniju upotrebu i njeno oslobađanje u periodu kada Sunca nema, dok je istovremeno omogućeno grejanje prostora kako bi se unutrašnji boravak učinio ugodnim.

Dva osnovna elementa svakog sistema solarnog pasivnog grejanja su:

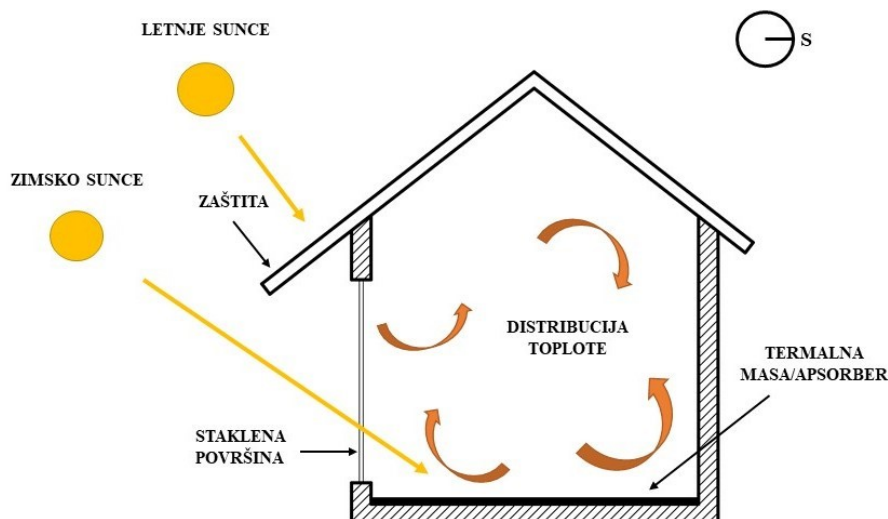
- Staklena površina orijentisana ka jugu za severni region i obrnuto i
- Termalna građevinska masa koja apsorbuje, skladišti i oslobađa toplotu.

Tri osnovna pristupa pasivnom solarnom grejanju podrazumevaju:

- Direktan,
- Indirektan i
- Izolovani dobitak sunčeve energije.²³¹

Direktan dobitak. U sistemu direktnog dobitka sunčeve energije ulogu termalne mase koja apsorbuje, skladišti i oslobađa toplotu preuzimaju funkcionalni delovi zgrade. Na ovaj način sama kuća postaje solarni kolektor, odnosno sistem pasivnog solarnog grejanja. Dizajn sistema zgrade za direktni dobitak sunčevog zračenja zahteva kombinaciju staklene površine orijentisane ka jugu i primenu materijala funkcionalnih elemenata zidova, podova i plafona koji imaju karakteristike apsorbera i toplotnog kolektora. Sistem funkcioniše tako da staklena površina propušta sunčeve zrake i omogućava im direktan prolaz do termalnih masa zidova i podova koji apsorbuju solarno zračenje tokom dana, a noću oslobađaju akumuliranu toplotu u unutrašnje prostorije zagrevajući ih (slika 73). U sistemu direktnog dobitka pasivnog solarnog grejanja iskoristi se 60 do 70% sunčeve energije koja se propusti kroz staklenu površinu.

²³¹ Kaushik, G., Chel, A.: *Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building*, Alexandria Engineering Journal, 2017.



Slika 73: Sistem direktnog dobitka²³²

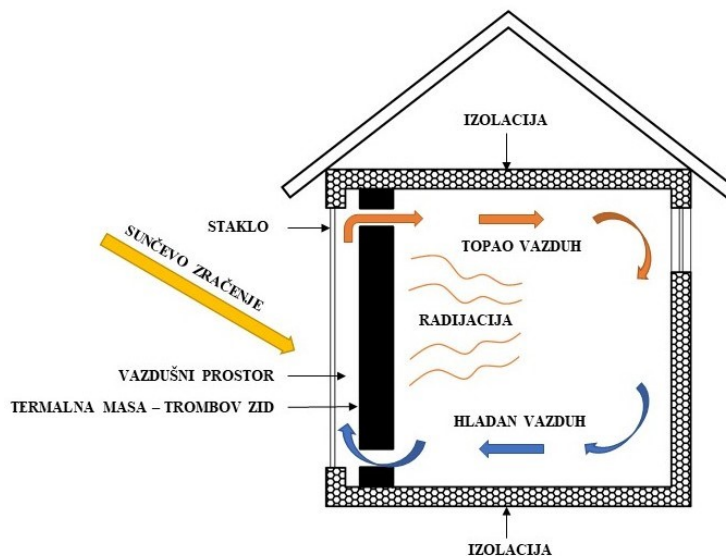
Indirektan dobitak. Sistem indirektnog pasivnog dobitka sunčeve energije za grejanje uključuje dodatni element konstrukcije koji posreduje između sunčevih zraka i unutrašnjeg ambijenta. Taj element zapravo predstavlja termalnu masu koja se u ovom slučaju nalazi između Sunca i samog prostora koji je potrebno zagrejati. Kao i kod sistema direktnog dobitka, termalna masa apsorbira toplotu, a zatim je oslobađa u unutrašnji prostor, odnosno emituje, prenosi i distribuira procesom kondukcije. Implementacijom sistema indirektnog dobitka iskoristi se 30 do 45% sunčeve energije koja dospe do termalne mase. U zavisnosti od forme elementa koji ima ulogu termalne mase, razlikujemo četiri tipa sistema indirektnog pasivnog dobitka:

- Trombov zid
- Vodeni zid
- Staklena veranda i
- Termalni krovni bazen

Trombov ili trombeov zid je element termalne mase najduže upotrebljavanog tipa sistema indirektnog pasivnog solarnog grejanja. Predstavlja patent francuskog inženjera Feliksa Tromba iz 1956. godine i od tada se koristi kao jedan od primarnih segmenata pasivne solarne arhitekture. Trombov zid se ponaša kao termalna masa koja apsorbira i akumulira sunčevo zračenje i toplotu tokom dana, zahvaljujući materijalu od kojeg je napravljen, a to može biti beton, kamen, metal ili opeka. Kod konstrukcije Trombovog zida koristi se fluid, najčešće vazduh, kao posrednik koji provodi i distribuira toplotu u unutrašnje prostorije. Šupljina kojom cirkuliše vazduh se nalazi između termalne mase i spoljašnje staklene površine koja propušta sunčevo zračenje do Trombovog zida. Termalna masa predaje akumuliranu toplotu vazduhu koji je potom emituje u unutrašnjost putem principa termosifona. Tokom noćnog perioda, Trombov zid bi velikim delom emitovao skladištenu toplotu ka spoljašnjem prostoru, budući da je tada temperatura niža napolju nego unutar objekta. Iz tog razloga se staklena površina

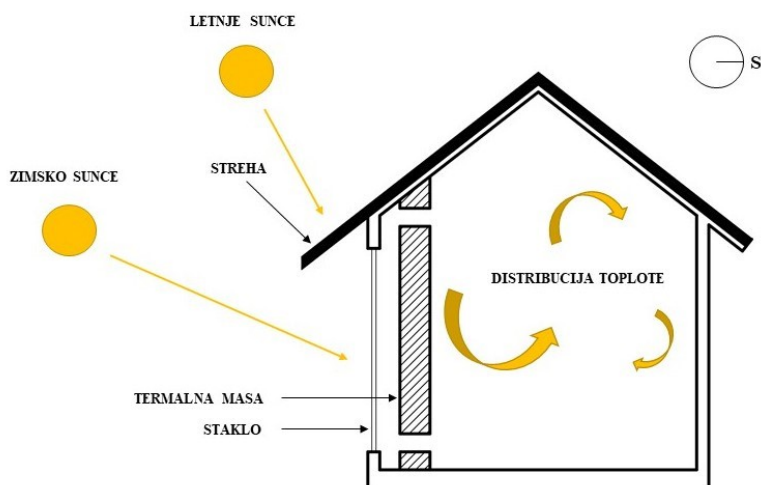
²³² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

mora izolovati, a otvori u zidu kroz koje prolazi vazduh se zatvaraju tako da se toplota predaje unutrašnjem prostoru (slika 74).



Slika 74: Trombov zid sa vazdušnom cirkulacijom²³³

Vodeni zid predstavlja indirektan sistem solarnog pasivnog grejanja kod kog voda ima ulogu fluida koji apsorbuje i prenosi toplotu. Umesto Trombovog zida koristi se transparentni zid, takozvani transvol koji je ispunjen vodom. Tokom dana, voda celom svojom zapreminom apsorbuje sunčevo zračenje i toplotu, a noću je emituje i predaje u unutrašnjost kuće. U oba slučaja, Trombovog i vodenog zida, na fasadu koja je orijentisana ka jugu postavlja se nadstrešnica ili streha koja kontroliše upad sunčevih zraka. Tokom zime, kada je sunce nisko, zraci nesmetano prolaze do staklene površine, dok leti, kada je upadni ugao sunčevih zraka veći, nadstrešnica ima ulogu elementa zasenčenja koji sprečava pregrevavanje unutrašnjih prostorija (slika 75).

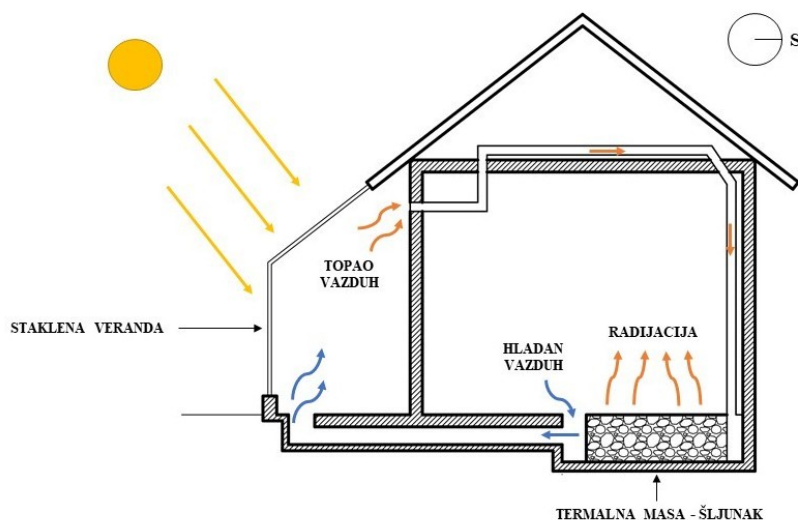


Slika 75: Element zasenčenja kod solarnog pasivnog grejanja²³⁴

²³³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

²³⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Staklena veranda je element indirektnog dobijta sunčeve toplote koji se, namerno ili nenamerno, uspešno koristi godinama unazad. Ozidani i zastakljeni trem tradicionalnih vojvođanskih kuća može se smatrati jednim od vidova ovog tipa pasivnog solarnog grejanja. Kao termalna masa koja apsorbuje sunčevo zračenje kod sistema staklene verande primenjuje se zid ili pod odgovarajućeg materijala. Između ostalog, to može biti i rečni šljunak koji se deponuje ispod poda kuće. U slučaju da se koristi pod kao termalna masa, topao vazduh se iz staklene verande pomoću ventilatora prenosi do njega, koji zračenjem zagreva prostoriju, dok hladan vazduh u toku noći odlazi u staklenu verandu (slika 76).



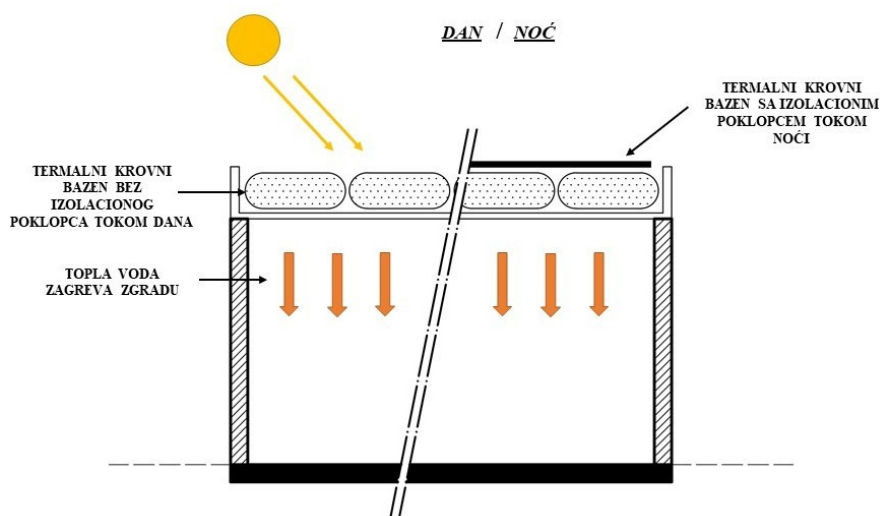
Slika 76: Sistem staklene verande²³⁵

Termalni krovni bazen ili krovno „jezero“ je naziv za tehniku indirektnog solarnog dobijta koju su definisali i prvi put primenili Hay i Yellot u Arizoni.²³⁶ Umesto zida, ovaj sistem upotrebljava krovnu konstrukciju kao termalnu masu i posredni element koji „hvata“ sunčevo zračenje, a služi za pasivno grejanje i hlađenje. Na krov se postavljaju crne plastične komore sa vodom koje inhibiraju ultraljubičaste zrake. Zimi, kada je poželjnije grejanje prostora, voda u plastičnim komorama apsorbuje i akumulira sunčevu toplotu tokom dana i emituje je u unutrašnji prostor zagrevajući ga. Noću se tokom zime preko vodenih komora postavljaju pokretni izolacioni kapci ili poklopci koji redukuju toplotne gubitke prema spolja, istovremeno omogućavajući noćno zagrevanje prostorija. Reverzibilni proces sistema termalnog krovno bazena primenjuje se leti kada je potrebno rashlađivanje. Vodene komore se tokom dana prekrivaju pokretnim izolacionim kopcima kako bi se solarni dobici i apsorbcija sunčevog zračenje smanjili na minimum. Sa druge strane, voda apsorbuje toplotu iz unutrašnjih prostorija čime se stvara efekat hlađenja. Noću se tokom leta pokretni kapci uklanjaju i voda emituje toplotu iz enterijera u spoljašnju sredinu (slika 77 i 78). Optimalnim dizajnom zgrade, njenom formom i orijentacijom, svaka pojedinačna prostorija može imati svoj sopstveni termalni

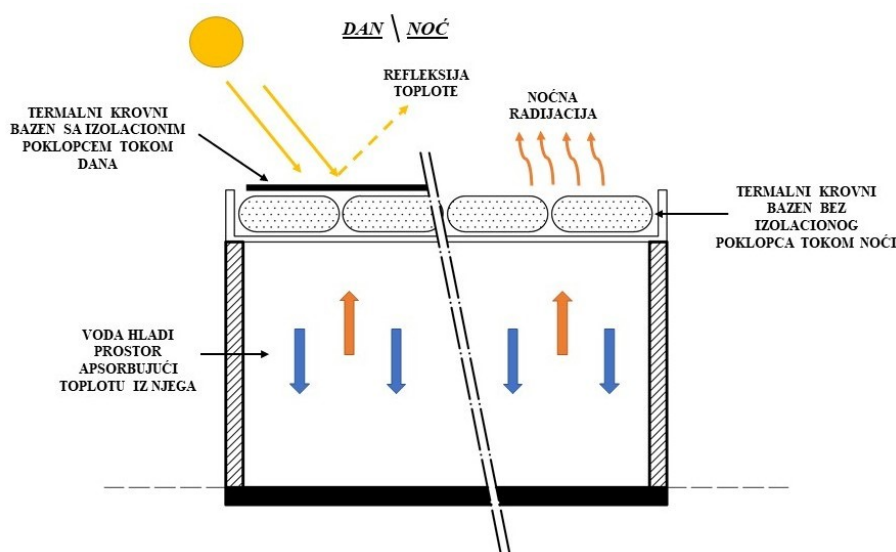
²³⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

²³⁶ Garg H., P., Prakash J.: *Solar energy – Fundamentals and Applications*, The McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, 2000.

krovni bazen koji se međusobno mogu razlikovati po obliku i to je jedna od osnovnih prednosti ovog sistema.



Slika 77: Termalni krovni bazen – pasivno solarno grejanje zimi ²³⁷



Slika 78: Termalni krovni bazen – pasivno hlađenje leti ²³⁸

Izolovani dobitak. Izolovani pasivni sistem dobijanja sunčeve toplote podrazumeva prisustvo posrednih elemenata i struktura koje su odvojene od same zgrade. Solarnom energijom se toplota transportuje do ili od stambenog prostora pomoću fluida, vode ili vazduha, prirodnom ili prinudnom konvekcijom. Primeri ovog sistema su sunčana ili solarna soba, staklena bašta ili trem i ravan pločasti solarni kolektor sa vodenom ili vazdušnom konvekcijom petljom²³⁹ (slika 79). Sistem izolovanog solarnog dobitka omogućava iskorištenje 15 do 30% sunčeve

²³⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

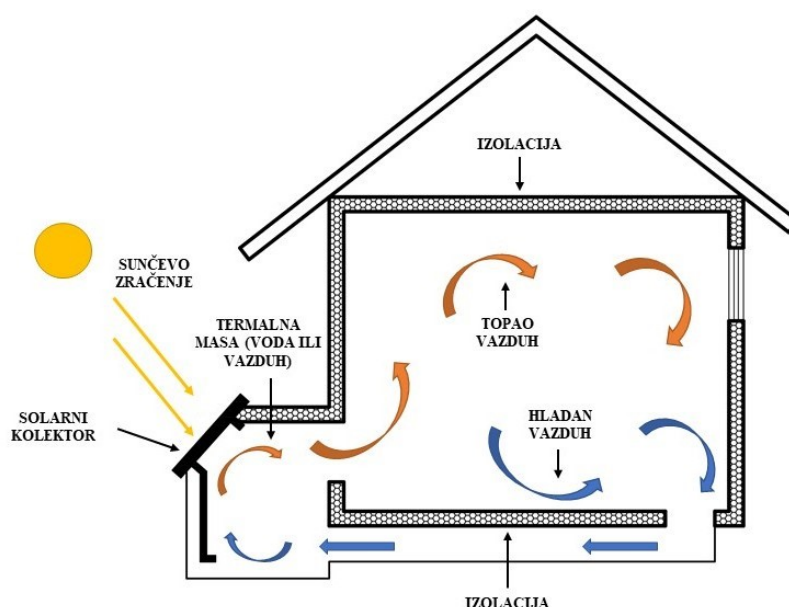
²³⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

²³⁹ Kaushik, G., Chel, A.: *Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building*, Alexandria Engineering Journal, 2017.

svetlosti koja dospeva do staklenih površina solarne sobe i zagreva unutrašnje prostorije koje se graniče sa njom. Sunčeva toplota se zadržava i u samoj solarnoj sobi, bašti ili tremu.

Solarna soba ili staklena bašta predstavlja oblik prethodno opisanog sistema staklene verande, a integriše kombinaciju karakteristika direktnog i indirektnog solarnog dobitka pri čemu se pojavljuje kao izolovani deo zgrade. Sunčevo zračenje prodire kroz staklene površine, apsorbuje ga termalna masa i zadržava se u samoj prostoriji.

Ravan pločasti solarni kolektor se pričvršćuje za strukturu koja je odvojena od objekta i koristi fluid, vodu ili vazduh, za sakupljanje sunčeve toplote. Toplota se kroz cevi prenosi prirodnom konvekcijom do skladištenog prostora, odnosno rezervoara odgovarajućeg fluida. Koncetrirani hladan vazduh ili voda se iz rezervoara vraća nazad u kolektor gde se ponovo zagreva i na taj način cirkuliše sistemom.



Slika 79: Izolovani pasivni sistem dobijanja toplote kroz integrisani izolovani solarni kolektor ²⁴⁰

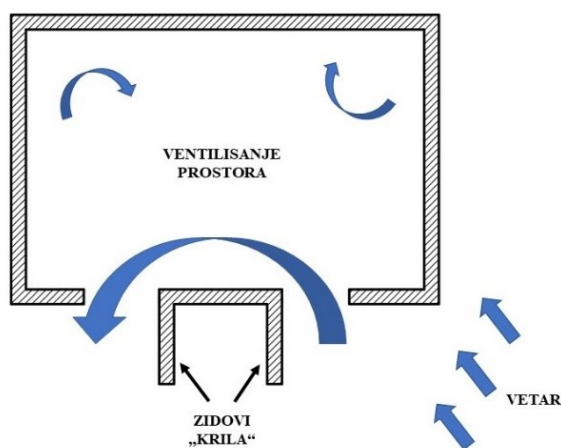
Pasivno solarno hlađenje podrazumeva integrisanje više različitih parametara dizajna za uspostavljanje prirodne ventilacije unutar objekta, bez upotrebe mehaničkih sistema, uz minimalnu potrošnju energije. Ventilacija se ostvaruje usporavanjem brzine prenosa toplog vazduha u zgradu i uklanjanjem neželjene toplote iz nje tokom leta. Elementi koji se kombinuju u ovom sistemu su odgovarajuća izolacija, energetski efikasni prozori i vrata, obezbeđenje prirodnog osvetljenja, zasenčenja i ventilacije samim projektovanjem i planiranjem prostora. Pasivno solarno hlađenje postiže se različitim strategijama koje uključuju operativne prozorske sisteme, zidovi „krila“ i termalni, odnosno solarni dimnjak. Princip prirodne ventilacije koji se koristio još u izgradnji nekadašnjih zemunica, a i danas se može uspešno implementirati u zgradama podrazumeva planiranje ventilacionih otvora ili prozora u gornjim nivoima prostorija. Na taj način se topao vazduh penje gore prirodnim procesom konvekcije i izlazi napolje kroz otvore čime se dobija efekat hlađenja. Istovremeno se kroz otvore u donjim

²⁴⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

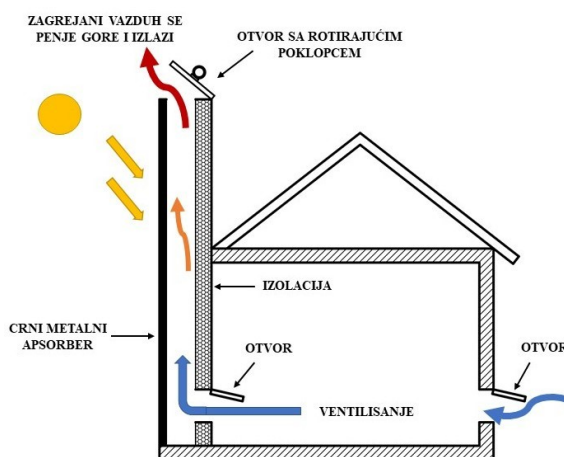
nivoima dovodi hladan vazduh iz spoljašnjeg prostora u slučaju da su pored zgrade posađena stabla koja redukuju spoljašnju temperaturu. Takođe, hladan vazduh se može kroz otvore dovesti i iz unutrašnjosti zemlje.

Zidovi „krila“ predstavljaju strategiju pasivnog solarnog hlađenja kod koje se prirodna ventilacija postiže dizajnom strukturalnih elemenata zidova na fasadi. Vertikalni čvrsti zidni elementi se postavljaju ispred prozora, normalno na fasadu, čime se ubrzava protok vazduha zbog stvorene razlike u pritiscima (slika 80).

Termalni/Solarni dimnjak je metod poboljšanja prirodne ventilacije u zgradi upotrebom konvekcije vazduha, zagrejanog pasivnom solarnom energijom. U konstrukciji dimnjaka formira se topla zona koja omogućava izvlačenje vazduha iz zgrade koji se kreće prema gore i potom izlazi kroz otvor u gornjem delu. Površina unutrašnje strane dimnjaka se oblaže crnim metalnim apsorberom koji se lako zagreva i može dostići visoke temperature. Visina dimnjaka mora biti veća od nivoa krova kuće. Otvor sa rotirajućim metalnim poklopcem na vrhu dimnjaka se postavlja suprotno od vetra kako bi topao vazduh nesmetano izlazio napolje. Termalni dimnjak se lako integriše u strukturu zgrade, u otvorenim stepenišnim prostorima ili atrijumima, što može doprineti i samoj estetici (slika 81).



Slika 80: Zidovi „krila“²⁴¹



Slika 81: Termalni/solarni dimnjak²⁴²

Niskoenergetski građevinski materijali

Drugi aspekt energetske efikasnosti zgrada odnosi se na ugradnju niskoenergetskih održivih materijala. U Vojvodini su se uglavnom koristili tradicionalni održivi materijali, kao što su nabo, čerpić, slama i trska, a koje su stanovnici ovih krajeva pronalazili u svojoj neposrednoj okolini. Iz tog razloga je neophodno razmotriti njihovu ponovnu upotrebu u savremenoj arhitekturi. Sa druge strane, danas su sve popularniji neki novi oblici niskoenergetskih građevinskih materijala: ekološka opeka, blokovi od pepela, opeka ojačana vlaknima itd. Upravo od materijala koji se koriste tokom izgradnje neke zgrade zavisi kolika će biti ukupna

²⁴¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

²⁴² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

količina njene ugrađene, takozvane primarne energije. Vrednost primarne energije treba da bude niska kako bi se postavili uslovi za izgradnju energetski efikasnih kuća. Upotreba niskoenergetskih materijala u velikoj meri može redukovati potrošnju energije prilikom njene eksploatacije, kao i smanjiti štetne uticaje na okolinu. Količina primarne energije najčešće korišćenih građevinskih materijala prikazana je u Tabeli br. 3.²⁴³

Kategorija materijala po energiji	Vrsta građevinskog materijala	Količina primarne energije (MJ/kg)
Vrlo visok nivo energije	<i>Aluminijum</i>	200 – 250
	<i>Plastika</i>	50 – 100
	<i>Bakar</i>	100+
	<i>Nerđajući čelik</i>	100
Visok nivo energije	<i>Čelik</i>	20 – 60
	<i>Olovo, Cink</i>	25+
	<i>Staklo</i>	12 – 25
	<i>Cement</i>	5 – 8
	<i>Gips karton</i>	8 - 10
Srednji nivo energije	<i>Kreč</i>	3 – 5
	<i>Glinena opeka i pločice</i>	2 – 7
	<i>Gipsani malter</i>	1 – 4
	<i>Beton:</i>	
	<i>Na licu mesta</i>	0.8 – 1.5
	<i>Blokovi</i>	0.8 – 3.5
	<i>Montažni</i>	1.5 – 8
	<i>Peščana opeka</i>	0.8 – 1.2
<i>Drvena građa</i>	0.1 - 5	
Nizak nivo energije	<i>Pesak, agregat</i>	<0.5
	<i>Pepeo, vulkanski pepeo</i>	<0.5
	<i>Zemlja</i>	<0.5
	<i>Čerpić – nepečena opeka</i>	<0.2

Tabela br.3: Primarna energija građevinskih materijala ²⁴⁴

²⁴³ T.N. Gupta, *Građevinski materijali u Indiji: 50 years*, Savet za promociju građevinskog materijala i tehnologija, Ministarstvo za urbanizam Vlade Indije, Nju Delhi, 1998., prema navodu iz rada: Kaushik, G., Chel, A.: *Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building*, Alexandria Engineering Journal, 2017

²⁴⁴ Izvor tabele: crtež autora, prema navodu iz rada: Kaushik, G., Chel, A.: *Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building*, Alexandria Engineering Journal, 2017

Iz priložene tabele može se videti da najmanju količinu ugrađene primarne energije imaju materijali zemlja i nepečena opeka – čerpić, koji su se upravo i koristili u izgradnji tradicionalnih vojvođanskih kuća. Izgradnja kuća od naboja, zemlje, blata, čerpića i drugih niskoenergetskih materijala imaju vrlo nizak nivo emisije CO₂, u poređenju sa zgradama od betona i konvencionalne opeke. Upotreba, odnosno očuvanje ovih materijala predstavljala bi ključnu fundamentalnu osnovu u razvoju održive, energetske efikasne savremene ruralne arhitekture.

Treći aspekt koji se uzima u obzir prilikom izgradnje niskoenergetskih zgrada odnosi se na operativnu uštedu u energiji ugrađivanjem i korišćenjem energetske efikasne opreme za osvetljenje, ventilaciju, klimatizaciju i dr. Na kraju, poslednji aspekt podrazumeva primenu sistema za korišćenje obnovljivih izvora energija, sunca, vode, vetra, biomase i dr.

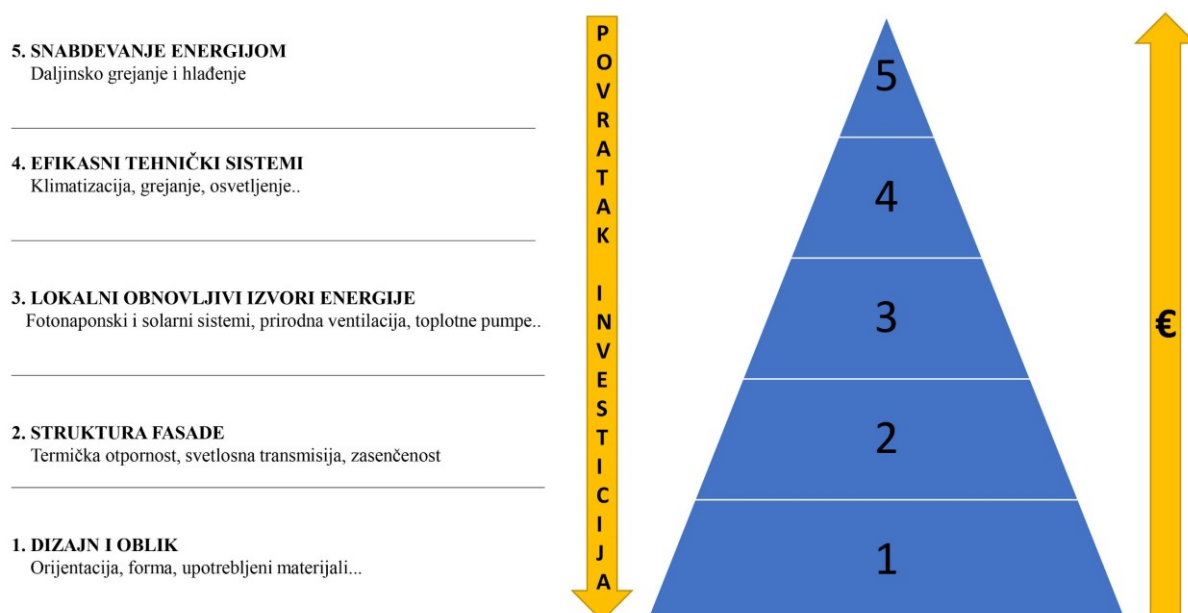
Navedene i opisane tehnike i mere prvog i drugog aspekta pasivnog dizajna za poboljšanje energetske efikasnosti objekata mogu se okarakterisati kao osnovne strategije bioklimatske arhitekture.

Bioklimatska arhitektura se može definisati kao pametan i ispravan dizajn kako bi se ostvario maksimalan komfor, uz minimalne troškove energije. Tokom projektovanja same zgrade uzimaju se u obzir prednosti klimatskih uslova okruženja, a spoljašnji klimatski elementi se preoblikuju i transformišu u funkcionalne elemente za postizanje unutrašnjeg komfora, zahvaljujući inteligentnom dizajnu. Ako bi u nekom periodu godine bilo potrebno ostvariti dodatni energetske doprinos, u tom slučaju bi se koristili dostupni obnovljivi izvori energije.²⁴⁵ Bioklimatska arhitektura ne zahteva utrošak dodatne energije i materijala za funkcionisanje sistema, zbog čega joj se uvek i treba dati prednost. Istraživanje doktorske disertacije ima za cilj ispitivanje i valorizaciju mera pasivnog energetske efikasnog oblikovanja – bioklimatskih aspekata tradicionalne vojvođanske ruralne arhitekture, kao i razmatranje mogućnosti njihove primene u početnim fazama projektovanja savremenih rešenja.

²⁴⁵ Garcia L., D.: *Bioclimatic homes in Galicia*, Istraživačka studija stipendirana od strane Ministarstva za obrazovanje i nauku, Španija, 2008.

7.3. PRINCIPI BIOKLIMATSKOG PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA-ENERGETSKI KRITERIJUMI PASIVNOG STANDARDA

Bioklimatska arhitektura koja je u skladu sa svojim okolinom, osim specijalnih tehnika i strategija građenja za poboljšanje termičkih i drugih komfornosti, kao vrlo značajan element, uzima u obzir i prirodne faktore okruženja, koji u velikoj meri utiču na sam proces oblikovanja pa tako i karakter energetske performansi objekta. Iz tog razloga je neophodno dati prednost bioklimatskoj arhitekturi jer ona, sa minimalnim ulaganjima, može preuzeti i odigrati značajnu ulogu u inicijalnim koracima energetski efikasnog projektovanja.



Slika 82: Piramida efikasnosti metoda poboljšanja energetske performansi zgrada²⁴⁶

Piramida efikasnosti različitih metoda za redukciju energetske potrošnje u zgradama, prikazana na slici 82, prikazuje pravilan redosled izbora ovih metoda u procesu projektovanja i njihov uticaj na energetske performanse i troškove.²⁴⁷ Donji slojevi piramide predstavljaju kategorije koje dovode do najveće uštede u energiji (1), dok gornji imaju manji uticaj na poboljšanje energetske performansi (5). Najveće uštede u energiji, pri najmanjoj investiciji, osigurava pravilan dizajn elemenata zgrade: njena orijentacija, arhitektonska forma, upotrebljeni materijali, aspekti fenestracije, prirodnog osvetljenja i dr., što upravo obuhvata osnovne elemente kvalitetnog bioklimatskog oblikovanja. Stoga zaključujemo da planiranje energetski efikasne zgrade treba započeti već u ranoj fazi projektovanja kada se u obzir uzimaju navedeni elementi. Gornji delovi piramide predstavljaju izbore metoda koje zahtevaju veća ulaganja sa malim povratom investicionog potencijala. Iako broj 3 na lestvici piramide, metoda primene obnovljivih izvora energije, zahteva veća ulaganja nego metode 4 i 5, ona ima veći potencijal povrata uloženi sredstava, dok istovremeno obezbeđuje veće uštede u energiji. Uzimajući u obzir veći povrat investicija, ispostavlja se da ova metoda zapravo zahteva manja

²⁴⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

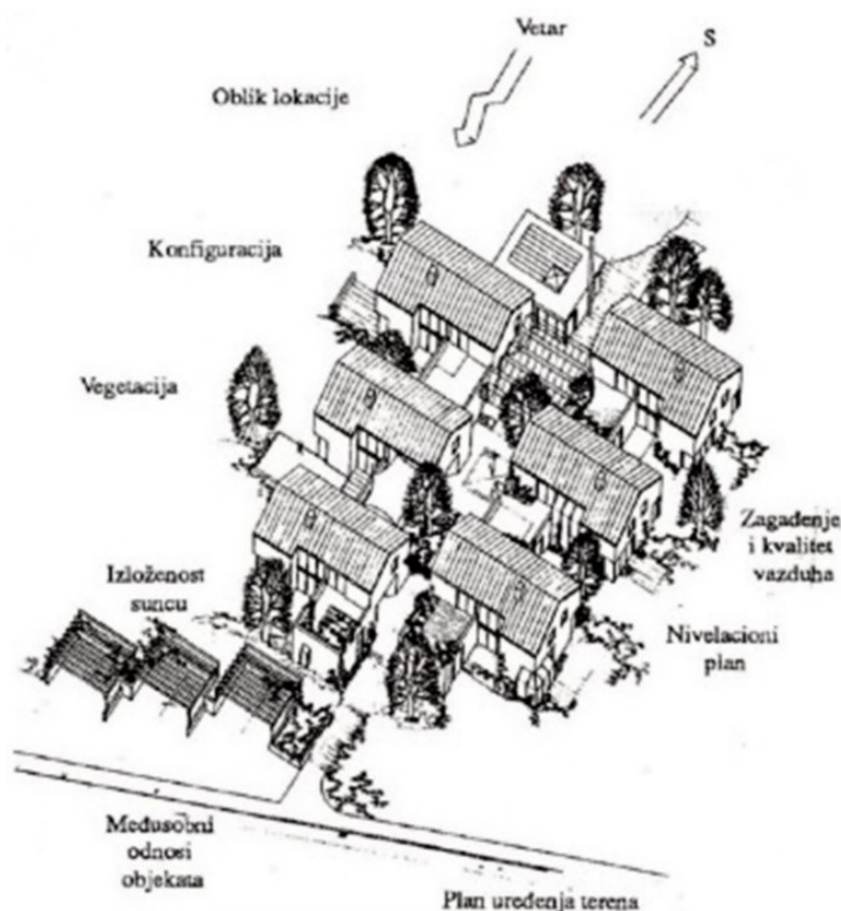
²⁴⁷ Kasparas P.: *Achieving a nearly zero-energy building (nZEB) status for a residential house in Finland*, Jugoistočni Univerzitet primenjenih umetnosti u Finskoj, 2017.

ulaganja nego metode 4 i 5, ugradnja efikasnih tehničkih sistema za grejanje, klimatizaciju i dr.

Zajedničke elemente dizajna i uređenja prostora, koji direktno ili indirektno utiču na kvalitet bioklimatske arhitekture, možemo podeliti na URBANISTIČKE i ARHITEKTONSKE parametre bioklimatskog planiranja. Zbašnik Senegačnik Martina pomenute parametre u svojoj knjizi „*Pasivna kuća*“ opisuje kao energetske kriterijume pasivnog standarda²⁴⁸, potvrđujući mogućnost pasivne uloge elemenata dizajna u redukovanju energetske potrebe i gubitaka unutar objekata, bez potrebe integrisanja dodatnih aktivnih sistema i tehnologija.

Urbanistički parametri obuhvataju:

- 1) Konfiguracija terena i klimatski aspekti lokacije;
- 2) Morfološka struktura naselja;
- 3) Organizacija kućišta;
- 4) Orijehtacija;
- 5) Odnos prema susednim objektima;
- 6) Vegetacija – pejzažno uređenje;
- 7) Lokacija vodenih površina.



Slika 83: Bioklimatski faktori urbanističkog planiranja²⁴⁹

²⁴⁸ Zbašnik, S., M.: *Pasivna kuća*, SUN ARH doo, Zagreb, 2009.

²⁴⁹ Izvor ilustracije: Pucar M. i dr.: *Bioklimatsko planiranje i projektovanje*, Beograd, 1994.

Arhitektonski parametri uključuju:

- 1) Funkcionalna organizacija prostora;
- 2) Forma objekta;
- 3) Infrastruktura zgrade;
- 4) Struktura zgrade i njenog omotača;

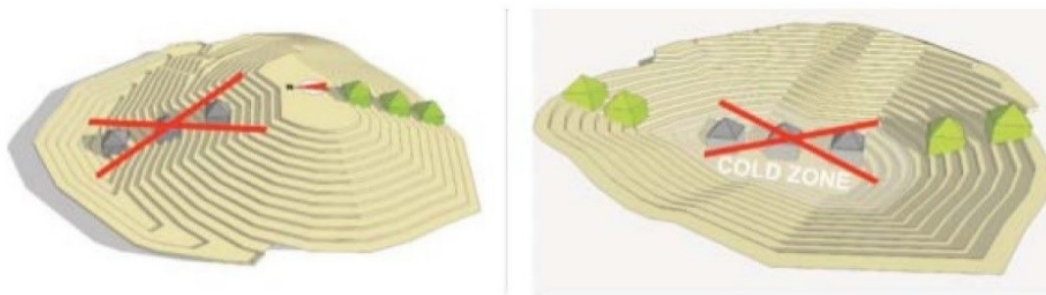
7.3.1. Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja

1. KONFIGURACIJA TERENA I KLIMATSKI ASPEKTI

Konfiguracija terena jednog područja obuhvata oblik, nivelacije, nadmorsku visinu, način prostiranja, uređenje, kao i strukturalni sastav zemljišta. Navedene karakteristike terena i klimatski uslovi lokacije su dva međusobno povezana aspekta koji, udruženi, u velikoj meri mogu uticati na kvalitet bioklimatskog planiranja i projektovanja. Prilikom određivanja optimalne pozicije zgrade na datom terenu istovremeno treba uzeti u obzir konfiguraciju (oblik) tog terena i lokacijske klimatske uslove. Naime, zgradu treba pozicionirati tako da ona na datom terenu maksimalno iskoristi pogodnosti klime u svrhu postizanja odličnih uslova komfora, kao i uštede u energiji. Preporučljivo je obratiti pažnju na nagibe terena i smer njihovog nagiba što se može odraziti na tok vetrova koji direktno utiču na zgradu i njenu okolinu. Takođe, potrebno je na datoj lokaciji istražiti mogućnosti korišćenja pasivnog sunčevog zahvata zimi i sprečavanja letnjeg pregrevanja prostorija unutar objekta.

Radi optimalnog korišćenja uslova lokacije (terena i klime) u smislu energije potrebno je:

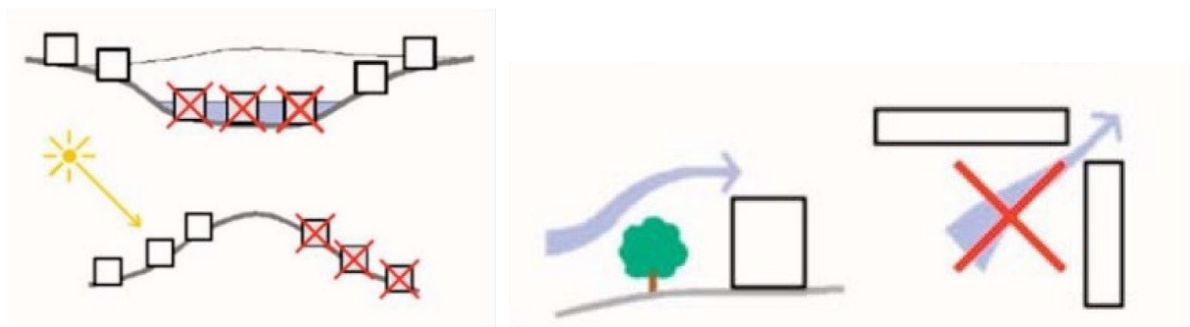
- Koristiti južnu orijentaciju zgrade za pasivno solarno grejanje;
- Uključiti zasenčenje staklenih površina na fasadi leti radi prevencije prekomernog zagrevanja prostorija;
- Izbegavati pozicioniranje zgrade na senovitim, zaklonjenim mestima kao što su severne padine, severne strane iza gustih šuma ili visokih zgrada;²⁵⁰
- Po mogućnosti, nivelacije terena i pejzažno uređenje iskoristiti kao zaklon od dominantnih vetrova;
- Ne izlagati otvorene fasade zgrada uticaju dominantnih vetrova.



Slika 84: Pravilno i nepravilno pozicioniranje zgrada na terenu²⁵¹

²⁵⁰ Arnautović, A., D. i Tica, G.: *Održivo urbanističko planiranje*, stručni rad, 2017.

²⁵¹ Izvor ilustracije: <http://www.europeanpassivehouses.org>



Slika 85, 86: Primeri pravilnog i nepravilnog pozicioniranja zgrada u odnosu na lokalne uslove klime i terena²⁵²

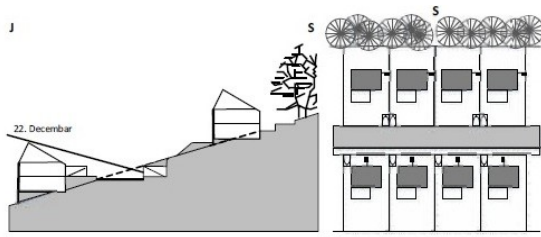
Slika 84 prikazuje primere pravilnog i nepravilnog smeštanja zgrada u odnosu na nivelacije terena i orijentaciju. Objekti ne bi trebalo da se postavljaju na zaklonjenim, severnim mestima, kao ni hladnim zonama brdovitog područja. Treba da budu pozicionirani tako da bar jedna fasada bude izložena suncu kako bi se omogućilo pasivno solarno grejanje zimi, što smanjuje energetske potrebe unutar objekta. Slika 85 takođe ilustruje poželjne i nepoželjne pozicije zgrada u odnosu na teren. Objekte ne treba planirati na hladnim i vlažnim lokacijama. Na slici 86 prikazana je mogućnost korištenja postojeće vegetacije i pejzažnog uređenja na terenu u ulozi zaštite od vetra, kao i nepravilno izlaganje otvorenih fasada zgrada dominantnim vetrovima bez postavljanja neke vrste barijere ili zaklona.

Kao demonstracija uticaja nagiba i pravca, odnosno konfiguracije terena na urbanističku organizaciju prostora biće opisano pravilno pozicioniranje objekata sa aspekta primene principa bioklimatskog planiranja i pasivnih solarnih sistema na južnim i severnim padinama terena. Južna padina i nagib terena ima veći potencijal za pravilno pozicioniranje zgrada i omogućavanje pasivnog solarnog zahvata. Idealni položaj podrazumeva smeštanje objekata na parcelama koje se nalaze na donjoj strani padine, dok su zgrade na gornjoj strani u nepovoljnijem položaju kada je u pitanju osunčanost. Na terenima sa južnim nagibima rastojanja između objekata mogu biti manja (slika 87).²⁵³ U slučaju severne padine, zgrade koje su locirane na donjoj strani nagiba zimi neće biti osunčane zbog zaklonjenosti sunca koju prave objekti na gornjoj strani terena. Iz ovog razloga stanovanje je povoljno samo na višim spratovima, dok rastojanja između objekata treba da budu veća (slika 88).²⁵⁴

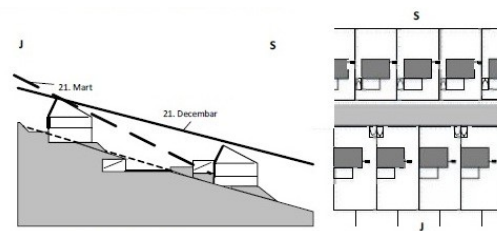
²⁵² Izvor ilustracija: <http://www.europeanpassivehouses.org>

²⁵³ Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

²⁵⁴ Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015



Slika 87: Zgrade locirane na južnoj padini²⁵⁵



Slika 88: Zgrade locirane na severnoj padini²⁵⁶

2. MORFOLOŠKA STRUKTURA NASELJA

Prilikom planiranja zgrade na određenoj lokaciji ili analize bioklimatskih aspekata postojećeg predmetnog objekta potrebno je obratiti pažnju na morfološku strukturu naselja. Morfologija u arhitekturi i urbanizmu podrazumeva disciplinu koja se bavi analizom prirodno i veštački stvorenih oblika i struktura naselja u prostornom i vremenskom okviru, odnosno analizira njihove tipološke promene u prostoru i vremenu. Morfološka struktura grada ili sela prema tome obuhvata prostorni raspored i međusobni odnos morfoloških elemenata, kao što su ulice, trgovi, parcele, javne površine, blokovi itd.²⁵⁷ Specifične karakteristike ovih elemenata: gustina izgrađenosti, oblik, veličina i položaj, u velikoj meri utiču na mogućnosti ostvarivanja bioklimatskih pogodnosti pojedinačnih zgrada u uličnom sistemu. Na primer, oblik i raspored ulične mreže naselja, kao i orijentacija planiranih ulica i parcela, određuje orijentaciju i položaj samih objekata u odnosu na sunce, vetar i druge klimatske faktore. Yosef Rafeq Jabareen se kritički osvrće na vladajuće teorije o konceptima i oblicima održive urbane forme i morfologije naselja i identifikuje urbane elemente koji u najvećoj meri doprinose njihovoj održivosti. Kao rezultat valorizacije, definisao je sedam različitih koncepata dizajna, značajnih za oblikovanje održivih morfoloških struktura naselja:

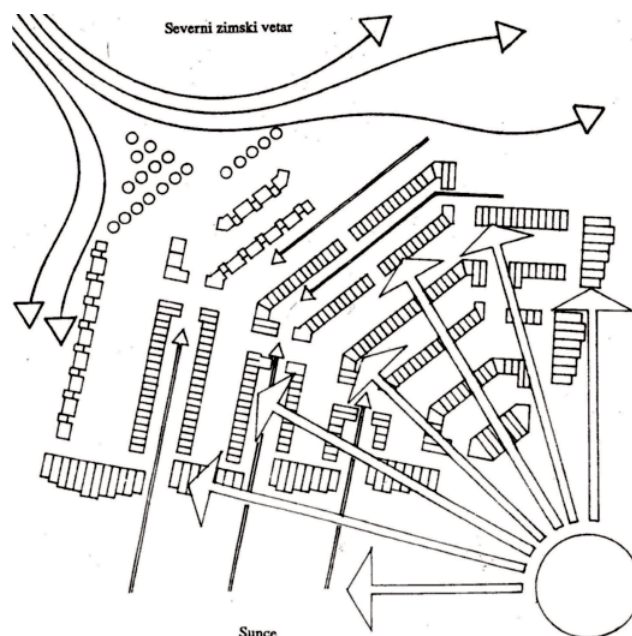
- Kompaktnost;
- Održivi transport;
- Homogena gustina naseljenosti;
- Mešovita upotreba zemljišta;
- Raznovrsnost;
- Pasivni solarni dizajn i
- Ozelenjavanje.²⁵⁸

²⁵⁵ Izvor ilustracije: Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

²⁵⁶ Izvor ilustracije: Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

²⁵⁷ Đokić, V.: *Morfološka istraživanja u urbanizmu*, Arhitektura i urbanizam, br. 20-21, str. 61-72, 2007.

²⁵⁸ Jabareen, Y., R.: *Sustainable urban forms, their typologies, models and concepts*, Planning Education and Research časopis, 26, str. 38-52, 2011.



Slika 89: Primer planiranja naselja na osnovu bioklimatskih principa²⁵⁹

Slika 89 prikazuje pravilan raspored ulične mreže i parcela u radijalnoj morfološkoj strukturi naselja. Parcele su organizovane tako da je svaka bar jednom stranom izložena suncu, dok su na severnoj strani postavljeni urbani elementi koji pružaju zaštitu od zimskog vetra i skreću njegov pravac tako da zaobilazi čitavu strukturu naselja.

Orijentaciju i formiranje uličnih mreža i sistema u naselju treba prilagoditi principima bioklimatskog planiranja, što podrazumeva da prilikom izrade urbanističkih planova treba voditi računa o pravcu dominantnih vetrova u toku zimskog i letnjeg perioda. Potrebno je obezbediti zaštitu od hladnih vetrova zimi i efikasno koristiti letnje vetrove za hlađenje.²⁶⁰

3. ORGANIZACIJA KUĆIŠTA

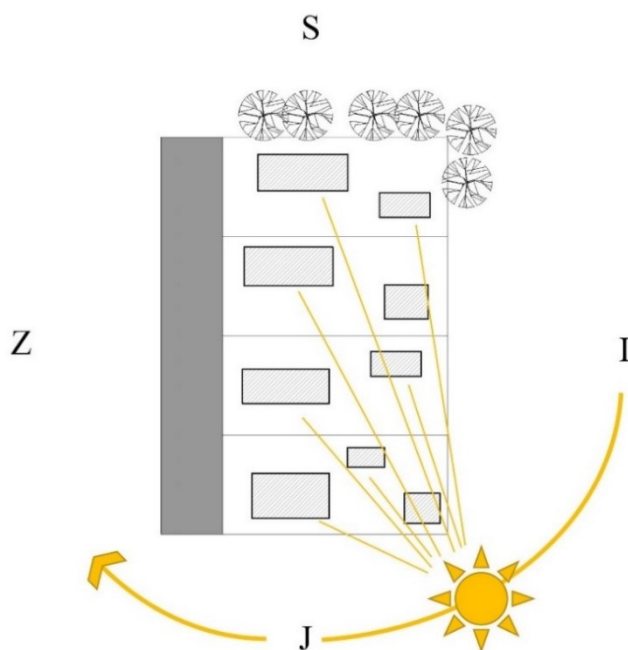
Potencijali povoljne organizacije kućišta u velikoj meri zavise od oblika, položaja i orijentacije same parcele na kojoj je smeštena zgrada u okviru morfološke strukture naselja. Pre samog projektovanja i izgradnje objekta na parceli poželjno je istražiti i uočiti sve mogućnosti iskorišćenja njenog oblika i orijentacije u svrhu što povoljnijeg pozicioniranja zgrade i pratećih objekata radi postizanja usklađenosti sa principima bioklimatskog planiranja. Naime, organizacija kućišta na parceli treba da omogući svakoj pojedinačnoj zgradi povoljnu orijentaciju i položaj kako bi se ostvarilo pasivno solarno grejanje zimi i sprečavanje pregrevanja prostorija leti, a posledično i veća ušteda u energiji. Vrlo je važno dobro usklađivanje interakcijskih međuodnosa objekata na istoj parceli, čime se obezbeđuje njihova međusobna neometanost i nesmetano ostvarivanje ovih zahteva. Pri tome je potrebno obratiti pažnju na njihovo međusobno rastojanje, visinsku razliku, zaklonjenost i druge karakteristike.

Različita istraživanja pokazuju da je pravougaoni oblik parcele, sa orijentacijom duže strane pravougaonika u pravcu istok-zapad i kraće strane u pravcu sever-jug, najpovoljniji sa

²⁵⁹ Izvor ilustracije: Pucar M. i dr.: *Bioklimatsko planiranje i projektovanje*, Beograd, 1994.

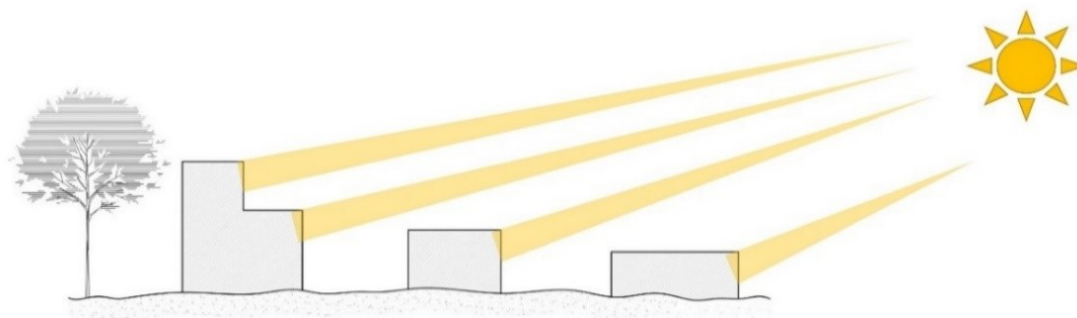
²⁶⁰ Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

stanovišta bioklimatskog planiranja.²⁶¹ ²⁶² Ovako formiran i orijentisan oblik parcele omogućava izlaganje duže strane pozicioniranog objekta i njegove veće bočne površine suncu koje dolazi sa juga pa tako i povećanu produktivnost pasivnog solarnog zahvata (slika 90).



Slika 90: Primer povoljne organizacije kućišta sa stanovišta bioklimatskog planiranja²⁶³

Slika 90 prikazuje pravilno lociranje zgrada na pravougaonoj parceli u planu, kao i njihove međusobne odnose i rastojanja koja omogućavaju nesmetanu osunčanost svakog pojedinačnog objekta. Slika takođe potvrđuje da je pravouganik najpoželjniji geometrijski oblik jer omogućava specifičnu organizaciju kućišta, sa postavljanjem sadržajnih jedinica po dubini parcele, što je vrlo povoljno za eksploataciju sunčeve energije. Sa druge strane, treba obratiti pažnju i na visinske razlike kako bi se obezbedio dotok sunčeve svetlosti do svake individualne jedinice (slika 91).



Slika 91: Visinske razlike individualnih objekata na parceli u odnosu na sunce²⁶⁴

²⁶¹ Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

²⁶² Đurđević, M.: *Ekološka čitanka*, Narodna biblioteka Srbije, Beograd, 2015

²⁶³ Izvor ilustracije: Crtež autora Stanišić J.

²⁶⁴ Izvor ilustracije: Crtež autora Stanišić J.

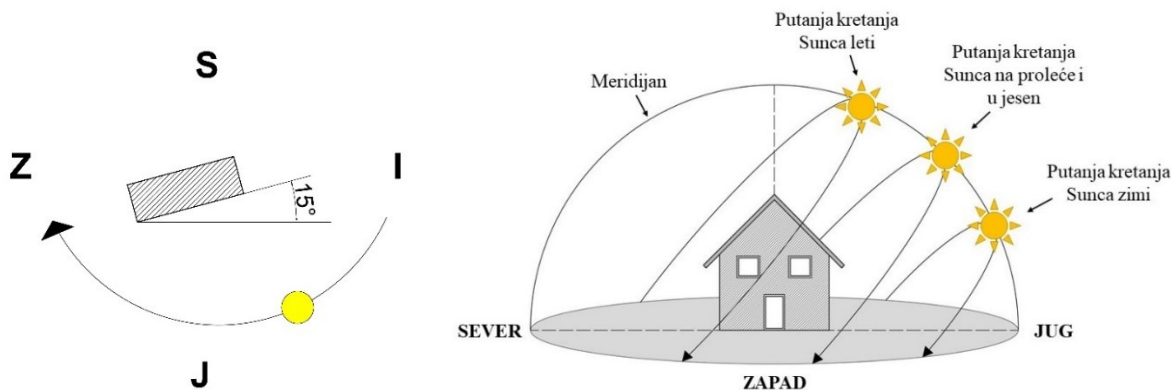
4. ORIJENTACIJA OBJEKTA

Orijentacija objekta predstavlja jedan od ključnih principa pasivnog solarnog dizajna i bioklimatske arhitekture koji treba uzeti u obzir još u početnim fazama projektovanja kako bi se postigla ušteda u energiji, udobnost i komfornost unutrašnjeg prostora. Kretanje sunca po nebeskoj sferi je značajna komponenta pri određivanju pravilne orijentacije. Potrebno je uskladiti objekat sa ovim kretanjima kako bi se maksimalno iskoristili toplotni dobici od sunčevog zračenja na datoj lokaciji, uzimajući u obzir konfiguraciju okolnog terena i uticaj susednih objekata. Orijentacija kao parametar bioklimatskog planiranja ima najveći uticaj na osunčanost objekta i njegovu izloženost dominantnim vetrovima.

Osunčanost i količina toplote dobijena sunčevim zračenjem u najvećoj meri zavise od orijentacije objekta. Orijentacija kao element dizajna je određen i definiše se prilikom samog projektovanja i planiranja. Iz tog razloga, u ovoj početnoj fazi oblikovanja, pre same eksploatacije objekta, treba težiti ka tome da se adekvatnom orijentacijom što više iskoriste povoljnosti sunčeve energije na datoj lokaciji, pri vladajućim klimatskim uslovima, u svrhu dostizanja optimalne temperature i osvetljenosti unutrašnjeg prostora. U hladnim regionima sa niskim temperaturama, zgrade treba orijentisati tako da se maksimalno iskoristi pasivna solarna energija kako bi se dobilo što više toplote za zagrevanje. Sa druge strane, u toplim krajevima, poželjna je severna orijentacija objekta tako da se dobije što manje sunčeve energije, odnosno spreči pregrevanje prostorija. U regionima gde su izražene sezonske promene i velike su razlike u temperaturi između godišnjih doba, treba pažljivo orijentisati objekat tako da se obe gore navedene situacije javljaju povremeno. Zimi kada je hladno, treba što više iskoristiti sunčevu toplotu za zagrevanje, a leti, kada je toplo sprečiti pregrevanje optimalnom orijentacijom i dizajnom dodatnih elemenata za zasenčenje.

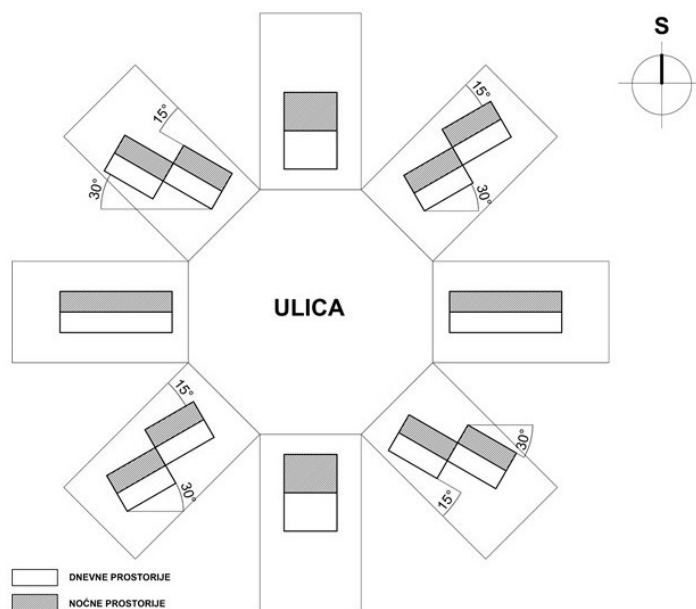
Autori brojnih istraživanja bioklimatske i energetske efikasne arhitekture, kao najpovoljniju orijentaciju, preporučuju smeštanje objekta blago istočno od juga, ako je moguće pod uglom od 15° ²⁶⁵ (slika 92). Takav položaj omogućava izlaganje objekta više jutarnjem nego poslepodnevnom suncu što obezbeđuje zagrevanje od ranih jutarnjih časova i povećava količinu prirodnog osvetljenja unutrašnjih prostorija. Pomenuta orijentacija se smatra idealnom za zgrade u područjima na severnoj zemljinoj polulopti, a naročito je preporučljiva u hladnim regionima. U slučaju južne hemisfere, gde u obzir dolaze obrnuta pravila i gde se zimi dobija više sunčeve toplote na severnoj strani, orijentacija objekata treba da se planira u skladu sa kretanjem sunca u suprotnom pravcu. Slika 93 šematski prikazuje putanju sunčevog kretanja na našem podneblju za sva četiri godišnja doba.

²⁶⁵ Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.



Slika 92: Orijentacija objekta pod uglom od 15° istočno od juga²⁶⁶ Slika 93: Kretanje sunca na severnoj hemisferi²⁶⁷

Uzimajući u obzir putanju sunca na severnoj zemljinoj hemisferi, odnosno na području Srbije, slika 94 šematski prikazuje preporučljive orijentacije zgrada za osam različitih lokacijskih scenarija pravougaone parcele. Objekte koji su locirani na koso postavljenim parcelama poželjno je blago rotirati za minimalnih 15° u odnosu na ivice, tako da dnevne prostorije budu više orijentisane ka jugu i istoku, kako bi se maksimalno iskoristili solarni dobici zimi kada se sunce kreće nižom putanjom. Leti, kada je sunce visoko i kreće se pod većim uglom u odnosu na zemljinu površinu, pažljivim dizajnom, oblikovanjem i ugradnjom specijalnih elemenata može se sprečiti pregrejavanje dnevnih prostorija i postići željeni svetlosni efekti stvaranjem senke, odbijanjem ili preusmeravanjem sunčevih zraka. Objekti na istočno-zapadnim lokalitetima treba da se planiraju sa širokim pravougaonim osnovama, u skladu sa parcelom na kojoj se nalaze. Sa druge strane, zgrade na parcelama severno-južne orijentacije su uskih i dubokih planova kako bi se što više dnevnih prostorija moglo orijentisati ka jugo-istoku (slika 94).



Slika 94: Šematski prikaz orijentacije objekata za osam različitih položaja parcele²⁶⁸

²⁶⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

²⁶⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

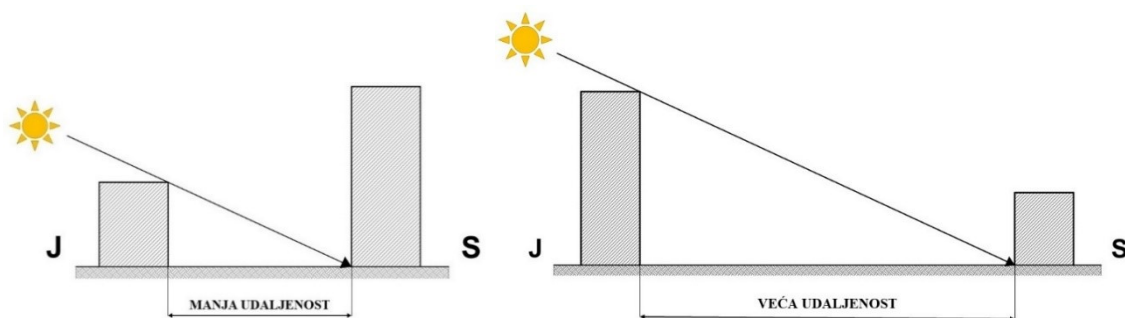
²⁶⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Izloženost vetru, pored drugih faktora, u velikoj meri zavisi od orijentacije samog objekta. Kao što položaj u odnosu na sunce utiče na temperaturne promene unutar zgrade, tako i orijentacija u odnosu na dominantne vetrove ima ulogu u stvaranju toplotnog komfora. U zavisnosti od zastupljene klime, vetar može biti poželjan ili nepoželjan. Vrlo često se dešava da je potrebno napraviti kompromis u usmeravanju sunca i vetra, odnosno orijentisati objekat tako da se što bolje iskoriste uslovi i jednog i drugog parametra u datom području. Određenim elementima konstrukcije i dizajna, kao što je pejzažno uređenje, vetar se može preusmeriti u željenom pravcu ka ili od objekta, u zavisnosti od klime i poželjnog temperaturnog efekta.

5. ODNOS PREMA SUSEDNIM OBJEKTIMA

Osim funkcionalnosti, odnos zgrade prema objektima u svom neposrednom okruženju, odražava se i na aspekte bioklimatske arhitekture, kao što su osunčanost i prirodno ventilisanje, a samim tim utiče i na toplotni komfor unutrašnjeg prostora. Parametri ovog odnosa o kojima treba voditi računa prilikom projektovanja su visinska ili spratna korelacija i međusobna udaljenost ili rastojanje između objekata na susednim i bočnim parcelama. Intenzitet efekta ovog odnosa na bioklimatske karakteristike može biti jači ili slabiji, u zavisnosti od tipološke organizacije parcela, odnosno fizičke strukture samog naselja. Što se zgrade nalaze u bližem međusobnom odnosu uticaj će biti veći. Mogućnost manipulacije ovim odnosom u svrhu postizanja što povoljnijih bioklimatskih karakteristika je znatno veća ukoliko se radi o slobodnostojećim stambenim objektima na parcelama veće razmere. Manja je pri projektovanju višespratnih stambenih zgrada u okviru naselja, a najmanja pri interpolaciji novoprojektovane zgrade između već postojećih objekata. U većim urbanim sredinama postoje regulative koje donekle sprečavaju narušavanje međusobnih odnosa pojedinačnih starih i novih zgrada propisivanjem određenih pravila, kao što je maksimalna spratnost i dr.

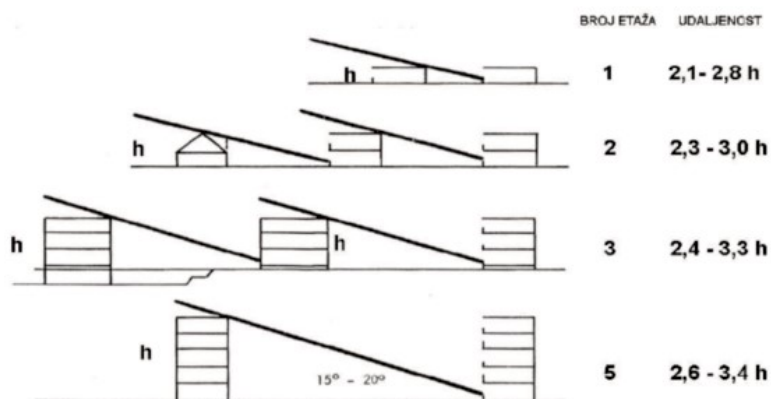
Međusobni odnos susednih objekata treba da omogući i obezbedi neometanu osunčanost, priliv sunčevih zraka i pasivnog solarnog zračenja svake pojedinačne zgrade, bez stvaranja zaklona. Rastojanje i visinska razlika su u međusobnoj korelaciji i zajedno utiču na mogućnost ostvarivanja ovih zahteva i određuju u kojoj će meri oni biti ostvareni. Ukoliko je udaljenost između zgrada veća, objekti koji su locirani na jugu mogu imati veću spratnu visinu jer je u tom slučaju manja mogućnost ometanja upadnog ugla sunčevih zraka ka susednim objektima (slika 95).



Slika 95: Uticaj udaljenosti i visinskih razlika na osunčanost objekata²⁶⁹

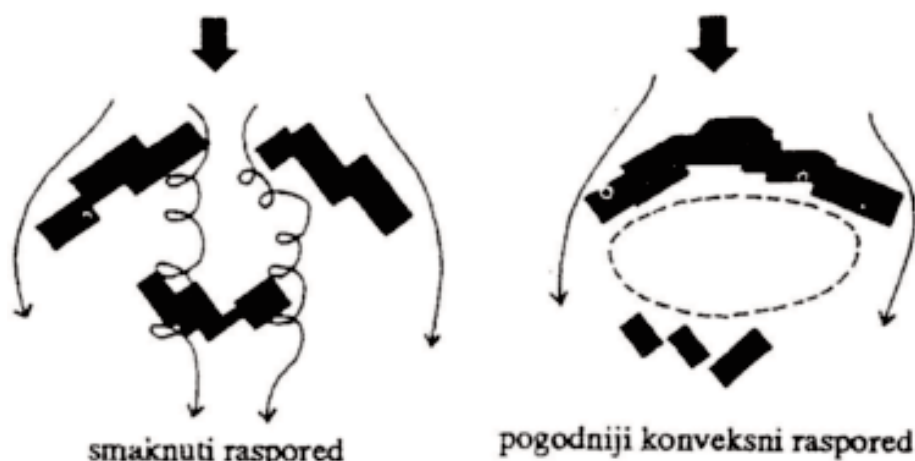
²⁶⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Malo rastojanje između zgrada takođe može da predstavlja problem u toplim krajevima jer se vazduh u tom međuprostoru dodatno zagreva isparavanjem toplote sa površina fasada, što se popravlja postavljanjem zelenila između. Nemački propisi, tzv. LAG smernice, određuju minimalan razmak između zgrada u cilju obezbeđivanja dovoljne osunčanosti (slika 96).²⁷⁰



Slika 96: Minimalne udaljenosti susednih zgrada u Nemačkoj prema LAG smernicama²⁷¹

Prisutnost susednih objekata i njihovo rastojanje i udaljenost ne utiče samo na količinu osunčanosti već i na kvalitet prirodne ventilacije u zgradi. Dominantne vetrove na određenoj lokaciji treba iskoristiti u korist prirodnog provetravanja, a njegov negativan uticaj smanjiti na minimum. U tom smislu, neophodno je razmotriti najpovoljniji međusobni odnos zgrada kako bi se omogućilo prirodno ventilisanje u letnjem periodu, a zimi sprečilo direktno izlaganje velikih površina fasada uticaju vetra, čime se postižu znatne uštede u energiji za grejanje i hlađenje. Ukoliko konfiguracija terena i drugi prirodni faktori na lokaciji ne dozvoljavaju zaštitu od dominantnih vetrova, u tu svrhu moguće je primeniti različite mere urbanističkog planiranja, kao što je zbijanje kuća u kompaktne celine, planiranjem kuća u nizu i dr.²⁷²



Slika 97: Uticaj urbanističkog planiranja na prostiranje vetra²⁷³

²⁷⁰ Arnautović, A., D. i Tica, G.: *Održivo urbanističko planiranje*, stručni rad, 2017.

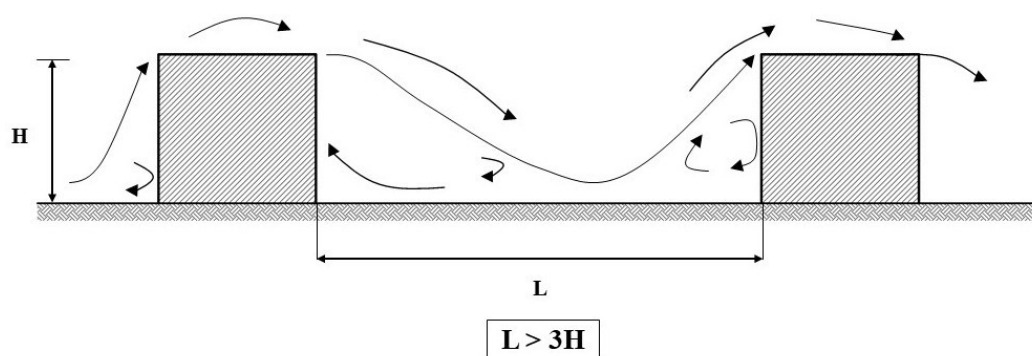
²⁷¹ Izvor ilustracije: www.eihp.hr

²⁷² Pucar M., Nenković-Rizić M.: *Prostorni, ekološki, energetski i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene*, Monografija, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2016.

²⁷³ Izvor ilustracije: Arnautović, A., D. i Tica, G.: *Održivo urbanističko planiranje*, stručni rad, 2017.

Na slici 97 šematski je prikazan uticaj dominantnog vetra za dva različita scenarija urbanističkog planiranja. Prva slika prikazuje nepovoljni smaknuti raspored objekata koji su na većoj udaljenosti jedan od drugog. U ovom slučaju objektima nije obezbeđena adekvatna zaštita i veći broj fasada izložen je negativnom uticaju vetra. Drugi scenario se odnosi na objekte koji su zbijeni u kompaktnu celinu, odnosno kuće u nizu čijim se formiranjem „skreće“ pravac dominantnog vetra tako da on zaobilazi objekte i unutrašnji deo bloka ostaje zaštićen.

Nemački profesor i pisac, Klaus Danijels, u svojoj knjizi *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, primeri i ideje*²⁷⁴, određuje i definiše optimalnu ventilaciju prostora u zavisnosti od rastojanja između građevina. Dobra ventilacija između građevina se postiže kada je rastojanje između dva susedna objekta trostruko veće od njihove visine jer se u tom slučaju strujanje vetra premešta ponovo na tlo između građevina (slika 98).



Slika 98: Optimalna ventilacija u odnosu na rastojanje građevina²⁷⁵

6. VEGETACIJA – PEJZAŽNA ARHITEKTURA

Vegetacija, odnosno pejzažno uređenje je veliki saveznik bioklimatske arhitekture. Zelenilo na parceli i u neposrednom okruženju zgrade predstavlja važan element u stvaranju i menjanju mikroklimе mesta i može imati veliki uticaj na energetske performanse objekta. Pažljivim planiranjem i uređenjem pejzaža okoline objekta moguće je postići čak 30% uštede u energiji za grejanje i hlađenje i u velikoj meri poboljšati unutrašnja komforntost. Osim stvaranja hladovine leti, zelenilom se može smanjiti direktan upad sunčevih zraka i tako sprečiti pregrevanje prostorija ili sprečiti svetlost koja se reflektuje sa različitih površina da unese toplotu u unutrašnjost. Biljke nam omogućavaju i da se zaštitimo od hladnih vetrova jer njihovim pravilnim rasporedom možemo uticati na strujanje vazduha u prostorijama, usmeravanjem i skretanjem vetra, izazivajući razlike u vazдушnom pritisku. Takođe, drveće se može koristiti i kao adekvatna zaštita i izolacija od buke. Usled malog rastojanja između objekata, toplota se zadržava u međuprostoru i izaziva prekomerno zagrevanje površina fasada. Vegetacija u tom slučaju može da se iskoristi u svrhu stvaranja efekta hlađenja vazduha pomoću senke koju stvara pravilno postavljeno drveće, kao i trave ili žbunovi koji smanjuju temperaturu između susednih objekata. Studije pokazuju da je temperatura vazduha u

²⁷⁴ Klaus D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, primeri i ideje*, JASEN, Beograd, 2009.

²⁷⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J. prema crtežu Klaus D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, primeri i ideje*, JASEN, Beograd, 2009, str. 76.

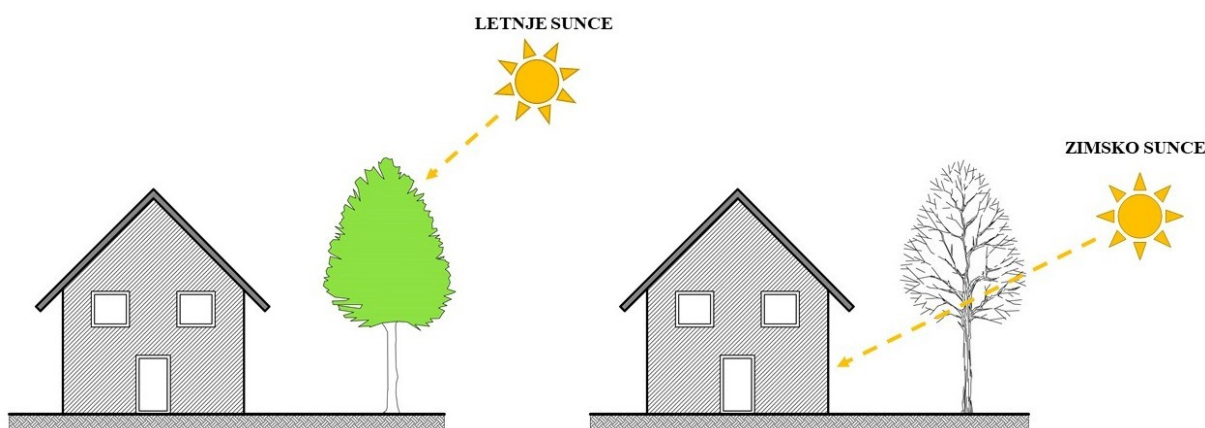
ambijentu ispod drveta koje je postavljeno uz zid 2 do 2,5 °C niža nego u prostoru koji nije zaklonjen drvećem.²⁷⁶

Drveće je primarni element pejzažne arhitekture koji „čuva“ energiju i kojim se može menjati mikroklima neposrednog okruženja izgrađenih objekata i tako uticati na poboljšanje njihovih energetske parametara. Vrste drveća koje se koriste i sade na određenom prostoru u tu svrhu zavise od klimatskih uslova i zahteva mesta na kom je objekat izgrađen.

U tom smislu, vegetacija može imati više funkcija: reguliše svetlosni i toplotni efekat sunčevog zračenja, reguliše uticaj dominantnih vetrova, a u formi zelenog krova ili zidnih vrtova, vegetacija ima ulogu materijala koji doprinosi regulaciji izolacionog efekta samog objekta.

Svetlosni i toplotni efekat

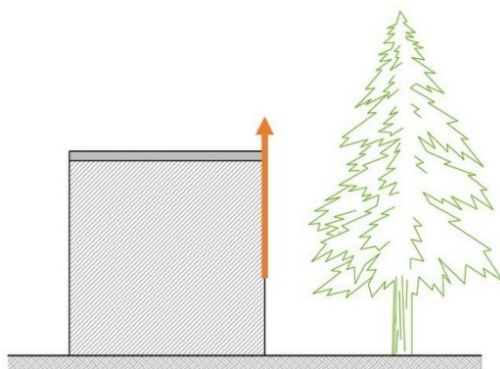
Pažljivim pejzažnim uređenjem, kao i korišćenjem postojeće vegetacije na lokaciji moguće je u velikoj meri regulisati temperaturne promene unutar objekta. Iz tog razloga je važno pre samog procesa projektovanja dobro proceniti i identifikovati postojeće biljke na odabranoj parceli kako bi one mogle preuzeti ulogu jednog od elemenata za uštedu energije. Sađenje listopadnog drveća na južnoj strani zgrade je korisno u mestima gde vlada kompozitna (mešana) klima. Ono na taj način sprečava direktan prodor sunčevih zraka sa juga tokom leta čime se postiže prevencija pregrevanja prostorija. Smanjuje se potreba za veštačkim hlađenjem jer apsorpcijom sunčeve svetlosti drveće smanjuje temperaturu okoline i refleksiju. Zimi, kada lišće sa listopadnog drveća opadne, sunčeva svetlost sa juga dopire u prostorije i tako omogućava suprotan efekat – zagrevanje prostorija tokom hladnih, zimskih meseci što povećava pasivne solarne toplotne dobitke tokom zime (slika 99). Sa druge strane, zimzeleno drveće i žbunje na severnoj strani parcele „čuva“ toplotu u okviru objekta tokom cele godine čime se doprinosi smanjenju toplotnih gubitaka (slika 100). Opisana strategija smatra se jednom od najefikasnijih metoda korišćenja zelenila u svrhu temperaturnog regulisanja unutrašnjih prostora.



Slika 99: Uticaj listopadnog drveća na solarne dobitke leti i zimi²⁷⁷

²⁷⁶ Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.

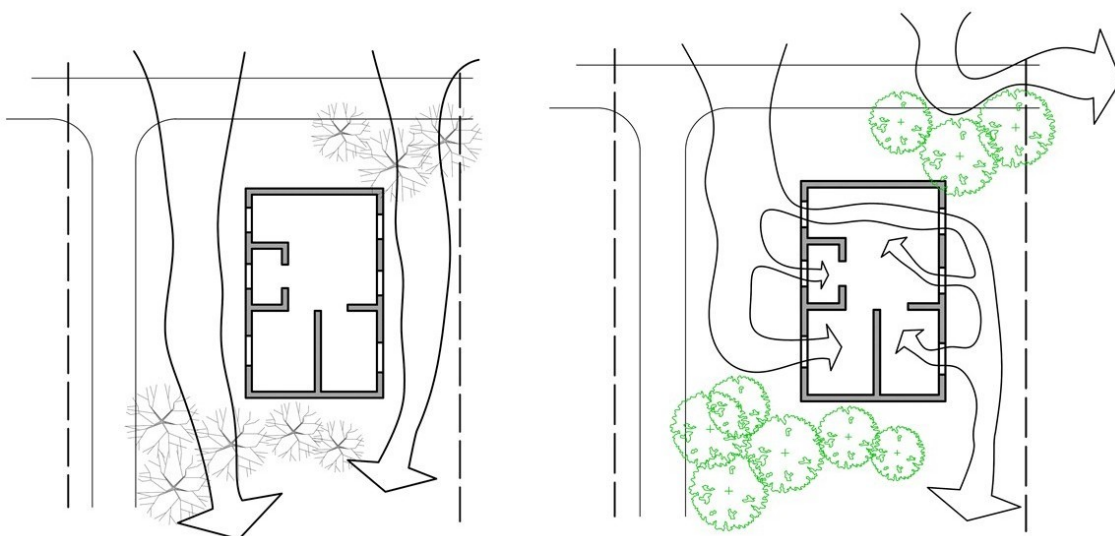
²⁷⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 100: Zimzeleno drveće smanjuje toplotne gubitke na severnom zidu²⁷⁸

Efekat vetro-barijere

Vegetacija predstavlja element bioklimatske arhitekture koji može da pruži efikasnu zaštitu od vetra, kao i njegovo preusmeravanje u željenom pravcu, ukoliko joj se odredi optimalan položaj. Sadnjom četinarskih stabala i zimzelenog drveća na strani parcele ili objekta koja je izložena dominantnim lokalnim vetrovima, smanjuje se njihova brzina i obezbeđuje adekvatna zaštita tokom cele godine. Listopadnim biljkama se može preusmeriti kretanje dominantnog vetra u željenom pravcu tokom određenog godišnjeg doba. Leti, kada ovo drveće ima formiranu punu krošnju moguće je njime preusmeriti pravac vetra ka objektu radi dodatnog prirodnog ventilisanja prostora. Tokom zime, kada lišće opadne, isto drveće skreće pravac vetra od objekta čime se smanjuju toplotni gubici (slika 101).



Slika 101: Preusmeravanje pravca vetra listopadnim drvećem zimi od objekta i leti ka objektu²⁷⁹

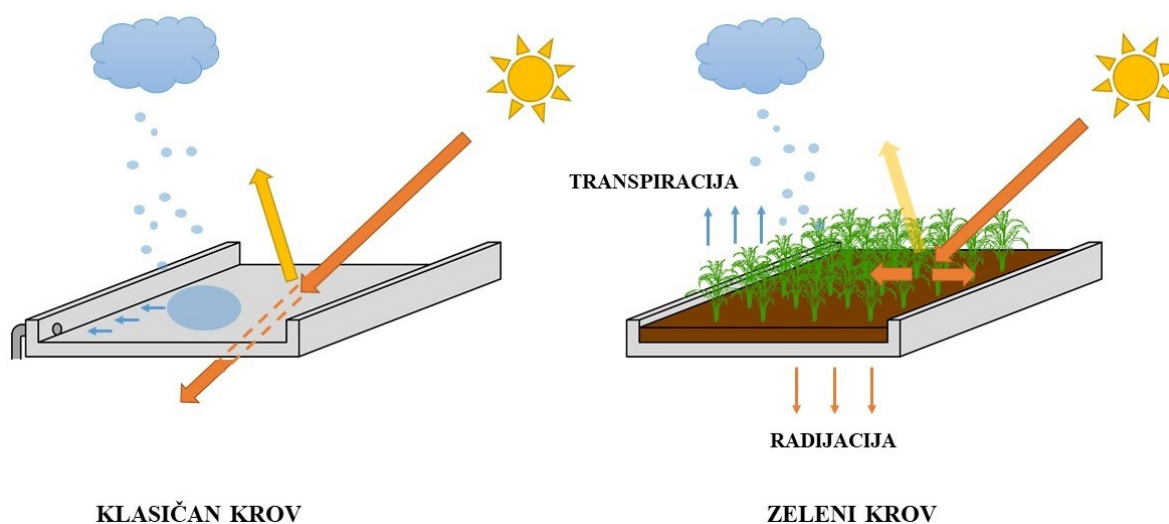
Izolacioni efekat

Zelenilo u određenom obliku može takođe preuzeti ulogu termičke i zvučne izolacije objekta. Visoko drveće sa gustim krošnjama, postavljeno u nekoliko redova, oduvek se koristilo kao adekvatna i efikasna izolacija od buke, naročito u stambenim blokovima naselja. Sa druge strane, tzv. zeleni krovovi se u poslednjih nekoliko decenija sve više koriste i upotrebljavaju

²⁷⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

²⁷⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

u izgradnji kao metod poboljšanja mikroklimе. Osim što kompenzuje građevinsku površinu zemlje koja je zauzeta izgradnjom samog objekta, ozelenjavanje krovova zgrada ima višestruke prednosti i kao element bioklimatske arhitekture. Krov pokriven zelenilom predstavlja odličnu termičku izolaciju objekta. U poređenju sa konvencionalnim krovovima, manje se zagreva, čime se sprečava pregrevanje tokom letnjih meseci. Pravilno dizajnirani zeleni krovovi i vertikalni vrtovi na spoljašnjim i unutrašnjim zidovima služe i kao adekvatna termalna građevinska masa koja apsorbuje i zadržava toplotu zimi, smanjujući troškove energije potrebne za zagrevanje objekta. Leti podstiču hlađenje smanjujući temperaturu okolnog vazduha biljnim procesima transpiracije čime se redukuje upotreba standardne izolacione opreme, ugradnih rashladnih i grejnih sistema. Biljni pokrivači produžavaju vek trajanja izolacije jer štite od velikih temperaturnih promena. Pored temperaturnog i izolacionog efekta, zeleni krovovi imaju ulogu i u zadržavanju i upijanju kišnice što smanjuje upotrebu krovnih oluka i drugih odvodnih sistema. Krovna vegetacija apsorbuje velike količine padavina koje koristi za svoj rast i razvoj a zatim višak vode postepeno isparava, za razliku od običnih krovova koji svu vodu odmah sprovode u kanalizaciju (slika 102).²⁸⁰



Slika 102: Šematski prikaz benefita zelenog krova ²⁸¹

Zelenilo i pejzažno uređenje koje učestvuje u uštedi energije izgrađene sredine smatra se vrlo privlačnom i efikasnom metodom, naročito jer su estetska poboljšanja sastavni deo svakog planiranog pejzažnog dizajna.

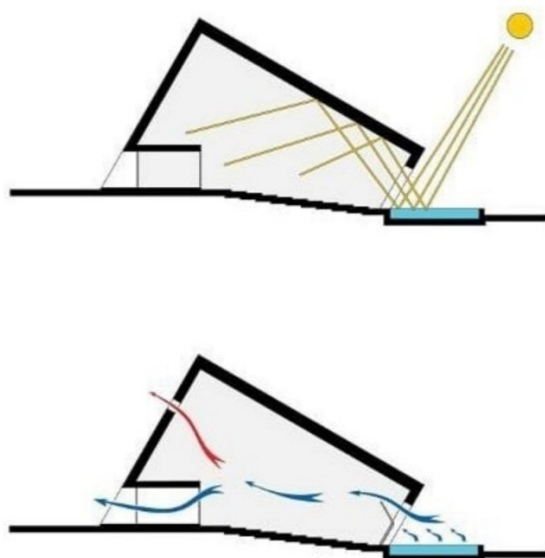
²⁸⁰ Đurđević M.: *Ekološka čitanka*, Narodna biblioteka Srbije, Beograd, 2015.

²⁸¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

7. LOKACIJA VODENIH POVRŠINA

Pored vegetacije i zelenila, prisustvo vodenih površina u neposrednom okruženju zgrade takođe predstavlja dobar modifikator mikroklima mesta. Adekvatno uređenim vodenim površinama u blizini izgrađenih objekata može se poboljšati svetlosni i toplotni komfor unutrašnjih prostorija. Poznato je da se vodena masa ne ponaša kao vazduh i ima drugačije karakteristike kada je u pitanju propuštanje i refleksija svetlosti. U zavisnosti od upadnog ugla svetlosnih zraka koji dospevaju do vode, jedan deo će voda „upiti“ a drugi će se odbiti nazad u atmosferu. Ugao pod kojim sunčevi zraci dospevaju do površine vode zavisi od godišnjeg doba. Najveći intenzitet svetlosti prolazi kroz vodu leti, kada je sunce visoko i zraci dospevaju do vode skoro potpuno vertikalno. Zimi, kada je sunce nisko, svetlost prodire u vodu pod vrlo malim uglom i tada dolazi do skoro potpune refleksije, odbijanja. Ove karakteristike moguće je iskoristiti i primeniti u bioklimatskom planiranju kontrolom i preusmeravanjem svetla ka objektu posredstvom prirodnih ili veštački stvorenih vodenih površina. Pažljivim formiranjem i uređenjem vode u neposrednoj okolini zgrade poboljšava se osvetljenje i povećavaju solarni dobici zimi usmeravanjem sunčevih zraka ka objektu putem vodene površine.

Usled isparavanja na površini vode dolazi do hlađenja okolnog vazduha što leti dovodi do povoljnih uslova, naročito u mestima gde vlada topla i suva klima. Sa druge strane, u predelima gde je visoki procenat vlage u vazduhu, blizinu vodenih površina treba izbegavati jer dodatno povećava prisutnost vlage. Vodena masa, kao jedna vrsta termalne mase, noću, zbog svog inertnijeg hlađenja u odnosu na vazduh, deluje na poboljšanje uslova oko građevine zagrevajući okolni prostor ispuštanjem toplote koju je apsorbovala tokom dana (slika 103).



Slika 103: Uloga vodene površine u bioklimatskoj arhitekturi: zagrevanje i hlađenje unutrašnjeg prostora²⁸²

Osim ambijentalnih vrednosti, lokacija vodenih površina u blizini građevine doprinosi poboljšanju unutrašnjeg svetlosnog i toplotnog komfora.

²⁸² Izvor ilustracije: <https://www.pinterest.com>

7.3.2. Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja

1. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA PROSTORA

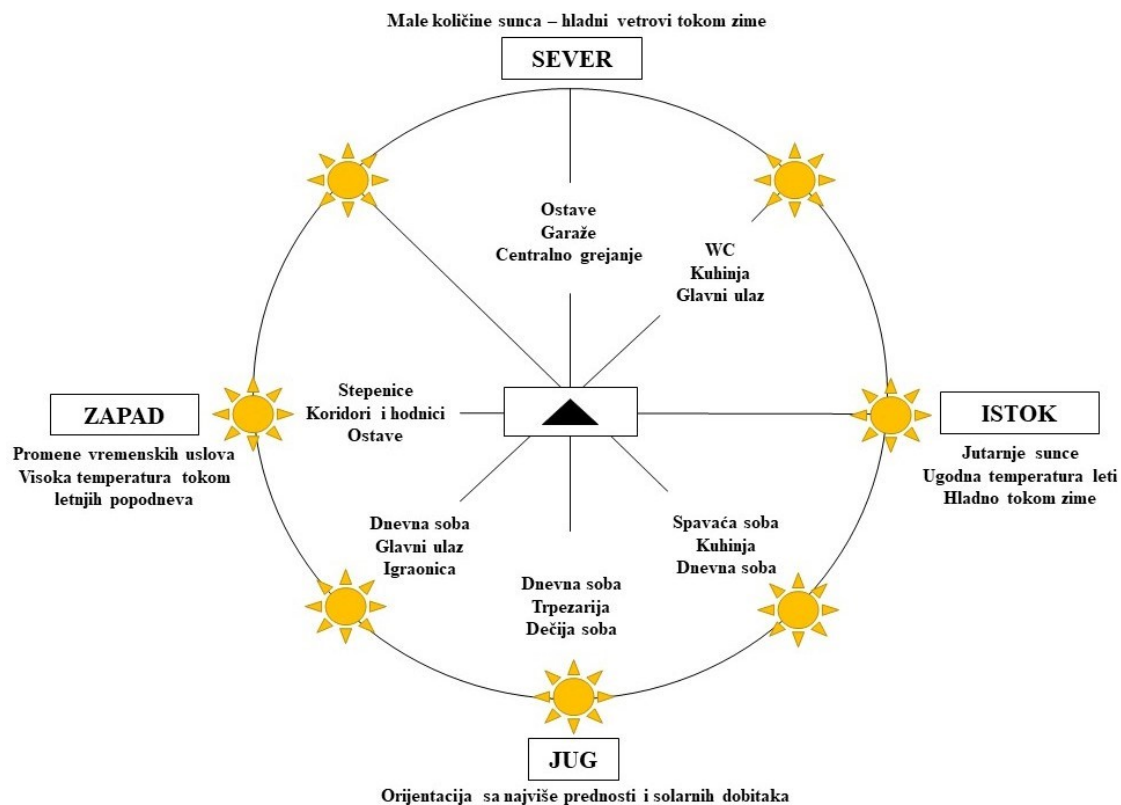
Funkcionalna organizacija prostora, odnosno raspored prostorija unutar zgrade, predstavlja jedan od ključnih arhitektonskih elemenata koji može uticati na kvalitet bioklimatskog planiranja. Iz tog razloga, još u početnim fazama projektovanja, treba obratiti pažnju na oblik i tip plana, dimenzije, veličine, spratnost, kao i toplotno zoniranje prostora, kako bi se u što većoj meri iskoristili prirodni potencijali lokacije u svrhu postizanja efikasnog toplotnog, svetlosnog i zvučnog komfora.

Pravilna arhitektonska organizacija prostora ekološki ispravne zgrade podrazumeva prvenstveno odabir adekvatnog tipa plana koji je u skladu sa namenom objekta. Ukoliko je reč o jednonamenskim zgradama, kao što su stambeni objekti, prednost se daje otvorenom tipu plana koji omogućava bolje prirodno osvetljenje i ventilisanje prostora. Eliminisanjem unutrašnjih pregradnih zidova obezbeđuje se prirodna osvetljenost prostora i većih dubina od 6m, kao i veća mogućnost unakrsnog provetravanja. Pored toga, otvoreni plan je pogodan i sa aspekta redukovanja količine upotrebljenih materijala što smanjuje količinu tzv. početne ugradne energije u objektu. Takođe, uklanjanjem vertikalnih pregrada i unutrašnjih barijera ostvaruje se efikasno i funkcionalno kretanje kroz prostor.²⁸³ Zatvoreni tip plana je poželjno primenjivati u slučaju višenamenskih objekata u kojima se planira neravnomerno toplotno opterećenje prostorija. Ograničavanjem prostora sprečava se neželjeno prenošenje toplote u druge delove zgrade, a istovremeno se omogućava izolovano provetravanje.

Raspored prostorija unutar objekta u zavisnosti od njihove namene i orijentacije ili tzv. linearno ili toplotno zoniranje prostora, važan je faktor koji u velikoj meri utiče na količinu pasivnog solarnog zahvata. Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada Republike Srbije, u okviru tehničkih zahteva za postizanje energetske efikasnosti zgrada, između ostalog određuje i toplotno zoniranje kao jedan od parametara: projektovati toplotno zonirane zgrade, odnosno, grupisati prostorije u zgradi u skladu sa njihovim temperaturnim zahtevima; zone sa višim temperaturnim zahtevima projektovati tako da mogu maksimalno da iskoriste prirodne potencijale lokacije (sunce, vetar, zelenilo).²⁸⁴ Dnevne prostorije, odnosno prostore u kojima se najviše boravi treba orijentisati ka jugu jer južna orijentacija obezbeđuje najviše solarnih dobitaka. Servisni prostori i oni koji se manje koriste zahtevaju manju temperaturu pa se oni mogu locirati na severnoj strani. Transitni prostori, stepenišne vertikale i liftovi se pozicioniraju između ove dve zone. Slika 104 prikazuje preporučljive orijentacije i pozicije prostorija različite namene unutar zgrada.

²⁸³ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

²⁸⁴ Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, prilog 4, 2011.



Slika 104: Preporučeno toplotno zoniranje prostorija u zgradi²⁸⁵

Osim rasporeda prostorija, prilikom projektovanja planova, u obzir treba uzeti i njihove dimenzije kako bi se prostor racionalno iskoristio i organizovao. Racionalno „trošenje“ kvadrata u projektovanju redukuje potrebu za građevinskim materijalima, a isto se postiže i racionalnim određivanjem spratnih visina. Razvijanje prostora po vertikali, umesto horizontalno, smanjuje upotrebu slobodnog zemljišta na parceli.²⁸⁶ Efikasno zauzimanje zemljišta izgrađenim objektom postiže se otvaranjem prizemlja, odnosno njegovim oslobađanjem u određenoj meri. Isto se postiže ukopavanjem objekta. U oba slučaja zemljište ostaje slobodno i na njemu prvenstveno treba planirati zelene i vodene površine.²⁸⁷

2. FORMA OBJEKTA

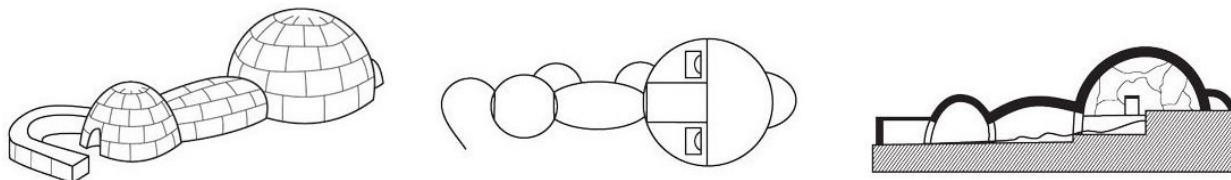
Forma objekta predstavlja za sada nedovoljno istraženu i u praksi primenjenu pasivnu strategiju smanjenja potrošnje energije u zgradama. Međutim, određena istraživanja dovode do zaključka da se pravilno formiranim oblikom može uticati na energetske performanse objekta. Da bi se u zgradama sačuvala toplota, odnosno smanjili energetske gubici, ona mora biti kompaktne forme koja smanjuje toplotnu razmenu sa okolinom. Površina spoljašnjeg omotača je element preko kojeg se vrši razmena toplote između unutrašnjosti i spoljašnjosti te ona predstavlja najveći propusnik toplote. U tom smislu, u toku same faze projektovanja zgrade

²⁸⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

²⁸⁶ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

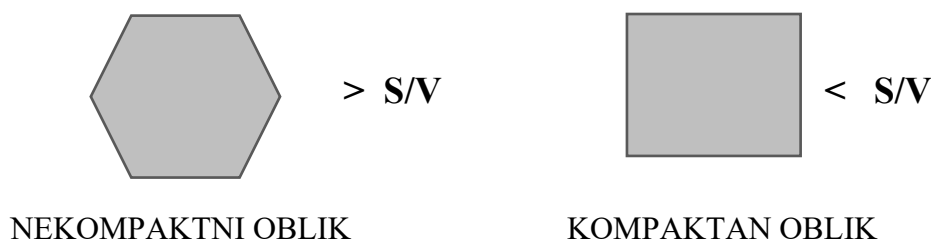
²⁸⁷ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

posebnu pažnju treba usmeriti na kompaktnost njenog oblika, veličinu omotača, visinu, kao i na dubinu do koje se objekat gradi. Brojne građevine su dizajnirane i oblikovane upravo sa ciljem postizanja što veće energetske uštede i unutrašnje komfornosti. Jedan od dobrih primera oblika objekta koji je formiran isključivo zbog potrebe smanjenja gubitka toplote je eskimska kuća Iglo (slika 105). Geometrijskim oblikom polulopte, sa najmanjom površinom omotača, ostvaren je najmanji procenat gubitka toplotne energije, čime su eskimi u mnogome olakšali svoj boravak na severnom polu.



Slika 105: Eskimska kuća Iglo²⁸⁸

S/V faktor²⁸⁹ ili faktor oblika je odnos koji je definisan formom bilo kog geometrijskog tela i koji meri i određuje njegovu kompaktnost.²⁹⁰ Iz tog razloga se upotrebljava i kao merodavna veličina i pokazatelj kompaktnosti izgrađenih objekata i njihove forme. Predstavlja odnos zapremine (V) unutrašnjeg prostora i površine spoljašnjeg omotača (S) koja je zatvara. Naime, zapremina unutrašnjeg prostora građevine koja treba da se zagreje ili ohladi i njen odnos sa površinom omotača koji obavlja tu zapreminu utiče na termičke performanse objekta. Što su kompaktnije forme objekata, to su manji energetske gubici, odnosno dobici toplote unutar njega, u zavisnosti da li se radi o grejanju ili hlađenju. Zgrade sa manjim S/V faktorom su kompaktnije jer je manji odnos između površine omotača i zapremine, dok su one sa većim S/V koeficijentom manje kompaktne. Slika 106 prikazuje primer jednog nekompaktnog i jednog kompaktnog oblika (slika 106).



Slika 106: Poređenje kompaktnosti oblika²⁹¹

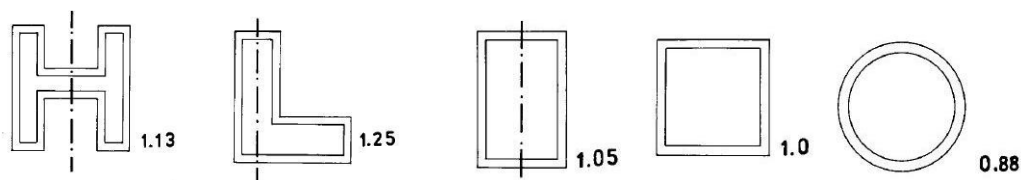
Na slici 107 su prikazane osnove različitih oblika i razuđenosti, ali iste korisne površine i njihovi S/V faktori. Najrazuđenija osnova, koja istovremeno ima i najveću površinu omotača ima najveći faktor oblika. Najmanju površinu omotača i S/V faktor ima kružna osnova kod koje su ujedno i najmanji gubici energije kroz zidove.

²⁸⁸ Izvor ilustracije: <http://geolmarshrut.ru/biblioteka>

²⁸⁹ S/V faktor (surface/volume) - odnos površine omotača i zapremine

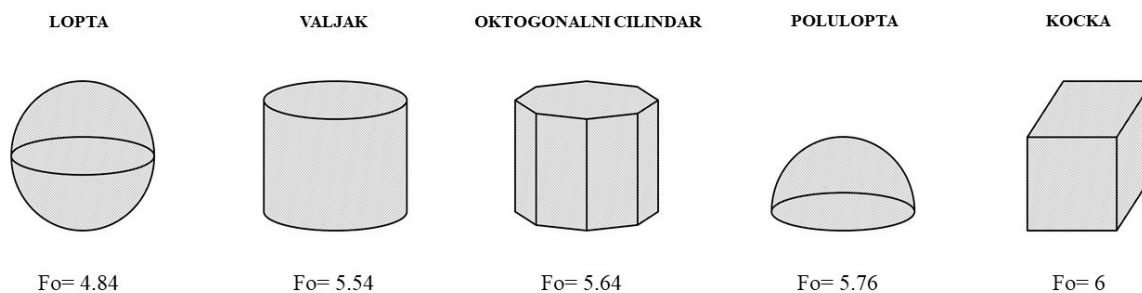
²⁹⁰ Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.

²⁹¹ Izvor ilustracija: crtež autora Stanišić J.



Slika 107: S/V faktori osnova iste površine i različitog oblika²⁹²

Iz toga možemo zaključiti da bi idealna forma objekta odgovarala geometrijskom obliku lopte jer ima najmanji odnos površine i zapremine. Iako u današnje vreme napredne tehnologije forme objekata mogu biti najrazličitijih oblika, u lopti se ne može živeti. Iz tog razloga se kao najkompaktniji oblik za kuće uzima kocka. Međutim, između lopte i kocke postoji veliki broj geometrijskih figura veće kompaktnosti koje mogu poslužiti kao koncept za oblikovanje energetski efikasnih formi objekata. Do ovih zaključaka je došao Nenad Miloradović koji je istraživao arhitekturu Lepenskog Vira i oblikovanje energetski efikasnih formi.²⁹³ On navodi valjak kao oblik koji je isplativiji i kompaktniji od kocke za 8%, ali takođe ima kružnu osnovu koja je neprikladna i retko se primenjuje u arhitekturi. Cilindrični oblici sa osnovama pravilnih mnogouglova imaju bolji faktor oblika u odnosu na kocku, a budući da imaju ravne površine strana lako se primenjuju i realizuju u arhitektonskom projektovanju. Slika 108 prikazuje faktore oblika ($F_o = S/V$) za neke od osnovnih geometrijskih figura uzimajući vrednost zapremine $V=1$.



Slika 108: Faktori oblika geometrijskih tela²⁹⁴

Kada se uporede jednorodni stambeni objekti sa višespratnim zgradama, povoljniji, manji faktor oblika imaju zgrade većih visina. Porodične kuće mogu imati faktor oblika i veći od 1.0 dok stambene zgrade ponekad imaju S/V faktor i manji od 0.2 (slika 109). Iz tog razloga se pravougaoni oblik osnove jednorodne zgrade ocenjuje kao idealan, dok se kao optimalan faktor oblika za porodične kuće uzima vrednost koja se kreće od 0.8 do 1.0 (m^2/m^3).²⁹⁵ Faktor

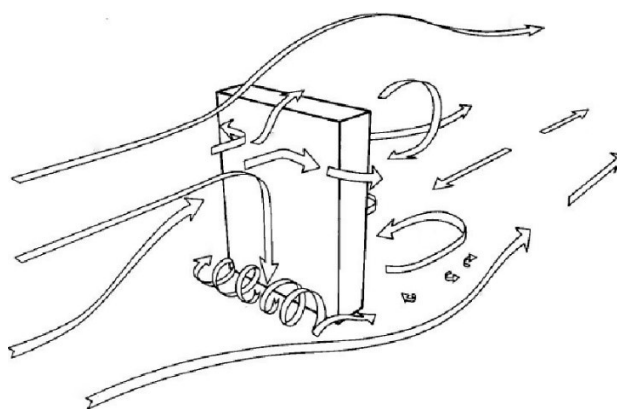
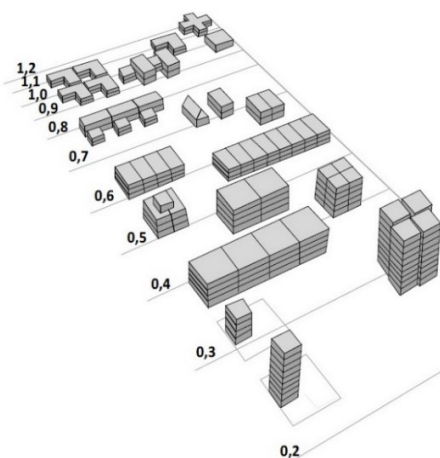
²⁹² Izvor ilustracija: <https://docplayer.net/41757487-I-ekologija-i-graditeljstvo-2.html>

²⁹³ Miloradović, N.: *Oblikovanje energetski efikasnih formi*, 49. Međunarodni kongres i izložba o KGH, Beograd, 2018.

²⁹⁴ Izvor ilustracija: crtež autora Stanišić J.

²⁹⁵ Lylykangas, K.: *Shape Factor as an Indicator of Heating Energy Demand*, 15. Internationales Holzbau-Forum, Nemačka, 2009.

oblika zgrade je jedan od glavnih uzroka velike potrošnje energije za grejanje u stambenim objektima.²⁹⁶



Slika 109: Faktori oblika za različite tipove zgrada²⁹⁷ Slika 110: Ilustracija protoka vetra oko visoke zgrade²⁹⁸

Visina zgrade kao jedan od elemenata njene forme utiče i na protok vazduha oko objekta. Na ovaj način, forma zgrade određuje kako će se vazduh kretati u njenom neposrednom okruženju, što direktno utiče na njenu ventilaciju. Ako je zgrada visoka, a u njenom okruženju se nalaze dosta niži objekti ili je izgrađena na većoj praznoj površini/parcели, povećava se njena izloženost dominantnim vetrovima i stvaraju se kovitlaci oko nje, što utiče na promene temperature unutar objekta (slika 110). Sa druge strane, kolika će biti potreba za veštačkim osvetljenjem i veštačkim provetravanjem u objektu najviše zavisi od dubine zgrade. Što je veća dubina, unutrašnje prostorije su manje izložene prirodnom svetlu, zbog čega se javlja potreba za veštačkim osvetljenjem, pa i dodatnim provetravanjem.

3. INFRASTRUKTURA

Infrastruktura objekta obuhvata sve pomoćne delove i mreže instalacija koje pomažu održavanju i funkcionisanju zgrade kao jedinstvenog, celokupnog sistema. Delovi infrastrukture su mreže sistema i uređaja za grejanje, hlađenje i ventilaciju, vodovodne i kanizacione mreže i elektroinstalacije. Način funkcionisanja ovih sistema, kao i izvor njihovih resursa, od velike su važnosti kada je u pitanju kvalitet bioklimatske arhitekture, energetska efikasnost i unutrašnja komfornost izgrađenih objekata.

Od najvećeg značaja za čuvanje i potrošnju energije unutar objekata imaju sistemi grejanja, hlađenja i pripreme tople vode. Grejanje i hlađenje prostorija i grejanje vode čine skoro 55% upotrebe energije u zgradarstvu i predstavljaju glavnu šansu za smanjenje potrošnje energije.²⁹⁹

²⁹⁶ Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

²⁹⁷ Izvor ilustracija: Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

²⁹⁸ Izvor ilustracija: Moonen P., Dorer V. i dr.: *Urban physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand*, Frontiers of Architectural Research, 197-228 str., Science Direct, 2012.

²⁹⁹ Minić N., Knežević M. i dr.: *Metode unapređenja energetske efikasnosti u zgradarstvu*, Synthesis, Internacionalna naučna konferencija It istraživačkog sektora, Energetska efikasnost i distribuirani sistemi, 2015.

Kod ovog aspekta veliku ulogu ima toplotno zoniranje zgrade, kao i adekvatan raspored grejnih instalacija. Raspored prostorija, izolovanje i odvajanje grejanog od negrejanog prostora neophodno je kako se toplota ne bi nepotrebno gubila. Iz tog razloga, u fizičkoj strukturi zgrade, preporučljivo je instalacije planirati u odvojenim blokovima, tako da im se lako može pristupiti i da se mogu menjati, a da se pritom ne remete susedni delovi zgrade.³⁰⁰ Kao izvor resursa za proizvodnju energije za grejanje i toplu vodu u objektima poželjni su i preporučljivi alternativni i obnovljivi izvori energije, kao što su biomasa, solarna energija, geotermalna energija i dr.

Efikasno snabdevanje toplom vodom od značaja je za redukciju potrošnje vode u zgradama. Da bi se potrošnja zagrejane vode svela na minimum, mesto njene potrošnje treba da je što bliže mestu proizvodnje tople vode.³⁰¹ Ukoliko se u zgradi planira sakupljanje i upotreba alternativne vode, kao što je sakupljanje kišnice, za navodnjavanje ili korišćenje tzv. sive, otpadne vode, neophodno je planirati dvostruku vodovodnu i kanizacionu mrežu kako bi se tehnička voda razdvojila od pijaće vode iz gradske vodovodne mreže.

Način ventilisanja odnosno provetravanja prostorija u zgradi predstavlja još jednu oblast od presudnog značaja bioklimatskog planiranja. Optimizacija sistema prirodne ventilacije navodi se kao jedan od parametara tehničkih zahteva za postizanje energetske efikasnosti zgrada u Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada Republike Srbije:

- otvore na zgradi, kao što su prozori, vrata, kanali za ventilaciju, projektovati tako da gubici toplote u zimskom periodu i toplotno opterećenje u letnjem periodu bude što manje;
- kada god je to moguće, otvore koncipirati tako da se maksimizira pasivno (prirodno) noćno hlađenje u letnjem periodu.³⁰²

Kako bi se potreba za veštačkim provetravanjem smanjila na minimum, poželjno je koristiti i primeniti pasivne strategije ventilacije koje koriste prirodne sisteme i obrasce protoka vazduha za njegovo uvođenje iz neposrednog okruženja zgrade u unutrašnji prostor. Vetrovi uzrokovani razlikama u temperaturi stvaraju razlike u vazдушnom pritisku u zatvorenim prostorima. Objekti mogu biti dizajnirani i oblikovani tako da se ovi prirodni vazdušni tokovi pojačaju i iskoriste za provetravanje i tzv. poprečnu ventilaciju koja podrazumeva prinudno usmeravanje i kretanje vazduha sa jednog na drugi kraj zgrade adekvatnim dizajnom i pozicijom prozorskih i drugih otvora.

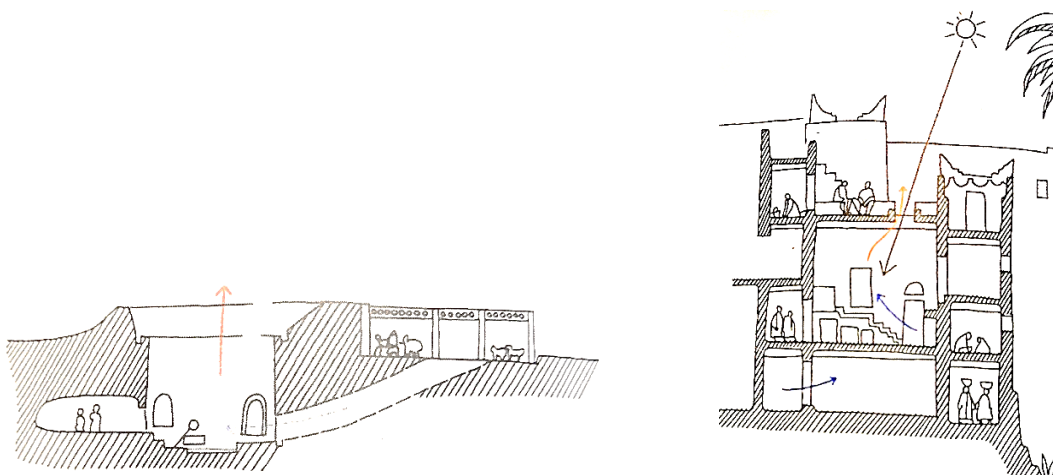
Dobar primer ostvarenja prirodne ventilacije predstavljaju istorijski objekti, zemunice u Libiji, gde je primenjen princip gradnje u toplim predelima: ukopavanje stambenog prostora kako bi se iskoristila hladnoća zemlje i proizveli efekti ventilacije pomoću termičkog potiska (slika 111). Topli vazduh se kroz krovni otvor u unutrašnjem dvorištu penje prema gore dok se hladni vazduh usisava u dvorište kroz pristupne tunele i tako rashlađuje unutrašnji prostor. Slika 112 prikazuje drugu vrstu građevine toplih zona u Libiji gde ventilacioni otvori vode topli vazduh na krov, a hladan vazduh usisavaju kroz prolaze što kuću rashlađuje odozdo.³⁰³

³⁰⁰ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³⁰¹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³⁰² Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, prilog 4, 2011.

³⁰³ Klaus D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, primeri i ideje*, JASEN, Beograd, 2009.



Slika 111: Ukopana zemunica u Libiji³⁰⁴ Slika 112: Pasivni sistem ventilacije građevine toplih zona u Libiji³⁰⁵

4. STRUKTURA ZGRADE I NJENOG OMOTAČA

Struktura zgrade i njenog omotača predstavljaju ključne odrednice dobitaka i gubitaka toplote. Svaka od komponenata omotača je element koji predstavlja parametar koji na svojstven način utiče na energetske performanse objekta. Analiza pojedinačnih parametara od velikog je značaja prilikom utvrđivanja stepena ukupne energetske efikasnosti jedne građevine. U Pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada Republike Srbije optimizacija strukture zgrade se navodi kao jedan od parametara tehničkih zahteva za postizanje energetske efikasnosti:

- prema potrebama i nameni zgrade koristiti termičku masu za ostvarivanje toplotnog komfora u zimskom i letnjem periodu; termička masa treba da povećava termičku inerciju objekta, osim za objekte sa kratkotrajnim korišćenjem;
- primeniti visok kvalitet toplotne izolacije celokupnog termičkog omotača;
- izbegavati toplotne mostove;
- odabirom vrste materijala i bojom materijala minimizirati pojavu toplotnih ostrva.³⁰⁶

Struktura zgrade obuhvata konstruktivni sistem, tehnike građenja i vrstu materijala koji se koriste u oblikovanju njenog omotača i izgradnji.

Vrsta i tip konstruktivnog sistema utiču na energetske efikasnost objekta u pogledu fleksibilnosti, utroška materijala i količine otpada koji se generiše pri građenju. Efikasan strukturalni dizajn i fleksibilna konstrukcija su parametri koji u velikoj meri doprinose ostvarivanju manje energetske potrošnje unutar objekta zbog čega se prednost daje skeletnom konstruktivnom sistemu. U slučaju skeletnog sistema povećava se fleksibilnost građevine u smislu veće mogućnosti manipulacije konstruktivnim elementima jer se svaki deo sklopa može menjati nezavisno od drugih delova, a zidovi su nenoseći, laki i mobilni. Ovo povećava životni vek građevine u celini, njenu fleksibilnost i prilagođavanje kroz vreme u zavisnosti od potreba korisnika. Odlaganjem otpada nakon završetka životnog veka građevine odlaže se veliki deo

³⁰⁴ Izvor ilustracije: Klaus D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, primeri i ideje*, JASEN, Beograd, 2009. prema skici dipl.inž. H. Hosu

³⁰⁵ Izvor ilustracije: Klaus D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, primeri i ideje*, JASEN, Beograd, 2009. prema skici dipl.inž. H. Hosu

³⁰⁶ Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, prilog 4, 2011.

početne, ugrađene energije materijala koji su korišćeni u izgradnji, a koji se više ne mogu upotrebiti. Redukcijom otpada redukuje se i nepotrebna potrošnja energije.³⁰⁷ Iz tog razloga prednost treba dati izboru lokalnih, lako dostupnih, ekoloških materijala, kao što je zemlja koja je široko rasprostranjen prirodni građevinski materijal na teritoriji Vojvodine. Kuće građene od zemlje imaju minimalan negativan uticaj na okruženje i minimalnu količinu otpada nakon ispunjenja životnog veka jer se materijal razgrađuje na licu mesta i vraća svom prirodnom staništu. Potom se ista zemlja može ponovo koristiti u izgradnji što ovaj materijal čini obnovljivim izvorom energije kod kojeg je potrošnja energije pri odlaganju otpada smanjena na minimum. Osim redukcije količine otpada, za energetske efikasnost zgrade od velike je važnosti i redukcija količine upotrebljenih građevinskih materijala. Što se manje materijala koristi u izgradnji objekta manja je vrednost ugrađene energije, ugrađene količine CO₂ i manji su negativni, štetni uticaji na okruženje. U cilju redukcije građevinskih materijala, mogu se primeniti sledeće arhitektonske mere:

- redukovanje elemenata unutrašnje strukture;
- upotreba građevinskih materijala sa manjom zapreminskom masom i manjim dimenzijama;
- izbor sistema i tehnika gradnje koji su efikasni u pogledu upotrebe materijala.³⁰⁸

Struktura omotača zgrade koja je u skladu sa bioklimatskim planiranjem i projektovanjem treba da bude energetske efikasna, sačinjena od ekološki ispravnih materijala, da ne zagađuje okolinu, već da doprinosi očuvanju mikroklimе mesta i okruženja. Izbor odgovarajućeg građevinskog materijala ima veliku ulogu u smanjenju potrebe za konvencionalnim dobijanjem energije u objektu, odnosno smanjenju energetske sadržaja zgrade. Korišćenjem adekvatnih nisko-energetskih materijala u izgradnji objekata, oni sami postaju nisko-energetski pri čemu se postiže i maksimalan unutrašnji komfor. Ekološki ispravni, održivi građevinski materijali su oni koji se, nakon analize životnog ciklusa i određivanja svih uticaja na okruženje u svim fazama, smatraju prihvatljivim za upotrebu.³⁰⁹ U bioklimatskoj arhitekturi prednost treba dati prirodnim materijalima koji se dobijaju iz lako dostupnih, lokalnih i široko rasprostranjenih obnovljivih izvora i resursa, materijalima sa niskom vrednosti ugrađene energije i ugljen dioksida, kao i materijalima sa mogućnošću biološke razgradnje.³¹⁰ U savremenom građenju još uvek je vrlo mali procenat upotrebe alternativnih ekološki ispravnih materijala biljnog i životinjskog porekla. Međutim, zbog pozitivnih ekoloških svojstava kojima se odlikuju, sve se češće razmatraju u izgradnji. Neki od njih su bambus, pluta, pamuk, slama, celuloza, ovčja vuna, koralni, pčelinji vosak, riblje ulje i dr. Ekološki ispravni, energetske efikasni tradicionalni materijali koji su se nekad u većoj meri koristili, a danas se na njih pomalo zaboravilo, u novije vreme se vraćaju u upotrebu i sve se više koriste u izgradnji savremene bioklimatske arhitekture.

³⁰⁷ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³⁰⁸ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³⁰⁹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³¹⁰ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

Celokupnu strukturu omotača zgrade čine građevinski sklopovi sačinjeni od slojeva različitih materijala i konstrukcija, a koje na osnovu pozicije i funkcije možemo podeliti na sklopove podova, zidova, međuspratnih tavanica, otvora i krova.

Građevinski elementi i sklopovi

ZIDNI ELEMENTI

Konstrukcije i sklopovi zidova pokrivaju najveći deo spoljašnje površine zgrade zbog čega predstavljaju osnovni i najvažniji element njenog omotača. Zbog svoje velike izloženosti spoljašnjim uticajima, preko njih se odvija najveći deo razmene toplote i energije sa okolinom, a primaju i značajne količine sunčevog zračenja. Stoga zaključujemo da zidovi i njihova struktura predstavljaju značajnu komponentu u formiranju energetski efikasnog omotača. Pažljivim dizajnom i odabirom adekvatnih materijala i dimenzija zidova mogu značajno da se umanje neželjeni ventilacioni i transmisioni gubici i dobici toplote u zgradi. Na ovaj način zidovi učestvuju u redukciji potrošnje energije potrebne za grejanje i hlađenje. Kapacitet i koeficijent provođenja, odnosno akumulacije toplote su toplotne karakteristike zidova koje imaju ulogu u određivanju stepena energetske efikasnosti objekta, ključne su za postizanje željenih toplotnih uslova, a zavise upravo od vrste i dimenzija materijala koji se koriste pri građenju. Materijali, njihova debljina i obloga zidova su parametri od kojih zavise ove karakteristike i koji se pažljivo biraju u skladu sa potrebama grejanja i hlađenja objekata. Koeficijent prolaza toplote, oznake U [$W/(m^2K)$], predstavlja međunarodno priznatu vrednost kojom se određuju toplotne karakteristike svih elemenata i sklopova termičkog omotača zgrade, a čije su maksimalne dozvoljene vrednosti za svaki element definisane Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada.³¹¹ Proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa U vrši se metodom koja je takođe definisana Pravilnikom ili softverima specijalizovanim za određivanje toplotnih karakteristika omotača zgrade i njenog energetskog razreda, a prema formuli, saglasno standardu SRPS EN ISO 6946:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}}$$

gde su vrednosti:

R_{si} i R_{se} – vrednosti otpora prelazu toplote,

λ - vrednost koeficijenta toplotne provodljivosti, i

d – debljina m -tog sloja građevinskog elementa, koje se usvajaju prema tabelama određenim Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada.³¹²

Intervencije koje se primenjuju u modifikaciji toplotnih karakteristika strukture omotača sa ciljem poboljšanja energetske performansi objekta odnose se na smanjenje toplotne

³¹¹ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

³¹² Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

provodljivosti njegovih elemenata. Optimizacija termičkih karakteristika zidnih elemenata i sklopova sprovodi se u pogledu strukture, konstrukcije, izolacije, izbora materijala i dimenzija. Jedna od tehničkih metoda konstrukcije koja se koristi u predelima gde vlada topla klima je ugradnja vazdušnih šupljina u zidove koje smanjuju prenos toplote u objekat. Vazdušne šupljine u zidovima se provetravaju čime se smanjuju toplotni dobitci jer šupljine i prazni prostori predstavljaju otpor prenosu toplote.³¹³ Kada zgrada ima potrebu za uvođenjem mehaničkog grejanja ili hlađenja unutrašnjeg prostora, izolacija spoljašnjih zidova igra važnu ulogu u smanjenju prostorno-vazdušnih opterećenja. U toplim krajevima izolacija se postavlja sa spoljašnje strane obodnih zidova konstrukcije, okrenuta eksterijeru, čime se pruža zaštita termalnoj masi zida koja je tako slabo izložena i zaštićena od spoljašnjih uticaja, a istovremeno povezana sa enterijerom. Neke od tradicionalnih pasivnih metoda poboljšanja termičke izolacije zidova koje daju odlične rezultate u sprečavanju neželjenih gubitaka toplote, a koje se i u današnje vreme polako vraćaju i sve češće upotrebljavaju, su ukopavanje objekata u teren i ozelenjavanje omotača. Tzv. podzemne kuće, ukopane u teren, sa maksimalno jednom fasadom izloženom spoljašnjim uticajima, imaju brojne prednosti u pogledu bioklimatske arhitekture i toplotnih karakteristika omotača-zemlje. Lako se zagrevaju i hlade i nisu podložne velikim i brzim temperaturnim promenama (slika 113). Prednosti ozelenjavanja omotača, zidova i krovova zgrade, navedene su u poglavlju 7.3.1. doktorske disertacije: Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja- Vegetacija i pejzažno uređenje (slika 114).



Slika 113: Podzemna kuća, Dieticon, Švajcarska³¹⁴



Slika 114: Zeleni zid Patrick Blanc-a na muzeju u Parizu³¹⁵

Spoljašnje obloge zidova i drugih elemenata omotača takođe utiču na energetske performanse objekta. Učestvuju u određivanju količine toplote koja će biti apsorbovana ili odbijena od površine na kojoj se obloga nalazi. Glatke površine i svetle boje obloga fasada odbijaju svetlost i toplotu i imaju veću emisiju, pa tako smanjuju toplotne dobitke, dok tamne površine privlače sunčevo zračenje čime se postižu veći toplotni dobitci. Iz tog razloga bi se svetlo obojene obloge trebale koristiti u toplim, a tamne u hladnim sredinama.

³¹³ Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.

³¹⁴ Izvor ilustracije: <https://granitehistory.org/underground-houses>

³¹⁵ Izvor ilustracije: <https://abominableink.wordpress.com>

PODNE I MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

Podne i međuspratne konstrukcije su horizontalni elementi omotača koji obavijaju unutrašnji prostor zgrade a nisu u kontaktu sa spoljašnjim prostorom i nisu izloženi uticaju okoline i vremenskim uslovima. Dok se podne konstrukcije graniče sa tлом, međuspratne tavanice dele spratne etaže i često razdvajaju grejane od negrejanih prostora. Iz tog razloga njihove termičke i izolacione karakteristike imaju veliku ulogu u formiranju energetske efikasne strukture omotača. Iako vertikalne fasadne površine primaju znatno više Sunčevog zračenja u odnosu na horizontalne, podovi i tavanice takođe mogu biti korisne u ulozi elemenata za pasivne solarne zahvate tokom zimske sezone. Iz tog razloga su pogodne i često se koriste u pasivnim solarnim sistemima kao termalne mase koje transformišu energiju sunčevog zračenja u toplotu kojom se zagreva unutrašnji prostor. Dobre termalne mase predstavljaju podovi izrađeni od materijala koji imaju odlične termičke i akumulacione karakteristike. Takvi podovi se ponašaju kao toplotna skladišta koja apsorbuju i skladište energiju sunca dospelu do njih tokom dana, a potom u noćnom periodu, kada temperatura vazduha padne, zagrevaju unutrašnji prostor odavanjem akumulirane toplote radijacijom. Materijali od kojih se izrađuju termalne mase podova su zemlja, beton, kamen, voda i dr. Uvođenje termalnih masa podova u okviru pasivnih solarnih sistema pozitivno se odražava na redukovanje potrošnje operativne energije u zgradi i značajno se smanjuju potrebe za grejanjem i hlađenjem prostorija. Pored toga za podove i tavanice vrlo je važno obezbediti adekvatnu termo i hidroizolaciju, naročito ako se radi o međuspratnoj konstrukciji koja odvaja grejani od negrejanog prostora. Potrebna debljina sloja termoizolacije određuje se proračunom u zavisnosti od potreba za grejanjem unutrašnjeg prostora i spoljnih klimatskih uslova. Prilikom izbora materijala termoizolacije bitne su karakteristike u odnosu na vodootpornost, difuziju vodene pare, termičku otpornost i dr. U bioklimatskoj arhitekturi se koriste materijali koji poseduju najbolji ekološki kvalitet za termoizolaciju, a to su organski materijali dobijeni od sirovog biljnog porekla: materijali na bazi drveta-ploče od plute i trske, prefabrikovane ploče od presovane slame i drugi alternativni ekološki ispravni materijali koji su takođe široko rasprostranjeni u formama tradicionalne arhitekture.³¹⁶

KROV

Krovnna konstrukcija, kao i drugi elementi omotača zgrade, ima značajnu ulogu u oblikovanju energetske efikasne objekata jer u velikoj meri utiče na količinu sunčevog/solarnog zračenja, toplotne dobitke i gubitke, dnevno osvetljenje i ventilaciju. Krov, kao i druge elemente konstrukcije objekta, treba prilagoditi postojećim klimatskim uslovima prirodnog okruženja, kako bi se što bolje iskoristile pogodnosti date sredine u cilju održive, bioklimatske, energetske efikasne gradnje. U tom smislu, pravilan tretman krova podrazumeva formiranje njegovog povoljnog oblika i odabir adekvatnih materijala za njegovo pokrivanje.

Oblik krovne konstrukcije i njegova orijentacija utiču na količinu sunčevog zračenja, odnosno toplote koja dospeva do objekta, kao i efikasnost ventilacionih sistema u zgradi. Ravan

³¹⁶ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

krov proizvodi veće gubitke toplote od krova u nagibu. Što su krovne ravni strmije to se preko njih ostvaruju manji gubici.³¹⁷ Stoga zaključujemo da su ravni krovovi pogodniji za upotrebu u toplim krajevima, a krovovi u nagibima u hladnim i predelima gde su izraženije temperaturne razlike između godišnjih doba. Južnom orijentacijom krovnih ravni ostvaruju se veći toplotni dobici preko pasivnog sunčevog zračenja, kao i mogućnost instalacije dodatnih solarnih uređaja i sistema za pretvaranje sunčeve energije u toplotnu. Takođe, samom konstrukcijom tavanskog prostora ispod krovnog pokrivača mogu se umanjiti solarni toplotni dobici u toplim krajevima. Provetravanjem praznog tavanskog prostora smanjuju se toplotni dobici i toplotno opterećenje u zgradi i pospešuje prirodna ventilacija čime se smanjuje potreba za veštačkim provetravanjem. Specijalnim dizajnom krova mogu se postići dodatne povoljnosti efikasne ventilacije i osvetljenja unutrašnjih prostorija. Neki od primera ovakvog dizajna su različiti oblici svetlarnika, krovnih prozora, unutrašnjih atrijuma i dr. Sa druge strane, delovi krovova mogu učestvovati u pružanju spoljne zaštite od sunca u vidu različitih krovnih sistemi solarne zaštite: nadstrešnice, horizontalni prepusti ravnih krovova, prepusti krovnih ravni pod nagibom i dr. Krovni prepusti proizvode senku kao zaštitu od sunca i pregrevanja fasada, ali od velike je važnosti njihovo pravilno dimezionisanje. Predimenzionisanjem ovakvih krovnih struktura može se stvoriti velika senka što onemogućuje zahvatanje sunčevog zračenja, tj. pasivno solarno grejanje unutrašnjih prostora zgrade u zimskom periodu.

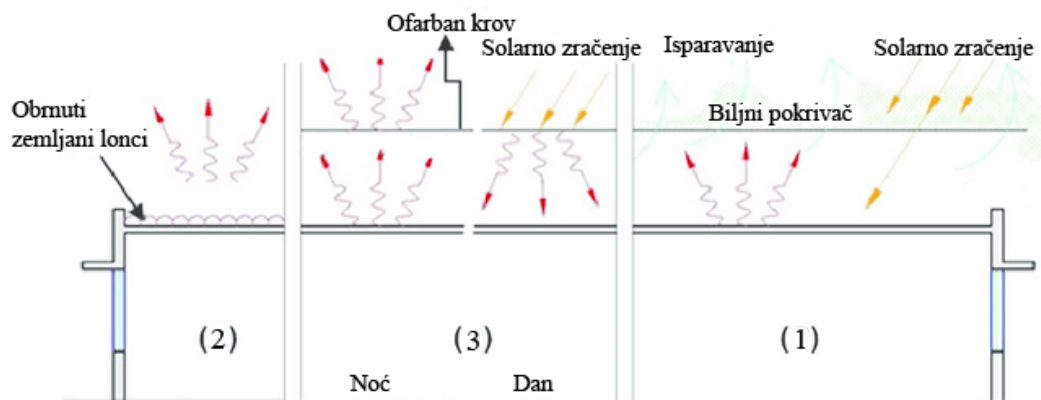
Materijal, vrsta i boja krovnog pokrivača takođe u velikoj meri može uticati na efikasnost bioklimatske arhitekture. U toplim i vrelim krajevima, krov treba da se odlikuje dobrim izolacionim karakteristikama kako bi se smanjili toplotni dobici, dok je u hladnijim predelima preporučljiva izrada krovova od materijala koji pospešuju pasivno solarno grejanje i toplotne dobitke u zgradi.

Neke od alternativnih metoda dobre izolacione zaštite pokrivanja krova su:

1. Pokrivač od listopadnih biljaka ili puzavica se može koristiti u krajevima gde vlada pretežno topla klima, kao dobra izolacija krova. Isparavanje sa površine listova biljaka obezbeđuje rashlađivanje okolnog prostora;
2. Sistem pokrivanja krova obrnutim zemljanim loncima je tradicionalna indijska metoda u izgradnji koja je osiguravala dobru krovnu izolaciju tokom toplih meseci. Kroz prazne vodonepropusne zemljane lonce, koji funkcionišu kao male vazdušne, obrnuto raspoređene šupljine na površini krova, cirkuliše vazduh i one deluju kao barijera za prenos toplote, zbog mikroskopske porozne strukture njihove površine,³¹⁸
3. Krovni pokrivač sa gornjom površinom ofarbanom u belo smanjuje apsorpciju zračenja obloge, a u isto vreme omogućava provod toplote za toplotne dobitke kroz krov (slika 115).

³¹⁷ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³¹⁸ Athmani W., Sriti L.: *Impact of passive cooling techniques on the thermal behavior of residential buildings in hot and arid regions -An experimental study-*, J. Build. Mater. Struct. (2018) 5: 74-85



Slika 115: Metode izolacione zaštite krovnog pokrivača³¹⁹

Smatra se da 1/3 ukupne neželjene toplote dospeva u objekat upravo preko krovne konstrukcije zbog čega su naročito popularni tzv. reflektujući krovovi.³²⁰ Svetle reflektujuće površine krova ostvaruju i do 50% uštede u energiji potrebne za rashlađivanje prostora što je vrlo pogodno za primenu u toplim krajevima. Temperature površina ovakvih krovova u toku leta mogu biti i do 30⁰C manje u odnosu na krovne površine sa tradicionalnim pokrivačima jer onemogućuju apsorpciju i akumuliranje toplote u masivnoj strukturi zgrade.³²¹ Sa druge strane tamno obojeni pokrivači krovnih ravni primenjuju se u hladnijim krajevima jer pospešuju pasivno solarno zračenje, privlače i apsorbuju toplotu.

FENESTRACIJA

Fenestracija, odnosno raspored prozorskih otvora i drugih zastakljenih površina na fasadi je deo omotača zgrade koji je najpodložniji stvaranju dobitaka i gubitaka toplote. Ovi elementi predstavljaju značajnu komponentu u projektovanju bioklimatske, pasivne arhitekture jer kako imaju sposobnost da zadrže svetlost i toplotu van objekta, tako mogu i da usmere sunčevo zračenje ka njemu, a sve u zavisnosti od potreba građevine. Dizajn fenestracije predstavlja jedan od primarnih faktora ostvarivanja zahteva objekta za prirodnom ventilacijom, dnevnim osvetljenjem i pasivnim dobicima i gubicima toplote jer predstavljaju mesta najveće transmisije na omotaču. Karakteristike fenestracije na koje treba obratiti pažnju prilikom oblikovanja i identifikacije pasivne energetski efikasne arhitekture su veličina, oblik i orijentacija, odnosno položaj i vrsta zastakljenja prozorskih i drugih površina. Svaki od ovih parametara utiče na svojstven način na osvetljenje i količinu solarnih dobitaka u zgradi, kao i na brzinu protoka vazduha u prostorijama, odnosno regulisanje prirodne ventilacije. Kako bi se potreba za veštačkim provetranjem prostorija smanjila na minimum, preporučljivo je prirodnu ventilaciju u zgradama obezbediti samim dizajnom objekta, odnosno prozorskih otvora na fasadi. Bitni elementi zastakljenih površina na fasadi su takođe i sistemi zastakljivanja, kao i

³¹⁹ Izvor ilustracije: Gupta N., G. N. Tiwari: *Review of passive heating/cooling systems of buildings*, Article in Energy Science and Engineering, September 2016

³²⁰ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³²¹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

uređaji za senčenje na objektu. Neki od elemenata za zasenčenje koji se koriste su roletne, zavesе, žaluzine i fiksni prepusti-nadstrešnice, od kojih su neke pokretne a druge fiksne. Treba uzeti u obzir da ovi elementi imaju i svoje mane: mogu da zaklanjaju pogled i ometaju kretanje vazduha u prostoriji. Efektivnom i adekvatnom kombinacijom dizajna prozora, zastakljenih površina i postavljenih uređaja za sančenje može se postići i do 40% uštede energije u objektu.³²²

Veličina prozorskih i drugih zastakljenih otvora na fasadi u velikoj meri utiče na količinu sunčevog zračenja koja dospeva do objekta, kao i na koncentraciju prirodnog osvetljenja. Veći prozorski elementi značajno povećavaju ulazak dnevnog svetla i poboljšavaju osvetljenje unutrašnjih prostorija. Osim toga, dopiranjem veće količine sunčevog zračenja povećavaju se i toplotni dobici spolja prema unutra za vreme letnjeg perioda, međutim, veći prozorski otvori takođe povećavaju i toplotne gubitke zimi od unutrašnjeg ka spoljnom prostoru. Stoga je važno pažljivo odrediti potrebne površine i dimenzije prozorskih otvora kako bi se dobila optimalna vrednost dobitaka, odnosno gubitaka toplote na datoj lokaciji. U hladnim sredinama je poželjno da zastakljeni otvori zauzimaju veće površine na fasadi, a u toplim krajevima manje, kako bi se, prema zahtevima sredine, obezbedila adekvatna količina sunčevog zračenja i toplote koja ulazi u prostorije. Fenestracija pri kojoj su veličine površina prozora u prostoriji jednake 15 do 20% veličine površine poda smatra se adekvatnom i za prirodno dnevno osvetljenje i za ventilaciju u toplim suvim, vrućim i vlažnim regionima, dok u predelima gde vlada umerena klima preporučljivo je da prozori zauzimaju 10 do 20% površine poda. Takođe je važno pravilno dimenzionisanje prozora orijentisanih ka svim stranama sveta kao i njihovo učešće u ukupnoj površini omotača zgrade, kako bi se redukovali gubici toplote zimi i dobici leti, a da se pritom ne ugrozi svetlosni komfor i mogućnost prirodne ventilacije. Prema rezultatima iz više različitih sprovedenih istraživanja, optimalna ravnoteža postiže se onda kada staklene površine na fasadi čine približno 35% ukupne površine omotača.³²³ Pasivna tehnika dizajna u arhitekturi koja podrazumeva kombinaciju manjih prozorskih otvora za dovod vazduha i većih za odvod omogućava povećanje brzine i distribucije protoka vazduha, što osigurava prirodnu ventilaciju u prostorijama.

Položaj prozora i drugih zastakljenih površina omotača i njihova orijentacija prema stranama sveta na lokaciji na kojoj je zgrada pozicionirana utiče na osvetljenje, pasivne toplotne dobitke i gubitke od sunca kao i efikasnost prirodne ventilacije. Prozori koji su okrenuti ka jugu ili istoku primaju i propuštaju najviše svetlosti u objekat, dok oni koji su orijentisani ka severnoj i zapadnoj strani mnogo manje. Severno orijentisane zastakljene površine obezbeđuju najveće transmisionе gubitke toplote i najmanje toplotne dobitke. Zaštita od nepoželjnog zimskog uticaja sa severa ostvaruje se izmeštanjem prozorskih otvora blago od severne ka zapadnoj strani.³²⁴ Takođe nije preporučljiva čista južna orijentacija zastakljenih površina već je optimalno blago skretanje od juga prema istoku kako bi bile izložene sunčevom zračenju u toku većeg dela dana. Potrebno je izbegavati pozicioniranje prozora prema čistom zapadu kako bi se umanjili štetni uticaji letnjeg popodnevnog sunca. Najveće površine otvora

³²² Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.

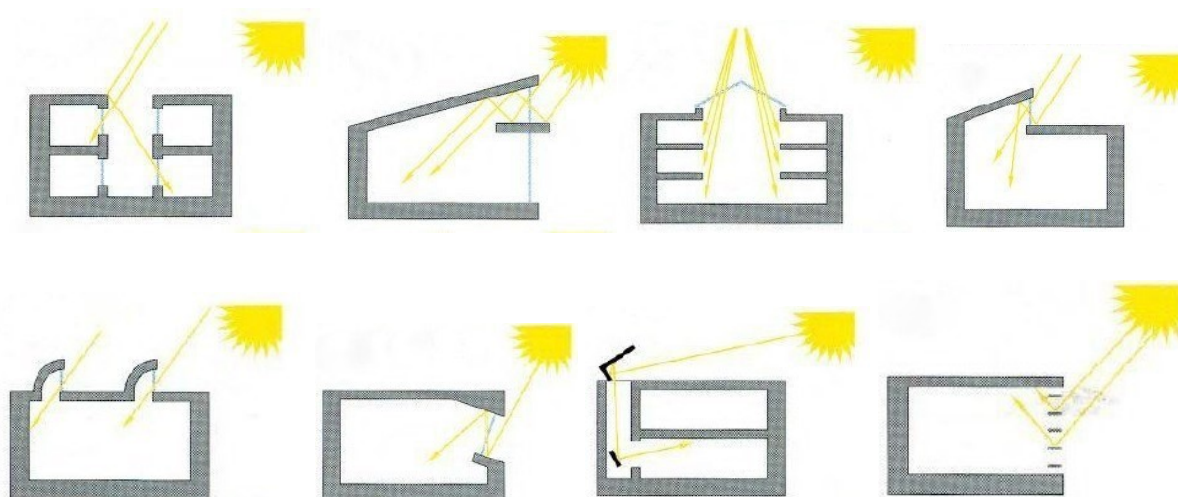
³²³ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³²⁴ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

treba planirati na jugoistočnoj strani fasade jer se tako obezbeđuje pasivno zahvatanje sunčevog zračenja u zimskom periodu.³²⁵ Tamo gde je moguće, treba težiti da kuća na parceli bude orijentisana tako da se iskoriste povoljnosti prisutnih, dominantnih vetrova za obezbeđenje prirodne ventilacije u objektu. Poželjno je da orijentacija objekta obezbeđuje povoljan položaj prozorskih otvora tako da pravac vetra tokom letnjih meseci dolazi sa južne ili jugoistočne strane. Otvori i prozori pozicionirani na višim nivoima u objektu omogućavaju da topao vazduh prirodnim tokom izlazi napolje, budući da se on uvek penje ka gore, što ovu pasivnu tehniku oblikovanja čini povoljnom za obezbeđenje prirodne poprečne ventilacije (slika 116).



Slika 116: 1) Poprečna ventilacija u osnovi, 2) Visoki prozori propuštaju topao vazduh napolje, 3) Manji otvori za ulazak, a veći za izlazak vazduha iz prostorije³²⁶



Slika 117: Uticaj prozorskih zastakljenih površina različitih dimenzija, oblika i pozicija na osvetljenje u zgradi³²⁷

Vrsta stakla prozorskih i drugih sistema takođe može biti vrlo značajan element koji doprinosi uštedi energije u realizaciji pasivne bioklimatske arhitekture. Pažljivim odabirom vrste zastakljenja moguće je redukovati transmisionu gubitke i dobitke toplote unutrašnjih prostorija u zgradi. U praksi se često primenjuju sistemi sa dvostrukim zastakljenjem, običnim ili izolacionim staklom, gde na izolacionu efikasnost manje utiče debljina stakla a više rastojanje između dva staklena panela. Ovaj međuprostor dva staklena sloja obično je ispunjen

³²⁵ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³²⁶ Izvor ilustracije: <https://www.pinterest.com>

³²⁷ Izvor ilustracije: <https://www.pinterest.com>

vazduhom, ali se sve češće u upotrebi pojavljuju inertni gasovi koji imaju veću izolacionu moć. Takvi gasovi su argon, kripton i ksenon.³²⁸ Takođe se u današnje vreme sve češće upotrebljavaju stakla niske emisije ili reflektujuća stakla koja propuštaju ili reflektuju određenu količinu sunčevog zračenja koja dospeva do prozora. U zavisnosti od temperaturnih zahteva objekta, reflektujući slojevi se postavljaju sa unutrašnje ili spoljne strane staklene površine, redukujući dobitke, odnosno gubitke toplote i do 50%.³²⁹

Koeficijent prolaza toplote transparentnog građevinskog elementa (spoljna građevinska stolarija: spoljni prozori i balkonska vrata; krovni prozori), U_w [W/(m²K)], određuje se proračunom, prema formuli, saglasno standardu SRPS EN ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + I_g \times \psi_g}{A_g + A_f}$$

gde su vrednosti:

A_g – površina stakla,

U_g – koeficijent prolaza toplote zastakljenja,

A_f – površina okvira-rama,

U_f – koeficijent prolaza toplote okvira prozora,

I_g - dužina obima stakla,

Ψ_g - faktor korekcije temperature na spoju stakla i rama.

Proračunaskе vrednosti U_g , U_f i Ψ_g se usvajaju prema tabelama određenim Pravilnikom o energetskeј efikasnosti zgrada.³³⁰

Prilikom dizajniranja i projektovanja zgrade treba voditi računa da svi gore navedeni delovi i različiti elementi njene strukture i forme čine jednu skladnu celinu, koja je u potpunosti usklađena sa svojim okruženjem kako bi svaki pojedinačni element ispunio svoju bioklimatsku, kao i funkcionalnu misiju.

³²⁸ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³²⁹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

³³⁰ Pravilnik o energetskeј efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

8. RURALNA TRADICIONALNA ARHITEKTURA PRIMENJENA NA MODERNI BIOKLIMATSKI DIZAJN

Mnogobrojne svetske civilizacije i podneblja imaju svoje tradicionalne arhitektonske oblike i sisteme građenja koji se odlikuju bioklimatskim karakteristikama. Tokom prethodnih vekova, vernakularna i tradicionalna arhitektura različitih regija nastaje kao rezultat rešavanja izazova koje postavlja određeno stanište i klimatski uslovi okruženja, uspostavljajući niz osnovnih principa za povećanje unutrašnjeg komfora i efikasnosti građenja. Upravo iz tog razloga danas postoje brojna istraživanja i studije koje se zalažu za ideal razmatranja i obnove tradicionalnih oblika bioklimatske i vernakularne arhitekture specifičnog mesta i njihove transformacije u savremeni arhitektonski izraz. Povratak u prošlost i nekim zaboravljenim i zapostavljenim principima gradnje predstavlja lako dostupnu i raspoloživu alternativu za rešenje problema današnjih klimatskih promena, a sa ciljem obezbeđenja boljih uslova života za buduće generacije u održivim zajednicama. Tradicionalnim kućama nije bila potrebna tehnološka oprema kako bi se uspostavila optimalna temperatura i unutrašnji komfor. One su oblikovane u sinergiji sa prirodom i okruženjem na čije su postojeće klimatske uslove odgovarale samim dizajnom zbog čega je potrebno sačuvati i zaštititi njihove izvorne vrednosti i identitet, kao i uzeti ih u obzir kao primerene i prihvatljive obrasce za razvoj savremene održive arhitekture. Neophodno je uspostaviti vezu između tradicionalne bioklimatske i moderne arhitekture, vezu koja će obezbediti održivost, nezavisnost, očuvanje identiteta, a istovremeno odgovoriti na aktuelne zahteve energetske efikasnosti u izgradnji.

„Tradicionalna kuća predstavlja znak i jezik određene kulture koji govori o potrebama ljudi, njihovim karakteristikama i okolnoj prirodi što je u celini čini pogodnom i za kontekst savremene održive arhitekture“³³¹

Tadao Ando, verovatno najpoznatiji japanski arhitekta današnjice, svojom arhitekturom koja kombinuje elemente japanske tradicije sa modernizmom, u velikoj je meri uticao na percepciju i doživljaj japanskih arhitekata. Pored njegovog prepoznatljivog arhitektonskog stila koji naglašava prazan prostor i lepotu jednostavnosti i minimalizma, takođe se zalaže za povezanost prirode i arhitekture i smatra da *„Pozajmljujemo od prirode prostor na kojem gradimo“*. Naglašava značaj uzimanja u obzir specifičnosti lokacije u toku dizajna i izgradnje što jeste jedan od fundamentalnih principa bioklimatske arhitekture.

Tokom prošlog veka, kao rezultat podizanja svesti o potrebama održive i energetske efikasne gradnje, arhitektura preuzima pravac koji, u mnogim slučajevima, podrazumeva oslanjanje na tradicionalne principe kako bi se ove potrebe zadovoljile. Počevši od Le Corbusiera i *„Organske arhitekture“* Frank Lloyd Wright-a, usledili su mnogi drugi stručnjaci i arhitektonski dizajneri koji već gotovo čitav jedan vek potrebu sjedinjavanja arhitekture sa prirodom izražavaju putem oblikovanja formi svojih objekata. Samo neki od takvih projekata su Vila Malaparte na ostrvu Kapri u Italiji, italijanskog arhitekta Adalberto Libera iz 1937. godine, kao i projekat METI škole u Bangladešu, nemačkih arhitekata Ane Heringer i Eike Roswag, izgrađene 2006. godine koristeći lokalne materijale i tehnologije građenja, zemlju i

³³¹ Idham C. N.: *„Javanese vernacular architecture and environmental synchronization based on the regional diversity of Joglo and Limasan“*, naučni rad, *Frontiers of Architectural Research*, br. 7, str. 317-333, 2018.

bambus (slika 118, 119, 120). Projekat Meti škole je primio Aga Khan nagradu 2009. godine, a predstavlja deo većeg programa koji ima za cilj ruralnoj populaciji Bangladeša predstaviti nove mogućnosti i perspektive za očuvanje lokalnog identiteta.

*„Dizajn se možda ne može replicirati u drugim delovima islamskog sveta, jer se lokalni uslovi razlikuju, ali pristup koji omogućava da se nova rešenja oblikuju kao rezultat dubinskog poznavanja lokalnog konteksta i načina izgradnje – jasno prikazuje novu nadu i model za buduću održivu izgradnju na globalnom nivou“.*³³²



Slika 118, 119, 120: Plan, presek i izgledi projekta Meti škole u Bangladešu³³³

Kao važan element istraživačkog procesa, u ovom delu disertacije, biće predstavljena studija slučaja projekata iz savremene prakse koji se temelje upravo na reinterpetaciji bioklimatske tradicionalne i vernakularne arhitekture i očuvanju njihovih izvornih vrednosti i identiteta. Svi navedeni i analizirani projekti imaju sličan pristup koji podrazumeva adaptaciju objekta u njegovo okruženje, upotrebu kompaktnih arhitektonskih formi preuzetih iz tradicionalnih oblika, korišćenje lokalnih građevinskih materijala i predstavljaju uspešnu praksu konsolidovanja i reinterpetacije tradicionalne arhitekture za održiv savremeni dizajn.

³³² Selekciona komisija Aga Khan nagrade (Aga Khan Award) za arhitekturu, 10. krug. 2009.

³³³ Izvor crteža i fotografija: <https://www.anna-heringer.com/projects/meti-school-bangladesh>

8.1. STUDIJA SLUČAJA

8.1.1. Društveni centar „Srce Yongan-e“, Arhitektonski Dizajn i Istraživački Institut, Tongji Univerzitet (TJAD Group), Šangai, Kina, 2020.

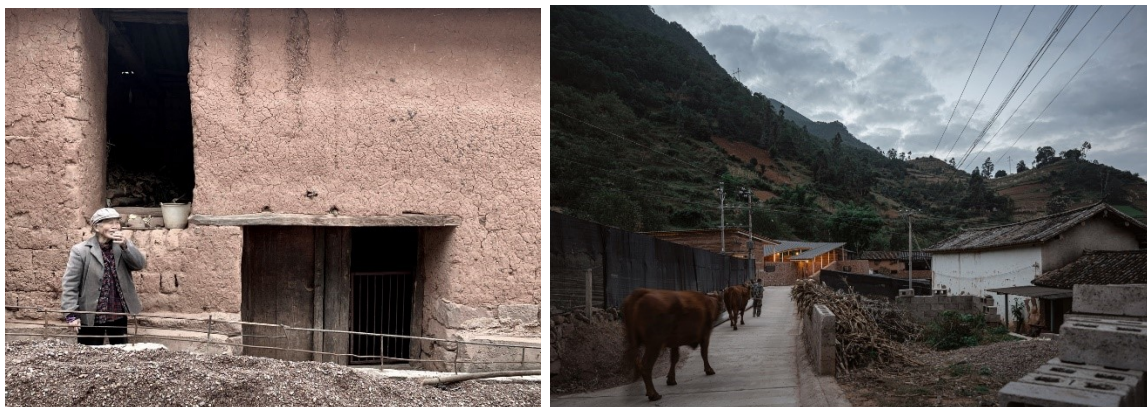
Jedan od reprezentativnih primera savremenih objekata koji se baziraju na lokalnoj tradicionalnoj arhitekturi predstavlja objekat društvenog centra „Srce Yongan-e“ („*Heart of Yongan*“) izgrađen 2020. godine u ruralnom naselju Yong'an koje je locirano u kineskoj provinciji Yunnan. Selo Yong'an ima karakterističnu konfiguraciju terena koja se odlikuje vijugavim planinskim pejzažom, loše organizovanoj pristupačnosti i smatra se vrlo siromašnom oblasti Kine. Sa druge strane, Yunnan provincija predstavlja jedno od najtoplijih područja u Kini gde vlada vlažna subtropska klima koju karakterišu topla i vlažna leta i blage i sveže zime sa čestim periodima sparnih meseci sa visokom vlažnošću i temperaturama.

Volonterski istraživački tim sa Tongji Univerziteta angažovan je od 2012. godine u organizaciji aktivnosti i iznalaženju načina za poboljšanje životnog prostora, kvaliteta života lokalnog stanovništva i oživljavanje sela Yong'an. Izgradnja objekta društvenog centra se pokazala kao najlogičnije rešenje koje bi podstaklo reaktiviranje ove ruralne zajednice i pružilo mogućnost veće međusobne interakcije lokalnom stanovništvu.

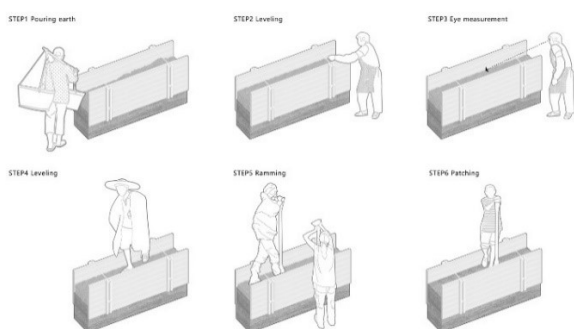
Osnovna ideja dizajna bila je povezati objekat sa prirodom i lokalnom tradicijom, kao i formirati zajednički prostor koji će lokalnom seoskom stanovništvu biti poznat, pružiti im osećaj pripadnosti, a istovremeno poboljšati kvalitet njihovog života. „*Proizašao iz prirode, istovremeno stapajući se sa njom, objekat društvenog centra isprepleten je sa okruženjem na najsuptilniji način koji podrazumeva njihovu međusobnu zavisnost*“.³³⁴

Nakon dubljeg istraživanja lokalnih metoda izgradnje, dizajneri su zaključili da je većina postojećih tzv. "wu di shui" tradicionalnih kuća u Yong'an selu izgrađena od nabijene zemlje čija je tehnika izgradnje najrasprostranjenija i vrlo slična izgradnji zidova tradicionalnih vojvođanskih kuća. Primenujući ovaj sistem za izgradnju zidova od nabijene zemlje, objekat novog društvenog centra ostaje u skladu sa okruženjem i ruralnom tradicionalnom arhitekturom. Postojeće tradicionalne kuće, „*nabijače*“ u selu su uglavnom napuštene iako je većina njih i dalje u odličnom stanju (slika 121 i 122). Osim zemlje, lokalno dostupni materijali koji su takođe korišćeni u izgradnji objekta su peščar prikupljen iz rečnog korita u neposrednoj blizini lokacije od kojeg su izrađene ploče za pokrivanje podova, kao i lokalni plavi crep kao osnovni materijal za pokrivanje krova. Ovaj crep predstavlja održiv materijal za upotrebu i lako se održava.

³³⁴ Citat arhitekata TJAD, Arhitektonski Dizajn i Istraživački Institut, Tongji Univerzitet (TJAD Group), Šangai, Kina, 2020.



Slika 121 i 122: Stare tradicionalne kuće, „nabijače“ u selu Yong'an³³⁵

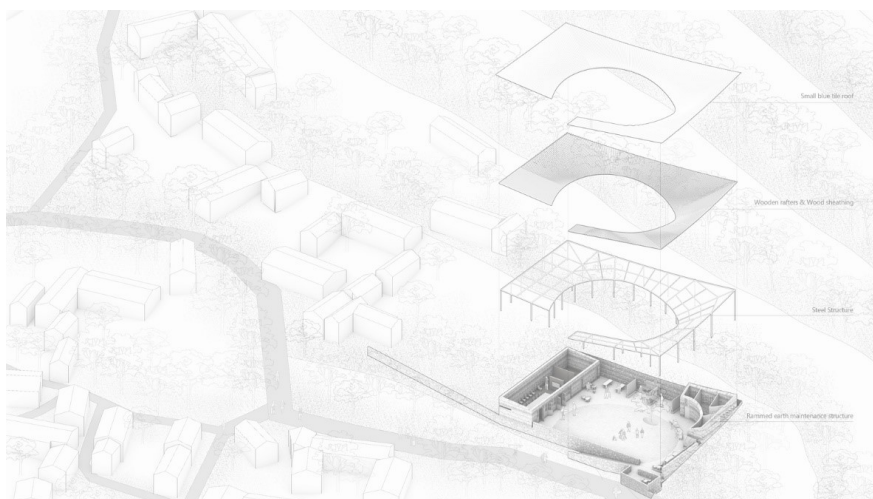


Slika 123 i 124: Lokalna tehnika izgradnje zidova od nabijene zemlje primenjena u izgradnji društvenog centra³³⁶

Pored oslanjanja na tradicionalnu ruralnu arhitekturu i korišćenja lokalno dostupnih prirodnih građevinskih materijala, u samom procesu izgradnje objekta društvenog centra uključeno je stanovništvo sela kako bi se uspešno primenile tradicionalne tehnike gradnje od nabijene zemlje, koje su njima dobro poznate (slika 123 i 124). Adekvatna orijentacija i pozicija, isprepletenost otvorenog i zatvorenog prostora čime se postiže fluidnost komunikacije i prirodna ventilacija, kao i korišćenje lokalno dostupnih prirodnih, održivih materijala, sve zajedno doprinosi poboljšanju bioklimatskih karakteristika novog objekta društvenog centra, njegovoj održivosti u celini i maksimalnoj usklađenosti sa prirodom, postojećim okruženjem, lokalnom tradicijom i identitetom. Savremeni kontekst se ogleda u upotrebi fleksibilnog skeletnog sistema konstruisanog tankim čeličnim stubovima koji se proizvode u fabrici čeličnih konstrukcija u obližnjem gradu, kao i modernoj hiperboličnoj geometrijskoj formi krova. Strategija projekta dakle podrazumeva implementaciju ove nove savremene strukture unutar tradicionalne konstrukcije čime je postignuta sinergija starog i novog (slika 125).

³³⁵ Izvor fotografija: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

³³⁶ Izvor fotografija: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects



Slika 125: Konceptualna ideja kombinacije tradicionalne i savremene konstrukcije objekta društvenog centra³³⁷

Lagana čelična konstrukcija unosi značaj industrijalizacije u objekat društvenog centra, dajući mu savremeni, živahan efekat, u suprotnosti sa tradicionalno izrađenim zidovima od nabijene zemlje (slika 126). Kombinacija masivnih zidova od nabijene zemlje i lake čelične konstrukcije koja nosi zakrivljeni kosi krov simboliše ideju očuvanja lokalnog karaktera i tehnika izgradnje kao primarnog koraka u razvijanju i oblikovanju savremene arhitekture (slika 126 i 127).



Slika 126 i 127: Suprotnost masivnih zidova od nabijene zemlje i lagane čelične konstrukcije koja nosi zakrivljeni krov³³⁸

Usvojeni raznostrani zakrivljeni hiperboličan krov sa jednom ravni pod nagibom efikasno odvodi vodu i nakupljenu kišnicu što je jedan od zahteva koje postavlja postojeća suptropska klima za koju su karakteristične česte padavine (slika 128 i 129).

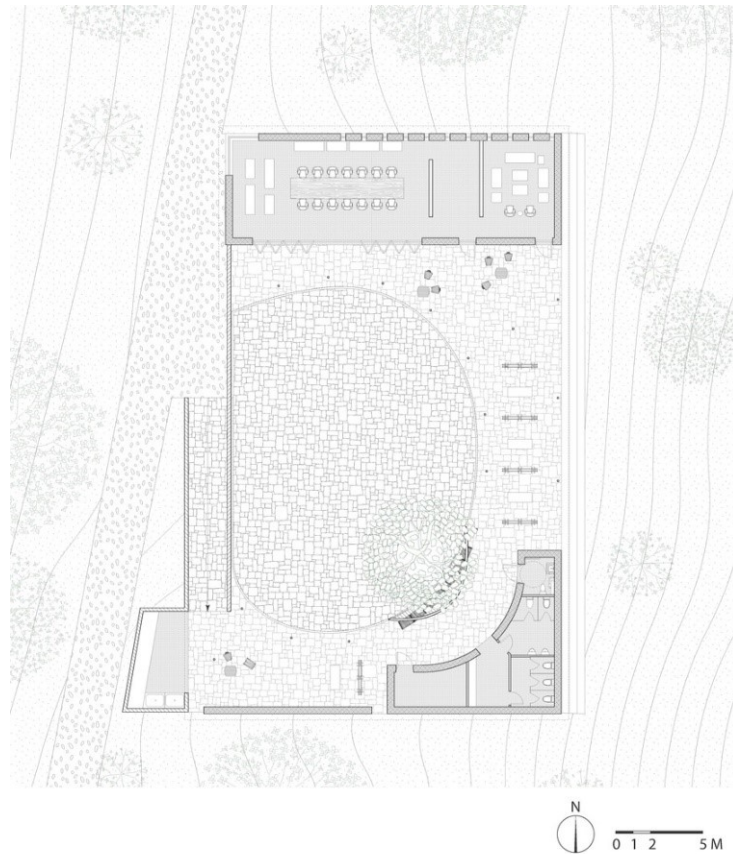
³³⁷ Izvor: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

³³⁸ Izvor fotografija: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects



Slika 128 i 129: Nagib krovne ravni objekta društvenog centra³³⁹

Analizom same lokacije, parcele kvadratnog oblika koja se nalazi na vrhu planine i orijentacije objekta može se zaključiti da je dizajn prilagođen postojećem terenu i klimatskim uslovima. Obzirom na visoke temperature subtropske klime, unutrašnji komfor i pogodna temperatura postignuti su orijentacijom glavnih prostorija u kojima se najviše boravi ka severu i zapadu, dok su na južnoj i istočnoj strani smeštene pomoćne prostorije i toaleti (slika 130).



Slika 130: Osnova i orijentacija objekta društvenog centra³⁴⁰

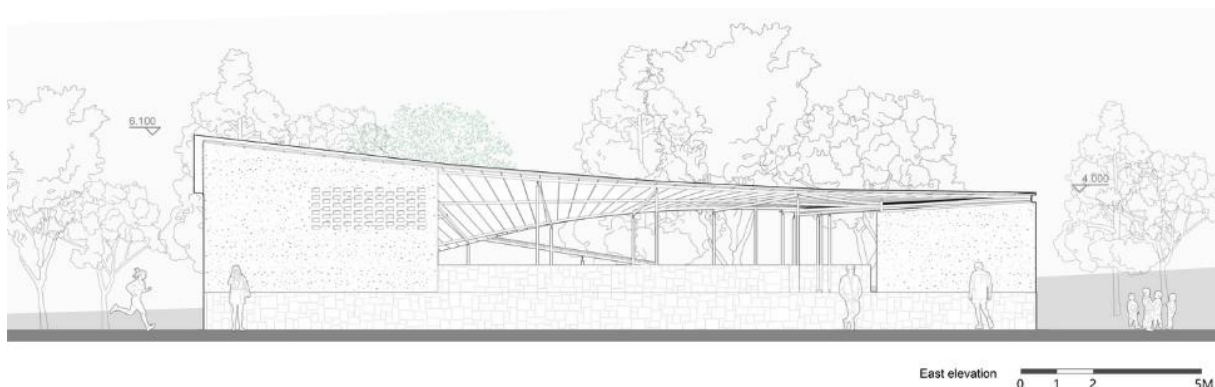
³³⁹ Izvor fotografija: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

³⁴⁰ Izvor crteža: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

Zaštita od letnjeg sunca na istočnoj strani je postignuta postavljenim kamenog zida i nagibom krova koji je tako konstruisan da propušta dovoljno svetlosti u unutrašnjost objekta a istovremeno štiti od letnjeg pregrevanja prostorija (slika 131, 132 i 133).



Slika 131 i 132: Osvetljenost istočnih prostorija i zaštita od letnjeg pregrevanja³⁴¹

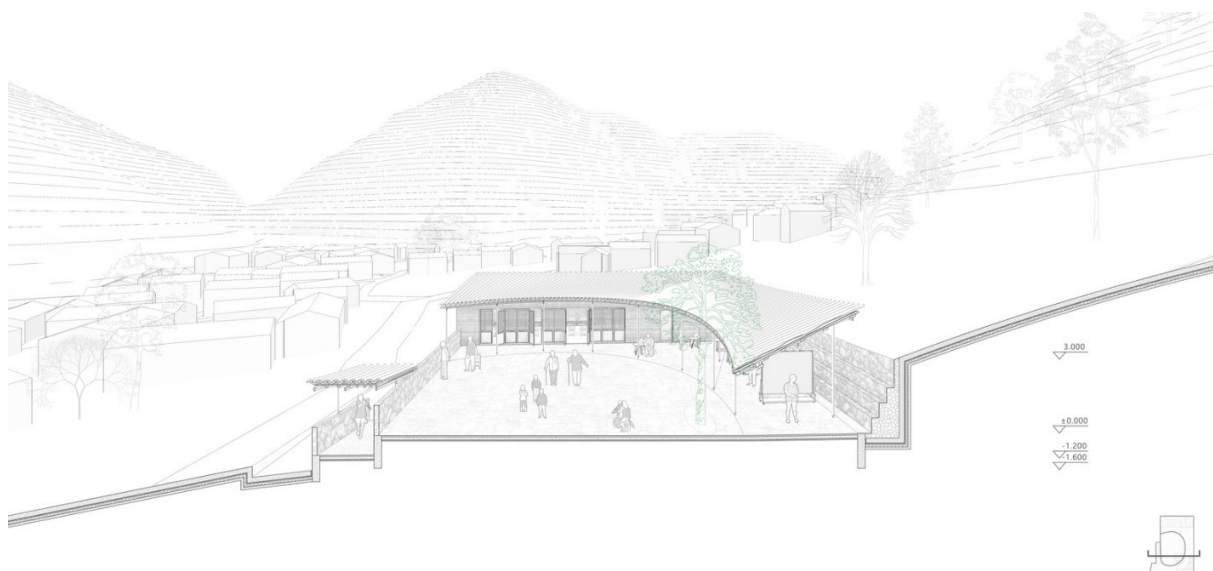


Slika 133: Istočni izgled objekta³⁴²

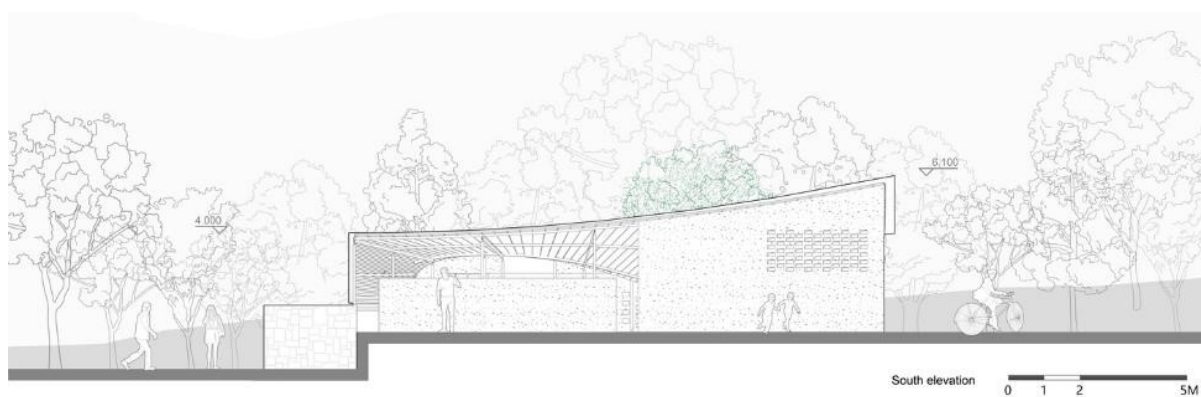
U centralnom delu je formiran polu-zatvoreni atrijum, odnosno unutrašnje dvorište, oivičeno pravougaonim zidovima objekta (slika 134). Zauzimajući skoro 2/3 celokupne površine parcele atrijumom, dizajneri su uspeli maksimalno povećati otvoreni javni prostor za okupljanje lokalnog ruralnog stanovništva i odigravanje zajedničkih aktivnosti. Formiranjem unutrašnjeg dvorišta omogućeno je ostvarivanje prirodne poprečne ventilisanosti prostora, koja je neophodna u toku vrućih letnjih meseci. Pored toga, na svim zidovima orijentisanim ka jugu, istoku i severu formirani su manji otvori-prorezi koji takođe pospešuju prirodnu ventilaciju i osvetljenje (slika 135, 136 i 137).

³⁴¹ Izvor fotografija: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

³⁴² Izvor crteža: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects



Slika 134: Formirani unutrašnji atrijum-dvorište³⁴³



Slika 135: Južni izgled objekta³⁴⁴



Slika 136 i 137: Pogled na atrijum iz unutrašnjosti objekta i osvetljenje enterijera formiranim otvorima u zidu³⁴⁵

³⁴³ Izvor crteža: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

³⁴⁴ Izvor crteža: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

³⁴⁵ Izvor fotografija: https://www.archdaily.com/964368/heart-of-yongan-community-center-tjad?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

„Nismo imali nameru da stvaramo ruralnu utopiju, ali ono što smo pokušali da stvorimo je osećaj nostalgije kroz arhitektonski koncept „nelokalnog lokaliteta“. Ova nostalgija nije ograničena samo na prenošenje prošlosti i tradicije, već predstavlja iskustvo učenja iz nje. Utopijski koncept nostalgije obično se definiše kao život u sadašnjosti uz podsećanje na prošlost, ali verujemo sve dok postoji želja za ponavljanjem, ima nade za budućnost. Naše poštovanje prema lokalnoj kulturi bilo je temelj ovog arhitektonskog dizajna, te smo uzeli u obzir lokalnu sposobnost izgradnje. Ono na čemu smo radili je da osporimo standardizaciju urbanizacije; umesto toga, želimo da proslavimo suštinu ruralnih područja. Cilj seoskog društvenog centra Yong'an je da preoblikuje tradicionalne domove ruralnog stanovništva za održivu budućnost.“³⁴⁶

8.1.2. „Kuća Ballymagarry“ i „Moderno-tradicionalna porodična kuća“, Arhitektonski studio 2020Architects, Severna Irska

2020Architects naziv je arhitektonskog studija iz Severne Irske čiji se projekti zasnivaju na jedinstvenom konceptu ponovnog otkrivanja tradicionalne irske arhitekture i njene reinterpretacije u savremeni kontekst. Održiva arhitektura, koja predstavlja još jedno od područja njihovog interesovanja, ogleda se na svakom njihovom dizajnu kroz upotrebu lokalnih materijala i identifikovanje i očuvanje postojećih bioklimatskih vrednosti. Pored toga, u svoje projekte renovacije starih tradicionalnih objekata uvode komponente savremene arhitekture kroz upotrebu neobičnih materijala i elemenata istovremeno poštujući geometriju lokalnog pejzaža i postojeće klimatske uslove. Višestruko nagrađivani studio 2020Architects svojim dizajnom ističe i naglašava značaj istraživačkog procesa koji podrazumeva metod *od tradicionalnog ka savremenom*.

Jedan od projekata arhitektonskog studija 2020Architects, koji je nagrađen prvom nagradom NI RICS 2016. godine (RICS Social Impact Awards for Residential Design of Northern Ireland), predstavlja tzv. *kuća Ballymagarry* - obnova i rekonstrukcija napuštenog industrijskog objekta kovačnice stare 100 godina u primorskom ruralnom području Portrush na severnoj obali Irske. Zadatak arhitekata bio je spasiti ovaj tradicionalni objekat i transformisati ga u moderni porodični dom, u savremenom održivom kontekstu.

„*Pozicionirana na području izuzetnih prirodnih lepota, zgrada i formom i materijalima upija lepote poljoprivrednog nasleđa iz svog okruženja*“³⁴⁷

Očuvanje tradicionalne ruralne arhitekture ovog starog objekta, upotreba lokalnih materijala, koji uključuju i ukupno 300 blokova izrađenih od bala slame za izolaciju, i dizajn koji se zasniva na bioklimatskim principima sve zajedno je uticalo na to da ova kuća bude izgrađena po pasivnim standardima što osigurava njenu održivost i za budućnost. Pored obnove postojeće ruralne kamene zgrade stare kovačnice, arhitekta su stvorili i impresivno moderno proširenje kao dodatni stambeni prostor dvostruke visine sa visokim zakrivljenim krovom i staklenim površinama prozora koji se protežu od poda do plafona čime se iz unutrašnjeg prostora otvara pogled prema prelepoj prirodi, čineći granicu između unutrašnjosti i spoljašnjosti manje izraženom (slika 138).

³⁴⁶ Citat arhitekata TJAD, Arhitektonski Dizajn i Istraživački Institut, Tongji Univerzitet (TJAD Group), Šangai, Kina, 2020.

³⁴⁷ Citat arhitekata 2020Architects, 2016 NI RICS Awards for Residential Design



Slika 138: Lokacija i okruženje kuće Ballymagarry³⁴⁸

Zahvaljujući nagibu terena novi dvospratni stambeni blok ostaje iste visine kao i postojeća stara prizemna zgrada. Snažan kontrast dva različita oblika starog i novog bloka vidljiv je samo na zabatnom zidu, a simboliše uspešnu sinergiju tradicionalne i moderne arhitekture (slika 139 i 140).



Slika 139 i 140: Istočna i zapadna fasada-zabati kuće Ballymagarry³⁴⁹

Ova dva različita oblika spojena su ulaznim koridorom iznad koga je formiran ravan zeleni krov. Unutar koridora nalazi se 16m dug stari zid od prirodnog nebojenog kamena debljine 50 cm koji je delomično obnovljen korišćenjem izvornog kamena iz neposrednog okruženja i tradicionalnih veština zidanja. Istovremeno, ovaj kameni zid povezuje novi moderni blok kuće sa tradicionalnim i tako ga vezuje za istoriju lokacije (slika 141 i 142).

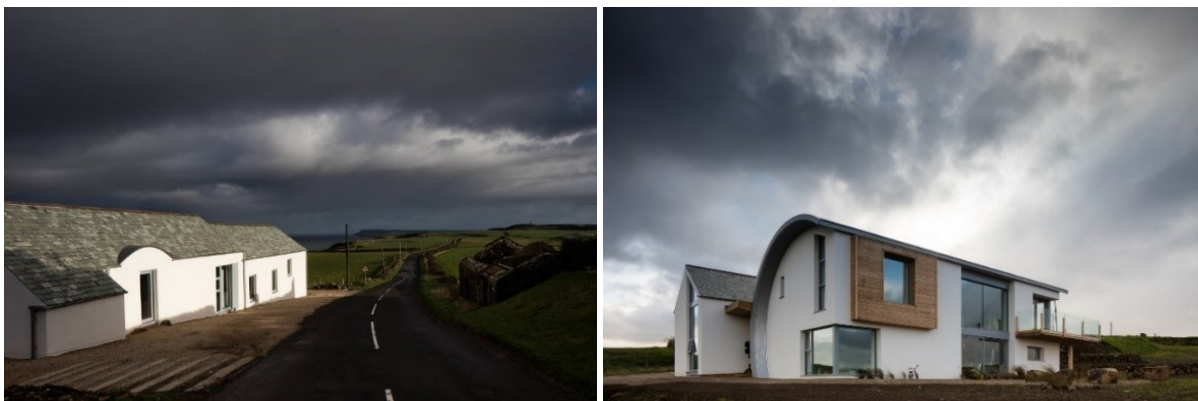
³⁴⁸ Izvor fotografije: <https://www.designboom.com/architecture/2020-architects-ballymagarry-house-northern-ireland-grand-designs-04-10-2017/>

³⁴⁹ Izvor crteža: <https://www.archdaily.com/790187/ballymagarry-road-house-2020-architects>



Slika 141 i 142: Ulazni koridor sa starim tradicionalnim kamenim zidom spaja stari i novi blok³⁵⁰

Obnovljena zgrada stare kovačnice zadržava svoj tradicionalni arhetipski oblik i izgled sa ulice odakle novi savremeni blok nije vidljiv čime se ne narušava postojeća ulična silueta ruralnog naselja (slika 143). Iz novog stambenog bloka savremenog karaktera pogled se pruža ka suprotnoj strani otvarajući se prema nepreglednim prirodnim prostranstvima i okeanu (slika 144).

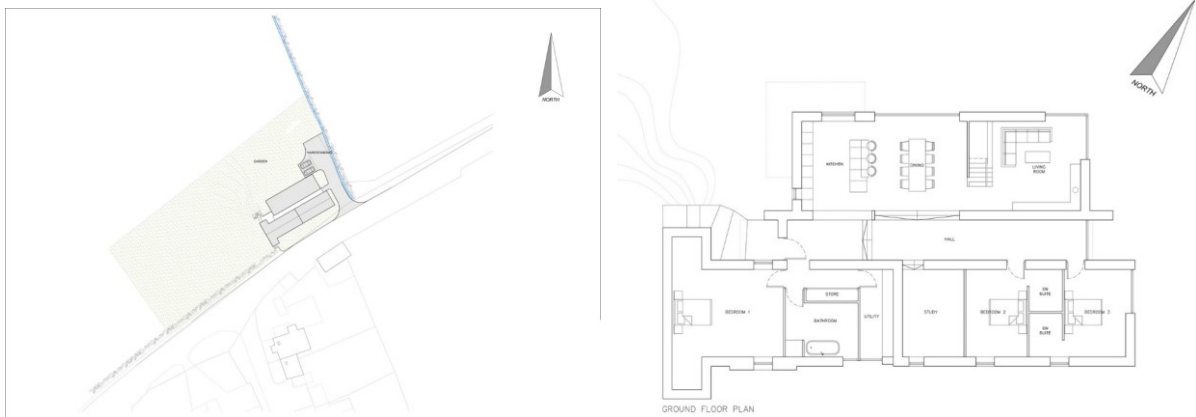


Slika 143 i 144: Ulična fasada stare tradicionalne kuće i novi stambeni blok³⁵¹

U starom bloku, koji ima jugoistočnu orijentaciju, smeštene su spavaće i radne sobe i kupatila novog porodičnog doma, što osigurava velike količine prirodnog osvetljenja i pasivnih solarnih dobitaka toplote (slika 145). Sa druge strane, glavne dnevne prostorije zauzimaju novo formirani moderni deo kuće, gde visoki prozori koji se pružaju od poda do plafona obezbeđuju maksimalno iskorišćenje severozapadnog sunca za osvetljenje i toplotu (slika 146).

³⁵⁰ Izvor fotografija: <https://www.archdaily.com/790187/ballymagarry-road-house-2020-architects>

³⁵¹ Izvor fotografija: <https://www.archdaily.com/790187/ballymagarry-road-house-2020-architects>



Slika 145 i 146: Situacioni plan i osnova prizemlja kuće Ballymagarry³⁵²

Drugi reprezentativni primer arhitektonskog studija 2020Architects predstavlja projekat tzv. *Moderno-tradicionalne porodične kuće* čiji dizajn oponaša tradicionalnu irsku ruralnu arhitekturu u kontekstu njene siluete, prostornog rasporeda i upotrebljenih materijala, istovremeno koristeći savremene tehnike izgradnje, pružajući uvid u tendenciju reinterpretacije tradicije i identiteta.

Kuća je pozicionirana na dugačkoj i prostranoj parceli, između dva susedna objekta, u ruralnom naselju u okrugu Down (County Down) na severoistoku Irske, koje je po konstituciji slične morfološke strukture kao vojvođansko selo. Svojom bočnom južnom fasadom-zabatom orijentisana je ka glavnoj ulici gde se pogled pruža ka vizurama prirode brdovitog predela. Dva objekta arhetipske forme, povezana uskim koridorom, na prvi pogled odaju utisak međusobno nezavisnih funkcionalno prostornih jedinica (slika 147).



Slika 147: Izgled prednje fasade Moderno-tradicionalne kuće³⁵³

Prva, prizemna jedinica sadrži većinu dnevnih i pomoćnih prostorija sa garažom u severnom delu (slika 148). U južnom zasvođenom delu smeštene su dnevna doba, kuhinja i trezarija unutar prostora u kome je ostvaren koncept otvorenog plana (slika 148). Otvoreni

³⁵² Izvor crteža: <https://www.archdaily.com/790187/ballymagarry-road-house-2020-architects>

³⁵³ Izvor fotografije: <https://www.2020architects.co.uk/modern-vernacular-architecture/>

plan, južna orijentacija, kao i potpuno zastakljena prednja fasada, predstavlja skup elemenata arhitektonskog dizajna uspešno ostvarene bioklimatske arhitekture. Naime, južna zastakljena fasada osigurava velike količine prirodnog svetla, koje zahvaljujući konceptu otvorenog plana dopire do najudaljenije tačke unutrašnjeg prostora. Osim toga, sunčevi zraci koji sa juga dospevaju do staklene fasade obezbeđuju maksimalne količine pasivnih solarnih dobitaka toplote. Otvoreni tip plana omogućava i ostvarenje potpuno prirodne ventilacije unutrašnjih prostorija.



Slika 148: Osnova prizemlja i sprata prve i druge stambene jedinice³⁵⁴

Drugi, dvospratni stambeni blok arhetipske forme sadrži spavaće sobe takođe koristeći južnu orijentaciju za prirodno osvetljenje, pasivne toplotne dobitke i prelepe vizure (slika 148). Na slici 148 su prikazane osnove prizemlja obe prostorne jedinice, kao i osnova krova i prvog sprata drugog bloka. Na osnovama su vidljivi prozorski otvori i krovni prozori, formirani na obe podužne suprotne fasade i krovne ravni, koji zajedno sa konceptom orijentacije svih prostornih jedinica omogućavaju ostvarenje prirodne poprečne ventilacije.

Upotrebljeni građevinski materijali i fasadne obloge u skladu su sa postojećim ruralnim okruženjem, stapaju se sa prirodom i jasno prikazuju spoj tradicionalnog i modernog. Prirodni kamen i krečni malter, kao najrasprostranjeniji tradicionalni materijali koji se koriste od davnina za izgradnju kuća širom irskog sela, ovaj savremeni objekat čine reprezentativnim primerom novog pristupa razvoju ruralnih područja u kontekstu novog doba. Čelični okviri velikih staklenih površina fasada pružaju oštar kontrast tradicionalnim materijalima i omogućavaju vizuelno sagledavanje uspešnog spoja tradicionalnog i modernog uz poštovanje lokacije i identiteta.

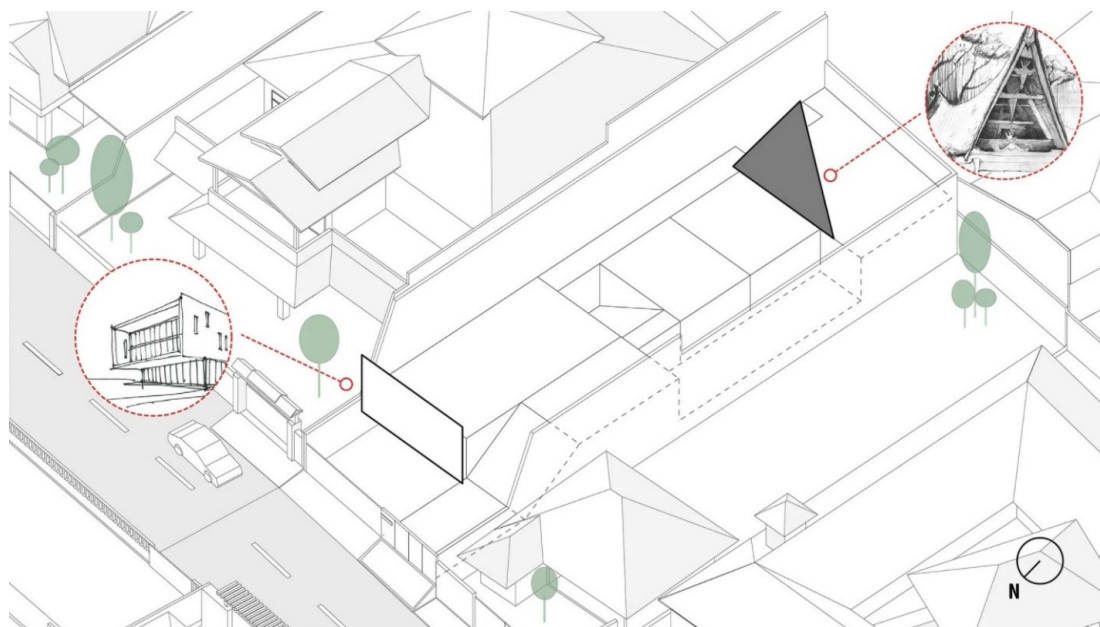
³⁵⁴ Izvor crteža: <https://www.2020architects.co.uk/modern-vernacular-architecture/>

8.1.3. „Kuća sa dve fasade“ i „Bintaro kuća“, Arhitektonski studio K-Thengono, Džakarta, Indonezija

Arhitektonski studio K-Thengono, sa sedištem u Džakarti, Indoneziji, predstavlja integrisanu praksu arhitektonskog i dizajna enterijera čiji je cilj da u svojim projektima uspostave harmoniju vizuelnih i prostornih doživljaja, sa posebnim akcentom na interakciju tradicionalne i savremene arhitekture.

„Kuća sa dve fasade“ je samo jedan od brojnih projekata K-Thengono studija koji spaja savremenu arhitekturu sa tradicionalnim stilom gradnje u Indoneziji. Locirana je u glavnom gradu Indonezije, Džakarti, na pravougaonoj parceli između dva susedna objekta, u naselju koje po strukturi odgovara morfologiji vojvođanskih sela, čije su prizemne i dvoetažne kuće bočnom fasadom orijentisane ka ulici. Inspirisana tradicionalnom arhitekturom Indonezije, *Kuća sa dve fasade* svojim dizajnom u potpunosti odgovara zahtevima lokacije, okruženja i postojećim klimatskim uslovima. Formirana u skladu sa elementima bioklimatske arhitekture, predstavlja reprezentativni primer savremenog održivog dizajna koji poštuje tradiciju i identitet lokaliteta.

Arhitektonski koncept razvoja ideje generiše kombinaciju dve različite otvorene fasade na suprotnim krajevima i dve krive koje formiraju zakrivljeni krov. Južna, dvorišna fasada oponaša prepoznatljivu arhetipsku formu okvira u obliku slova A tradicionalne indonežanske kuće „Rumah Adat“ tipologije, što u prevodu sa Indonežanskog ima značenje „Prilagođena kuća“ (slika 149, 150 i 151). Sa druge strane, posmatrana sa ulice, kuća ima oblik „moderne kutije“ (slika 149 i 152). Rezultat ove kombinacije dva različita stila na jednom projektu predstavlja jasan pokazatelj mogućnosti reinterpretacije tradicionalne arhitekture u savremenom kontekstu.



Slika 149: Šematski prikaz kombinacije dva stila: tradicionalnog i modernog na suprotnim fasadama kuće³⁵⁵

³⁵⁵ Izvor crteža: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

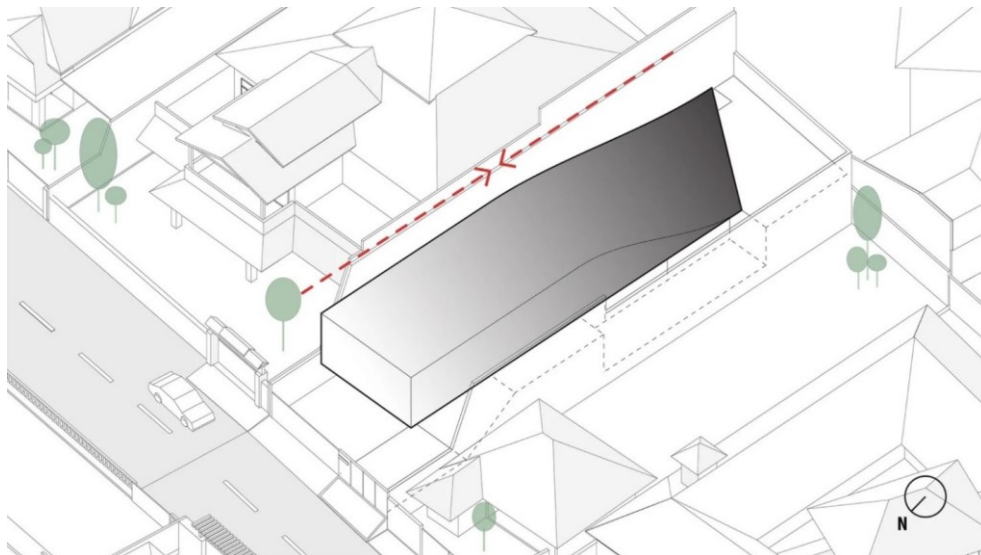


Slika 150 i 151: Reinterpretacija tradicionalne „Rumah Adat“ indonežanske kuće (1) na južnoj fasadi „Kuće sa dve fasade“(2)³⁵⁶



Slika 152: Ulična, severna fasada – „moderna kutija“ Kuće sa dve fasade³⁵⁷

Konstrukcija krova započinje sa ravni formiranom iznad severnog dela kuće koji gleda na ulicu, potom se spušta na sredini, a zatim podiže u nastavku formirajući zakrivljeni krov A-forme iznad južnog dela orijentisanog ka dvorištu (slika 153).



Slika 153: Konstrukcija zakrivljenog krova kuće³⁵⁸

³⁵⁶ Izvor fotografija: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

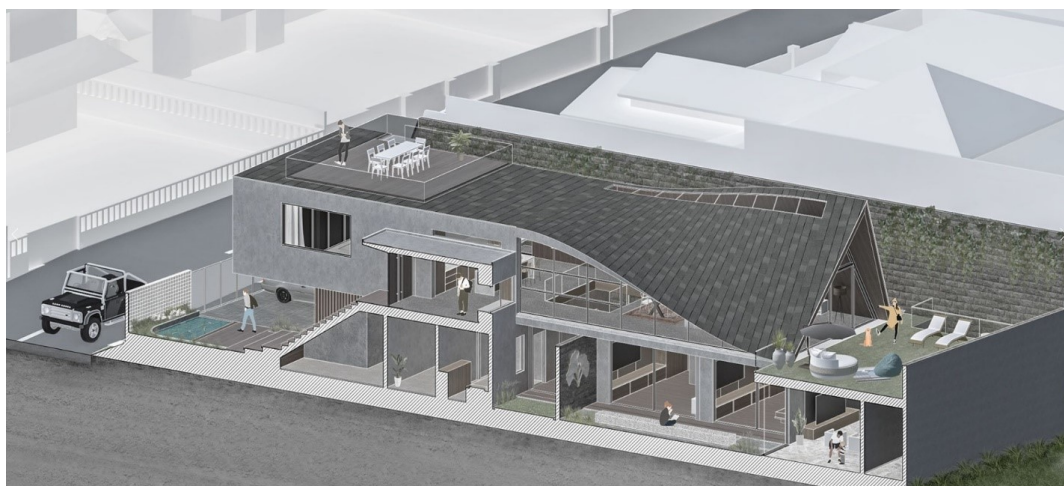
³⁵⁷ Izvor fotografije: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

³⁵⁸ Izvor crteža: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

Funkcionalna dispozicija programskih jedinica podrazumeva obrnut raspored sa spavaćim sobama i pomoćnim prostorijama smeštenim u prizemlju, dok su glavne dnevne prostorije, dnevna soba, kuhinja i trpezarija pozicionirane na spratu unutar koncepta otvorenog plana linearno orijentisane u pravcu sever-jug (slika 154, 155 i 156).



Slika 154 i 155: Aksonometrijski prikaz funkcionalne dispozicije sadržaja u prizemlju (1) i na spratu (2)³⁵⁹



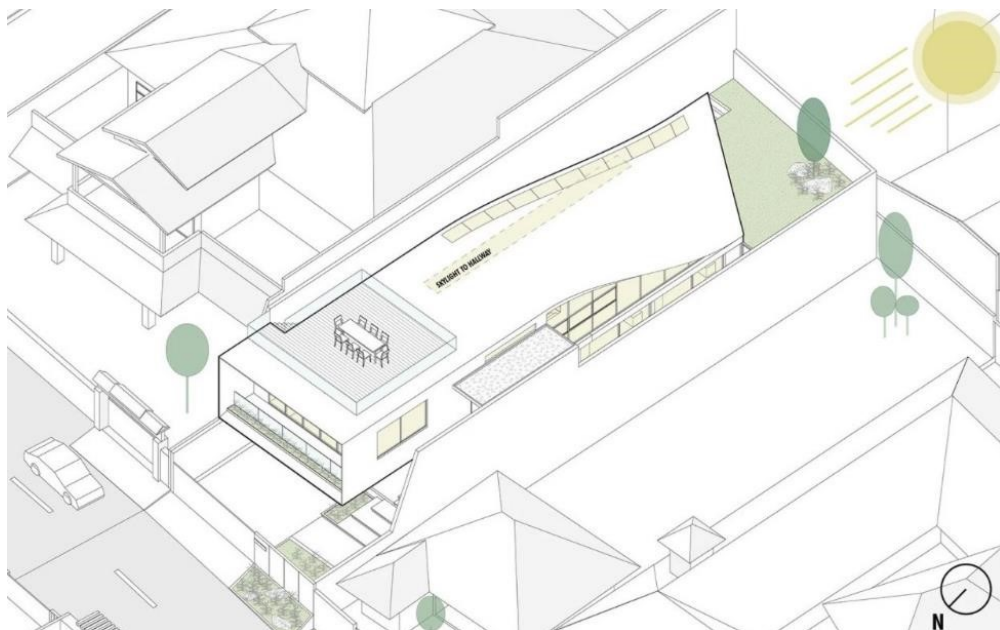
Slika 156: Aksonometrijski šematski prikaz preseka Kuće sa dve fasade³⁶⁰

Tropska i vlažna klima u Indoneziji zahteva zaštitu objekta od pregrevavanja unutrašnjih prostorija, kao i ostvarenje prirodne poprečne ventilacije. Putanja Sunca u Indoneziji je gotovo ista u toku cele godine: kreće se od istoka ka zapadu preko visoke tačke na horizontu, skoro pod pravim uglom u odnosu na zemljinu površinu. Leti je sunce blago nagnuto ka jugu, dok je zimi blago pozicionirano ka severu. Sama pozicija parcele u okviru naselja sa orijentacijom duže strane u pravcu sever-jug i visoki zidovi koji je dele od susednih parcela štite objekat od pregrevavanja, budući da je sunce najснаžnije na istoku i zapadu. Obe bočne fasade, južna i severna, potpuno su zastakljene čime se povećava količina svetlosti u toku leta i zime iz pravca juga i severa gde je sunce slabije. Unutar okvira tradicionalne A-forme umetnuta je potpuno zastakljena južna fasada koja zajedno sa konceptom otvorenog plana glavnih dnevnih prostorija sprata obezbeđuje velike količine prirodne svetlosti (slika 157). Dodatna optimizacija količine prirodne svetlosti i unakrsne ventilacije prostorija ostvarena je spuštanjem središnjeg zida u hodniku, formiranjem prozorskih otvora na obe suprotne podužne fasade, svetlarnika koji se

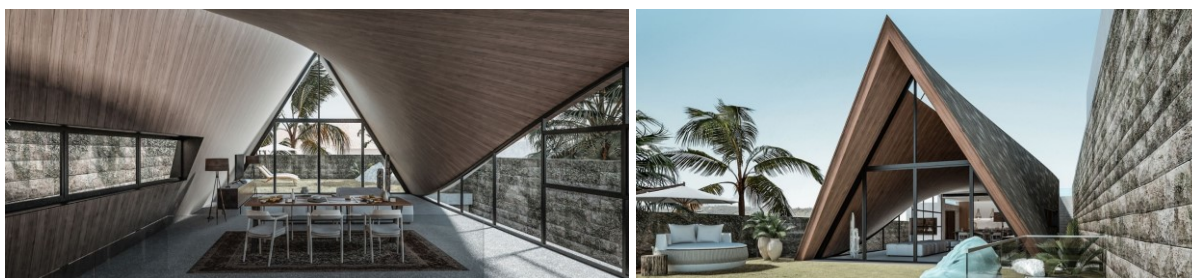
³⁵⁹ Izvor crteža: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

³⁶⁰ Izvor crteža: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

pruža duž linije zakrivljenog krova, kao i oduzimanjem određenih delova forme volumena kako bi se umetnuli zastakljeni otvoreni prostori unutar objekta-atrijumi (slika 158).



Slika 157: Šematski prikaz primenjenih elemenata bioklimatske arhitekture i optimizacije svetlosti i prirodne ventilacije³⁶¹



Slika 158: Prikaz ostvarene prirodne svetlosti unutar enterijera južnog bloka kuće i južne fasade³⁶²

„Bintaro kuća“ drugi je primer projekta arhitektonskog studija K-Thengono inspirisan tradicionalnom ruralnom indonežanskom arhitekturom ambara za smeštanje pirinča (slika 159 i 160). Reč je o savremenoj porodičnoj rezidenciji u indonežanskom gradu Tangerang čiji dizajn oponaša prostorni doživljaj uzvišene strukture tradicionalnog ambara pod nazivom „Lumbung padi“, što u prevodu znači *žitnica*. Projekat predstavlja predlog mogućnosti ostvarenja sinergije savremene arhitekture i tradicionalnog narodnog graditeljstva Indonezije, sa posebnom pažnjom usmerenom na kontekst i klimatske uslove lokacije.

Lumbung padi je tradicionalni seoski objekat koji se u Indoneziji gradi od davnina za potrebe smeštajnog prostora pirinča i drugih žitarica. Obično je građen na uzvišenju, na četiri stuba, izdignut 1.5 do 2m visine iznad nivoa zemlje. Dok se gornji deo koristio za smeštaj i sušenje ubranog pirinča, platforma, koja je formirana ispod, je predstavljala mesto susreta, društvene interakcije i organizovanje sastanaka za stanovnike sela. *Bintaro kuća* započinje sa

³⁶¹ Izvor crteža: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

³⁶² Izvor crteža: <https://k-thengono.com/2020/08/19/house-with-2-facades>

dizajnom ove tradicionalne strukture i transformiše je koristeći savremene, prirodne materijale i adaptaciju funkcionalne dispozicije.



Slika 159 i 160: Tradicionalni ambar za smeštaj pirinča u Indoneziji, „Lumbung padi“³⁶³

Upotrebom betona i čelika formirana je konstrukcija trouglaste geometrije gornjeg spavaćeg bloka kuće koji je podignut iznad nivoa tla (slika 161 i 162).



Slika 161 i 162: Model Bintaro kuće³⁶⁴

Na vrhu krova formiran je krovni prozor-svetlarnik koji osim svetlosti ostvaruje povezanost objekta sa prirodom. Na ovom nivou kuće svi zidovi i plafoni su kosi što obezbeđuje maksimalnu privatnost i intimnost spavaćeg bloka, istovremeno omogućavajući direktan pogled ka nebu kroz formirane bočne krovne prozorske otvore (slika 163). Ispod je pozicionirana dnevna soba otvorenog tipa kroz čije središte se pruža centralno spiralno stepenište koje međusobno povezuje sve nivoe kuće (slika 164). Zahvaljujući potpuno zastakljenim fasadama dnevnog boravka, sa kliznim staklenim vratima bez okvira koja vode direktno u vrt, ovaj prostor neutrališe granicu između spoljašnjosti i unutrašnjosti.

³⁶³ Izvor fotografija: <https://baliskytour.wordpress.com/2011/06/06/lumbung/lumbung-padi/>, <https://id.pinterest.com/pin/384635624399955847/>

³⁶⁴ Izvor crteža: <https://www.designboom.com/architecture/k-thengono-indonesian-rice-barn-the-bintaro-residence-02-10-2020/>



Slika 163 i 164: Osvetljenost enterijera spavaćeg bloka i zastakljeni dnevni boravak Bintaro kuće³⁶⁵

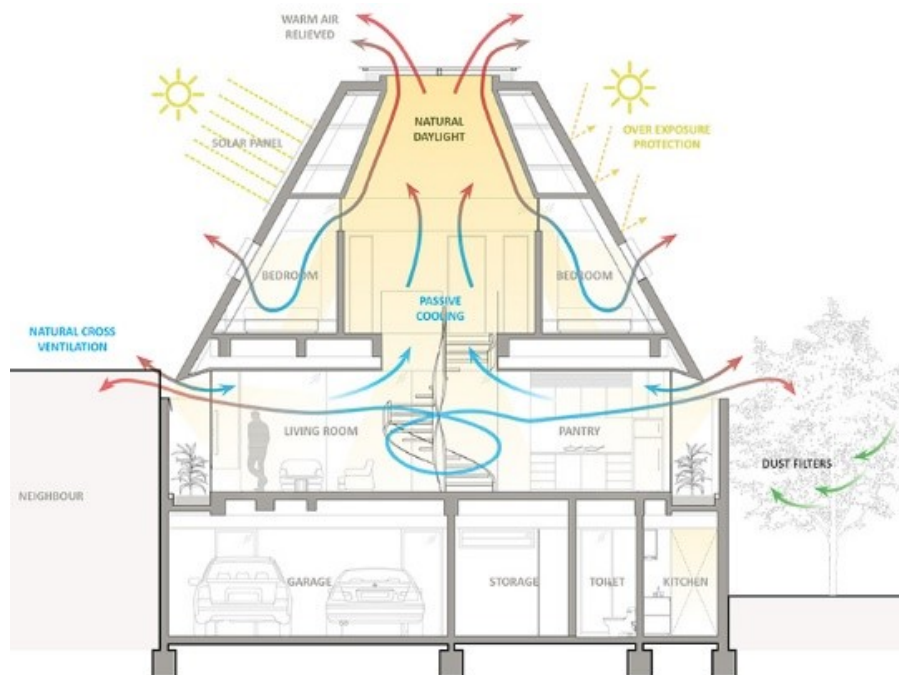


Slika 165: Aksonometrijski prikaz preseka Bintaro kuće³⁶⁶

Elementi bioklimatske arhitekture su uspešno i adekvatno integrisani u dizajn *Bintaro kuće*. Formiranje svetlarnika na vrhu krova trouglaste strukture obezbeđuje veliku količinu prirodnog osvetljenja, a zajedno sa drugim otvorima na poprečnim fasadama omogućava potpuno prirodnu unakrsnu ventilaciju, neophodnu u uslovima tropske klime koja je zastupljena u Indoneziji (slika 165). Zelenilo koje je pozicionirano oko objekta smanjuje temperaturu okolnog vazduha i predstavlja zaštitu od pregrejavanja unutrašnjih prostorija. Hladniji vazduh dopire u unutrašnjost kuće kroz manje otvore formirane na nižim nivoima, dok se topao vazduh prirodnim tokom penje prema gore i odlazi kroz svetlarnik na krovu (slika 166).

³⁶⁵ Izvor crteža: <https://www.designboom.com/architecture/k-thengono-indonesian-rice-barn-the-bintaro-residence-02-10-2020/>

³⁶⁶ Izvor crteža: <https://www.designboom.com/architecture/k-thengono-indonesian-rice-barn-the-bintaro-residence-02-10-2020/>



Slika 166: Šematski prikaz elemenata ostvarenja bioklimatske arhitekture³⁶⁷

Sprovedena analiza prikazanih primera projekata iz savremene prakse čiji se dizajn zasniva na ideji reinterpretacije i oživljavanja tradicionalne bioklimatske arhitekture ruralnih područja jasno definiše strategiju čija bi implementacija bila adekvatan odgovor na probleme današnjih klimatskih promena i zahteve energetski efikasne izgradnje. Učenje iz prošlosti o zaboravljenim principima i arhitektonskim oblicima koji su u potpunosti bili u skladu sa okruženjem i postojećim uslovima lokacije predstavlja početni korak u formiranju novog arhitektonskog pravca koji podrazumeva održivost, efikasnost i očuvanje identiteta. Održiva zgrada nije svaka zgrada kojoj je, nezavisno od njene forme i oblika, dodeljen takav epitet primenom i ugradnjom različitih dodatnih uređaja i opreme. Održiva zgrada je ona čiji se dizajn, oblik, materijali i kompozicija pažljivo biraju na osnovu konteksta i uslova okruženja.

³⁶⁷ Izvor crteža: <https://www.designboom.com/architecture/k-thengono-indonesian-rice-barn-the-bintaro-residence-02-10-2020/>

9. VALORIZACIJA URBANISTIČKO - ARHITEKTONSKIH PRINCIPA BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE PRIMARNOG MODELA

9.1. BIOKLIMATIKA VOJVODANSKIH SELA I PRIMARNI MODEL ISTRAŽIVANJA

Jedan od osnovnih ciljeva istraživanja doktorske disertacije predstavlja ispitivanje i valorizaciju vojvođanske ruralne tradicionalne bioklimatske arhitekture, odnosno primarnog modela koji obuhvata pažljivu selekciju 3 tipična primera tradicionalnih vojvođanskih kuća identifikovane postojeće tipologije na osnovu odnosa kuće i okućnice. Svaki pojedinačni primer odabrane kuće biće analiziran na osnovu definisanih i opisanih energetske kriterijuma pasivnog standarda, navedenih i obrazloženih u poglavlju 7.3. doktorske disertacije, kako bi se utvrdila prisutnost ovih parametara u njihovom oblikovanju.

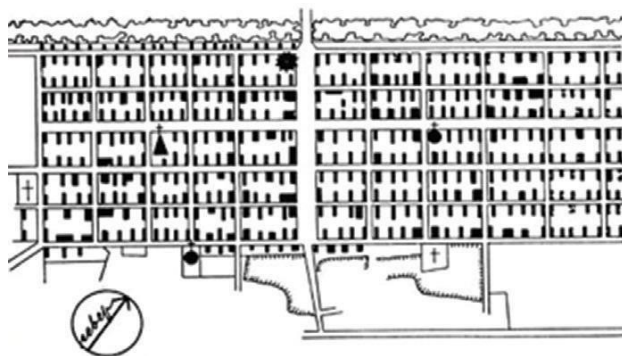
Iako bioklimatika tradicionalne ruralne vojvođanske arhitekture do sada nije razmotrena i tumačena kao nezavisna naučna kategorija i identifikovana kao takva, pojedina dosadašnja istraživanja su u određenoj meri dotakla ovu problematiku na osnovu čega su izvedeni limitirani uopšteni zaključci. Neka od njih su doktorska disertacija „*Energetske performanse tradicionalne vojvođanske kuće od naboja*“³⁶⁸ autora Vesne Lovec i stručni rad „*Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada*““³⁶⁹ autora Ivana Simića i Vladimira Mihajlova. U svom radu „*Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada*“, Simić I. i Mihajlov V., navode i daju obrazloženje određenih prepoznatih potencijala održivosti vojvođanskih sela. Kao prvi nivo, odnosno element održivosti navode upravo geometrijsku i plansku kompoziciju sistema manjih seoskih naselja u Vojvodini čiji su temelji postavljeni u XVIII veku, dolaskom austrougarske vladavine na ovu teritoriju. Sa namerom da se intenzivira poljoprivredna proizvodnja uvodi se i primenjuje plan rekonstrukcije koji je podrazumevao sistematizaciju morfološke strukture manjih naselja i princip parcelacije geometrijskog karaktera kojim se i danas odlikuju. Ova činjenica potvrđuje duboko ukorenjenu analogiju i uzajamnu konekciju poljoprivrede kao osnovne privredne grane u Vojvodini i njene prostorne strukture. Princip parcelacije obuhvatao je uvođenje ortogonalne ulične mreže i formiranje pravilnih pravougaonih parcela sa širokim uličnim profilima, što je analizirano i obrazloženo u poglavlju 3. doktorske disertacije. Po svojim karakteristikama, ovako formirana urbana matrica vojvođanskih naselja odgovara urbanističkoj školi „idealnih gradova“ koja je vladala u urbanizmu krajem XVII i tokom prve polovine XVIII veka (Kojić, 1973).³⁷⁰ Osim funkcionalne komplementarnosti, koju odlikuje dobar raspored, visok nivo funkcionalne usaglašenosti i mrežne integrisanosti, kao parametar održivog karaktera ovakve sistematizacije mreže naselja u Vojvodini u radu je navedena i kompaktnost njihovog oblika (slika 167).

³⁶⁸ Lovec, V.: *Energetske performanse tradicionalne vojvođanske kuće od naboja*, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2018.

³⁶⁹ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada*“, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

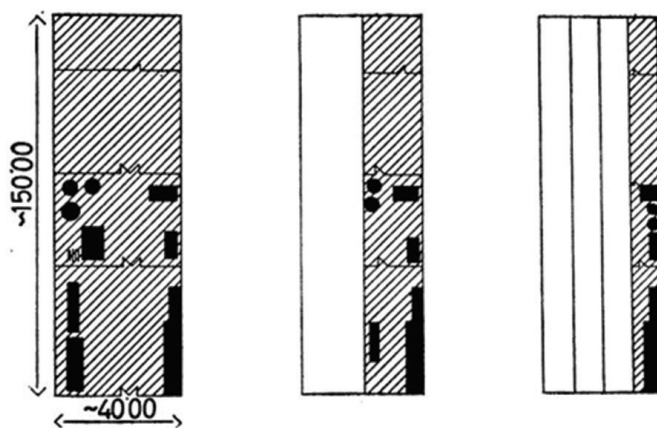
³⁷⁰ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada*“, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

Kompaktnost morfološke strukture naselja može minimizirati transport energije, vode, materijala, robe i ljudi (Jabareen, 2006).³⁷¹



Slika 167: Kompaktna forma vojvođanskog naselja Torak³⁷²

Karakteristike urbane strukture vojvođanskih naselja koje definišu njihovu kompaktnost su upravo pravougaona forma uličnog rastera, blokova i parcela koje imaju sposobnost tzv. usitnjavanja, progušćivanja, odnosno deljenja prvobitnih parcela širine 40m na 4 parcele širine 10m, što dozvoljava pravilan rast gustine naseljenosti u okviru granica regiona (slika 168). Na taj način je omogućeno intenziviranje korišćenja zemljišta bez širenja granica teritorije na poljoprivredno zemljište koje sačinjava okružujući seoski atar.³⁷³ U radu je takođe navedena i srednja vrednost gustine izgrađenosti i naseljenosti vojvođanskih naselja kao parametar održivosti koji odgovara konceptu eko-sela.³⁷⁴



Slika 168: Sistem usitnjavanja parcele vojvođanskih naselja³⁷⁵

³⁷¹ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

³⁷² Izvor ilustracije: Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

³⁷³ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

³⁷⁴ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

³⁷⁵ Izvor ilustracije: Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

Jedan od vrlo važnih indikatora i prepoznatih potencijala održivosti vojvođanskih naselja koji je takođe naveden i obrazložen u radu jeste mogućnost formiranja zelene infrastrukture. Ortogonalna mreža ulica sa širokim rasterom uličnih profila, koje su opremljene kanalima za sakupljanje kišnice i otpadnih voda, omogućava opremanje i uređenje javnih prostora zelenilom, visokim i niskim rastinjem.

Ukoliko Vojvodina u budućnosti poprimi karakter urbanizacije koja podrazumeva različite oblike strukturalne promene naselja, duboke parcele, izvorno namenjene poljoprivredi, imaju velike mogućnosti transformacije svojih funkcionalnih zona i primenu ozelenjavanja unutarblokovskih površina.³⁷⁶ Osim navedenih parametara koji učestvuju u opštoj valorizaciji održivosti vojvođanskih naselja, razvijanje korisnih stambenih prostora po vertikalni, odnosno povećanje spratnosti postojećih prizemnih kuća, takođe može doprineti održivom rastu i razvoju vojvođanskih ruralnih područja što bi imalo veliku ulogu u sprečavanju negativnog trenda iseljavanja iz manjih i migracije u veće urbane sredine što dovodi do neravnoteže broja stanovnika između ova dva tipa naselja i neizbežne depopulacije vrednih seoskih zajednica. Urbanistički uslovi regulacije u Vojvodini omogućavaju dodavanje još jednog nivoa.³⁷⁷ Ovo je naročito važno za deo istraživanja doktorske disertacije koji podrazumeva prikaz moguće transformacije strukture i namene tradicionalnih vojvođanskih okućnica oblikovanjem studijskog modela objekta poljoprivrednog sistema, koji se oslanja na postojeću bioklimatsku arhitekturu i podstiče očuvanje njene autentičnosti (poglavlje 10).

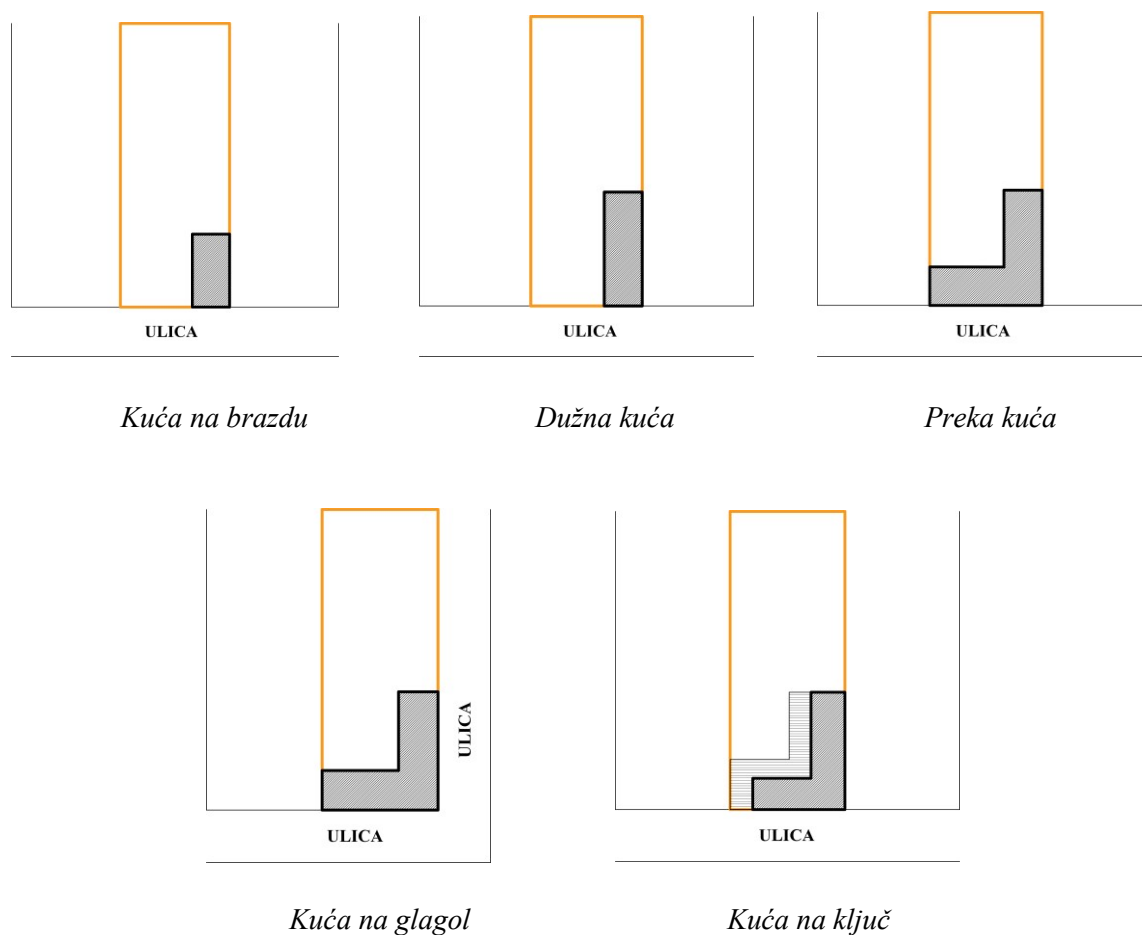
9.1.1. Primarni model istraživanja

Primarni model na kome će istraživanje biti realizovano u poglavlju 9.2. doktorske disertacije predstavlja jednu od šest postojećih, prethodno identifikovanih i definisanih tipologija vojvođanske ruralne stambene arhitekture, prikazane i obrazložene u poglavlju 5. Tipologija koja je odabrana kao primarni model ispitivanja i valorizacije jeste tipologija koja razlikuje tipove tradicionalnih vojvođanskih kuća na osnovu odnosa kuće i okućnice, odnosno položaja kuće u okućnici, jer upravo varijacije ovog odnosa definišu i određuju neke od bioklimatskih karakteristika. Slika 169 prikazuje šematsku ilustraciju osnova svih pet različitih tipova, a valorizacija će obuhvatiti konkretne, pažljivo odabrane, primere kuća prva tri tipa, kao njihove predstavnike. Prva tri tipa odabrane tipologije predstavljaju najstarije tradicionalne oblike vojvođanske arhitekture, kuća na brazdu, dužna i preka kuća. Budući da četvrti i peti tip, kuća na glagol i kuća na ključ, predstavljaju „izvedenice“ prvobitnih tradicionalnih oblika koji su formirani u kasnijim fazama razvoja, a po strukturi, formi, orijentaciji fasada i drugim karakteristikama koje su u vezi sa bioklimatikom su vrlo slični, gotovo identični tipu preke kuće, istraživanje će obuhvatiti konkretne primere kuća prva tri tipa pomenute tipologije. Takođe, metodom posmatranja tradicionalne ruralne arhitekture, autor je došao do zaključka da su poslednja dva tipa, kuća na glagol i kuća na ključ, manje zastupljena i prisutna u ruralnim i seoskim sredinama, a više u gradskim područjima Vojvodine. Važno je napomenuti da će se preciznim odabirom konkretnih uzoraka za analizu i valorizaciju istraživanjem obuhvatiti svi

³⁷⁶ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

³⁷⁷ Simić, I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.

tradicionalni građevinski materijali koji su u to vreme bili zastupljeni u vojvođanskoj arhitekturi i u velikoj meri utiču na bioklimatske karakteristike kuća, a to su naboj, čerpić, blatni malter, trska, slama i opeka. Cilj valorizacije konkretnih primera jeste dokazati da su urbanističko-arhitektonski principi njihove izgradnje u skladu sa bioklimatskom arhitekturom, kako bi kroz studijski model objekta poljoprivrednog sistema, istražili i prikazali mogućnosti primene ovih principa, kao osnovne polazne tačke u oblikovanju novih, savremenih rešenja.



Slika 169: Šematske ilustracije primarnog modela istraživanja – tipologije na osnovu odnosa kuće i okućnice³⁷⁸

Valorizacija bioklimatskih karakteristika sprovedeće se na dva nivoa. Prvi nivo podrazumeva analizu urbanističkih parametara morfološke strukture vojvođanskih sela, pozicioniranje parcela i objekata u zavisnosti od lokalnih klimatskih uslova i prirodnog okruženja, dok drugi nivo obuhvata valorizovanje arhitektonskih parametara bioklimatskog oblikovanja tradicionalne ruralne vojvođanske arhitekture. Analiza će se sprovesti na osnovu definisanih energetskih kriterijuma pasivnog standarda koji su obrazloženi u poglavljima 7.3.1. i 7.3.2. doktorske disertacije. Konkretni primeri kuća koje su odabrane za analizu i valorizaciju su:

1. Kuća na brazdu u vojvođanskom selu Vojka, opština Stara Pazova;
2. Dužna kuća u selu Ruski Krstur, opština Kula;
3. Preka kuća u selu Gakovo, opština Sombor;

³⁷⁸ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

Slika 170 prikazuje mapu Vojvodine sa označenim opštinama i položajima sela koja su obuhvaćena istraživanjem.



Slika 170: Položaj sela obuhvaćena istraživanjem na mapi Vojvodine³⁷⁹

Važno je napomenuti da neke od odabranih primera kuća predstavljaju spomenike kulture od izuzetnog značaja koje su pod zaštitom države i za koje su odgovorni Republički zavodi za zaštitu spomenika kulture. Međutim, one će biti valorizovane i predstavljene u doktorskoj disertaciji samo kao reprezentativni primeri tipova kuća odabrane tipologije sa ciljem prezentovanja mogućnosti njihove transformacije i oblikovanja studijskog modela objekta poljoprivrednog sistema. Modelovanje objekta poljoprivrednog sistema ima za cilj primeniti dodatne strategije i principe bioklimatske arhitekture na odabranim primerima kuća kako bi se kroz njihovu transformaciju prikazala mogućnost i potencijal potpunog usklađivanja sa bioklimatskim principima vojvođanske teritorije i tradicionalne arhitekture.

³⁷⁹ Izvor ilustracije x: prepravljena mapa prema autoru Stanišić J.

9.2. VALORIZACIJA BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE TRADICIONALNIH SEOSKIH KUĆA U VOJVODINI

9.2.1. Kuća na brazdu – kuća u Vojki

Kuća u vojvođanskom selu Vojka, koja je odabrana za analizu i valorizaciju u okviru disertacije, predstavlja reprezentativni tip tradicionalne panonske kuće na brazdu, tipologije na osnovu odnosa kuće i okućnice. Selo Vojka se nalazi u sklopu opštine Stara Pazova, a kuća je sagrađena krajem 19. veka. Evidentirana je kao nepokretno kulturno dobro od velikog značaja i proglašena je spomenikom kulture, a Zavod za zaštitu spomenika kulture sa sedištem u Sremskoj Mitrovici je nadležna institucija koja je odgovorna za njenu zaštitu. Kuća je pozicionirana na glavnoj saobraćajnici u selu, ulici Cara Dušana br. 41, na katastarskoj parceli broj 2384/2 K.O. Vojka.

Selo Vojka se kao naseljeno mesto prvi put pominje još 1416. godine, kao „naselje na sred puta“ sa velikim brojem vetrenjača, u jednom pisanom mađarskom dokumentu koji se nalazi u knjizi „Istorijska geografija Mađarske“, autora Deže Čankija koja je objavljena 1894. godine u Budimpešti. Početkom 18. veka Vojka je bila primitivno uređeno selo, napušteno i napola rastureno nakon odlaska poražene turske imperije. Prošao je skoro čitav jedan vek dok nije došlo do ušoravanja i izgradnje sela prema zahtevima Austrougarske vlasti. Prema opisu Franca Štefana Engela, 1786. godine, Vojka je imala „205 pod konac podignutih, trskom i rogozinom pokrivenih kuća od naboja“.³⁸⁰ Grb sela predstavlja današnju uspomenu na vetrenjače koje su se nekada tu nalazile. 1870. godine u Vojki je otvorena ciglana za proizvodnju opeke kao građevinskog materijala i radila je sve do 1923. godine. Prema poslednjim popisima stanovništva, Vojka je naseljena pretežno Srbima, a u 20. veku je bila najveće srpsko selo u Sremu.³⁸¹ Predstavlja seosko naselje najdinamičnijih prostorno – funkcionalnih procesa u opštini. Privrednu bazu Vojke čini poljoprivredna proizvodnja, a od kultura se najviše uzgajaju pšenica, kukuruz, soja, suncokret, šećerna repa, povrtlarske kulture i krmno bilje. Pored toga, Vojka predstavlja i ratarsko-stočarsko naselje.³⁸²

Iako je građena u relativno kasnom periodu, krajem 19. veka, predmetna kuća u Vojki predstavlja tipičan primer najstarije tradicionalne vojvođanske kuće na brazdu, jednostavne trodelne prostorne strukture. Osnovu čine prednja, gostinska soba do ulice, srednja prostorija kuhinje i zadnja, spavaća soba (slika 174). Celom dužinom podužne dvorišne fasade pruža se trem, odnosno gong sa masivnim valjkastim stubovima, kao jedan od osnovnih elemenata tradicionalne vojvođanske arhitekture. Ono što kuću vezuje za vreme njene izgradnje je građevinski materijal od kog je sačinjena. Osnovni materijal od kojeg su građeni masivni konstruktivni zidovi je čerpić, nepečena opeka, kojom su, nakon naboja, u to vreme građene mnoge kuće u Vojvodini. Zid koji je orijentisan ka uličnoj strani je jedini koji je podignut od opeke starog formata. Opeka se kao građevinski materijal dosta kasno pojavila u upotrebi, a u početku su njom građeni samo ulični, reprezentativni zidovi. Ravni dvovodnog krova su pokrivena tradicionalnim biber crepom. Kuća ima čak tri ulaza sa ulične strane, odnosno sa „šora“. Jedan predstavlja pešački kojim se pristupa tremu, drugi je kolski prilaz objektu sa

³⁸⁰ „Istorija naselja Stara Pazova od XV do XX veka“; tekst sa internet stranice: <https://turizampazova.rs>

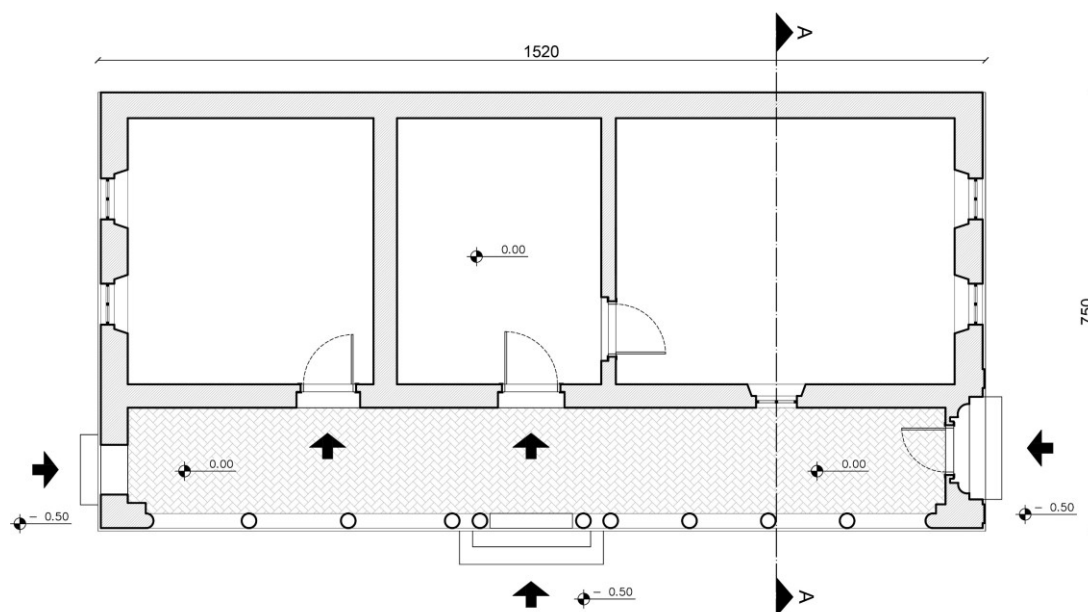
³⁸¹ <https://sr.wikipedia.org>

³⁸² <https://sr.wikipedia.org>

dvokrilne kapije u sklopu koje se nalaze još jedna manja vrata. Direktno u kuću se ulazi sa trema, kroz dva oformljena ulaza. U dubini parcele se i danas nalazi jedan pomoćni objekat i česma na mestu starog bunara. Iako je proglašena spomenikom kulture od velikog značaja, danas se nalazi u vrlo lošem stanju i predstavlja tipičan primer napuštene i degradirane tradicionalne vojvođanske kuće, izložene propadanju (slike 171, 172 i 173). Slike 174 i 175 predstavljaju grafičke crteže osnove i preseka predmetne kuće u Vojki, kao ulazne podatke za njenu analizu i valorizaciju.



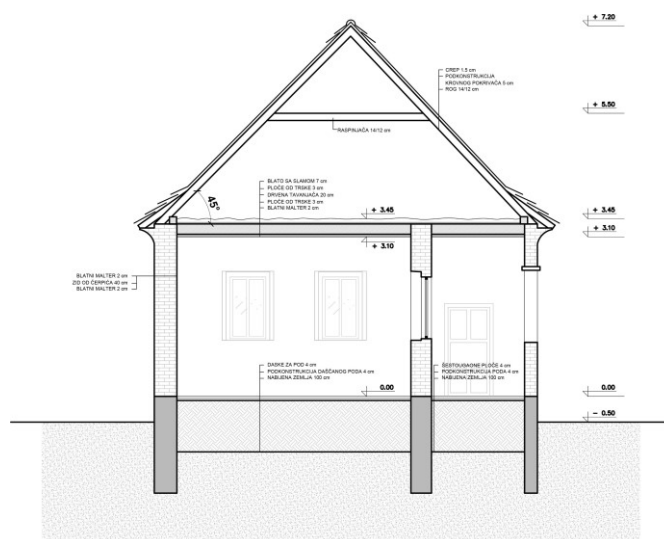
Slika 171, 172, 173: Fotografije predmetne kuće u Vojki³⁸³



Slika 174: Osnova kuće u Vojki³⁸⁴

³⁸³ Izvor fotografija: terenski snimci autora Stanišić J.

³⁸⁴ Izvor ilustracije: grafički crtež autora Stanišić J.



Slika 175: Presek kuće u Vojki³⁸⁵

Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja

1. KONFIGURACIJA TERENA I KLIMATSKI ASPEKTI

Vojka je seosko naselje koje je pozicionirano na krajnjem jugu vojvođanske teritorije, u opštini Stara Pazova, u Sremskog okrugu. Ima izuzetno povoljan geografski položaj budući da je locirano u ravnom „ruzmarinskom“ Sremu. Zahvaljujući pretežno ravničarskom reljefu aluvijalne lesne terase na 66 m nadmorske visine i povoljnim prirodnim uslovima, Vojka se solidno razvijala što je čini izuzetkom u odnosu na većinu drugih vojvođanskih sela. Značajni prirodni priraštaj stanovništva zabeležen je doseljavanjima sedamdesetih godina 20. veka što se pozitivno odrazilo na razvoj i prosperitet sela i u narednim decenijama. Ravničarska nizija male nadmorske visine u velikoj meri doprinosi mogućnosti povoljne osvetljenosti i orijentacije pojedinačnih kuća u Vojki, što se odražava na poboljšanje njihovih bioklimatskih karakteristika (slika 176 i 177). Na udaljenosti od oko 50 km od sela, nalazi se Fruška gora na kojoj je pozicioniran najviši planinski vrh u Sremu, Crveni Čot, nadmorske visine 539 m. Međutim, budući da se prostire u pravcu severozapada, ova planina ne stvara zaklon i nema značajan uticaj na osvetljenost objekata. Sa druge strane, predstavlja određenu vrstu zaštite od hladnog vetra Severca koji duva sa severa i severozapada.



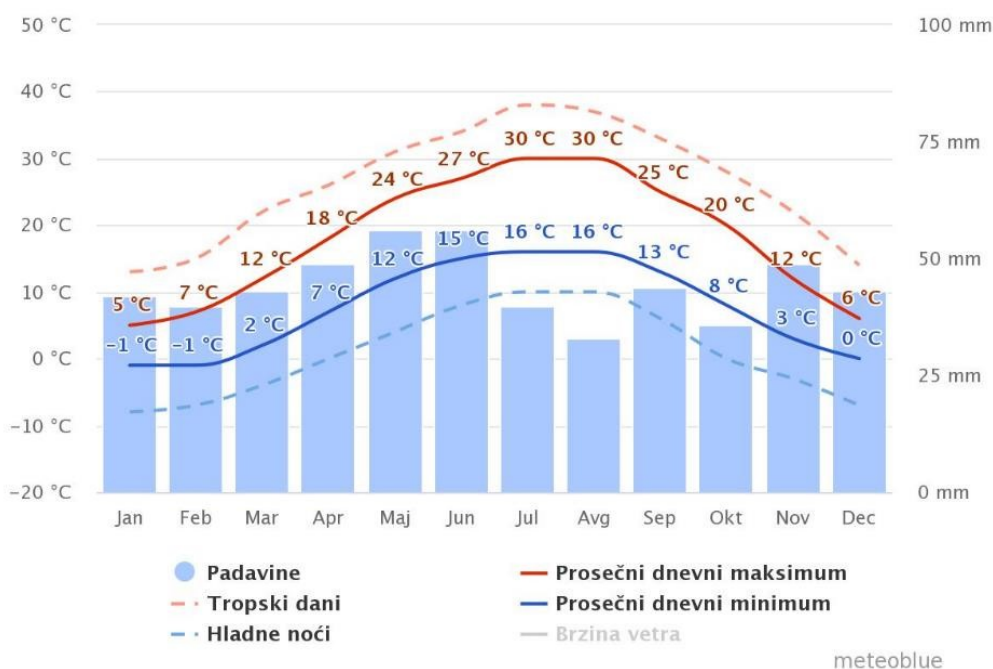
Slika 176 i 177: Ravničarski reljef i panorama seoskog naselja Vojka³⁸⁶

³⁸⁵ Izvor ilustracije: grafički crtež autora Stanišić J.

³⁸⁶ Internet izvor fotografija: www.pazovaindijavesti.com

Zemljište visokog boniteta, kao i povoljan geosaobraćajni položaj sela predstavljaju kvalitetnu bazu za razvoj agrarne proizvodnje, kao osnovne privredne delatnosti i jednog od relevantnih parametara savremenog razvoja naselja. Selo je pozicionirano između najvećih vojvođanskih reka, na razdaljini od oko dvadesetak kilometara od reke Dunav i oko tridesetak kilometara od Save, što u određenoj meri utiče na klimatske aspekte naselja. Dunav protiče severoistočnom i istočnom stranom, dok se Sava nalazi južno i jugoistočno od Vojke. Budući da jedan od dominantnih vetrova u Vojvodini, Košava, duva iz jugoistočnog pravca, ona sa sobom donosi malo hladnije vreme što se pozitivno odražava na klimu tokom toplih letnjih meseci. Zapadnom stranom naselja protiču kanali Veliki i Mali Begej. Podzemne vode na području sela su na vrlo visokom nivou ispod površine zemlje što je nekada uzrokovalo česta plavljenja. Iz tog razloga Vojka ima veliki potencijal za korišćenje podzemnih voda kao obnovljivog izvora energije u smislu instalacije geotermalnih pumpi za proizvodnju energije za potrebe grejanja i hlađenja objekata što bi doprinelo poboljšanju energetske efikasnosti pojedinačnih kuća, a zatim i celokupne seoske zajednice.

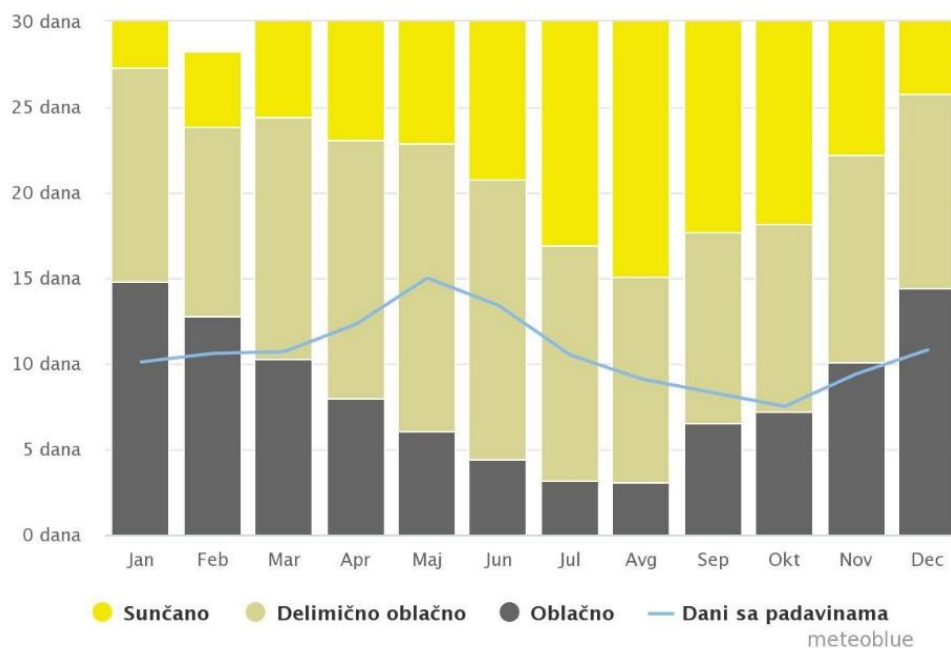
Klimatska obeležja seoskog naselja Vojka karakteriše umereno-stepsko-kontinentalni karakter koji prevladava na celom području Srema vojvođanske teritorije. Oštre, hladne zime i topla leta pogoduju oblikovanju bioklimatske arhitekture koja bi omogućila pasivne solarne zahvate i apsorpciju toplote u letnjem periodu, dok je zimi potrebno obezbediti zagrevanje oslobađanjem sakupljene toplote i radijacijom. Slika 178 prikazuje dijagram prosečnih mesečnih temperatura i padavina za selo Vojka, merenih za 2020. godinu, prema podacima preuzetim sa meteoblue stanice, čiji su klimatski dijagrami bazirani na 30-godišnjim časovnim meteorološkim modelima i prognozama, dostupnim za bilo koje mesto na Zemlji.



Slika 178: Dijagram prosečnih mesečnih temperatura i padavina za Vojku³⁸⁷

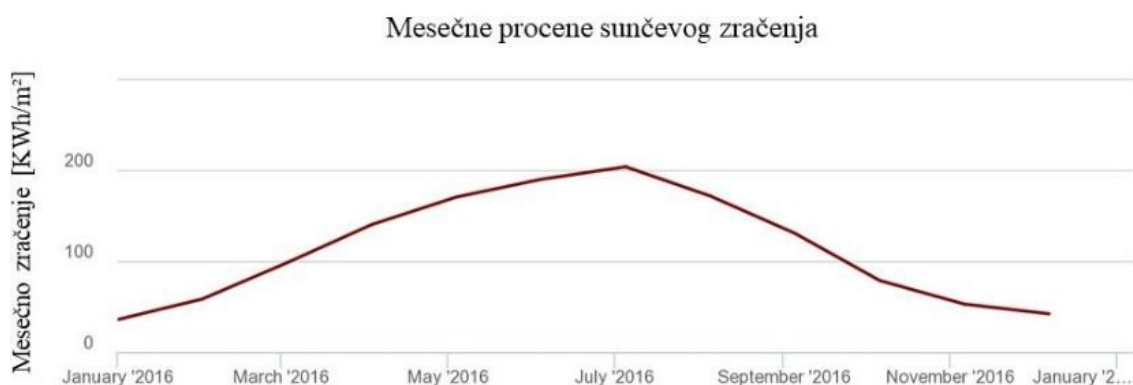
³⁸⁷ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

Na dijagramu 178 su prikazane prosečne dnevne maksimalne i minimalne temperature u Vojki za svaki mesec u godini, iz čega zaključujemo da prosečna godišnja temperatura iznosi 12,75⁰ C. Takođe vidimo da je najhladniji mesec u godini januar, prosečne temperature 2⁰ C, a najtopliji su jul i avgust, sa prosečnim temperaturama 23⁰ C. Stoga je poželjno najveće solarne zahvate planirati u julu i avgustu. Sa druge strane, na dijagramu su prikazane i prosečne mesečne padavine, a mesečni maksimum i najveća količina padavina je u maju i junu mesecu i iznosi 56 mm.



Slika 179: Dijagram mesečnih vrednosti sunčanih, oblačnih i kišnih dana za Vojku³⁸⁸

Dijagram 179 prikazuje mesečne vrednosti sunčanih, delimično oblačnih, oblačnih i kišnih dana u godini za područje Vojke. Najviše sunčanih dana ima u mesecu avgustu, dok najviše oblačnih ima mesec januar. Najviše dana sa padavinama ima u maju mesecu.



Slika 180: Dijagram prosečnih mesečnih količina sunčevog zračenja u Vojki³⁸⁹

³⁸⁸ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

³⁸⁹ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

Na dijagramu 180 prikazane su prosečne mesečne količine sunčevog zračenja u Vojki za 2016. godinu. Iz njega vidimo da najveće količine sunčevog zračenja Vojka ima u julu mesecu.

Na celom području Vojvodine, pa tako i u selu Vojka, dominantni vetrovi su Košava i Severac. Košava duva iz jugoistočnog pravca i donosi suvo i hladno vreme, a kreće se prosečnom brzinom od 25-45 km/h. Severac, hladan i сув ветар, pretežno duva sa severa i severozapada. Položaj planinskog venca Fruške gore na severozapadnoj strani seoskog naselja Vojka, svojom konfiguracijom u određenoj meri pruža zaštitu od hladnog vetra Severca, dok pritom ne zaklanja sunce i ne sprečava osvetljenost pojedinačnih objekata u selu.

2. MORFOLOŠKA STRUKTURA NASELJA

Vojka predstavlja seosko naselje zbijenog tipa u vojvođanskom Sremskom okrugu, u opštini Stara Pazova. Prostire se na površini građevinskog rejonu od 53,9 km², pri čemu površina atara zauzima 5260 ha. Selo je krstastog oblika što je posledica prostornog razvoja i širenja naselja duž raskrsnice glavnih saobraćajnih puteva Stara Pazova-Kupinovo-Zemun. Formu oblika krsta u osnovi sačinjavaju glavne ulice u naselju, podužna ulica Cara Dušana, koja od centra prema jugu nosi naziv Karađorđeva i poprečna ulica Svetog Save. Na mestu njihovog ukrštanja formirano je seosko jezgro i centralna zona u kojoj su smešteni objekti javnih službi.

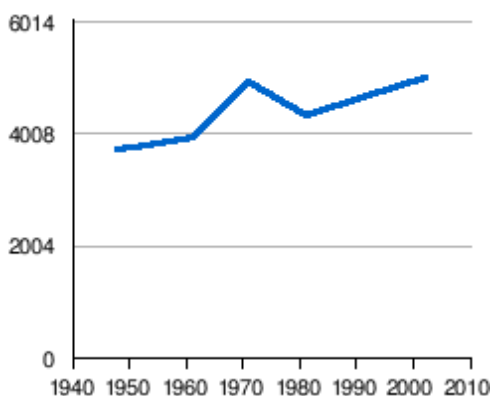
Ortogonalna morfološka struktura Vojke, koja se i danas prepoznaje, formirana je u drugoj polovini 18. veka, kada je počelo „ušoravanje“ sela i sprovođenje pravila i koncepta austrougarskog planiranja prostora. Mapa sela iz 1763. godine jasno pokazuje krstasti razvoj naselja duž glavnih ulica (slika 181). Mreža ulica se postepeno razvijala paralelno sa glavnim saobraćajnicama u naselju, formirajući blokove ravnomerno podeljene na pravougaone, prostrane parcele (slika 183). Morfologiju naselja karakteriše velika kompaktnost koja se odlikuje pravilnim rasporedom parcela, proporcionalnim odnosom izgrađenog i neizgrađenog, ostvarenim funkcionalnim saobraćajnim komunikacijama sa okolnim mestima i homogenom gustinom naseljenosti koja iznosi 93 stanovnika/km².



Slika 181: Mapa Vojke (1763-1787)³⁹⁰

³⁹⁰ Izvor ilustracije: Mađarski arhiv (<https://turizampazova.rs/istorija-naselja-od-xv-do-xx-veka>)

Vojka predstavlja izuzetak u odnosu na većinu vojvođanskih sela u kojima su aktuelni procesi depopulacije i iseljavanja stanovništva. Naime, u poslednja tri popisa zabeležen je porast u broju stanovnika, što se može videti na grafikonu promene broja stanovništva tokom 20. veka (slika 182). Urbani razvoj sela se odvijao unutar građevinskog rejona procesom usitnjavanja poseda tako da poljoprivredno zemljište nije uzurpirano. Usitnjavanje poseda nastupilo je kao posledica poljoprivredne krize koja je zahvatila Vojku početkom 20. veka.³⁹¹



Slika 182: Grafikon promene broja stanovnika Vojke tokom 20. veka³⁹²

Dugačke pravougaone parcele se dele na dva funkcionalna dela, kuću sa okućnicom i ekonomskim dvorištem i veliko pripadajuće poljoprivredno zemljište. Ovakav položaj i oblik parcela omogućava pozicioniranje sadržajnih jedinica po njenoj dubini što je pogodno za korišćenje sunčeve svetlosti i toplote u svrhu planiranja pasivnih solarnih zahvata. Selo je dužom stranom orijentisano u pravcu severoistok-jugozapad, a kraćom severozapad-jugoistok (slika 183). Slika 183 prikazuje morfološku strukturu seoskog naselja Vojka i na njoj je obeležena pozicija parcele predmetne kuće.



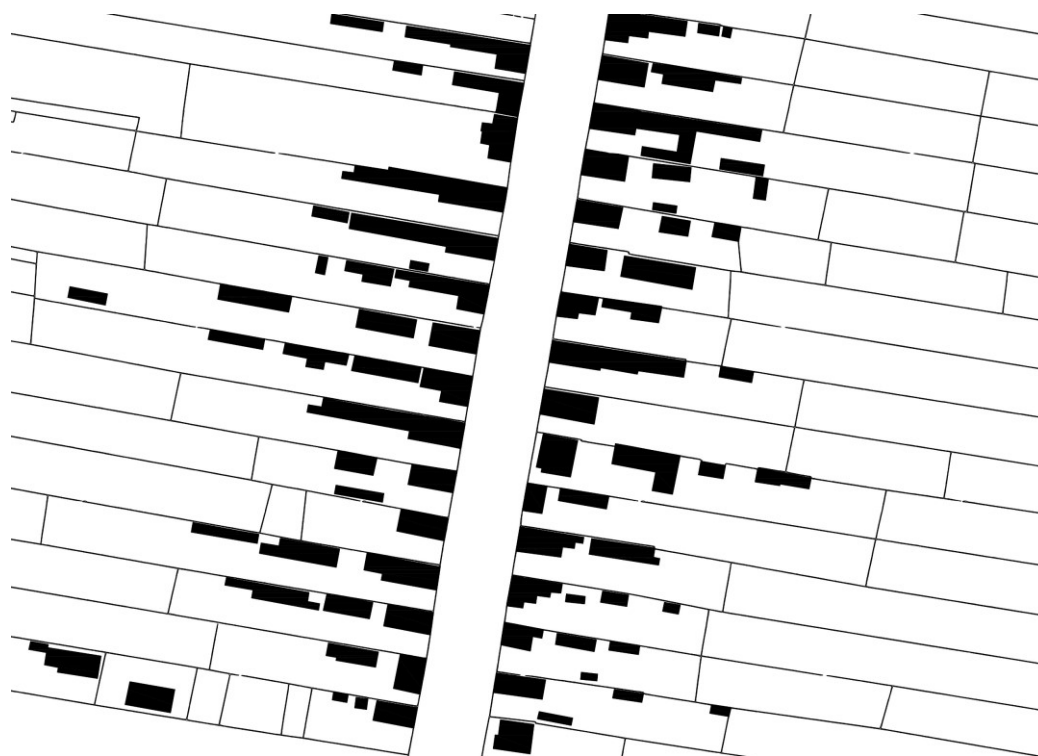
Slika 183: Morfološka struktura seoskog naselja Vojka³⁹³

³⁹¹ „Istorija naselja Stara Pazova od XV do XX veka“; tekst sa internet stranice: <https://turizampazova.rs>

³⁹² Izvor grafikona: <https://sh.wikipedia.org/wiki/Vojka>

³⁹³ Izvor ilustracije: Crtež autora Stanišić J. prema karti sela Vojka, izvor: <http://crpd.gov.rs>

Na slici 184 je prikazana planimetrija manjeg dela sela Vojka u kome se nalazi i predmetna tradicionalna kuća. Jasno se uočava terezijanski princip planiranja prostora i „ušoravanje“ kuća koje su sve izgrađene tako da svojom bočnom fasadom, zabatom, izlaze na regulacionu uličnu liniju, dok su podužne fasade paralelne sa granicama parcele. Pored toga na slici je vidna homogena gustina izgrađenosti koja podrazumeva proporcionalan odnos izgrađenog i neizgrađenog i zauzetost parcele objektom koja nije veća od 30% njene ukupne površine. Neizgrađeni, slobodni i zeleni prostori, u okviru kojih se nalaze i poljoprivredne obradive površine, obuhvataju daleko veći procenat celokupne teritorije seoskog naselja Vojka.



Slika 184: Planimetrijski prikaz manjeg dela sela Vojka³⁹⁴

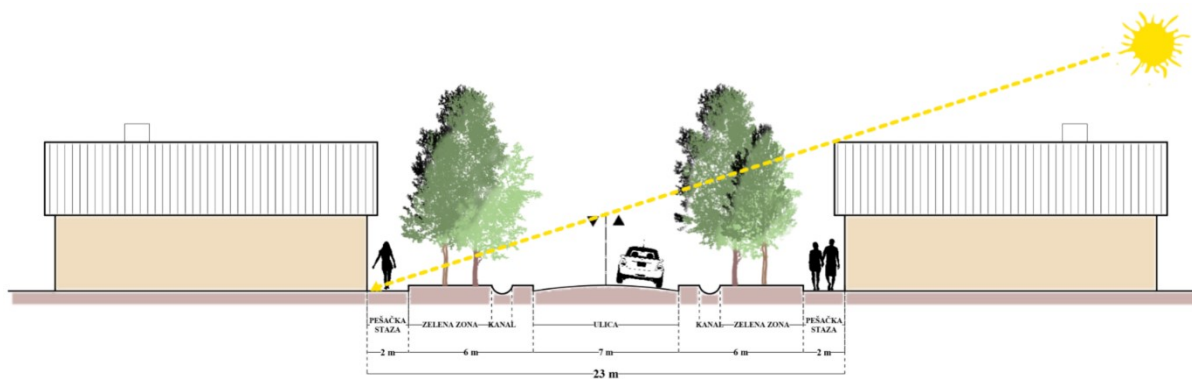
Orijentacijom glavne ulice u naselju u pravcu severoistok-jugozapad obezbeđen je povoljan položaj svake pojedinačne kuće u odnosu na strane sveta, odnosno sunce. Dugačke parcele sa prostranim pripadajućim obradivim površinama, veliki međusobni razmaci između kuća, kao i povoljna orijentacija i pozicija omogućavaju prolaz sunčevoj svetlosti do svakog objekta u naselju (slika 185). U okviru fizičke strukture manjeg dela sela Vojka, prikazane na slici 185, svaka je kuća orijentisana u pravcu jugoistok-severozapad čime je osigurana izloženost dve različite fasade sunčevoj svetlosti koja dopire sa istoka i juga. Na taj način se povećavaju pasivni solarni dobici toplote što omogućava primenu sistema pasivnog solarnog grejanja. Pored toga, obezbeđena je adekvatna osvetljenost kuća tokom celog dana.

³⁹⁴ Izvor ilustracije: Crtež autora Stanišić J. prema karti sela Vojka, izvor: <http://crpd.gov.rs>



Slika 185: Dijagram osvetljenosti kuća u fizičkoj strukturi sela Vojka³⁹⁵

Na slici 186 je prikazan poprečni presek kroz glavnu ulicu u naselju, Cara Dušana, u kojoj se nalazi i predmetna kuća. Široki profil ulice od 23 m, kao i mala spratnost kuća koje su pozicionirane na njenim suprotnim stranama, omogućava prolaz sunčevoj svetlosti do svakog pojedinačnog objekta, njihovu nesmetanu insolaciju i velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote.



Slika 186: Poprečni profil glavne ulice Cara Dušana³⁹⁶

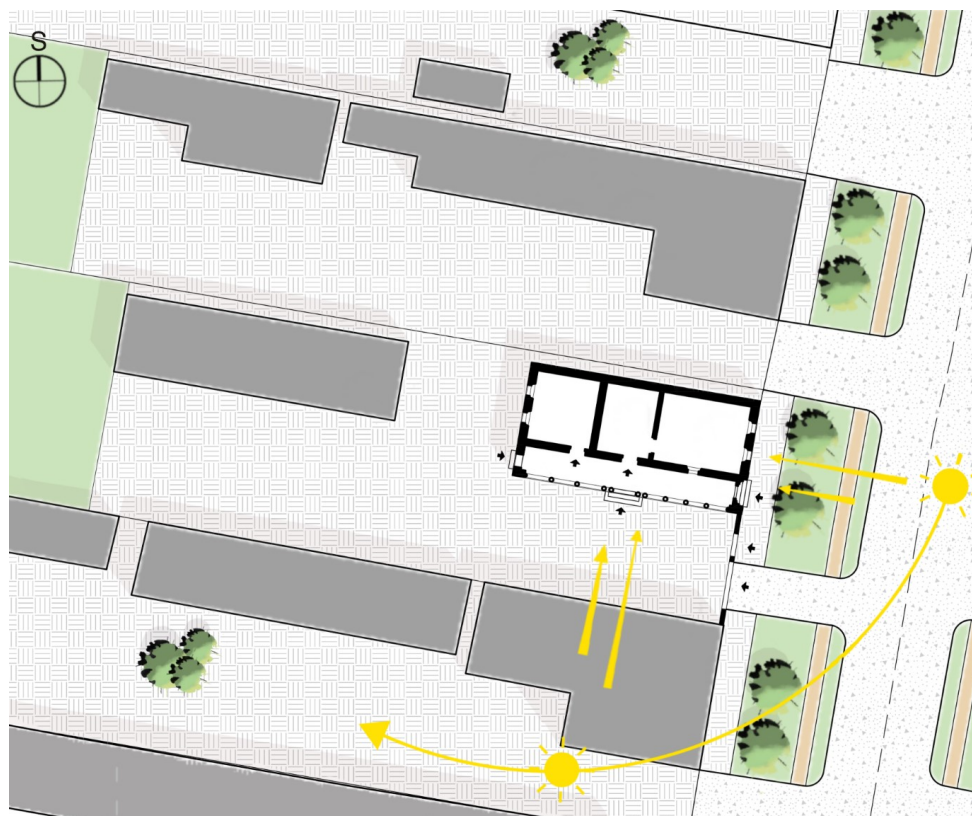
3. ORGANIZACIJA KUĆIŠTA

Predmetna tradicionalna kuća na brazdu se nalazi na katastarskoj parceli broj 2384/2 K.O. u selu Vojka. Parcela je pravougaonog oblika, ukupne površine 2245 m² od čega manji deo zauzima ekonomsko dvorište sa okućnicom, a veći obradivo poljoprivredno zemljište, njiva. Orijehtacijom duže strane parcele u pravcu jugoistok-severozapad određen je i položaj podužne ose same kuće. Pomoćni objekat koji se nalaze u sklopu okućnice je pozicioniran nizanjem

³⁹⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

³⁹⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

sadržaja po dubini parcele u pravcu severozapada što omogućava nesmetanu insolaciju otvorenih fasada predmetne kuće i doprinosi iskorištenju sunčeve svetlosti i toplote u svrhu pasivnog solarnog grejanja (slika 187). Kao posledica poljoprivredne krize koja je zahvatila Vojku početkom 20. veka, nastupio je proces usitnjavanja i deljenja poseda, što se jasno može videti i na primeru parcele predmetne kuće koja je zajedno sa susednom, broja 2384/1 K.O. nekada činila jednu. Preparcelacijom je izbegnuto širenje građevinskog rejonu na poljoprivredno zemljište i seoski atar Vojke, kao i uvećanje naselja van postojećih granica.



Slika 187: Situacioni plan predmetne kuće u Vojki³⁹⁷

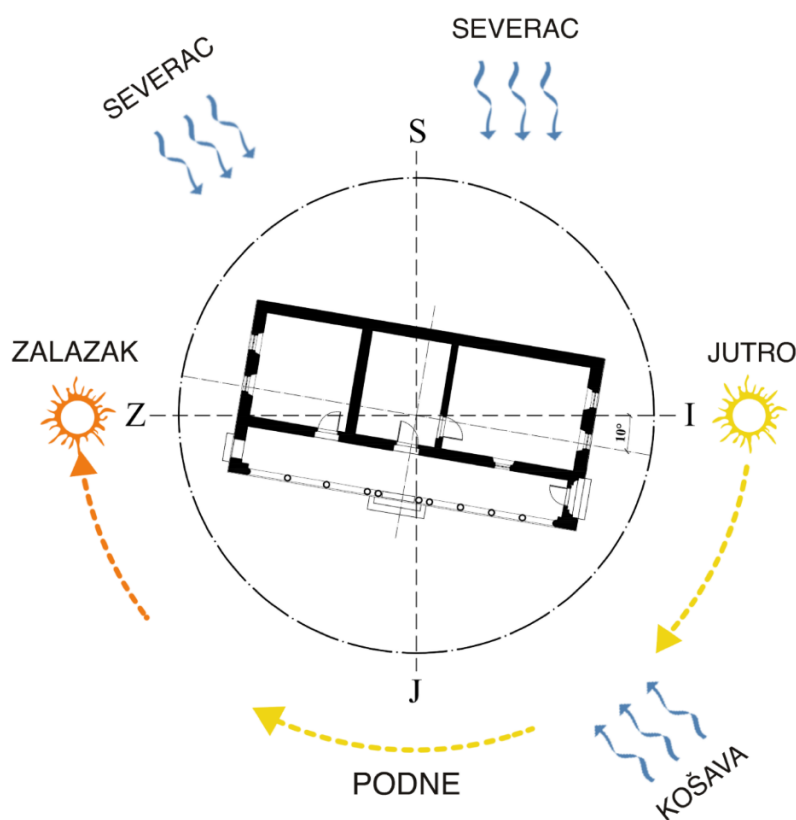
Kuća u Vojki ima karakterističan položaj tipične tradicionalne vojvođanske kuće na brazdu. Svojom bočnom fasadom, zabatom, izlazi na regulacionu liniju glavne ulice u naselju, dok je podužnom slepom fasadom pozicionirana u pravcu severoistoka, na granici sa susednom parcelom. Kolski prilaz objektu je omogućen sa glavne ulice Cara Dušana preko izbetonirane površine koja se nalazi uz saobraćajnicu. Obezbeđena su dva pešačka pristupa objektu, dvorišni i glavni ulaz kojim se sa trotoara direktno ulazi na trem, odnosno gonak (slika 187). Pristup tremu omogućen je i sa dvorišne strane, kroz dvoja vrata. Jedna se nalaze na sredini gonka dok su druga pozicionirana naspram ulaznih vrata ka ekonomskom dvorištu. Dvorište je pokriveno opekom.

³⁹⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

4. ORIJENTACIJA OBJEKTA

Predmetna kuća u selu Vojka ima vrlo povoljnu orijentaciju u odnosu na strane sveta. Osnova oblika pravougaonika se širom stranom pruža u pravcu istok-zapad, sa podužnom osom pod uglom od minimalnih 10° južno od istoka (slika 188). Položaj kuće je u osnovi određen pozicijom same parcele u okviru morfološke strukture naselja i u skladu sa pravilima terezijanskog planiranja prostora i „ušoravanja“ kuća. Glavne fasade su paralelne sa dužim stranama pravougaone parcele, dok su bočne pozicionirane paralelno sa uličnom linijom.

Povoljan položaj i orijentacija kuće omogućavaju izlaganje dve različite fasade sunčevoj svetlosti i toploti. Bočna ulična fasada je zahvaljujući rotaciji za ugao od 10° južno od istoka izložena i jutarnjem i popodnevnom suncu što obezbeđuje osvetljenost gostinske sobe tokom većeg dela dana i veću količinu pasivnih solarnih dobitaka (slika 188). Glavna, podužna dvorišna fasada je u najvećoj meri izložena sunčevoj svetlosti u toku zime, kada sunce putuje pod manjim uglom u odnosu na zemljinu površinu, čime je osigurana veća količina pasivnih dobitaka toplote. Nadkriveni trem, kao tradicionalni element koji se pruža celom dužinom dvorišne fasade, predstavlja određenu vrstu zaštite od pregrevavanja unutrašnjih prostorija leti, kada je sunce visoko na horizontu. Poslednja prostorija u nizu, spavaća soba, ima prozorske otvore orijentisane ka severozapadu što doprinosi znatno manjim toplotnim dobitcima i nedovoljnoj osvetljenosti (slika 188). Pretpostavlja se da je pozicionirana na tom mestu iz razloga što se u ovoj prostoriji u kući najmanje boravilo.



Slika 188: Arhitektonski dijagrami orijentacije predmetne kuće u Vojki³⁹⁸

³⁹⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Severoistočna podužna fasada je slepa, a budući da je više okrenuta ka severu nego istoku njen položaj ne utiče na osvetljenost unutrašnjih prostorija. Sa druge strane, slepa fasada osigurava privatnost stanara domaćinstva obzirom da je pozicionirana na graničnoj liniji susedne parcele. Takođe, ona pruža i zaštitu objekta od dominantnog hladnog vetra Severca koji duva sa severa i severozapada čime je ograničen njegov uticaj na unutrašnji komfor (slika 188).

5. ODNOS PREMA SUSEDNIM OBJEKTIMA

Na susednim parcelama, sa desne i leve strane predmetne kuće u Vojki, nalaze se objekti koji su nešto manje visine i obe predstavljaju tip preke vojvođanske kuće. Posmatrano iz perspektive pešaka, podužni profil glavne ulice u naselju je prilično jednoličan i ujednačen jer su sve kuće približno jednake visine. Zahvaljujući konceptu nizanja sadržajnih jedinica po dubini parcele, pomoćni objekat koji se nalazi u sklopu okućnice je pozicioniran severozapadno od glavne kuće, tako da nema uticaj na njene bioklimatske karakteristike i osunčanost.

Sa leve strane, jugozapadno od predmetne kuće, nalazi se prizeman objekat visine 6.5 m na udaljenosti od 7.5 m (slika 192). Iako standardi definisani nemačkim LAG smernicama³⁹⁹ određuju da minimalno rastojanje između objekata sa jednom etažom treba da iznosi 2.1 njihove visine kako bi se obezbedila neometana osunčanost, susedni objekat ne pravi zaklon i ne sprečava prolaz sunčevim zracima do podužne dvorišne fasade, što se može videti na fotografijama snimljenim prilikom terenskog obilaska i ispitivanja u julu mesecu (slika 189, 190 i 191).

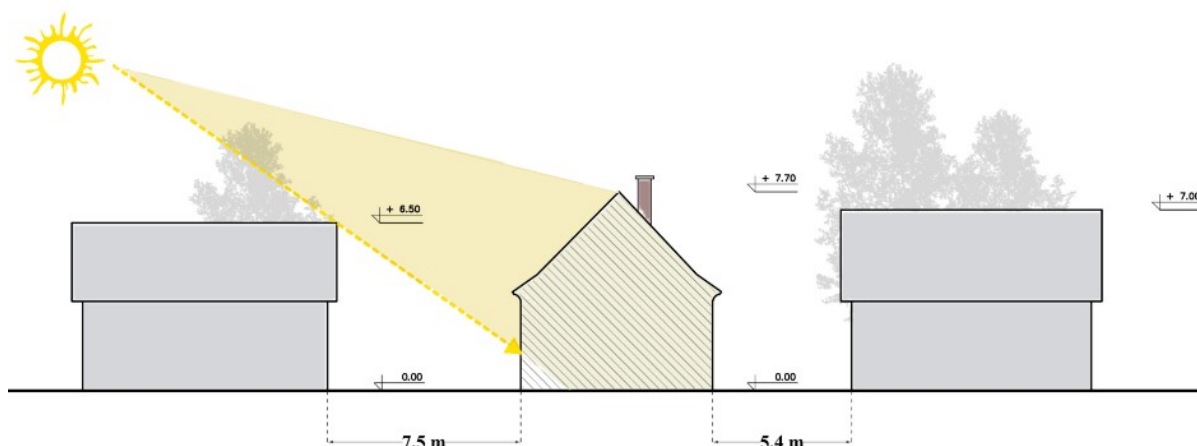


Slika 189, 190 i 191: Prikaz osunčanosti podužne dvorišne fasade predmetne kuće u Vojki⁴⁰⁰

Na desnoj strani, severoistočno od kuće u Vojki, na rastojanju od 5.4 m, pozicioniran je susedni objekat visine 7 m. Budući da je u tom pravcu orijentisana slepa podužna fasada i da sa te strane nema priliva većih količina sunčeve svetlosti i toplote, ovaj susedni objekat ne utiče na bioklimatske karakteristike predmetne kuće (slika 192).

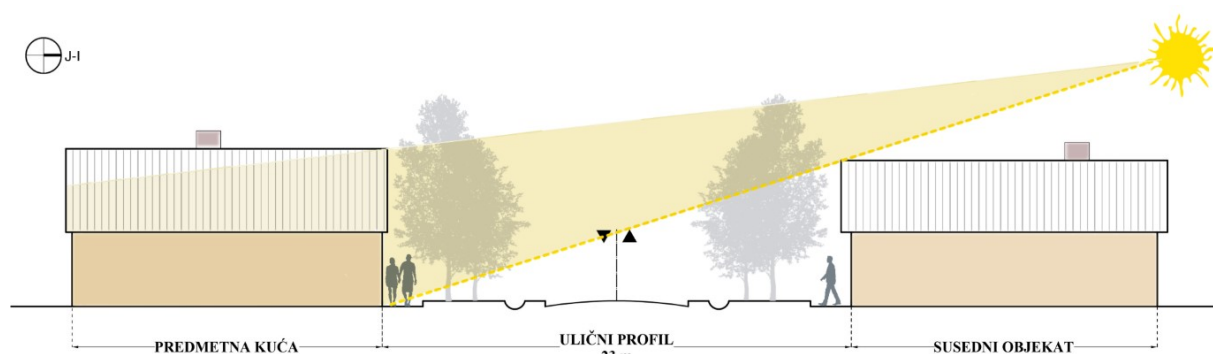
³⁹⁹ Nemačke LAG smernice, slika x, strana x doktorske disertacije

⁴⁰⁰ Izvor fotografija: terenski snimci autora Stanišić J.



Slika 192: Uticaj udaljenosti i visinskih razlika susednih objekata na osunčanost predmetne kuće u Vojki⁴⁰¹

Najveće količine svetlosti i pasivnih solarnih dobitaka toplote kuća dobija iz jugoistočnog pravca gde se na velikom rastojanju nalazi kuća na suprotnoj strani glavne ulice u naselju. Mala visina ovog prizemnog objekta kao i široki profil ulice Cara Dušana, koji na mestu gde je pozicionirana predmetna kuća iznosi 23 m, obezbeđuju prolaz sunčevim zracima i nesmetanu insolaciju jugoistočne fasade (slika 193).



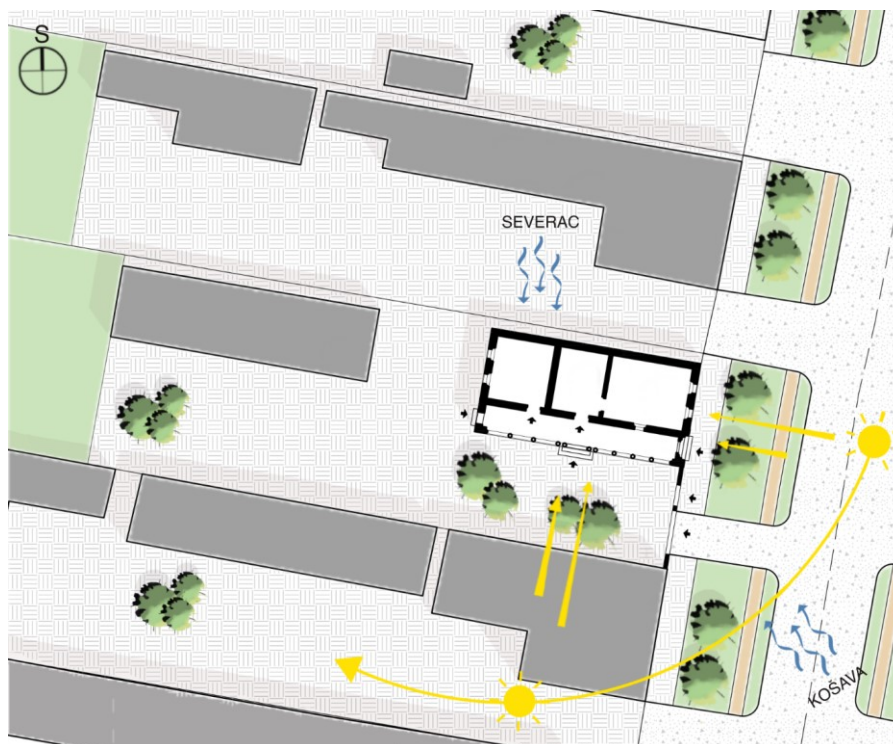
Slika 193: Odnos predmetne kuće i susednog objekta na suprotnoj strani glavne ulice u naselju⁴⁰²

6. VEGETACIJA – PEJZAŽNA ARHITEKTURA

U neposrednoj blizini predmetne kuće u Vojki, u okviru njene okućnice, nalazi se nekoliko listopadnog drveća koje je pozicionirano uz podužnu dvorišnu fasadu. U letnjem periodu, kada ima punu krošnjju, ono pruža zaštitu od pregrejavanja unutrašnjih prostorija, stvaranjem senke i snižavanjem temperature okolnog vazduha. Zimi, kada lišće opadne, sunčevi zraci nesmetano prolaze do objekta povećavajući pasivne solarne dobitke toplote koji su neophodni tokom zimskog perioda (slika 194). U dubini parcele postoji još nekoliko listopadnog drveća koje ne utiče značajno na bioklimatske karakteristike kuće budući da je pozicionirano u pravcu severozapada odakle nema priliva sunčeve svetlosti. Objekat nema formiranu zaštitu od dominantnog hladnog vetra Severca u vidu zelenila.

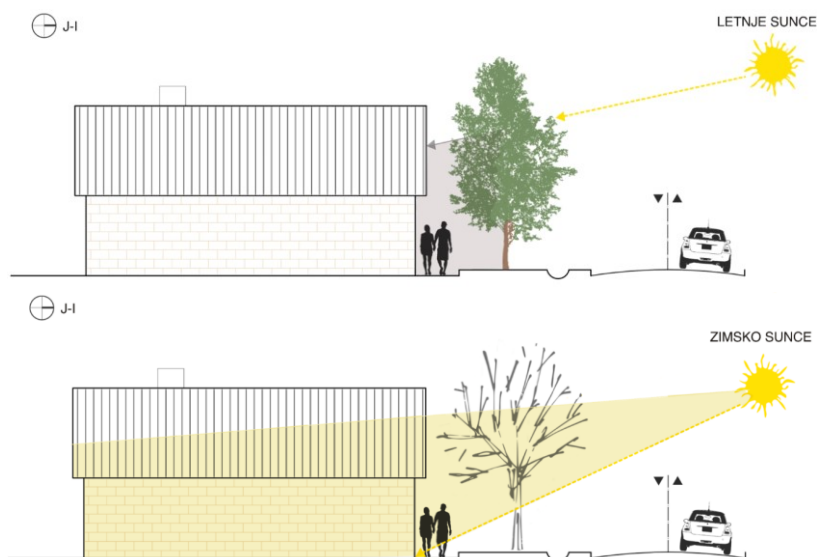
⁴⁰¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁴⁰² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 194: Planski prikaz postojećeg zelenila u neposrednom okruženju predmetne kuće u Vojki⁴⁰³

Linijsko zelenilo listopadnog drveća, koje se pruža duž cele glavne ulice u naselju, obezbeđuje zaštitu objekata od saobraćajne buke i sprečava pregrevavanje unutrašnjih prostorija tokom letnjeg perioda. Na površini zelenog pojasa između ulice Cara Dušana i predmetne kuće, uz njenu bočnu uličnu fasadu, pozicionirana su dva listopadna drveta. Leti pružaju zaštitu od pregrevavanja prostorije gostinske sobe, dok zimi, kada lišće opadne, sunčevi zraci slobodno pristižu do objekta iz jugoistočnog pravca, povećavajući količinu pasivnih solarnih dobitaka (slika 195).



Slika 195: Prikaz uticaja postojećeg uličnog zelenila na osunčanost predmetne kuće: 1) leti i 2) zimi⁴⁰⁴

⁴⁰³ Izvor ilustracije x: crtež autora Stanišić J.

⁴⁰⁴ Izvor ilustracije x: crtež autora Stanišić J.

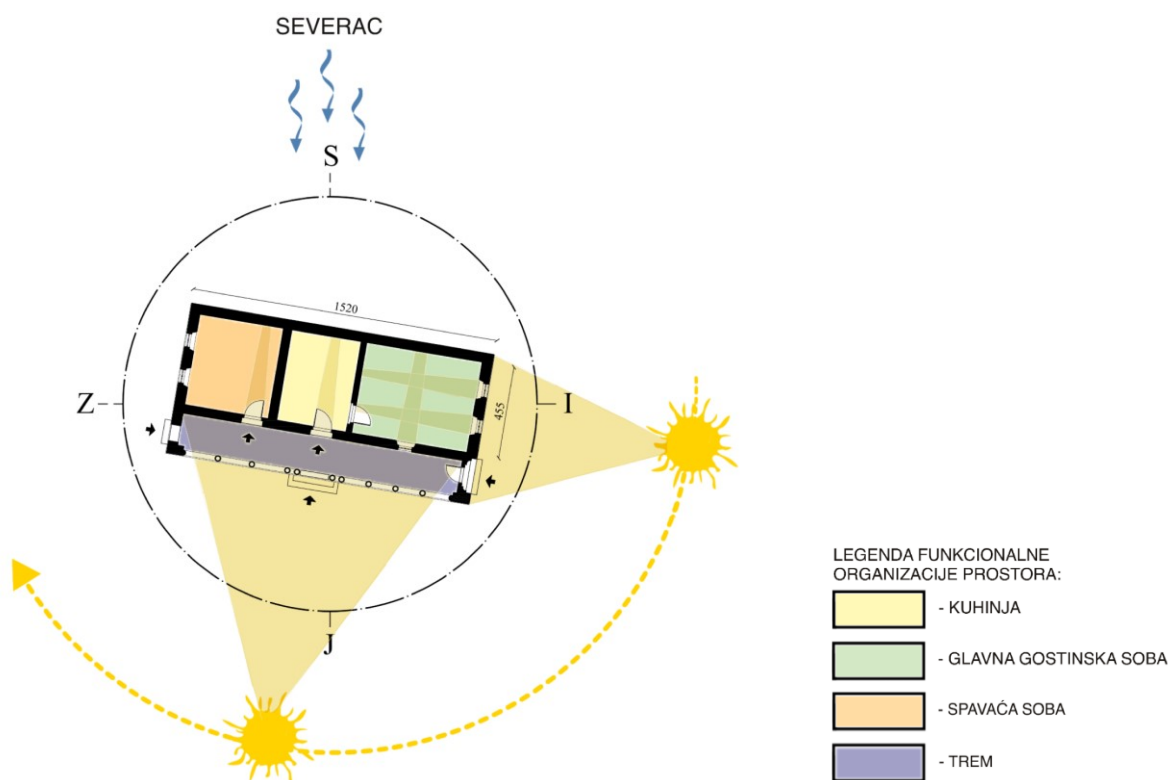
7. LOKACIJA VODENIH POVRŠINA

U neposrednom okruženju analizirane kuće na brazdu u Vojki nisu locirane vodene površine koje imaju značajniji uticaj na njene bioklimatske komponente i karakteristike klime.

Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja

1. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA PROSTORA

Osnova predmetne kuće u Vojki se odlikuje zatvorenim tipom plana koji podrazumeva jasno ograničavanje prostorija što sprečava neželjeno prenošenje i razmenu toplote između njih. Sa druge strane, nepostojanjem prozorskih otvora na slepoj severoistočnoj fasadi nije omogućeno prirodno unakrsno provetranje. Međutim, zahvaljujući relativno maloj dubini koja iznosi 4.5 m, prostorije su dobro osvetljene i do svake dopire dovoljna količina sunčevih zraka čime se povećavaju i pasivni toplotni dobici (slika 196).



Slika 196: Uticaj funkcionalne organizacije prostora predmetne kuće u Vojki na bioklimatske karakteristike⁴⁰⁵

Koncept funkcionalne organizacije prostora predstavlja tipičnu trodelnu prostornu strukturu tradicionalne vojvođanske kuće na brazdu sa adekvatno formiranim toplotnim zoniranjem u skladu sa pozicijom i orijentacijom objekta. Centralna prostorija u kući je po tradicionalnoj šemi uvek bila kuhinja bez prozora u kojoj se nalazilo grejno telo, odnosno peć pomoću koje se grejala cela kuća, razvođenjem toplote. Gostinska soba do ulice je prostorija u kojoj se najviše boravilo. Pozicionirana je u pravcu jugoistoka i ima najviše prozorskih otvora na

⁴⁰⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

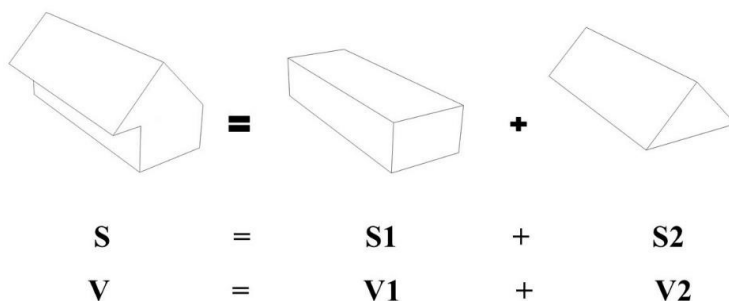
fasadama, tako da je upravo ona najbolje osvetljena i ima najviše pasivnih toplotnih dobitaka (slika 196). Poslednja prostorija u nizu je spavaća soba u kojoj su stanari najmanje boravili, orijentisana ka dvorišnoj, severozapadnoj strani i ima najmanji priliv sunčeve svetlosti i toplote (slika 196). Pozicija joj obezbeđuje privatnost i zaštitu od saobraćajne buke. Slepa, severoistočna, fasada štiti objekat od dominantnog hladnog vetra Severca koji duva sa severa (slika 196). Nadkriveni trem, koji se pruža celom dužinom podužne, dvorišne, jugozapadne fasade, predstavlja zaštitu od letnjeg pregrevavanja prostorija. Tavanski prostor koji obuhvata površinu drugog nivoa kuće, iznad celog prizemlja, je prostorija koja se nije grejala i služila je kao ostava za odlaganje u kući. Iz tog razloga, tavan predstavlja tampon zonu između grejanog prizemlja i spoljašnjeg prostora, odnosno zaštitu od negativnih klimatskih uticaja.

2. FORMA OBJEKTA

Predmetna kuća u Vojki predstavlja najstariji tip tradicionalne vojvođanske kuće na brazdu, odabrane i analizirane tipologije na osnovu odnosa kuće i okućnice. Iz tog razloga su njen oblik i forma u potpunosti određeni pripadnosti koncepciji modela pomenutog tipa, čija se pojednostavljena figura može podeliti na geometrijske oblike kvadra i prizme (slika 197). Kvadar predstavlja razvijenu osnovu trodelne prostorne strukture u visini prizemlja, dok prizma obuhvata tavanski prostor pokriven strmim krovnim ravnima konstrukcije jednostavnog dvovodnog krova.

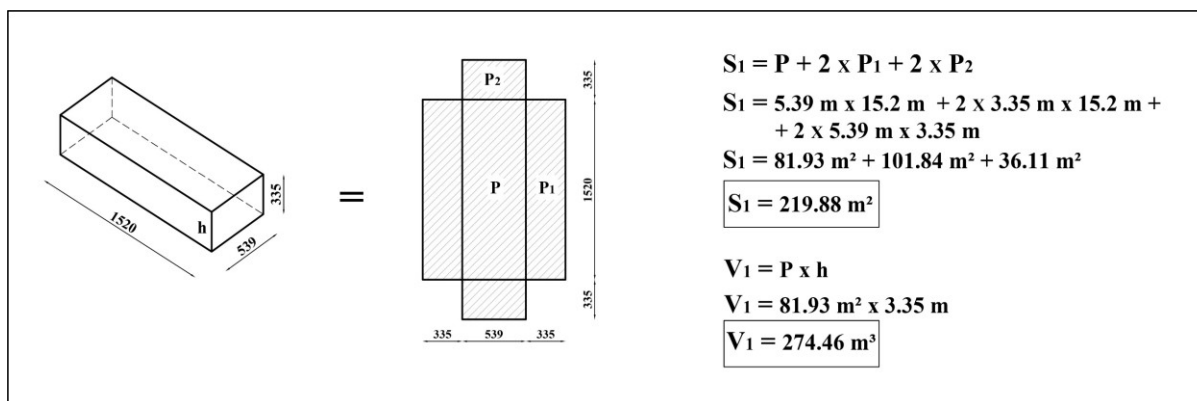
Faktor oblika, $f_0 = S/V$, kao jedan od pokazatelja termičkih performansi objekata i kompaktnosti njihove forme, predstavlja merodavnu veličinu odnosa površine omotača preko koje se vrši toplotna razmena sa okolinom i zapremine koju ta površina obavlja. Što je površina omotača manja, manja je i razmena toplote sa spoljašnjim prostorom i manji su potencijalni energetske gubici unutar objekta. Iz toga zaključujemo da su zgrade sa manjim faktorom oblika kompaktnije.

Slike 197, 198, 199 i 200 prikazuju izometrijsko telo pojednostavljenog oblika predmetne kuće u Vojki sa potrebnim dimenzijama, kao i matematički proračun razvijene površine omotača S i zapremine V koju ona obuhvata. Formu kuće delimo na geometrijska tela kvadra i prizme, čime se pojednostavljuje proračun f_0 faktora. Iz proračuna se isključuje prostor otvorenog trema, budući da se u obzir uzima samo površina omotača preko koje se vrši razmena toplote sa okolinom.

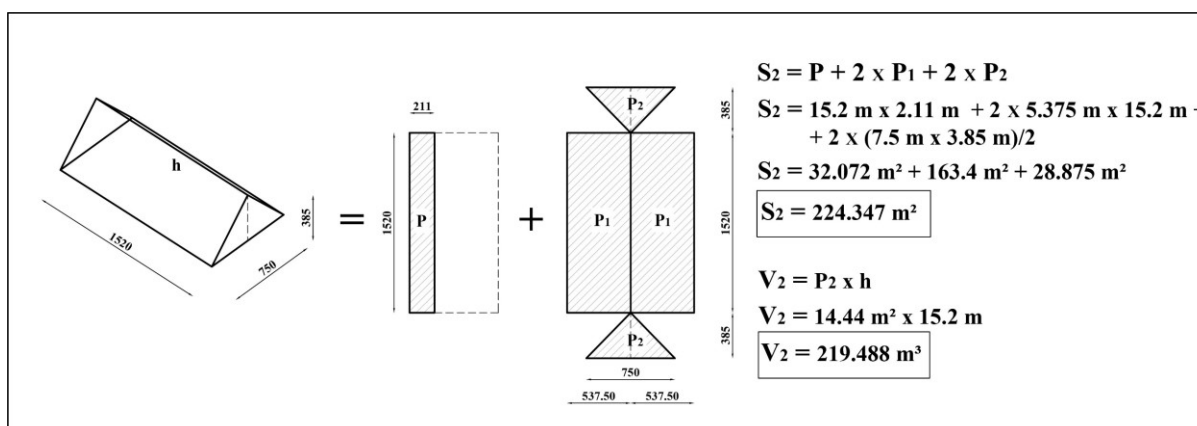


Slika 197: Izometrijski prikaz podela pojednostavljenog oblika predmetne kuće u Vojki⁴⁰⁶

⁴⁰⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 198: Proračun površine S_1 i zapremine V_1 ⁴⁰⁷



Slika 199: Proračun površine S_2 i zapremine V_2 ⁴⁰⁸

$S = S_1 + S_2 = 219.88 \text{ m}^2 + 224.347 \text{ m}^2 = 444.227 \text{ m}^2$

$V = V_1 + V_2 = 274.46 \text{ m}^3 + 219.488 \text{ m}^3 = 493.948 \text{ m}^3$

$f_0 = S/V$

$f_0 = 444.227 \text{ m}^2/493.948 \text{ m}^3$

$f_0 = 0.89 \text{ 1/m}$

Slika 200: Proračun ukupne površine, zapremine i faktora oblika predmetne kuće u Vojki⁴⁰⁹

Na osnovu dobijene vrednosti faktora oblika, $f_0 = 0.89 \text{ m}^{-1}$, može se zaključiti da predmetna kuća u Vojki ima formu velike kompaktnosti čija je vrednost bliža donjoj granici optimalnog faktora oblika za porodične stambene kuće koji se kreće od $0.8 - 1.0 \text{ m}^{-1}$ ⁴¹⁰. Velika kompaktnost forme doprinosi manjim toplotnim gubicima, a samim tim i većoj energetskej efikasnosti celokupnog objekta.

⁴⁰⁷ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁴⁰⁸ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁴⁰⁹ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁴¹⁰ Lylykangas, K.: *Shape Factor as an Indicator of Heating Energy Demand*, 15. Internationales Holzbau-Forum, Nemačka, 2009.

3. INFRASTRUKTURA

U skladu sa svojom veličinom i uređenošću, selo Vojka danas ima celokupnu neophodnu infrastrukturu za kvalitetan život. Zanimljiva je činjenica da su se stanovnici Vojke do pre par godina još uvek snabdevali vodom iz sopstvenih bunara. Tek pre 3-4 godine je izgrađena vodovodna mreža.

Infrastrukturni sistem tradicionalne vojvođanske arhitekture odlikovao se jednostavnošću i prostim rešenjima sistema grejanja, provetravanja i pripreme tople vode. Prilikom terenskog obilaska predmetne kuće uočeno je da u njoj danas niko ne živi i da je iz kuhinje uklonjeno grejno telo (slika 201 i 202). Dimnjak je pozicioniran u zidu koji pregrađuje kuhinjski prostor u kome se, prema usmenom kazivanju vlasnika, nekada nalazila peć na čvrsto gorivo, drva. Kuća je po tradicionalnoj šemi građena bez mokrog čvora, dok se u dnu parcele nekada nalazio poljski toalet koji je srušen u određenom periodu.



Slika 201 i 202: fotografije kuhinjskog i prostora gostinske sobe predmetne kuće⁴¹¹

4. STRUKTURA ZGRADE I NJENOG OMOTAČA

Jednostavnu trodelnu prostornu strukturu predmetne kuće u Vojki čini masivni konstruktivni sistem. Noseći konstruktivni zidovi, koji predstavljaju osnovni element strukturalnog dela omotača, građeni su od nepečene opeke, čerpića, jednog od najstarijih tradicionalnih vojvođanskih građevinskih materijala. Zabatni zid, kao reprezentativna ulična fasada, je jedini koji je građen od opeke starog formata.

Čerpić se kao građevinski materijal u upotrebi pojavio nakon zidanja zidova od nabijene zemlje i uglavnom se koristio kao dopunski materijal. Predstavlja nepečenu opeku koja se izrađivala od zemlje i glinenih materijala ilovače i lesa, široko rasprostranjenih na teritoriji Vojvodine (slika 203 i 204). Čerpić se smatra zanatskim proizvodom jer su se blokovi za građenje oblikovali na licu mesta i različitih su formata. Dimenzije su bile unapred dogovorene,

⁴¹¹ Izvor fotografija: terenski snimci autora Stanišić J.

razlikovale su se od kalupa do kalupa, a određivale su se po potrebi korisnika. Smesa za izradu blokova od čerpića je jednaka kao i za zidove od naboja: glinena zemlja, sečena slama ili pleva i voda. Zidanje je vršeno u slogovima kao kod klasične opeke, sa minimalnim spojnicama. Ukupna debljina zida je zavisila od upotrebljenog sloga, a najčešće je iznosila oko 50 cm.⁴¹² Čerpić se smatra tradicionalnim održivim materijalom koji se koristio vekovima unazad u različitim delovima sveta. Održivost se ogleda u njegovom trajanju i dugom životnom veku koji može biti i do nekoliko hiljada godina, kao i u sposobnosti recikliranja i njegove ponovne upotrebe. Budući da su se izrađivali na licu mesta, od materijala iz neposrednog okruženja kuće, nije se trošila energija na transport blokova od čerpića. Pored toga, njihova proizvodnja, vek trajanja i odlaganje rezultuju nultom emisijom ugljenika, CO₂, čime je znatno umanjen štetni uticaj ovog građevinskog materijala na životnu sredinu. Zidovi od čerpića su se obično oblagali zemljanim i glinenim malterima kao završnim površinskim slojevima koji su ih činili vodootpornim. Međutim, na zgradama i kućama koje su izložene velikim količinama padavina i vlažnim uslovima treba da se planiraju nadstrešnice kao zaštita zidova od vlage. Blokovi od čerpića imaju slične osobine kao i drugi proizvodi i oblici zemljanih konstrukcija: otporni su na vatru, fleksibilni su i izdržljivi. Zidovi od čerpića se ponašaju kao termička masa koja apsorbuje toplotu tokom dana, a noću, kada padne temperatura, radijacijom zagreva unutrašnji prostor kuće, povećavajući njenu energetska efikasnost u celini. Imaju izuzetnu sposobnost toplotne regulacije okoline pa su kuće od čerpića zimi tople a leti hladne. Pored toga, pružaju i adekvatnu zvučnu izolaciju.



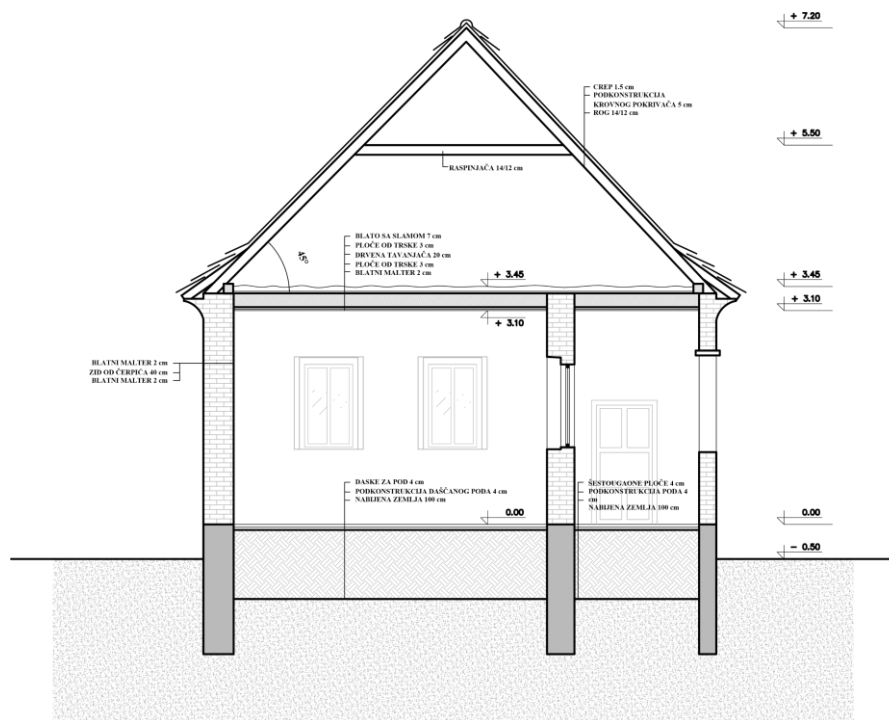
Slika 203 i 204: Oblici i izgled blokova od čerpića⁴¹³

Opeka se kao građevinski materijal u Vojvodini pojavila dosta kasno, krajem XIX i početkom XX veka, zahvaljujući razvoju industrije i doseljavanju kolonista koji su uveli promene u građevinarstvu.⁴¹⁴ Do tada su seljaci uglavnom gradili kuće od materijala koje su pronalazili u svom neposrednom okruženju. Budući da je opeka bila skupa, u početku su je upotrebljavali samo imućniji seljaci i njom su gradili samo ulične reprezentativne zidove. Kod kuće u Vojki je upravo zabatni ulični zid građen od opeke starog formata. Slika 205 predstavlja presek na kome je prikazan konstruktivni sklop predmetne kuće.

⁴¹² Lovec, V.: *Energetske performanse tradicionalne vojvođanske kuće od naboja*, doktorska disertacija, Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2018.

⁴¹³ Internet izvori fotografija: <https://m-kvadrat.ba>, <https://www.agroklub.com>

⁴¹⁴ Lovec, V.: *Energetske performanse tradicionalne vojvođanske kuće od naboja*, doktorska disertacija, Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2018.



Slika 205: Presek i konstruktivni sklop kuće u Vojki⁴¹⁵

Pod na tlu je izrađen od nabijene zemlje debljine 100 cm dok su kuhinja i gostinska soba do ulice u kasnijem periodu podašćane. Trem je popločan šestougaonim pločama, a dvorište opekom. Međuspratnu konstrukciju predmetne kuće čini gredni sistem tavanice ukupne debljine 35 cm, tzv. „karatavan“. Ispuna ovog najčešće korišćenog oblika tavanice u tradicionalnim vojvođanskim kućama su tzv. vitlovi, odnosno valjci od blata koji su se postavljali između drvenih greda. Iz tog razloga se ona naziva i „vitlovana“ tavanica koja je sa obe strane obložena pločama od trske. Plafon je premazan slojem blatnog maltera sa plevom dok pod tavana čini blato sa slamom debljine 7 cm. Krovna konstrukcija je prosti dvovodan krov sa strmim krovnim ravnima pod uglom od 45° , pokriven tradicionalnim biber crepom (slika 205).

Građevinski elementi i sklopovi

ZIDNI ELEMENTI

Svi zidni elementi predmetne kuće u Vojki, osim prednje ulične fasade, izrađeni su od čerpića kao osnovnog građevinskog materijala i obloženi su slojem blatnog maltera sa plevom. Debljine zidova se razlikuju u zavisnosti da li se radi o nosećim konstruktivnim zidovima ili unutrašnjim pregradnim, a kreću se u rasponu od 25 cm do 50 cm. Važno je napomenuti da je pregradni zid između kuhinje i spavaće sobe veće debljine od onog koji odvaja kuhinju od gostinske sobe. Pretpostavlja se da je ovo učinjeno iz razloga što se spavaća soba nije grejala u toku celog dana tako da je debljinom pregradnog zida od 40 cm sprečena nepotrebna razmena toplote između grejanog i negrejanog prostora. Spoljašnji severozapadni zid je debljine 50 cm

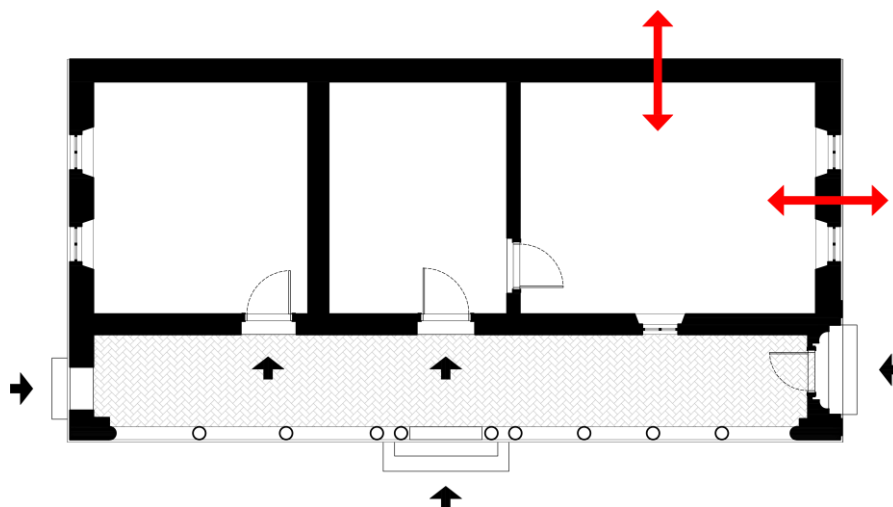
⁴¹⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

čime je kuća zaštićena od nepogodnih klimatskih faktora kao što je vetar Severac koji duva sa severa i severozapada.

Za utvrđivanje energetske performansi zidnih elemenata omotača predmetne kuće izvršice se proračun koeficijenta prolaza toplote, oznake U [$W/(m^2K)$], korišćenjem softvera Knaufterm3d, koji je specijalizovan za računsko određivanje toplotnih karakteristika termičkog omotača zgrade, a u skladu je sa Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada Republike Srbije⁴¹⁶. Proračun će se izvršiti za spoljašnji severoistočni slepi zid od čerpića, debljine 50 cm, i za ulični fasadni zid koji je izrađen od opeke starog formata, debljine 48 cm (slika 206). Važno je napomenuti da građevinski tradicionalni materijal čerpić nije naveden u Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada RS, kao dokumentu predviđenog zakonom. Iz tog razloga su za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2K)$], vrednosti i parametri ovog materijala preuzeti iz naučnog rada 'Tradicionalni materijali kao rešenje za građenje u novom vremenu klimatskih poremećaja'⁴¹⁷ čiji su autori izmerili vrednost toplotne provodljivosti λ (W/mK) kod nepečene osušene gline, čerpića, pomoću instrumenta Isomet 2114 i pritom dobili sledeće vrednosti:

- Zapreminska masa čerpića $\gamma = 1190 \text{ kg/m}^3$
- Toplotna provodljivost čerpića pri vlažnosti $Ha=4,3\%$, $\lambda = 0,24 \text{ W/mK}$.

Na osnovu izmerenih vrednosti toplotne provodljivosti čerpića može se zaključiti da on jeste dobar termoizolator. Prema prezetim parametrima iz pomenutog rada kreiran je materijal čerpić u softveru Knaufterm3d.



Slika 206: Pozicija zidova za koje se vrši proračun⁴¹⁸

Na slici 206 prikazane su pozicije zidova za koje se vrši proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa, U [$W/(m^2K)$], pomoću softvera Knaufterm3d, a prema formuli definisanoj Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada RS:

⁴¹⁶ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

⁴¹⁷ Kekanović, M., Šumarac, D. i dr.: *Tradicionalni materijali kao rešenje za građenje u novom vremenu klimatskih poremećaja*, 7. Internacionalna konferencija: Savremena dostignuća u građevinarstvu, Subotica, Srbija, april 2019.

⁴¹⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}}$$

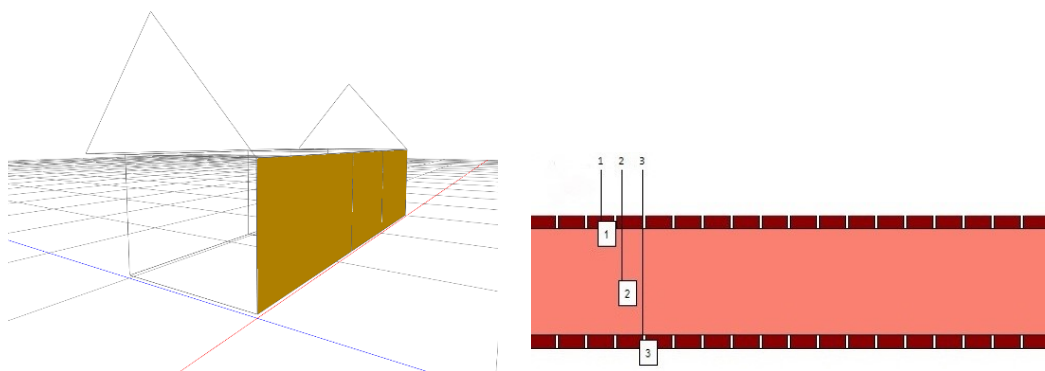
Prilikom terenskog obilaska predmetne kuće u Vojki ustanovljeno je da se spoljašnji zid izrađen od čerpića danas nalazi u vrlo lošem stanja usled zanemarivanja i neodržavanja (slika 207 i 208). Proračun koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2K)$], izvršice se u softveru Knaufterm3d kreiranjem inicijalne strukture slojeva sklopa.



Slika 207 i 208: Današnje stanje predmetnog zida od čerpića⁴¹⁹

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od čerpića d=50 cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Tabela 4: Relevantni podaci za zid od čerpića⁴²⁰



Slika 209: Grafički prikaz pozicije predmetnog zida u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁴²¹

⁴¹⁹ Izvor fotografija: terenski snimci autora Stanišić J.

⁴²⁰ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴²¹ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5	Blatni malter sa plevom	254.54	1598.1	0.0827	10
2	40	Čerpić	1190	880	0.24	10
3	5	Blatni malter sa plevom	254.54	1598.1	0.0827	10

Tabela 5: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva predmetnog zida od čerpića⁴²²

Proračun koeficijenta prolaza toplote za zid od čerpića:

Osnovni $U = 0.328 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.328 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{\max}$, sklop zadovoljava

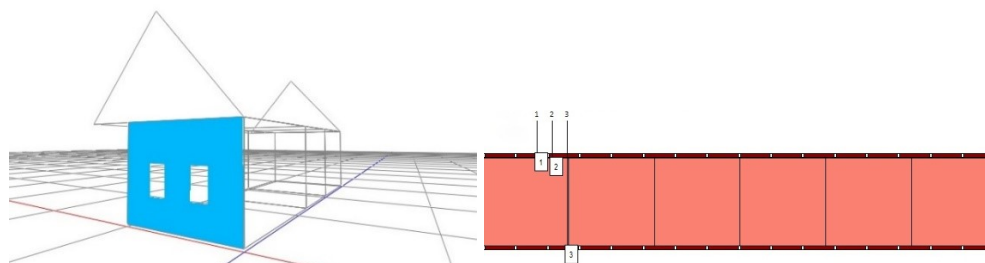
Slika 210: Proračun koeficijenta prolaza toplote za zid od čerpića pomoću softvera Knaufterm3d⁴²³

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$] predmetnog zida od čerpića, debljine 50 cm, pomoću softvera Knaufterm3d, možemo zaključiti da sklop zadovoljava savremene energetske zahteve i standarde, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS. Naime, Pravilnik definiše maksimalnu dozvoljenu vrednost koeficijenta prolaza toplote za zidne elemente zgrada koji iznosi $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Po izvršenom proračunu, koeficijent prolaza toplote zida od čerpića predmetne kuće u Vojki, debljine $d = 50 \text{ cm}$, iznosi $U = 0.328 \text{ W/m}^2\text{K}$, što je manje od maksimalne dozvoljene vrednosti.

Kako je već napomenuto, spoljašnji zabatni zid predmetne kuće u Vojki, koji izlazi na uličnu regulacionu liniju, izgrađen je od opeke starog formata koja se po dimenzijama razlikovala od opeke koja se danas koristi u izgradnji. Dimenzije ove opeke su $29 \times 14 \times 6.5 \text{ cm}$, a predmetni zid je sačinjen od dva sloga ukupne debljine 48 cm.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od opeke starog formata $d = 48 \text{ cm}$	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Tabela 6: Relevantni podaci za zid od opeke starog formata⁴²⁴



Slika 211: Grafički prikaz pozicija predmetnog zida u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁴²⁵

⁴²² Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁴²³ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁴²⁴ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴²⁵ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	2	Blatni malter sa plevom	254.54	1598.1	0.0827	10
2	44	Opeka puna	1200	920	0.47	5
3	2	Blatni malter sa plevom	254.54	1598.1	0.0827	10

Tabela 7: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva predmetnog zida od opeke⁴²⁶

Proračun koeficijenta prolaza toplote za zid od opeke starog formata:

Osnovni $U = 0.629 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.629 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$, sklop ne zadovoljava

Slika 212: Proračun koeficijenta prolaza toplote za zid od opeke pomoću softvera Knaufterm3d⁴²⁷

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote, $U [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$, predmetnog zida od opeke starog formata, ukupne debljine 48 cm, pomoću softvera Knaufterm3d, možemo zaključiti da sklop ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS. Po izvršenom proračunu, koeficijent prolaza toplote zida od opeke predmetne kuće u Vojki, debljine $d=48 \text{ cm}$, iznosi $U = 0.629 \text{ W/m}^2\text{K}$, što je za 0.229 više od maksimalne dozvoljene vrednosti.

PODNE I MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

Pod predmetne kuće u Vojki je izrađen od nabijene zemlje debljine 100 cm koja predstavlja najčešći vid podne konstrukcije tradicionalnih vojvođanskih kuća. Zemlja kao građevinski materijal ima sposobnost termoregulacije okoline, odnosno apsorbuje i skladišti toplotnu energiju sunca tokom dana, dok noću, kada temperatura vazduha padne, zagreva unutrašnji prostor odavanjem akumulirane toplote radijacijom. Iz tog razloga se zemljani pod ponaša kao termalna masa koja ima ulogu elementa pasivnog solarnog zahvata tokom zimskog perioda i pogodan je za upotrebu pri formiranju pasivnih solarnih sistema unutar objekata. U kasnijem periodu stanari predmetne kuće su popločali zemljani pod drvenim daskama koje su postavili na podkonstrukciju od drvenih letvica. Budući da Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada RS⁴²⁸ ne tretira tradicionalne materijale od zemlje i ne navodi njihove energetske performanse, za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote, $U [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$, podne konstrukcije predmetne kuće, ovi parametri su preuzeti iz naučnog rada 'Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review'⁴²⁹, koji definiše toplotne karakteristike za različite vrste građevinskih materijala od nabijene zemlje na osnovu izvršenog eksperimentalnog istraživanja. Prema vrednostima preuzetim iz pomenutog naučnog rada, kreiran je sklop podne konstrukcije predmetne kuće u Vojki u softveru Knaufterm3d.

⁴²⁶ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

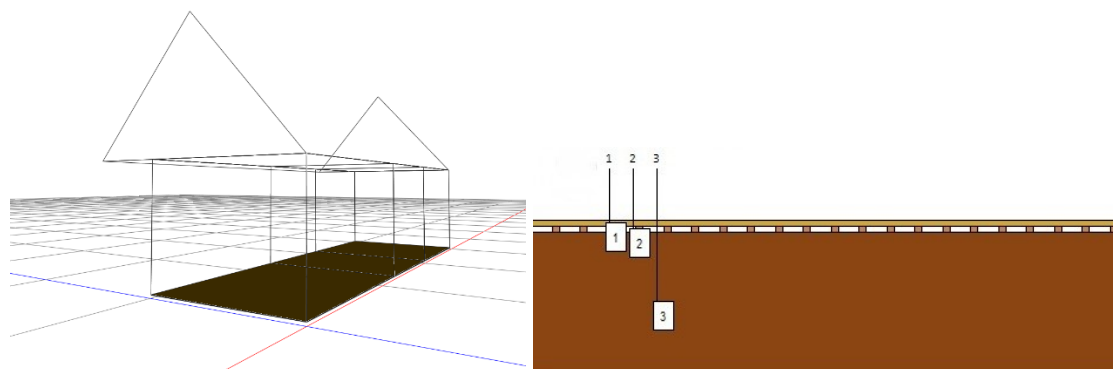
⁴²⁷ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁴²⁸ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

⁴²⁹ Giada G., Caponetto R., Nocera F.: *Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review*, Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, MDPI-Sustainability 2019, 11, 5342, Basel, Switzerland.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Pod od nabijene zemlje, d=108 cm	Pod na tlu, deo termičkog omotača	R _{si} = 0.17 m ² K/W, R _{se} = 0 m ² K/W

Tabela 8: Relevantni podaci za pod od nabijene zemlje⁴³⁰



Slika 213: Grafički prikaz pozicije poda na tlu u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁴³¹

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	4	Daske za pod	520	1670	0.14	15
2	4	Drvene letvice + vazdušni sloj	225.93	1167.5	0.4225	18.25
3	100	Nabijena zemlja	1500	1000	0.2	5

Tabela 9: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva poda⁴³²

Proračun koeficijenta prolaza toplote za pod na tlu:

Osnovni

$$U = 0.180 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0.180 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}, U < U_{\max}, \text{ sklop zadovoljava}$$

Slika 214: Proračun koeficijenta prolaza toplote za pod na tlu pomoću softvera Knaufterm3d⁴³³

Na osnovu proračuna koeficijenta prolaza toplote za podnu konstrukciju predmetne kuće u Vojki i dobijene vrednosti $U = 0.180 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, vidimo da sklop zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS, prema kome je maksimalna dozvoljena vrednost koeficijenta prolaza toplote za podne konstrukcije $U = 0.4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Iz toga zaključujemo da nabijena zemlja predstavlja i dobar termoizolator što je čini adekvatnom za korišćenje u zgradama u kojima se planira primena sistema psivnog solarnog grejanja.

Gredni sistem „vitlovane“ tavanice kod predmetne kuće u Vojki je formiran tako da se poprečne grede tavanjače oslanjaju na podužne masivne noseće zidove i postavljene su na razmaku od 90 cm. Međuspratna konstrukcija deli negrejani prostor tavana od grejanog prizemlja što zahteva adekvatnu termoizolaciju kako ne bi došlo do nepotrebnih gubitaka

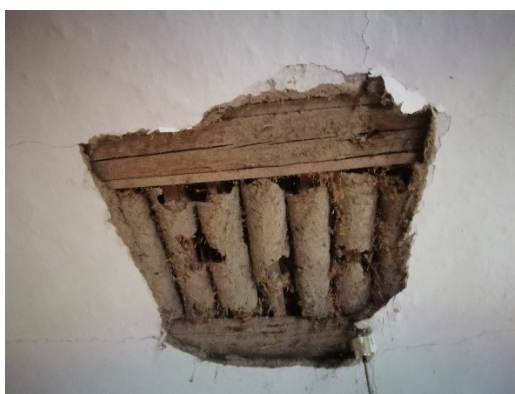
⁴³⁰ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴³¹ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁴³² Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁴³³ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

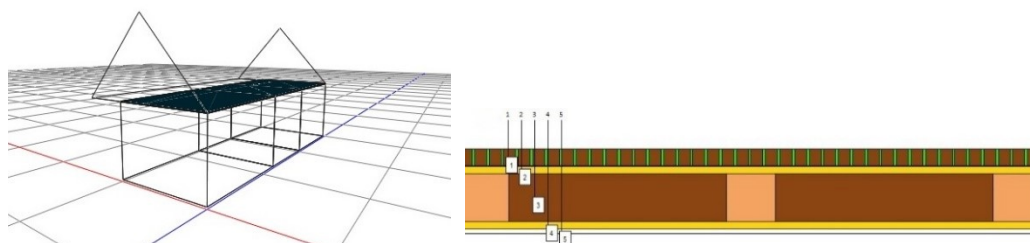
toplote. Dobra termoizolovanost tavanice je postignuta ispunom od vitlova koji su izrađeni od blata, odnosno zemlje i slame i pločama od trske koje su postavljene sa obe strane (slika 215). Trska se kao građevinski materijal u velikoj meri koristila u izgradnji vojvođanskih kuća u XVIII veku kao osnovni krovni pokrivač. Iako se uglavnom koristila za pokrivanje strmih krovova, zbog njenih izuzetno dobrih termoizolacionih sposobnosti, Vojvođani su je upotrebljavali i za oblaganje međuspratnih tavanica. Postepenim isušivanjem močvarnog tla trske je bilo sve manje u Vojvodini, dok se danas može naći na samo nekoliko mesta od kojih je najpoznatije Belo Blato.⁴³⁴ Kao ekološki, potpuno prirodan građevinski materijal, trska se sve više vraća u upotrebu i danas postoje brojni primeri savremenih objekata kod kojih je korišćena u izgradnji. Plafon predmetne kuće u Vojki je premazan slojem blatnog maltera sa plevom, dok pod tavana čini nabijena zemlja u kombinaciji sa slamom. Za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2K)$], elementa međuspratne tavanice, u programu Knaufterm3d kreirani su materijali pomenutih slojeva (slika 216).



Slika 215: Vitlovana tavanica predmetne kuće u Vojki⁴³⁵

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Međuspratna konstrukcija, d=35 cm	Međuspratna tavanica između grejanog i negrejanog prostora	$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0.08 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 10: Relevantni podaci za proračun međuspratne konstrukcije⁴³⁶



Slika 216: Grafički prikaz pozicije međuspratne tavanice u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁴³⁷

⁴³⁴ Lovec, V.: *Energetske performanse tradicionalne vojvođanske kuće od naboja*, doktorska disertacija, Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2018.

⁴³⁵ Izvor fotografije: terenski snimak autora Stanišić J.

⁴³⁶ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴³⁷ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	7	Nabijena zemlja + slama	1268.3	1078.3	0.1766	4.666
2	3	Ploče od trske	800	1260	0.046	2
3	20	Bor (20 cm) + Nabijena zemlja + slama (90 cm)	1327.2	1198.1	0.1890	16.818
4	3	Ploče od trske	800	1260	0.046	2
5	2	Blatni malter sa plevom	1600	880	0.5	10

Tabela 11: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva međuspratne tavanice⁴³⁸

Proračun koeficijenta prolaza toplote za međuspratnu konstrukciju:

Osnovni $U = 0.337 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.337 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{\max}$, sklop zadovoljava

Slika 217: Proračun koeficijenta prolaza toplote za međuspratnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁴³⁹

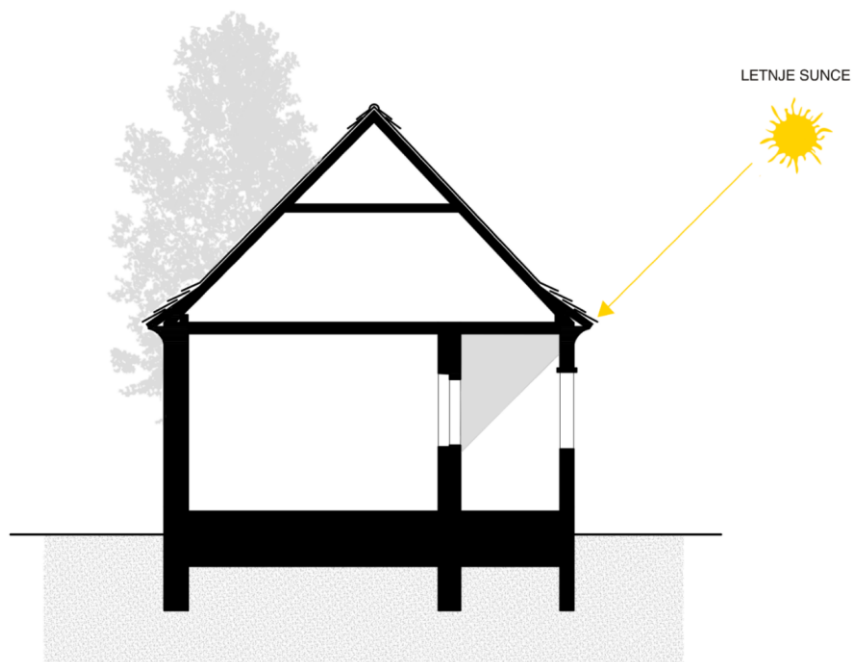
Na osnovu proračuna koeficijenta prolaza toplote, $U \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$, za međuspratnu konstrukciju predmetne kuće u Vojki, vidimo da sklop zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS. Dobijena vrednost $U = 0.337 \text{ W/m}^2\text{K}$ je manja od maksimalne dozvoljene vrednosti za međuspratne sklopove koja iznosi $U_{\max} = 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Iz tog razloga zaključujemo da tradicionalni građevinski materijali, nabijena zemlja i trska, predstavljaju dobre termoizolatore koji čuvaju toplotu u okviru unutrašnjih prostorija kuće i sprečavaju toplotne gubitke zbog čega su pogodni za upotrebu i u savremenoj arhitekturi.

KROV

Krovnu konstrukciju predmetne kuće u Vojki čini prosti dvovodan krov sa ravnima strmog nagiba, pod uglom od 45^0 . Strme ravni u velikoj meri doprinose manjim toplotnim gubicima i većim pasivnim solarnim dobitcima krovnog elementa termičkog omotača kuće. Negrejani prostor tavana u kombinaciji sa adekvatnom toplotnom izolacijom međuspratne tavanice predstavlja tampon zonu i zaštitu grejanog prizemlja od nepotrebnih gubitaka toplote. Rogovi krova su izrađeni od drvene građe bora, pravougaonog su preseka i postavljeni na razmaku od 90 cm. Oslanjaju se na rožnjače i poprečne grede tavajace sa kojima su spojeni vezom na pero i žleb. Krovni pokrivač čini tradicionalni biber crep postavljen preko podkonstrukcije od drvenih letvica. Nadkriveni trem koji se pruža dužinom cele jugozapadne fasade štiti objekat od letnjeg pregrevavanja unutrašnjih prostorija. Leti, kada se sunce kreće pod većim uglom u odnosu na zemljinu površinu, zahvaljujući tremu, sunčevi zraci ne dopiru do prozorskih otvora na fasadi (slika 218).

⁴³⁸ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁴³⁹ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

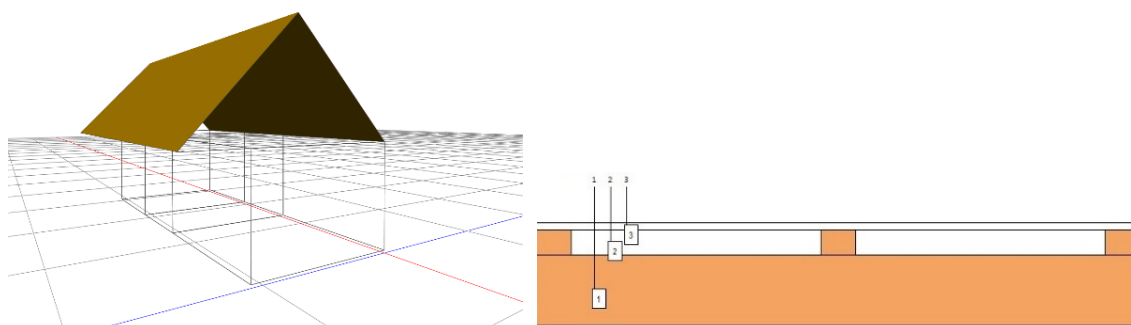


Slika 218: Uticaj trema na zaklon letnjeg sunca⁴⁴⁰

Za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2K)$], elementa krovne konstrukcije u programu Knaufterm3d kreiran je strukturalni sklop slojeva i materijala od kojih je sačinjena opisana konstrukcija (slika 219).

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Krovna konstrukcija, d= 20.5 cm	Kosi krov, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tabela 12: Relevantni podaci za proračun krovne konstrukcije⁴⁴¹



Slika 219: Grafički prikaz pozicije krovne konstrukcije u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁴⁴²

⁴⁴⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁴⁴¹ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴⁴² Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	14	Bor, smreka	550	2090	0.14	70
2	5	Drvene letvice + vazdušni sloj	68.640	1133.8	0.4557	9.4736
3	1.5	Crep	1900	880	0.99	40

Tabela 13: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva krovne konstrukcije⁴⁴³

Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju:

Osnovni $U = 0.791 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.791 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$, sklop ne zadovoljava

Slika 220: Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁴⁴⁴

Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju predmetne kuće u Vojki pokazuje konačnu vrednost od $0.791 \text{ W/m}^2\text{K}$, što je znatno više od dozvoljene vrednosti za sklopove krova, definisane Pravnikom o EE zgrada RS, a koji iznosi $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na osnovu toga zaključujemo da strukturalni sklop krovne konstrukcije ne predstavlja dobar termoizolator. Međutim, prostor tavana predstavlja negrejani prostor u kući zbog čega nije neophodno da krovna konstrukcija ima odgovarajuće termoizolacione sposobnosti.

FENESTRACIJA

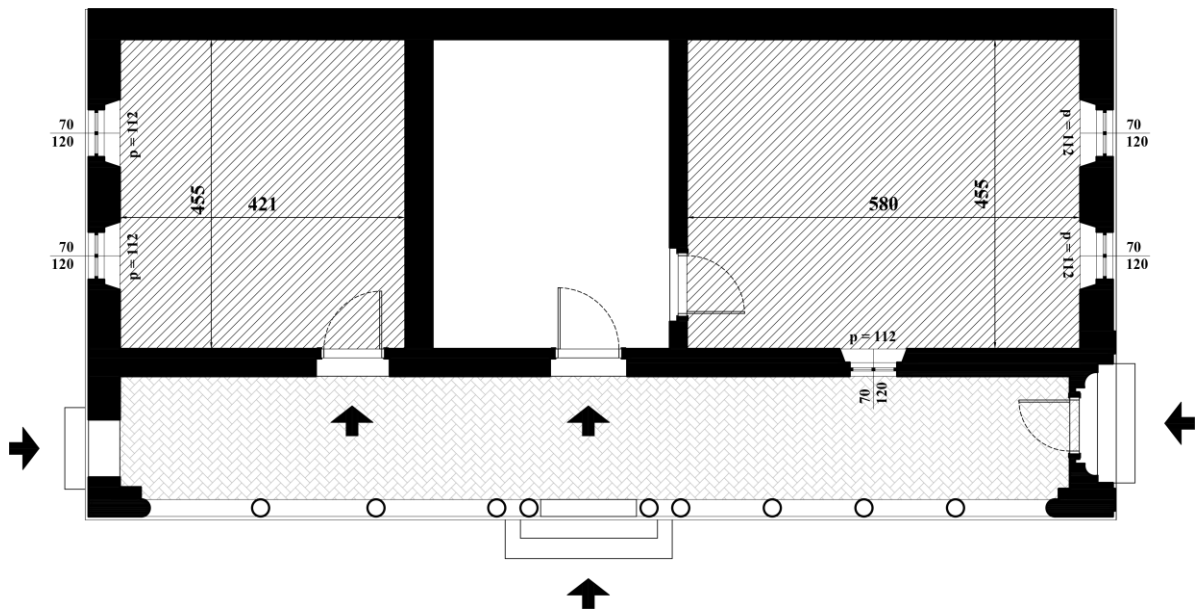
Fenestracija koja podrazumeva raspored, veličine i položaj prozorskih otvora na fasadama, predstavlja izuzetno važan element strukture zgrade koji ima značajan uticaj na njene bioklimatske karakteristike. Prozori i druge zastakljene površine su deo termičkog omotača kuće preko kojih se vrši najveća razmena toplote sa okolinom zbog čega predstavljaju mesta potencijalno najvećih gubitaka toplote. Pored toga imaju veliku ulogu u ostvarivanju kvaliteta prirodnog osvetljenja i ventilacije unutrašnjih prostorija, a od njihovog položaja i veličine zavisi i količina pasivnih solarnih dobitaka. Iz navedenih razloga je neophodno, u okviru valorizacije predmetne kuće u Vojki, izvršiti analizu svih relevantnih parametara i osobina postojećih prozorskih otvora kako bi se ustanovio njihov uticaj na bioklimatske karakteristike.

U predelima gde vlada umereno-kontinentalna klima ukupna površina prozorskih otvora treba da zauzima 10 do 20% površine poda prostorije.⁴⁴⁵ Predmetna kuća u Vojki ima formirane prozore u gostinskoj i spavaćoj sobi, dok se kuhinja tradicionalno gradila bez prozora na fasadi. Za potrebe proračuna njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije u obzir će se uzeti prozorski otvori termičkog omotača grejanog prizemlja. Potrebne dimenzije za proračun pomenutih prostorija date su na grafičkom prikazu osnove prizemlja predmetne kuće (slika 221).

⁴⁴³ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁴⁴⁴ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁴⁴⁵ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.



Slika 221: Pozicije i veličine prozora predmetne kuće u Vojki⁴⁴⁶

Proračun površina prozora:

1. GOSTINSKA SOBA:

P_p (površina poda prostorije) = 5.8 m x 4.55 m = 26.39 m²;

P_{pr} (površina prozorskih otvora) = 3 x (0.7 m x 1.2 m) = 3 x 0.84 m² = 2.52 m².

X % od 26.39 m² = 2.52 m²;

$X = (2.52 \times 100) / 26.39$;

X = 9.55 %

Na osnovu proračuna procentualne zastupljenosti površine prozora gostinske sobe vidimo da prozorski otvori čine 9.55% površine poda prostorije, što je blizu donje granice određene standardom koji definiše da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda.

2. SPAVAĆA SOBA:

P_p (površina poda prostorije) = 4.21 m x 4.55 m = 19.15 m²;

P_{pr} (površina prozorskih otvora) = 2 x (0.7 m x 1.2 m) = 2 x 0.84 m² = 1.68 m².

X % od 19.15 m² = 1.68 m²;

$X = (1.68 \times 100) / 19.15$;

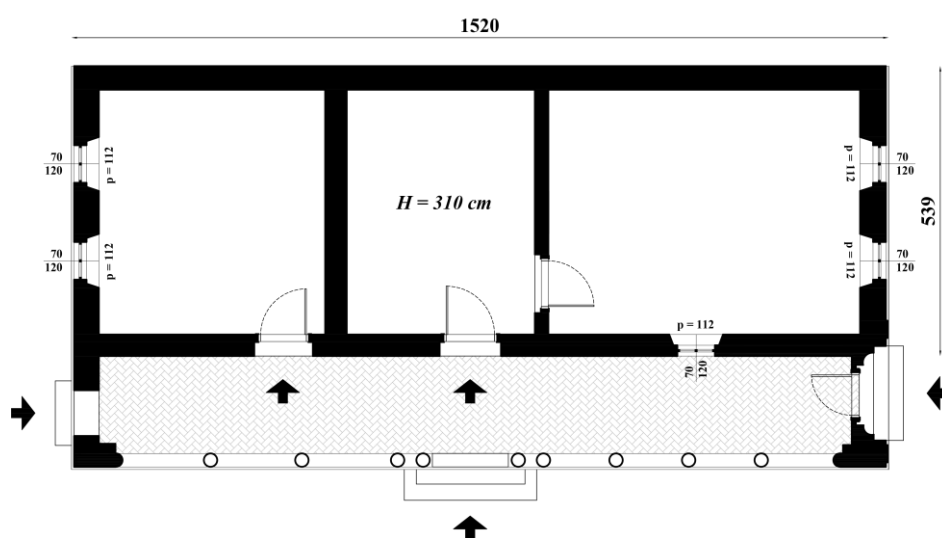
X = 8.77 %

⁴⁴⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun površine prozora spavaće sobe pokazuje da prozori čine 8.77% ukupne površine poda prostorije, što ne zadovoljava zahteve određene standardom koji definišu da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda.

Na osnovu izvršenih proračuna procentualne zastupljenosti površine prozora u odnosu na ukupne površine poda prostorija predmetne kuće u Vojki zaključujemo da njihove veličine nisu dobro određene i formirane čime je smanjena mogućnost prirodnog osvetljenja i ventilacije, kao i količina pasivnih solarnih dobitaka.

Prema standardu koji određuje potrebnu površinu zastakljenja u odnosu na površinu termičkog omotača kuće u svrhu poboljšanja bioklimatskih karakteristika, prozori treba da obuhvataju 35% ukupne fasadne površine.⁴⁴⁷ Za potrebe proračuna procentualne zastupljenosti površine prozorskih otvora predmetne kuće u Vojki računaće se zbir svih fasada termičkog omotača prizemlja, pri čemu će se u obzir uzeti svetla visina grejanog prostora prizemlja koja iznosi 3.10 m. Potrebne dimenzije za proračun date su na grafičkom prikazu osnove prizemlja predmetne kuće (slika 222).



Slika 222: Dimenzije fasada i veličine prozora predmetne kuće⁴⁴⁸

Proračun procentualne zastupljenosti površine prozorskih otvora na fasadi:

Po (ukupna površina termičkog omotača) = 2 x (5.39 m x 3.1 m) + 2 x (15.2 m x 3.1 m);

Po = 2 x 16.709 m² + 2 x 47.12 m²;

Po = 33.42 m² + 94.24 m²;

Po = 127.66 m².

Ppr (ukupna površina prozorskih otvora) = 5 x (0.7 m x 1.2 m);

Ppr = 5 x 0.84 m²;

Ppr = 4.2 m².

⁴⁴⁷ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

⁴⁴⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

$X \% \text{ od } 127.66 \text{ m}^2 = 4.2 \text{ m}^2;$

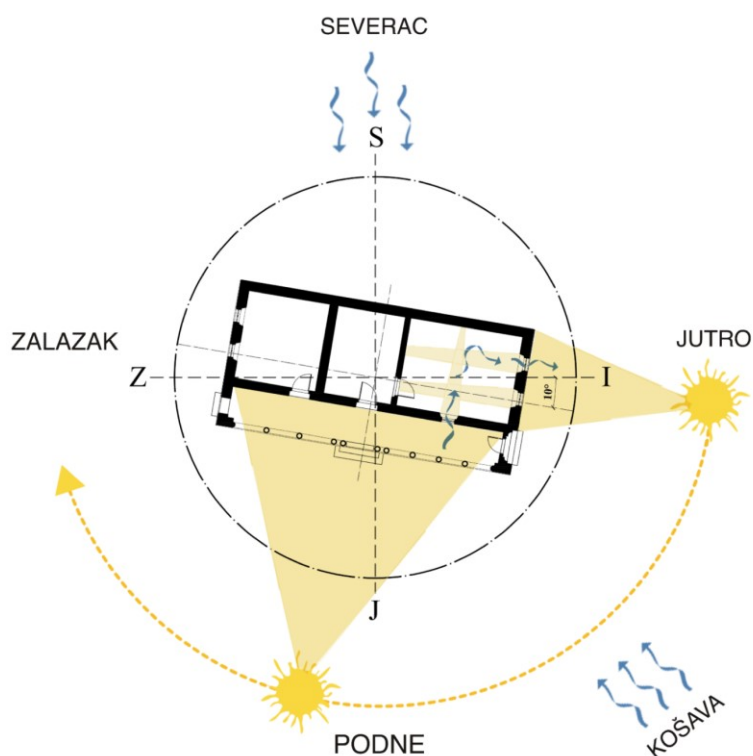
$X = (4.2 \times 100) / 127.66;$

X = 3.28 %.

Iz proračuna procentualne zastupljenosti površine prozorskih otvora na fasadi predmetne kuće u Vojki, koja iznosi samo 3.28 % ukupne površine termičkog omotača, vidimo da prozori nisu pravilno dimenzionisani u skladu sa savremenim zahtevima bioklimatske arhitekture.

Položaj prozorskih otvora na fasadama i njihova orijentacija u odnosu na strane sveta značajno određuju kvalitet osvetljenosti unutrašnjih prostorija i količinu pasivnih solarnih dobitaka toplote. Takođe, položaj prozora u odnosu na dominantne vetrove utiče na mogućnost ostvarivanja prirodne unakrsne ventilacije.

Predmetna kuća u Vojki ima ukupno 5 prozora koji su pozicionirani na tri različite fasade, orijentisani ka jugoistoku, jugozapadu i severozapadu. Najveći broj prozorskih otvora ima glavna gostinska soba u kojoj se najviše boravi u kući. Dva prozora su orijentisana ka jugoistoku i jedan ka jugozapadu što doprinosi velikoj količini pasivnih solarnih dobitaka toplote kao i dobroj osvetljenosti od ranih jutarnjih časova (slika 223). Položaj prozora omogućava delimično ostvarivanje prirodne unakrsne ventilacije prostorije. Spavaća soba ima prozore orijentisane ka dvorišnoj, severozapadnoj strani, čime je znatno smanjen kvalitet osvetljenja. Međutim, u ovoj prostoriji se najmanje boravi i ona se greje samo u određenom periodu dana. Severoistočna fasada kuće je slepa što značajno umanjuje negativne klimatske uticaje i mogućnost toplotnih gubitaka kroz prozorske otvore u toku zimskog perioda, a pruža i neku vrstu zaštite od dominantnog hladnog vetra Severca koji duva sa severa (slika 223).



Slika 223: Položaj prozorskih otvora u odnosu na strane sveta i dominantne vetrove⁴⁴⁹

⁴⁴⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

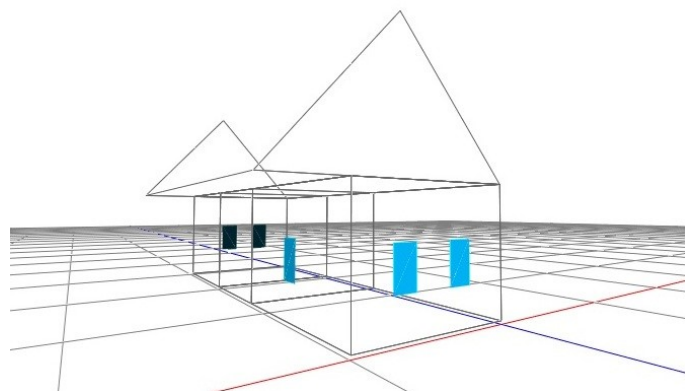
Vrsta zastakljenja svih prozorskih otvora kod predmetne kuće u Vojki je dvostruko staklo dimenzija 4+12+4 mm, dok su okviri izrađeni od drveta. Za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote transparentnog građevinskog elementa, U_w [W/(m²K)], koristiće se formula određena Pravilnikom o EE zgrada RS, saglasno standardu SRPS EN ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + I_g \times \psi_g}{A_g + A_f}$$

Proračun je izvršen pomoću softvera Knaufterm3d koji je usklađen sa Pravilnikom.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Prozor, Drveni okvir sa dvoslojnim staklom d= 4+12+4 mm	Prozorski otvori, deo termičkog omotača	$g = 0.75,$ $f = 0.25$

Tabela 14: Relevantni podaci za proračun koeficijenta prolaza toplote prozora⁴⁵⁰



Slika 224: Grafički prikaz pozicija prozora u 3d modelu kuće⁴⁵¹

Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozorske otvore:

Osnovni $U_w = 3$ W/m²K

$U_w = 3$ W/m²K, $U_{wmax} = 1.5$ W/m²K, $U_w > U_{wmax}$, sklop NE zadovoljava

Slika 225: Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozorske otvore pomoću softvera Knaufterm3d⁴⁵²

Na osnovu izvedenog proračuna koeficijenta prolaza toplote, U_w [W/(m²K)], za prozorske otvore predmetne kuće u Vojki zaključujemo da vrsta stakla i okvira ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti transparentnih površina termičkog omotača zgrade, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS.

U tabeli 15 su prikazane dobijene vrednosti koeficijenta prolaza toplote, U [W/(m²K)], za sve vrste sklopova i elemenata termičkog omotača predmetne kuće u Vojki, a prema prethodno izvršenim proračunima.

⁴⁵⁰ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴⁵¹ Izvor ilustracije: izrađena u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁴⁵² Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

Tabela 15: Karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač predmetne kuće

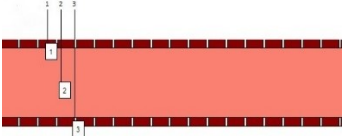
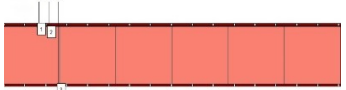
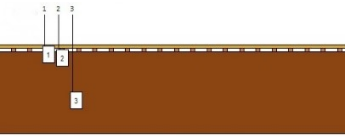
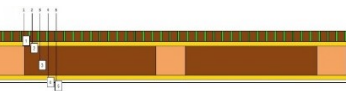
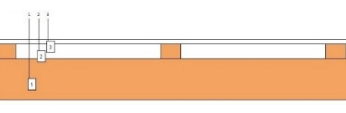
Br.	Sklop	d (cm)	Struktura slojeva		U _{max} [W/m ² K]	U [W/m ² K]
1.	Spoljni zid	50	1. Blatni malter 5 cm 2. Čerpić 40 cm 3. Blatni malter 5 cm		0.4	0.328
2.	Spoljni zid	48	1. Blatni malter 2 cm 2. Opeka puna 44 cm 3. Blatni malter 2 cm		0.4	0.629
3.	Pod na tlu	108	1. Daske za pod 4 cm 2. Drvene letvice + vazdušni sloj 4 cm 3. Nabijena zemlja 100 cm		0.4	0.180
4.	Međuspratna konstrukcija	35	1. Nabijena zemlja + slama 7 cm 2. Ploče od trske 3 cm 3. Bor (20 cm) + nabijena zemlja + slama (90 cm) 20 cm 4. Ploče od trske 3 cm 5. Blatni malter 2 cm		0.9	0.337
5.	Krovna konstrukcija	20.5	1. Bor 14 cm 2. Drvene letvice + vazdušni sloj 5 cm 3. Crep 1.5 cm		0.2	0.791
6.	Prozor	4+ 12+4	1. Drveni ram 2. Staklo 4+12+4 mm		1.5	3

Tabela 15: Karakteristike i U vrednosti sklopova termičkog omotača predmetne kuće⁴⁵³

⁴⁵³ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

Na osnovu tabele 15 u kojoj su prikazane vrednosti dobijene proračunom koeficijenta prolaza toplote za sve tipove sklopova i elemenata predmetne kuće u Vojki vidimo da struktura slojeva građevinskog sklopa spoljašnjeg zida od čerpića, poda i međuspratne konstrukcije zadovoljavaju savremene zahteve energetske efikasnosti, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS. Slojevi od kojih su izrađeni ovi sklopovi su čerpić, nabijena zemlja, blatni malter i trska koji predstavljaju tradicionalne materijale široko rasprostranjene na teritoriji Vojvodine i korišćene od davnina u izgradnji vojvođanskih kuća. Zaključujemo da se oni mogu smatrati održivim građevinskim materijalima koji zadovoljavaju savremene zahteve za postizanje energetske efikasnosti i unutrašnjeg toplotnog komfora zgrada. Iz tog razloga je poželjna i preporučljiva njihova upotreba u savremenoj praksi. Sa druge strane, karakteristike zida od opeke starog formata, kao i prozorskih otvora, su se pokazale kao neadekvatne.

Sprovedena analiza i valorizacija bioklimatskih parametara predmetne kuće na brazdu u vojvođanskom seoskom naselju Vojka evidentno ukazuje na nastojanje usklađivanja oblikovnih i konstruktivnih elemenata dizajna sa postojećim klimatskim uslovima i zahtevima okruženja. Postojanje većeg broja pozitivnih bioklimatskih karakteristika jasno sugeriše i potvrđuje hipotezu da su se narodni graditelji tokom izgradnje svojih kuća oslanjali na prirodne faktore kao osnovni uticaj i indikator planskog i građevinskog procesa kako bi ostvarili maksimalni unutrašnji komfor i efikasnost.

Počevši od ortogonalne morfološke strukture terezijanskog planiranja i konfiguracije terena ravničarskog sela Vojka, kao aspekte koji omogućavaju povoljnu orijentaciju predmetne kuće u odnosu na strane sveta, preko funkcionalne dispozicije i strukturalnih elemenata trena i krova i kompaktne forme modela, pažljivo formirane kako bi se ostvarila povoljna osvetljenost i količina pasivnih solarnih dobitaka toplote svih prostorija u toku leta i zime, okolnog zelenila, i konačno materijalizacije konstruktivnih elemenata zaključujemo da je kuća u Vojki u velikoj meri oblikovana u skladu sa prirodom i postojećim okruženjem. Pretpostavlja se da je preparcelacija, koja je naknadno nastupila u određenom periodu i koja je dovela do usitanjavanja parcela u Vojki, u određenoj meri ugrozila međusobne odnose pojedinačnih kuća, smanjujući rastojanja između njih. Međutim, zahvaljujući orijentaciji celokupnog naselja u pravcu severozapad-jugoistok i širokom poprečnom profilu glavne ulice, predmetna kuća je zadržala povoljan položaj u odnosu na sunce. Postojeće zelenilo listopadnog drveća u okviru parcele i duž glavne ulice u velikoj meri poboljšava bioklimatske karakteristike kuće, dozvoljavajući sunčevim zracima da dopru do prozora zimi i sprečavanjem pregrevavanja unutrašnjih prostorija leti. Međutim, zaštita od dominantnih vetrova u obliku zelenila nije formirana. Materijalizacija konstruktivnih elemenata spoljašnjih zidova od čerpića, međuspratne konstrukcije i poda na tlu, koja podrazumeva upotrebu lako dostupnih održivih materijala iz neposrednog okruženja, zadovoljavaju savremene zahteve energetske efikasnosti, dok krovna konstrukcija i prozorska zastakljenja nisu adekvatno formirani i ne ispunjavaju ove zahteve definisane Pravilnikom o EE zgrada RS.

9.2.2. Dužna kuća – kuća u Ruskom Krsturu

Kao reprezentativni tipični primer dužne kuće odabrana je i biće analizirana kuća koja se nalazi u vojvođanskom selu Ruski Krstur u opštini Kula. Kuća je sagrađena u drugoj polovini 18. veka sa dolaskom Rusina na teritoriju Vojvodine i danas predstavlja nepokretno kulturno dobro i spomenik kulture od velikog značaja. Tačna godina izgradnje nije poznata ali po usmenom kazivanju vlasnika podignuta je 1751. godine. U kući danas niko ne živi jer se nalazi pod zaštitom države, a Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture sa sedištem u Petrovaradinu je nadležna ustanova koja je odgovorna za sve intervencije i građevinske izmene koje se izvode i primenjuju na njoj. Stara rusinska kuća nalazi se u ulici Maršala Tita, glavnoj ulici naselja, na broju 178, katastarska parcela broj 2059 K.O. Ruski Krstur.

Po dolasku Rusina kao nove etničke skupine stanovnika na teritoriju Vojvodine polovinom 18. veka, sklopljen je ugovor između tadašnje Erarske uprave i doseljenih „Rutena“ koji je, između ostalog, definisao i propisivao izvesne uslove za gradnju kuća. Po ugovoru, kuće seljaka Rusina morale su se razlikovati od uglednih nemačkih kuća te su one morale imate prozore okrenute ka dvorištu dok je ulična fasada bila „slepa“.⁴⁵⁴ Ovakve kuće, postavljene čelom na uličnoj liniji, bez prozora na glavnoj fasadi, su imale naziv „hiža“. Osim pravila propisanih pomenutim ugovorom, jedan od razloga ovakvog pozicioniranja kuće je i sama orijentacija prema stranama sveta o čemu će više biti govora u delu disertacije koji podrazumeva analizu kriterijuma orijentacije kuće u Ruskom Krsturu.

Objekat je uvučen u odnosu na uličnu regulacionu liniju što takođe nije karakteristično za tradicionalne vojvođanske kuće koje su građene u vreme austrougarske kolonizacije. Po nekim predanjima, ova neobična pozicija kuće ukazuje na njen nastanak pre samog formiranja ulica u naselju, što nije tačno potvrđen podatak. Po pisanjima, na parceli su se nalazili bunar sa đermom, poljski klozet, kotarka i kokošarnik, koji su srušeni i danas više ne postoje.⁴⁵⁵ Kuća predstavlja tipičnu vojvođansku ravničarsku dužnu kuću četvorodelne prostorne strukture u kojoj su prostorije od ulice raspoređene u nizu: komora za koju se, na osnovu tipskog projekta za doseljene, može pretpostaviti da je prvobitno bila štala, gostinjska soba, kuhinja sa pododžakom i zadnja soba ka dvorištu. Duž cele dvorišne strane kuća ima prepuštenu strehu koja formira „gong“, odnosno trem bez stubova koji je u ravni sa kotom poda. Sanacioni i konzervatorsko-restauratorski radovi obnove su izvedeni 1995. godine i potom još jednom 2013. godine kada je kuća poprimila izgled kakav ima i danas.

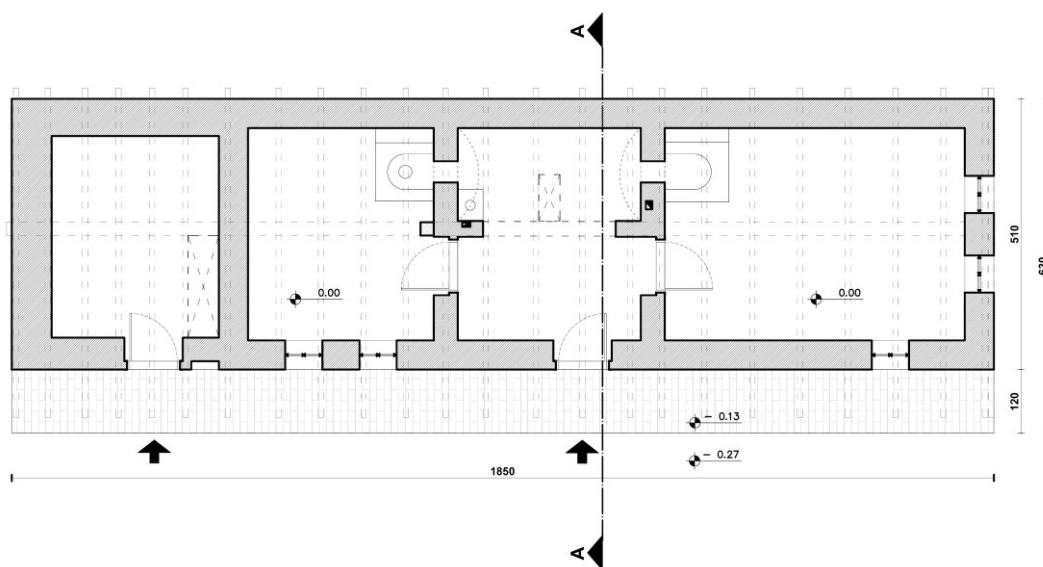
Fotografija 226 prikazuju izgled kuće u Ruskom Krsturu pre obnove i njene rekonstrukcije 2013. godine, dok fotografija 227 prikazuje kuću posle obnove. Slike 228 i 229 predstavljaju grafičke crteže osnove i preseka kuće u Ruskom Krsturu kao ulazne podatke za njenu analizu i valorizaciju.

⁴⁵⁴ Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Petrovaradin: *Projekat stare rusinske kuće u Ruskom Krsturu*, 2013.

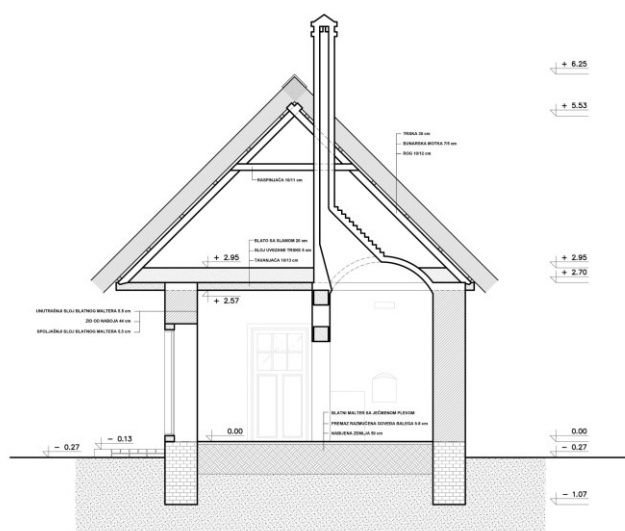
⁴⁵⁵ Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Petrovaradin: *Projekat stare rusinske kuće u Ruskom Krsturu*, 2013.



Slike 226 i 227: Fotografije predmetne kuće u Ruskom Krsturu pre i posle obnove 2013.godine⁴⁵⁶



Slika 228: Osnova kuće u Ruskom Krsturu⁴⁵⁷



Slika 229: Presek kuće u Ruskom Krsturu⁴⁵⁸

⁴⁵⁶ Izvor ilustracija: Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Petrovaradin: *Projekat stare rusinske kuće u Ruskom Krsturu*, 2013., i terenski snimak autora Stanišić J.

⁴⁵⁷ Izvor ilustracije: grafički crtež autora Stanišić J.

⁴⁵⁸ Izvor ilustracije: grafički crtež autora Stanišić J.

Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja

1. KONFIGURACIJA TERENA I KLIMATSKI ASPEKTI

Vojvođansko selo Ruski Krstur, u kome se nalazi odabrana dužna kuća, pozicionirano je u opštini Kula u Zapadnobačkom okrugu. Područje u najvećoj meri karakteriše ravničarski reljef, koji prevladava u celoj Vojvodini. Međutim, reljefna jednoličnost je samo prividna jer se opština Kula prostire zapravo na dve različite reljefne celine: Telečkoj lesnoj zaravni na severu, nadmorske visine 105 m i Bačkoj lesnoj terasi na jugu, nadmorske visine 83 m. Oba reljefna elementa ističu se zemljištem visokog boniteta što se odražava na velike pogodnosti agrarne delatnosti. Ruski Krstur je pozicioniran na samom jugu opštine Kula, na lesnoj terasi koja ima znatno mirniji reljef čije su površine blago zatalasane. U selu prevladava zaravnjeni teren, na nadmorskoj visini 84 m, što je izrazito povoljno u pogledu mogućnosti većeg osvetljenja objekata i orijentacije dnevnih prostorija prema jugu, bez stvaranja zaklona i senke obližnjim terenskim neravninama i uzvišenjima (slike 230 i 231). Precizne koordinate sela su 45⁰33' severne geografske dužine i 19⁰25' istočne geografske širine.



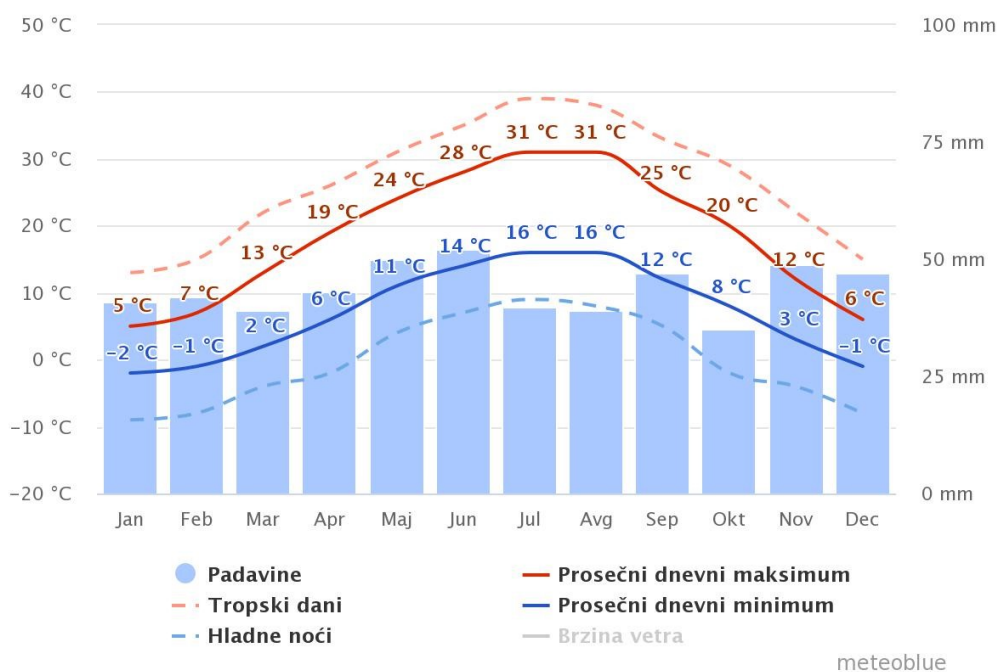
Slike 230 i 231: Ravničarski reljef sela Ruski Krstur⁴⁵⁹

U pedologiji i geološkom sastavu zemljišta Bačke lesne terase prevladava livadska crnica ili černozem koja predstavlja široko rasrostranjeno tlo velike plodnosti na osnovu čega zaključujemo da selo Ruski Krstur ima veliki potencijal za razvoj poljoprivredne proizvodnje. Hidrološke karakteristike Vojvodine se odlikuju rečnim tokovima Dunava, Save i Tise pored kojih se stvaraju široke rečne ravnice, aluvijalne ravni. One predstavljaju najniže i najmlađe reljefne oblike na području cele Panonske nizije, a obuhvataju zemljište uskog rečnog pojasa koje se sastoji od rečnih nanosa: gline, peska i lesa, i najčešće je veoma plodno. Na teritoriji opštine Kula izdvajaju se površinske vode koje uglavnom čine veštački stvoreni vodotokovi i kanali, a manjim delom prirodni. U neposrednoj blizini Ruskog Krstura nalazi se Mali kanal Dunav-Tisa-Dunav koji protiče jugozapadnom stranom sela, a oko kanala zemljište čine peskovite aluvijalne naslage. Budući da dominantni vetrovi na ovom području dolaze iz pravca jugoistoka i severozapada, položaj ovog kanala nema uticaj na povećanje vlažnosti vazduha. Podzemne vode na celoj teritoriji Vojvodine su na relativno plitkom nivou ispod površine zemlje ali dubine osciluju u veoma širokom obimu i u zavisnosti od udaljenosti vodenih tokova.

⁴⁵⁹ Izvor ilustracija: <https://mapio.net>

Opština Kula, pa tako i Ruski Krstur, poseduju veliki potencijal geotermalnih voda koji do sada nije značajnije korišćen. Termalni izvori koji su trenutno u upotrebi su uglavnom kontrolisane termalne bušotine, odnosno bunari dubine od 500 do 1200 metara sa temperaturom vode od 30°C do 70°C ili čak i 90°C.⁴⁶⁰ Geotermalni izvori i podzemne vode, kao obnovljivi izvor energije, imaju veliki potencijal za uštedu energije i povećanje energetske efikasnosti samih kuća. U tom smislu pružaju mogućnost instalacije geotermalnih pumpi za proizvodnju energije za potrebe grejanja i hlađenja objekata. Osim toga, ratarski usevi sa veoma dobrim prinosima na teritoriji opštine Kula, omogućavaju i razvoj proizvodnje pogona koji koriste alternativne izvore energije, kao što je biomasa.

Klima u Ruskom Krsturu je umereno-kontinentalna, nizijskog karaktera, sa toplim letima i hladnim zimama, što predstavlja potencijal za oblikovanje bioklimatske arhitekture u smislu mogućnosti pasivnog solarnog zahvata u letnjim toplim danima, dok je zimi potrebno obezbediti oslobađanje i radijaciju akumulirane toplote iz termalnih masa. Slika 232 prikazuje dijagram prosečnih mesečnih temperatura i padavina za Ruski Krstur, merenih za 2020. godinu, prema podacima preuzetim sa meteoblue stanice, čiji su klimatski dijagrami bazirani na 30-godišnjim časovnim meteorološkim modelima i prognozama, dostupnim za bilo koje mesto na Zemlji.



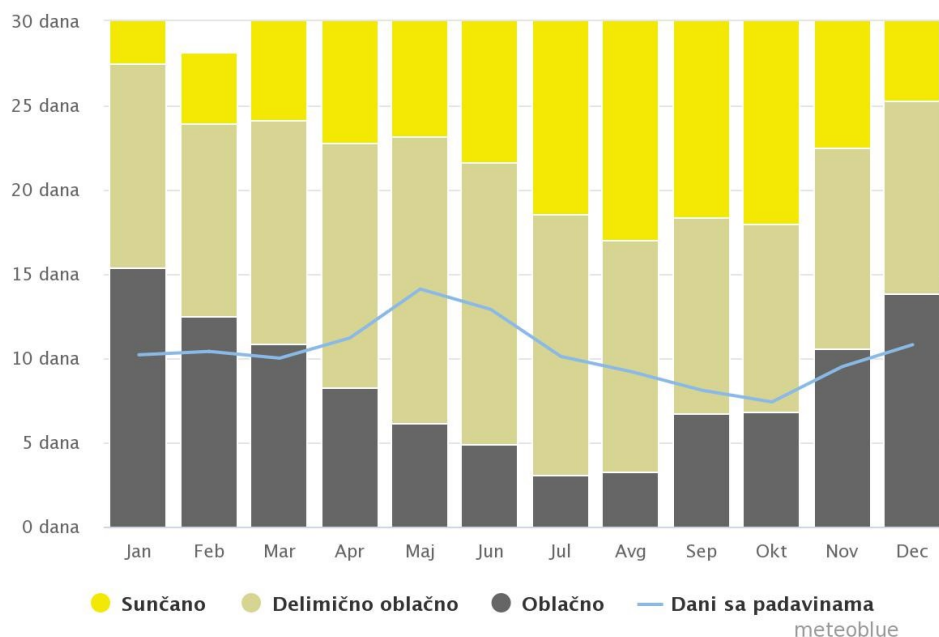
Slika 232: Dijagram prosečnih mesečnih temperatura i padavina za Ruski Krstur⁴⁶¹

Dijagram 232 prikazuje prosečne dnevne maksimalne i minimalne temperature u Ruskom Krsturu za svaki mesec u godini, iz čega zaključujemo da prosečna godišnja temperatura iznosi 12,7⁰ C. Takođe vidimo da je najhladniji mesec u godini januar, prosečne temperature 1,5⁰ C, a najtopliji su jul i avgust, sa prosečnim temperaturama 23,5⁰ C. Stoga je poželjno najveće

⁴⁶⁰ Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini, projekat Univerziteta u Novom Sadu, prirodno-matematički fakultet, departman za hemiju, Novi Sad, 2009.

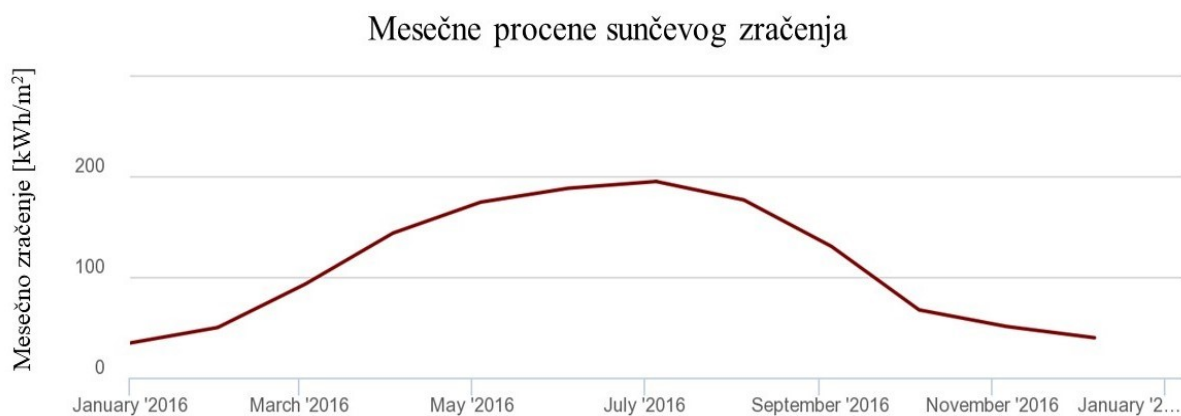
⁴⁶¹ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

solarne zahvate planirati u julu i avgustu. Sa druge strane, na dijagramu su prikazane i prosečne mesečne padavine, a mesečni maksimum i najveća količina padavina je u junu i iznosi 52 mm.



Slika 233: Dijagram mesečnih vrednosti sunčanih, oblačnih i kišnih dana za Ruski Krstur⁴⁶²

Dijagram 233 prikazuje mesečne vrednosti sunčanih, delimično oblačnih, oblačnih i kišnih dana u godini za područje Ruskog Krstura. Najviše sunčanih dana ima u mesecu avgustu, dok najviše oblačnih ima mesec januar. Najviše dana sa padavinama ima u maju mesecu.



Slika 234: Dijagram prosečnih mesečnih količina sunčevog zračenja za Ruski Krstur⁴⁶³

Na dijagramu 234 prikazane su prosečne mesečne količine sunčevog zračenja u Ruskom Krsturu za 2016. godinu. Iz njega vidimo da najveće količine sunčevog zračenja Ruski Krstur prima u julu mesecu.

⁴⁶² Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

⁴⁶³ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

Količina, pravac i brzina vetra su takođe veoma važni klimatski faktori koji utiču na kvalitet bioklimatske arhitekture. U Ruskom Krsturu, kao i u većem delu Vojvodine, dominantni vetrovi koji su ujedno i najučestaliji su Košava i Severac. Košava je jugoistočni vetar koji duva sa Karpata. Donosi suvo i hladno vreme i ima veliki uticaj na lokalnu klimu. U najvećoj meri se pojavljuje tokom jeseni i zime i kreće se prosečnom brzinom od 25-45 km/h. Severac, hladan i suv vetar, pretežno duva sa severa ali dolazi i iz severozapadnog pravca. Iz tog razloga, zaštitu od hladnih zimskih vetrova u Vojvodini, u obliku zelenila i drugih barijera, treba postavljati na severnim i jugoistočnim stranama sveta.

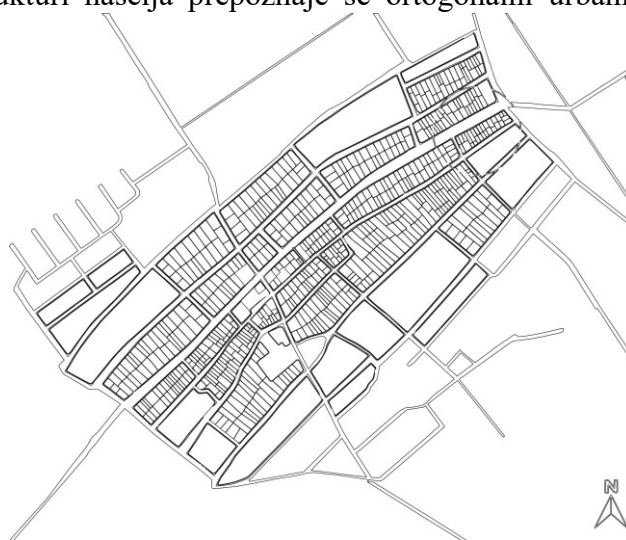
Na osnovu prethodno navedenih i opisanih podataka, možemo zaključiti da selo Ruski Krstur, zbog svojih prirodnih karakteristika zemljišta, klime i vodenih resursa, ima velike potencijale koji nisu u potpunosti iskorišćeni, kako za aktiviranje obnovljivih izvora energije u svrhu bioklimatskog planiranja i projektovanja, tako i za razvoj poljoprivrednog sektora.

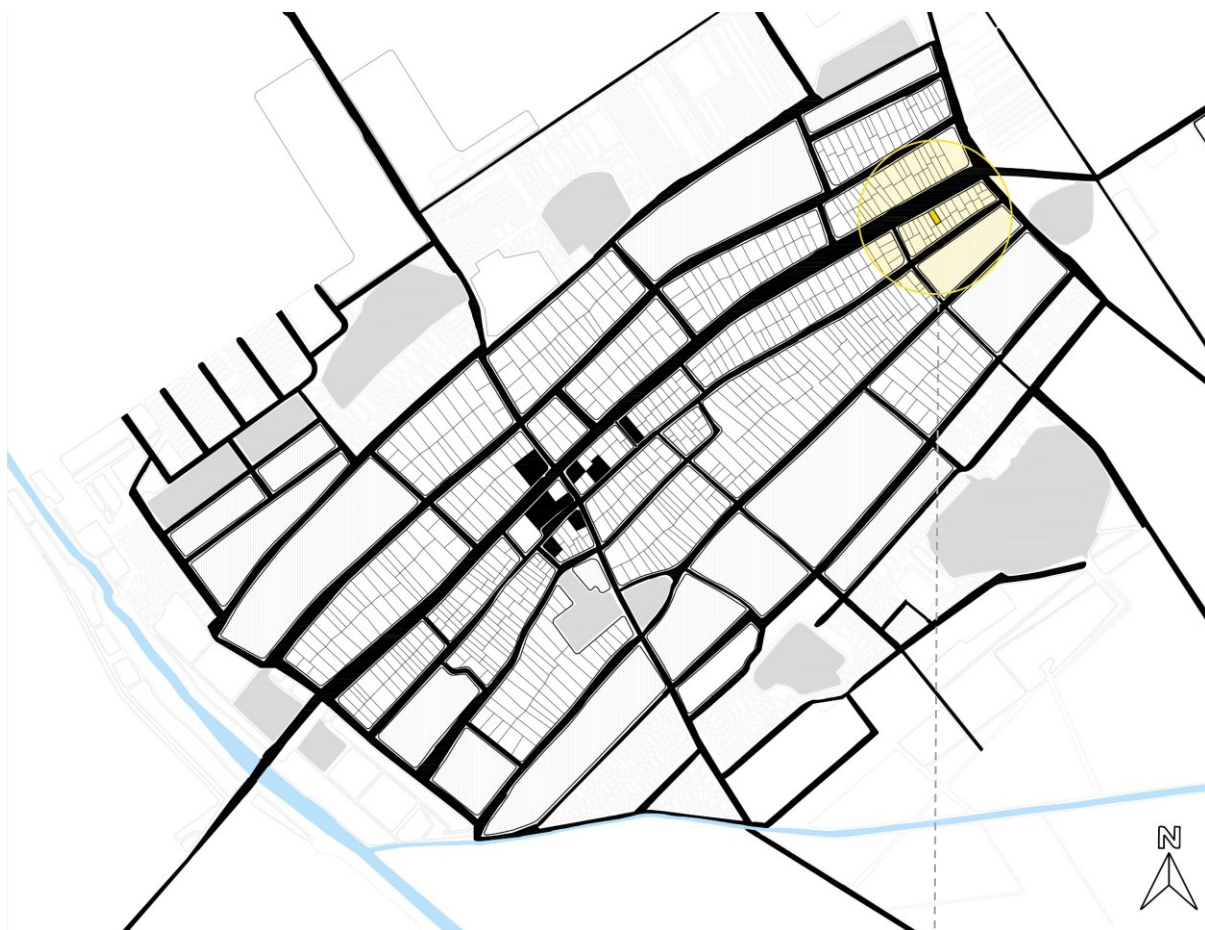
2. MORFOLOŠKA STRUKTURA NASELJA

Ruski Krstur se prostire na površini od 58,6 km². U središtu se ukrštaju dve glavne ulice formirajući centar i naselje u obliku krsta, po čemu je selo i dobilo ime. Ove ulice ujedno predstavljaju i glavne saobraćajne poveznice sela sa susednim lokalitetima i mestima u opštini Kula.

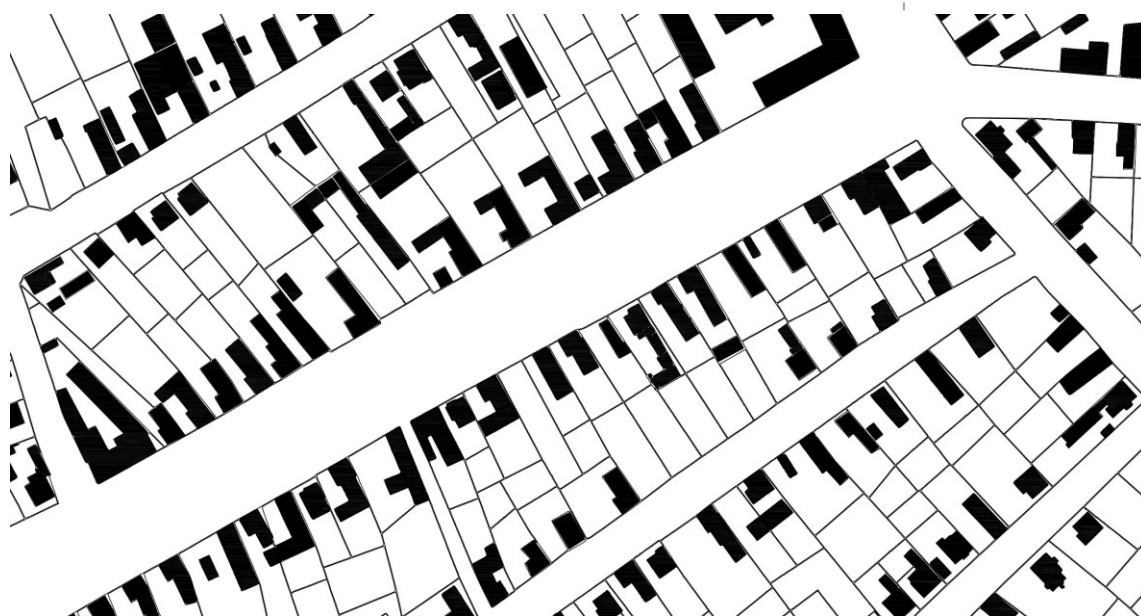
U naizgled nepravilnoj morfološkoj strukturi naselja prepoznaje se ortogonalni urbani sistem vojvođanskog sela koji čini mreža ulica koje se susiču pod pravim uglom i formiraju pravougaone i kvadratne stambene blokove koji su se vremenom razvijali i širili duž linija glavnih saobraćajnica (slika 235). Morfologiju karakteriše velika kompaktnost naselja koja se odlikuje pravilnim rasporedom ravnomerno podeljenih blokova i mogućnošću usitnjavanja parcela, odnosno njihove podele bez širenja granica naselja.

Selo se dužom stranom prostire u pravcu jugozapad-severoistok, a kraćom u pravcu severozapad-jugoistok, što obezbeđuje povoljnu orijentaciju svih stambenih blokova u odnosu na sunce. Ovakav položaj naselja omogućava većem broju kuća u okviru parcela orijentaciju dve različite fasade ka jugoistoku što se odražava na mogućnosti instalacije pasivnih solarnih sistema i pasivnog sunčevog zahvata u zimskom periodu. Osim toga, orijentacija parcela ka jugoistoku obezbeđuje izloženost i jutarnjem i popodnevnom suncu što omogućava bolju osvetljenost unutrašnjih prostorija tokom celog dana.





Slika 235: Morfološka struktura sela Ruski Krstur⁴⁶⁴

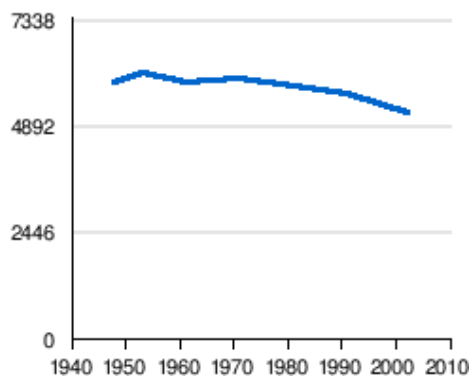


Slika 236: Planimetrijski prikaz dela naselja Ruski Krstur⁴⁶⁵

⁴⁶⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J. prema karti sela Ruski Krstur, izvor: <http://crpd.gov.rs>

⁴⁶⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J. prema karti sela Ruski Krstur, izvor: <http://crpd.gov.rs>

Na slici 236 prikazana je planimetrija manjeg dela sela Ruskog Krstura u većoj razmeri gde je pozicionirana predmetna kuća. Vidna je homogena gustina izgrađenosti koja podrazumeva ravnomernu izgradnju građevinskih blokova i proporcionalan odnos izgrađenog i neizgrađenog zemljišta, gde se unutarblokove površine odlikuju slobodnim i zelenim regijama koje zauzimaju više od 30% površine parcela. Prema poslednjem popisu stanovništva iz 2011. godine, u selu živi 4 585 stanovnika što potvrđuje homogenost gustine naseljenosti sa mogućnošću njenog povećanja. Međutim, u poslednja tri popisa primećen je pad u broju stanovnika, odnosno porast iseljavanja i migracija kao posledica procesa urbanizacije, što je aktuelan problem u većini seoskih naselja Vojvodine (slika 237).



Slika 237: Grafikon promene broja stanovnika u Ruskom Krsturu⁴⁶⁶



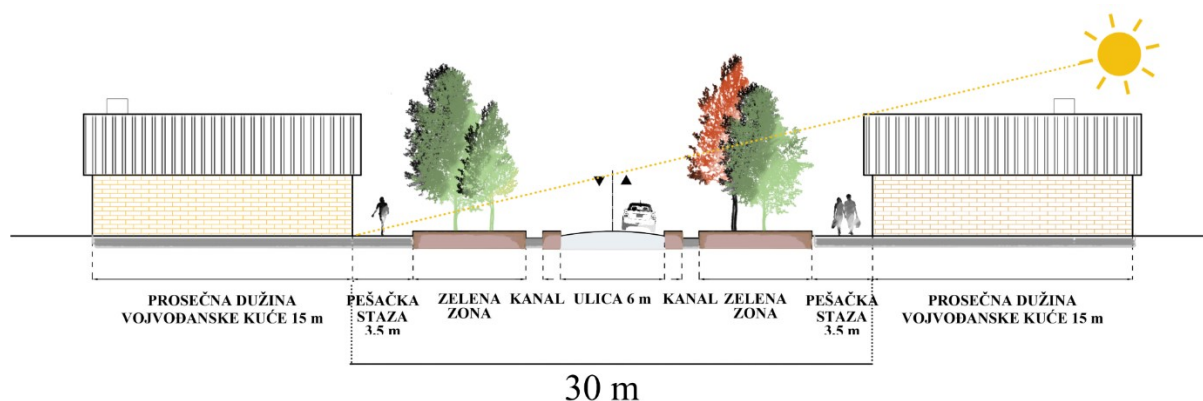
Slika 238: Fizička struktura naselja Ruski Krstur⁴⁶⁷

Fizičku strukturu naselja Ruski Krstur čine slobodnostojeći objekti na prostranim parcelama sa velikim slobodnim površinama koje omogućavaju nesmetanu insolaciju i provetranje svakog pojedinačnog objekta (slika 238). Povoljna orijentacija i raspored morfoloških i

⁴⁶⁶ Izvor ilustracije-grafikona: <https://sr.wikipedia.org>

⁴⁶⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J. prema karti sela Ruski Krstur, izvor: <http://crpd.gov.rs>

urbanističkih elemenata obezbeđuju pristup sunčevoj svetlosti iz pravca istoka i juga tokom većeg dela dana. Široki ulični profili pružaju mogućnost formiranja linijskog zelenila, kao i nesmetanu insolaciju. Glavna ulica Maršala Tita, na koju izlazi predmetna kuća, ima poprečni profil velike širine koja varira od 25 m do 45 m (slika 239).



Slika 239: Poprečni profil glavne ulice Maršala Tita⁴⁶⁸

3. ORGANIZACIJA KUĆIŠTA

Predmetna kuća je pozicionirana na parceli koja je jednom stranom orijentisana ka glavnoj ulici u naselju, ulici Maršala Tita, i geometrijskog je oblika pravougaonika. U organizaciji kućišta danas dominira sama kuća, dok su nekada, prema starim zapisima, na parceli postojali i drugi pomoćni objekti, bunar sa đermom, poljski klozet, kotarka i kokošarnik (slika 240). Stara rusinska kuća ima specifičnu poziciju na parceli, uvučena je i postavljena na oko 3m od regulacione linije i slepom fasadom orijentisana je ka ulici. Razlog ovakvog položaja su pravila austrougarske vlasti koja su propisivala karakterističan izgled i položaj rusinskih kuća, kako bi se razlikovale od uglednih nemačkih kuća u Ruskom Krsturu.



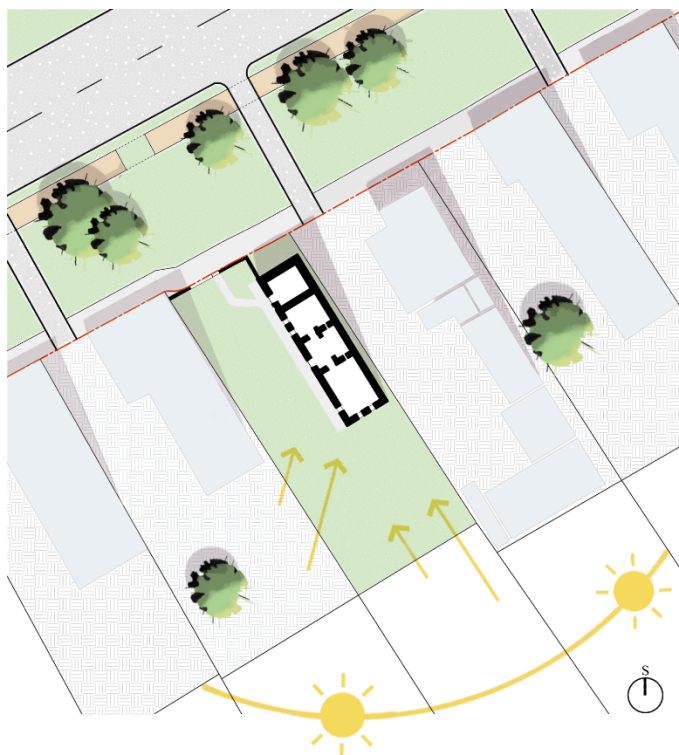
Slika 240: Nekadašnji izgled kućišta predmetne rusinske kuće⁴⁶⁹

Pravougaona parcela je širom stranom orijentisana u pravcu severozapad-jugoistok, pa se u tom pravcu pruža i podužna osa same kuće. Nepostojanje drugih objekata veće visine u okviru kućišta, orijentacija prozora ka dvorištu i položaj parcele sve zajedno omogućava sunčevoj svetlosti da dopre do samog objekta sa juga i istoka, što doprinosi povoljnoj osvetljenosti

⁴⁶⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁴⁶⁹ Izvor ilustracije: <https://sr.wikipedia.org>

prostorija i većim solarnim dobicima tokom celog dana, u letnjem i zimskom periodu (slika 241).



Slika 241: Situacioni plan predmetne kuće u Ruskom Krsturu⁴⁷⁰

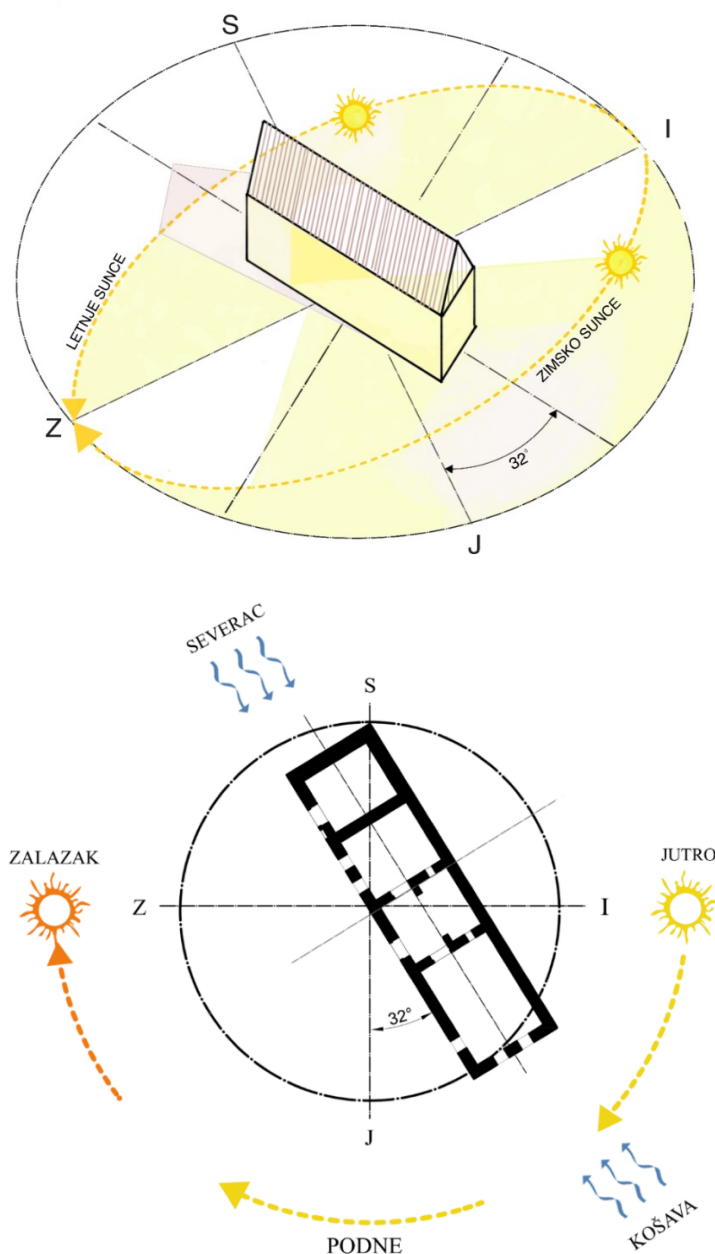
Parcela na kojoj je kuća pozicionirana je manja u odnosu na tradicionalne dugačke parcele vojvođanskih seoskih naselja. Pretpostavlja se da je u nekom periodu došlo do procesa usitnjavanja parcela čime je ona u znatnoj meri skraćena. Međutim, susedna parcela, koja je orijentisana ka ulici u suprotnom bloku, je prazna i veruje se da je ona takođe nekada pripadala i bila deo kućišta predmetne kuće. Oblik parcele pruža mogućnost postavljanja novih sadržajnih jedinica po njenoj dubini, bez ometanja eksploatacije sunčeve energije, upravo zbog povoljne orijentacije i položaja. Kolski prilaz do kuće je omogućen sa glavne ulice Maršala Tita, međutim nije popločan ni izbetoniran već se nalazi u okviru zelene slobodne površine uz saobraćajnicu.

4. ORIJENTACIJA OBJEKTA

Osim propisa i pravila gradnje starih rusinskih kuća koje je propisivala austrougarska vlast u to vreme, pretpostavlja se da je razlog specifičnog pozicioniranja predmetne kuće u Ruskom Krsturu, sa slepom fasadom ka ulici, bila i orijentacija prema stranama sveta. Ovo potvrđuje i činjenica da su kuće sa slepim fasadama podizane samo na toj strani ulice, dok su na suprotnoj strani kuće imale prozore ka ulici upravo radi što boljeg osvetljenja i okretanja prozora ka suncu. Podužna osa kuće je orijentisana u pravcu severozapad-jugoistok, sa kraćom bočnom fasadom pod uglom od 32° istočno od juga, u skladu sa položajem same parcele (slika 242). Glavna soba u kojoj se boravilo orijentisana je ka jugoistoku sa prozorima okrenutim ka

⁴⁷⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

dvorištu, kako bi se što više iskoristila sunčeva svetlost za osvetljenje i zagrevanje prostora. Pozicija kuće obezbeđuje osvetljenje i pasivne solarne dobitke od jutarnjih časova i tokom celog dana. Komora, prostorija koja se po tradicionalnoj funkcionalnoj šemi gradila na severnoj strani objekta i koja je građena uglavnom bez prozora ili eventualno sa jednim manjim ventilacionim otvorom, slepom fasadom je orijentisana ka ulici, odnosno u pravcu severozapada.



Slika 242: Arhitektonski dijagrami orijentacije predmetne kuće u planu i modelu ⁴⁷¹

Na slici 242 prikazan je arhitektonski dijagram studije putanje sunčevog kretanja u zimskom i letnjem periodu u odnosu na kuću. Zimi se sunce kreće nižom putanjom i pod manjim uglom u odnosu na zemljinu površinu čime je obezbeđena znatno veća količina svetlosti i pasivnih

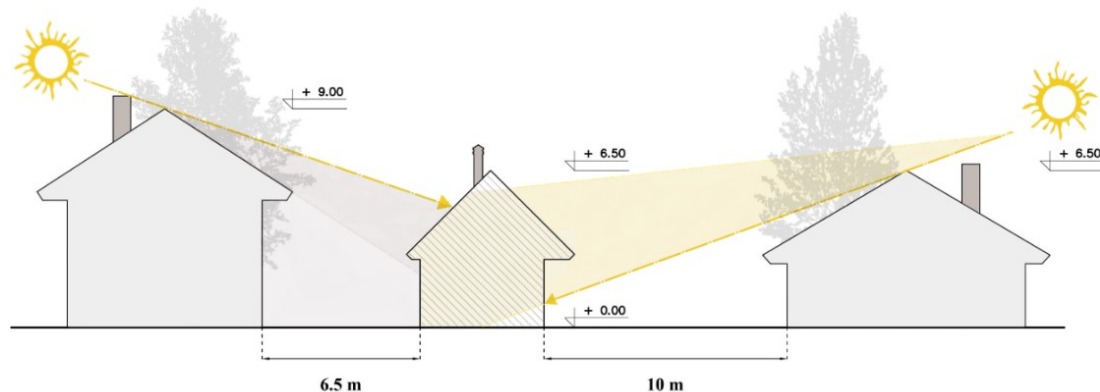
⁴⁷¹ Izvor ilustracije: crteži autora Stanišić J.

solarnih dobitaka za zagrevanje unutrašnjeg prostora nego leti kada je sunce visoko. U letnjem periodu do objekta dopire manja koncentracija sunčevih zraka po čemu zaključujemo da je kuća samom orijentacijom i pozicijom zaštićena od letnjeg pregrevanja prostora.

Slepa ulična fasada takođe omogućava i zaštitu od dominantnog hladnog vetra Severca koji duva iz severnog i severozapadnog pravca, a objekat je samom pozicijom i orijentacijom u potpunosti zaštićen od njegovog uticaja. Pretpostavlja se da je iz tog razloga zid ulične fasade nešto veće debljine od ostalih konstruktivnih elemenata. Takođe, nepostojanjem prozorskih otvora na severoistočnoj fasadi uticaj Severca na unutrašnji komfor kuće je znatno ograničen.

5. ODNOS PREMA SUSEDNIM OBJEKTIMA

Na susednoj parceli, sa leve strane, severoistočno od predmetne kuće, nalazi se dvoetažni objekat veće visine i udaljen je samo 6,5 m. Pretpostavlja se da je razlog male udaljenosti usitnjavanje parcela koje je nastupilo u nekom periodu. Minimalno rastojanje između objekata sa jednom etažom, prema nemačkim LAG smernicama⁴⁷², bi trebalo da bude jednako 2,1 visine zgrade, kako bi se obezbedila neometana osunčanost i priliv sunčevih zraka. U slučaju kuće u Ruskom Krsturu, udaljenost objekta sa njene leve strane je jednaka samo jednoj visini kuće što blokira prolaz sunčevoj svetlosti do objekta iz tog pravca (slika 243). Međutim, ova mala udaljenost ne utiče na bioklimatske karakteristike predmetne kuće jer je severoistočna fasada slepa i na njoj ne postoje prozorski otvori. Sa druge strane, desno od objekta, u pravcu jugozapada, susedna prizemna kuća se nalazi na udaljenosti od 10 m što obezbeđuje prolaz sunčevoj svetlosti do objekta iz tog pravca (slika 243). Najveću količinu svetlosti i pasivnih solarnih dobitaka kuća dobija iz južnog i jugoistočnog pravca obzirom da je na toj strani pozicionirana suprotna parcela koja je prazna, što vidimo na slici 241 koja prikazuje situacioni plan kuće u delu analize kriterijuma organizacije kućišta.



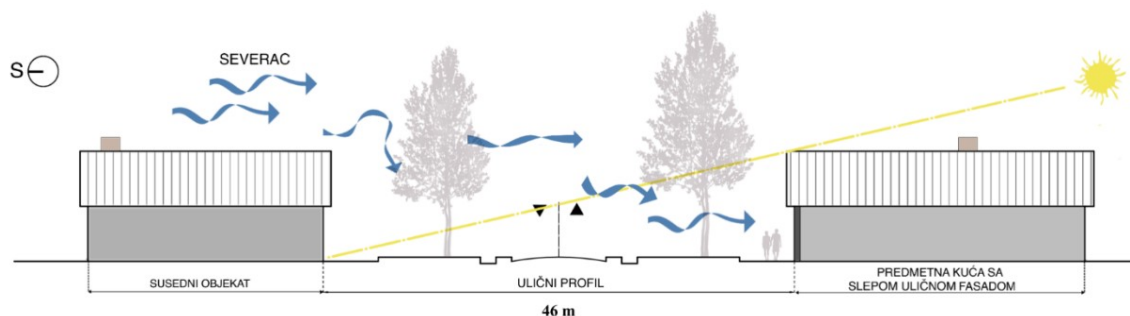
Slika 243: Uticaj udaljenosti i visinskih razlika susednih objekata na osunčanost predmetne kuće⁴⁷³

Na suprotnoj strani glavne ulice Maršala Tita, na koju izlazi predmetna kuća, nalazi se prizemni objekat na udaljenosti od 46 m, koliko iznosi širina uličnog profila u tom delu naselja. Budući da je objekat slepom fasadom orijentisan ka ulici i u pravcu severozapada, iz kog nema priliva sunčeve svetlosti, ovaj međusobni odnos susednih objekata ne utiče na količinu svetlosti

⁴⁷² Nemačke LAG smernice

⁴⁷³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

i toplote koja dospeva do objekta. Sa druge strane, kuća je slepom fasadom zaštićena od hladnog zimskog vetra Severca koji duva iz pravca severa i severozapada (slika 244).



Slika 244: Odnos predmetne kuće i susednog objekta na suprotnoj strani ulice⁴⁷⁴

6. VEGETACIJA – PEJZAŽNA ARHITEKTURA

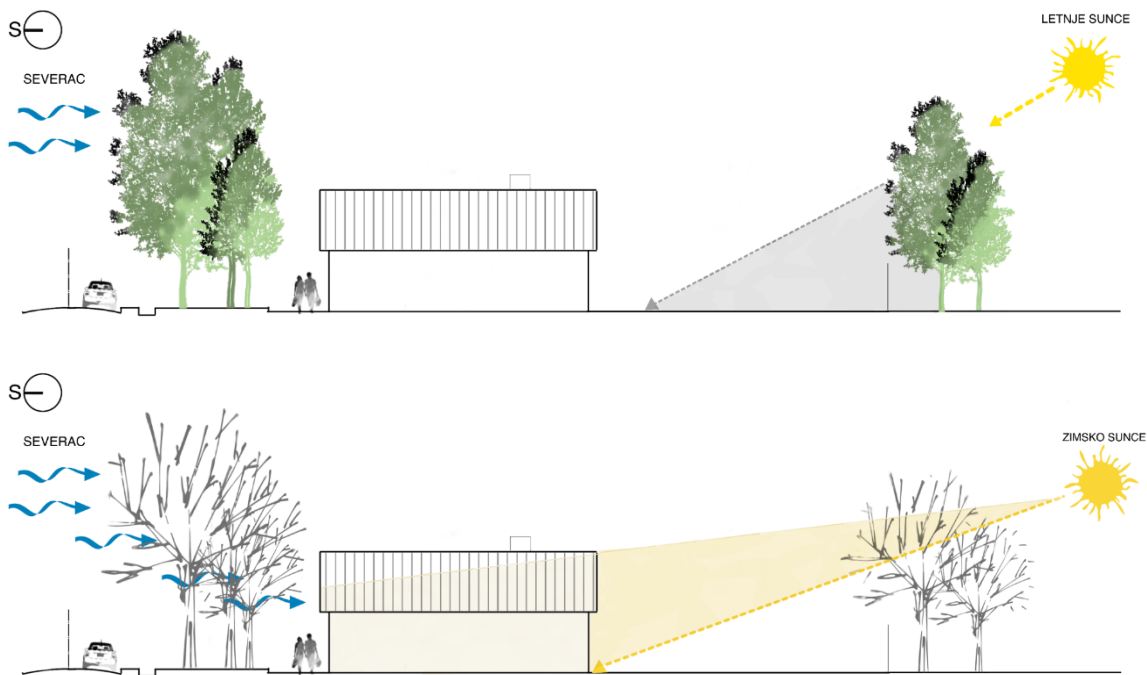
Na parceli predmetne kuće u Ruskom Krsturu, osim travnatih površina, nema postojećeg zelenila. Na susednoj praznoj parceli postoji poneko listopadno drveće koje leti u određenoj meri blokira sunce i sprečava pregrevavanje unutrašnjih prostorija. Zimi, kada drveće gubi svoju krošnjju, sunčevi zraci nesmetano prolaze do objekta povećavajući pasivne solarne dobitke. Takođe, ovo drveće samo leti donekle pruža zaštitu od dominantnog vetra Košava koji duva iz jugoistočnog pravca (slika 245 i 246). Linijsko zelenilo listopadnog drveća, koje je pozicionirano uz glavnu ulicu Maršala Tita, štiti objekat od saobraćajne buke leti, dok zimi, kada lišće opadne, ovo drveće gubi svoju funkciju u pružanju zaštite od buke, kao i zaštite od vetra Severca koji duva sa severa i severozapada (slika 245 i 246).



Slika 245: Planski prikaz postojećeg zelenila u neposrednom okruženju predmetne kuće⁴⁷⁵

⁴⁷⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁴⁷⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 246: Prikaz uticaja postojećeg zelenila na pravac vetra i osunčanost predmetne kuće leti i zimi⁴⁷⁶

7. LOKACIJA VODENIH POVRŠINA

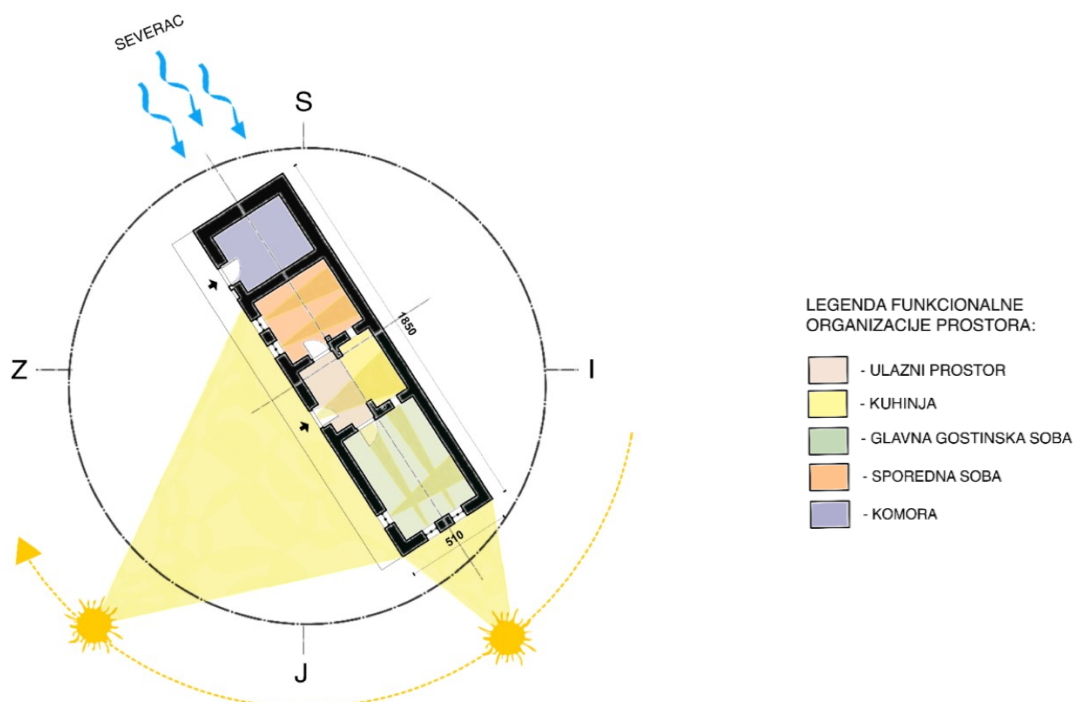
U neposrednom okruženju analizirane dužne kuće u Ruskom Krsturu nisu locirane vodene površine koje imaju značajniji uticaj na njene bioklimatske komponente i karakteristike klime.

Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja

1. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA PROSTORA

Kuća u Ruskom Krsturu ima zatvoreni tip plana i raspored prozorskih otvora koji ne omogućava unakrsno provetravanje prostorija jer je severoistočna, bočna fasada slepa. Međutim, prostorije su malih dubina, budući da je širina objekta samo 5.1 m, a druga bočna fasada je orijentisana ka jugozapadu tako da sunce dopire do svake prostorije i pruža dovoljnu količinu osvetljenosti i solarnih dobitaka (slika 247). U sklopu kuće, kao poslednja prostorija u nizu do ulice, smeštena je komora koja se ne greje. Pregradni zid između grejanog i negrejanog prostora je dobro pozicioniran jer nema otvora na njemu i veće je debljine za 10 cm od ostalih pregradnih zidova čime je sprečeno neželjeno prenošenje i gubitak toplote. U komoru se ulazi iz dvorišta.

⁴⁷⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 247: Uticaj funkcionalne organizacije prostora predmetne kuće na bioklimatske karakteristike⁴⁷⁷

Toplotno zoniranje kuće je dobro osmišljeno i koncipirano. Glavna dnevna prostorija, „gostinska“ soba, u kojoj se najviše boravilo u kući, orijentisana je ka jugoistoku i ona ima najveći broj prozorskih otvora što obezbeđuje dobru osvetljenost i najviše pasivnih solarnih dobitaka. Komora, prostorija u kući koja se najmanje koristila pa je prema tome zahtevala najmanje toplote i nije se grejala, orijentisana je ka severozapadu i prima najmanje sunčeve svetlosti. Možemo reći da je iz tog razloga služila i kao tampon zona i zaštita ostalih dnevnih prostorija od negativnih uticaja lokacije koji dolaze sa severa, kao što je hladan vetar Severac. Svi otvori su pozicionirani na jugozapadnoj fasadi, osim dva prozora gostinske sobe koji gledaju ka dvorištu i nalaze se na jugoistočnoj strani (slika 248 i 249).



Slike 248 i 249: Osvetljena jugozapadna fasada i unutrašnji prostor kuće u zimskom periodu⁴⁷⁸

⁴⁷⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁴⁷⁸ Izvor fotografija: terenski snimak autora Stanišić J., mesec Novembar 2020. godine

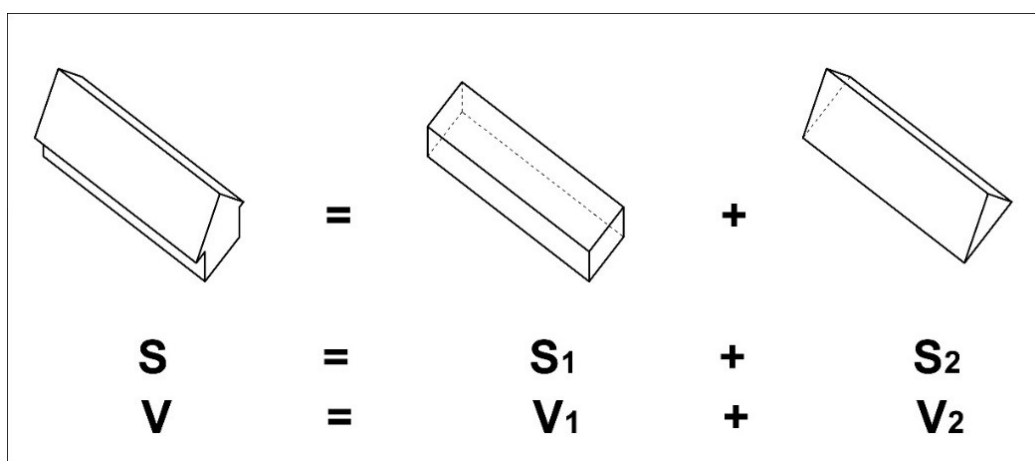
Glavni ulaz vodi sa otvorenog trema u kuhinju koja predstavlja središnju, centralnu prostoriju u kući, što takođe predstavlja vid toplotnog zoniranja prostora. Budući da se jedino u kuhinji nalazila peć pomoću koje se grejao celokupan prostor kuće, njen centralni položaj omogućavao je grejanje i susednih soba i prostorija razvođenjem toplote kroz zidove. Tavanski prostor koji se nalazi iznad celog prizemlja je uglavnom služio kao neka vrsta ostave i nije se grejao pa možemo zaključiti da i on predstavlja tampon zonu između grejanog prizemlja i spoljašnjeg prostora, odnosno zaštitu od negativnih klimatskih faktora okoline.

2. FORMA OBJEKTA

Formu i oblik predmetnog objekta u Ruskom Krsturu u najvećoj meri određuje pripadnost tipu dužne kuće ispitivane i valorizovane tipologije tradicionalne vojvođanske arhitekture, tipologije na osnovu odnosa kuće i okućnice. Tipičnu trodimenzionalnu strukturu dužne kuće odlikuje izduženi kvadar, koji predstavlja razvijeni model osnove pravougaonika u visini prizemlja, i prostor tavana u obliku trostrane prizme.

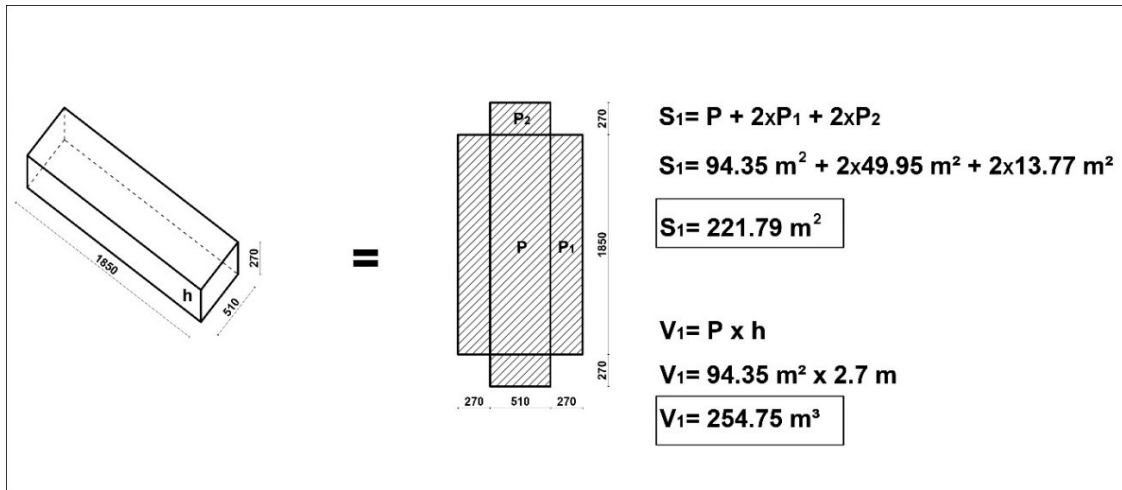
S/V faktor ili faktor oblika, predstavlja merodavnu veličinu, odnosno pokazatelj kompaktnosti izgrađenih objekata i njihove forme koji utiče na termičke performanse. Naime, što je površina omotača zgrade koja obavlja njegovu unutrašnju zapreminu manja, manja je i razmena toplote sa okolinom preko te površine i manji je faktor oblika. Iz toga zaključujemo da su zgrade kompaktnije ukoliko imaju manji S/V faktor jer se time obezbeđuju i manji energetske gubici.

Slike 250, 251, 252 i 253 prikazuju izometrijsko telo pojednostavljenog oblika kuće u Ruskom Krsturu sa potrebnim dimenzijama, kao i matematički proračun razvijene površine omotača S i zapremine V koju ona obuhvata. Formu kuće možemo podeliti na geometrijsko telo kvadra i prizme, čime se pojednostavljuje proračun f_o faktora.

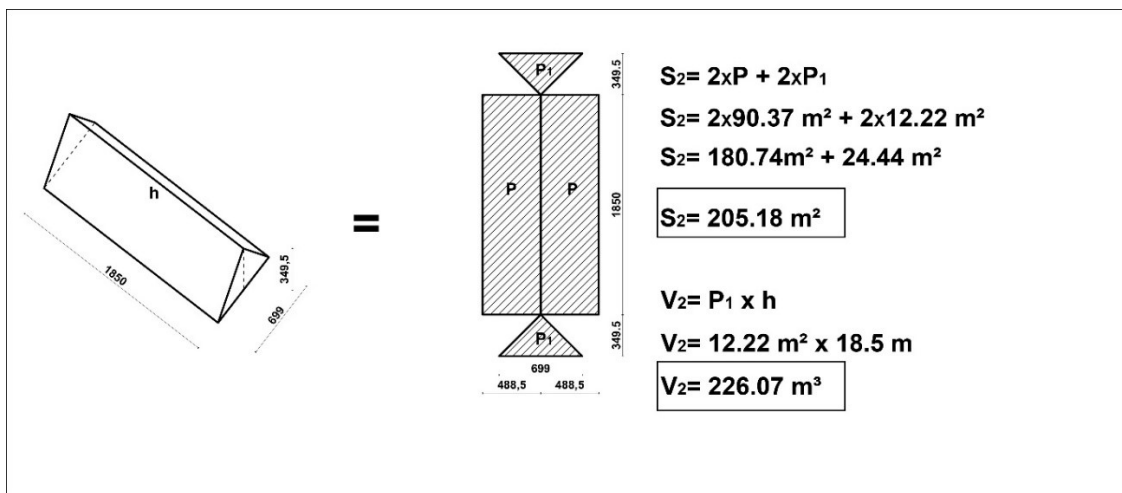


Slika 250: Izometrijski prikaz podele oblika kuće na kvadar i prizmu⁴⁷⁹

⁴⁷⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 251: Proračun površine S_1 i zapremine V_1 ⁴⁸⁰



Slika 252: Proračun površine S_2 i zapremine V_2 ⁴⁸¹

$S = S_1 + S_2 = 426.97 \text{ m}^2$

$f_o = S/V$

$V = V_1 + V_2 = 480.82 \text{ m}^3$

$f_o = 426.97 / 480.82$

$f_o = 0.88$

Slika 253: Proračun ukupne površine, zapremine i faktora oblika predmetne kuće⁴⁸²

Na osnovu izvedenog proračuna faktora oblika i dobijene vrednosti $f_o = 0.88 \text{ m}^{-1}$ može se konstatovati da kuću u Ruskom Krsturu ima formu velike kompaktnosti čija je vrednost bliže donjoj granici optimalnog faktora oblika za porodične kuće koji se kreće od $0.8 - 1.0 \text{ m}^{-1}$ ⁴⁸³. Takođe, kuća ima pravougaoni oblik osnove koji se smatra i ocenjuje kao idealan za jednoporođične stambene zgrade. Zaključujemo da kompaktnost oblika osnove i forme

⁴⁸⁰ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁴⁸¹ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁴⁸² Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁴⁸³ Lylykangas, K.: *Shape Factor as an Indicator of Heating Energy Demand*, 15. Internationales Holzbau-Forum, Nemačka, 2009.

predmetne kuće u Ruskom Krsturu doprinose manjim toplotnim gubicima, kao i većoj energetskej efikasnosti.

3. INFRASTRUKTURA

Kod predmetne kuće u Ruskom Krsturu, kao i kod većine najstarijih vojvođanskih kuća, kombinovale su se zidane zemljane peći na čvrsto gorivo sa otvorenim ognjištem koje je pozicionirano u centralnom delu kuće, odnosno kuhinji. Ove peći su ujedno predstavljale osnovno i jedino grejno telo koje se istovremeno koristilo i za kuvanje, pečenje i pripremu tople vode.

Kuhinjski prostor kuće u Ruskom Krsturu je u središnjem delu zidom u obliku ćirilicnog slova „P“ odeljen od drugih delova i prostorija i u njemu je sačuvan otvoreni odžak, „kamin“, koji se danas ne koristi, budući da u kući niko ne živi i nalazi se pod zaštitom, kao nepokretno kulturno dobro. Ovaj pregradni zid ima funkciju da prihvati svod i odžak nad otvorenim ognjištem. U okviru „ograđenog“ kuhinjskog prostora, sa leve strane, nalazi se zemljani šporet, dok je sa desne strane „kotlanka“ (slika 254). Peći koje su zidane nabijenom zemljom u kući su pozicionirane uz zidove susednih prostorija, gostinskoj i sporednoj sobi, i njihova funkcija je bila grejanje soba po potrebi, razvođenjem toplote od otvorenog ognjišta pomoću oblikovanih malih otvora u zidovima kuhinje (slika 254). Desno od kuhinje nalazi se gostinska soba u kojoj se nalazi paorska peć tipa „šifonjer“ (slika 255), dok se sa leve strane kuhinje, u tzv. sporednoj sobi, nalazi paorska peć sa „šicom“ (slika 256). Iako se ne koriste, svi elementi grejnog tela su u izvornom obliku sačuvani do danas, zahvaljujući obnovi i rekonstrukciji koja je sprovedena 2013. godine.



Slika 254: Zemljani šporet⁴⁸⁴ Slika 255: Paorska peć tipa šifonjer⁴⁸⁵ Slika 256: Paorska peć sa šicom⁴⁸⁶

Kuća je bila izgrađena bez kupatila i bez mokrog i sanitarnog čvora u kuhinji, o čemu govori i podatak da su nekada u sklopu okućnice na parceli postojali poljski wc i bunar. Članovi

⁴⁸⁴ Izvor fotografije: terenski snimak autora Stanišić J.

⁴⁸⁵ Izvor fotografije: terenski snimak autora Stanišić J.

⁴⁸⁶ Izvor fotografije: terenski snimak autora Stanišić J.

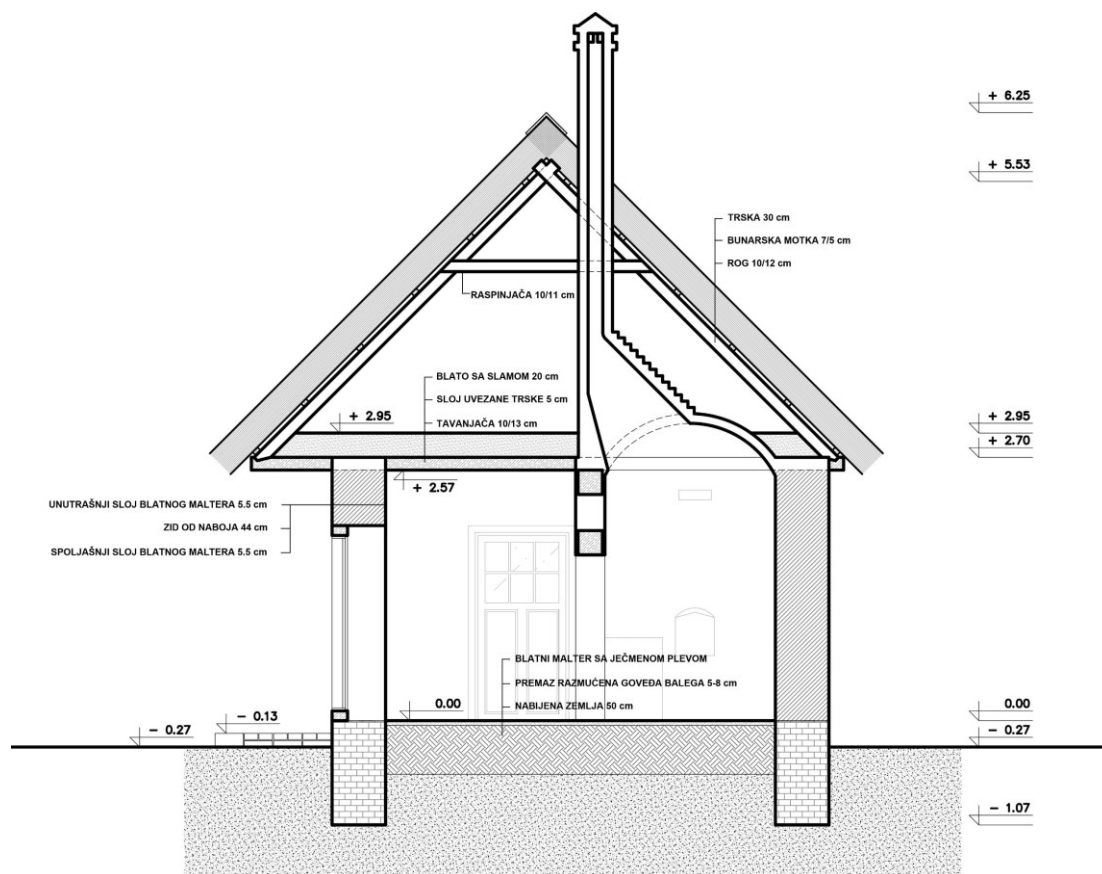
domaćinstva su se vodom snabdevali iz bunara i koristili su poljski toalet koji se nalazio u dubini dvorišta.

4. STRUKTURA ZGRADE I NJENOG OMOTAČA

Kuća u Ruskom Krsturu ima masivni konstruktivni sistem dok su građevinska struktura i komponente njenog omotača sačinjeni od tradicionalnih, lokalno dostupnih materijala. Poznato je da se u neposrednoj blizini Ruskog Krstura nalazi stara deponija zemlje i trske dobrog kvaliteta iz koje su se od davnina deponovali materijali za izgradnju najstarijih tradicionalnih kuća od naboja.

Osnovni materijal od kojeg su građeni noseći zidovi predmetne kuće je upravo nabijena zemlja. Tehnika zidanja ovim materijalom je vrlo jednostavna: polusuva zemlja se meša sa seckanom slamom i plevom, radi poboljšanja toplotnih karakteristika zidova, nakon čega se zemlja nabija između dve daske koje služe kao oplata. Vrlo često se između slojeva nabijene zemlje horizontalno postavljala trska koja je služila kao dodatna armatura. Zidovi se u završnoj fazi gradnje sa unutrašnje i spoljašnje strane oblažu dodatnim slojem blatnog maltera. Zemlja koja se koristila za gradnju uglavnom se nabavljala iz neposredne okoline kuće, čime se skraćivalo vreme i energija koja se troši tokom transporta materijala. Kuće građene od zemlje, odnosno naboja, imaju brojne pozitivne karakteristike u pogledu energetske performansi i efikasnosti. Pre svega, ne troši se energija na proizvodnju i transport materijala koji je široko rasprostranjen, lako dostupan i u Vojvodini se upotrebljavao vekovima. Imaju minimalan negativan uticaj na okruženje, budući da su u potpunosti u skladu sa prirodom, pa se često kaže da su ove kuće slične ljudskom telu jer zbog svoje poroznosti mogu da „dišu“. U svrhu dodatnog poboljšanja izolacionih sposobnosti, zemlja se meša sa materijalima kao što su trska i slama koji takođe predstavljaju i neku vrstu armature za zidove od naboja jer povećavaju njihovu čvrstoću.

Zemlja kao homogena termalna masa ima sposobnost termoregulacije okoline koja omogućava sporo zagrevanje i hlađenje. Ona prikuplja i apsorbira toplinu tokom dana zimi, a potom je noću emituje u unutrašnji prostor kuće, zagrevajući ga. U letnjem periodu zemlja noću apsorbira hladnoću kojom tokom dana osvežava prostor. Ove karakteristike doprinose da kuće građene od zemlje zimi greju, a leti hlade. Iz tog razloga zidovi od nabijene zemlje se često koriste kao termalne mase za gradnju Trombovog zida u objektima pasivne solarne gradnje, a u nekim slučajevima mogu u potpunosti otkloniti potrebu za hlađenjem i zagrevanjem prostora. Osim odličnih toplotnih karakteristika treba napomenuti da se gustinom i čvrstoćom zidova od naboja ostvaruje i odlična zvučna izolacija, odnosno visok nivo akustičnog komfora unutrašnjih prostorija, kao i izuzetna otpornost na požare. Po završetku životnog veka kuće građene od zemlje imaju minimalnu količinu otpada jer materijal ima sposobnost biološke razgradnje na licu mesta čime je potrošnja energije pri odlaganju otpada smanjena na minimum. Ista zemlja se potom može koristiti u izgradnji novih objekata što zemlju kao građevinski materijal čini obnovljivim izvorom energije, podložan reciklaži. Važno je napomenuti da se kuće građene od nabijene zemlje mogu prilagoditi različitim klimatskim uslovima pod uslovom da se zemlja nabavlja iz lokalno dostupnih izvora u neposrednom okruženju. Neke od ovih kuća odolevaju zubu vremena i više od dva veka.



Slika 257: Presek i konstruktivni sklop kuće u Ruskom Krsturu⁴⁸⁷

Svi konstruktivni zidovi predmetne kuće izgrađeni su od nabijene zemlje različitih debljina, oblepljeni blatnim malterom sa unutrašnje i spoljašnje strane i potom okrečeni krečom. Zabatni zid ka dvorištu je jedini element kuće koji je izgrađen od čerpića. Podnu konstrukciju čini nabijena zemlja premazana razmućenom goveđom balegom i završnim slojem blatnog maltera sa ječmenom plevom. Međuspratna tavanica, koju čine poprečne drvene grede tavanjače, sloj uvezane trske i blato sa slamom, poduprta je jednom podužnom masivnom gredom tetivom. Temelji i sokl kuće su izgrađeni od opeke starog formata. Konstrukcija trovodnog krova predstavlja tip „prostog krova“ sa raspinjačom, tavanjačom i slemenom. Rogovi su od drvene građe pravougaonog preseka i sa tavanjačama su spojeni vezom na pero i žleb. Podkonstrukciju krovnog pokrivača od trske čine bunarske motke, horizontalne gređice postavljene preko rogova (slika 257).

Građevinski elementi i sklopovi

ZIDNI ELEMENTI

Zidni elementi predmetne kuće u Ruskom Krsturu građeni su od nabijene zemlje i obloženi su sa četiri sloja blatnog maltera i krečom (slika 258). Različitih su debljina u zavisnosti da li se radi o nosećim spoljašnjim zidovima ili pregradnim. Debljine zidova se kreću u rasponu od 30 cm do 75 cm. Pretpostavlja se da je severozapadni fasadni zid ka ulici debljine 75 cm upravo

⁴⁸⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

zbog toga jer ima funkciju zaštite od hladnog vetra Severca koji duva iz tog pravca. Toplotne karakteristike i prednosti zidova od nabijene zemlje obrazloženi su u prethodnom delu doktorske disertacije, gde je opisan konstruktivni sistem i upotrebljeni materijali predmetne kuće.



Slika 258: Detalj ogradnog zida od nabijene zemlje prekrivenog slojem uvezane trske⁴⁸⁸

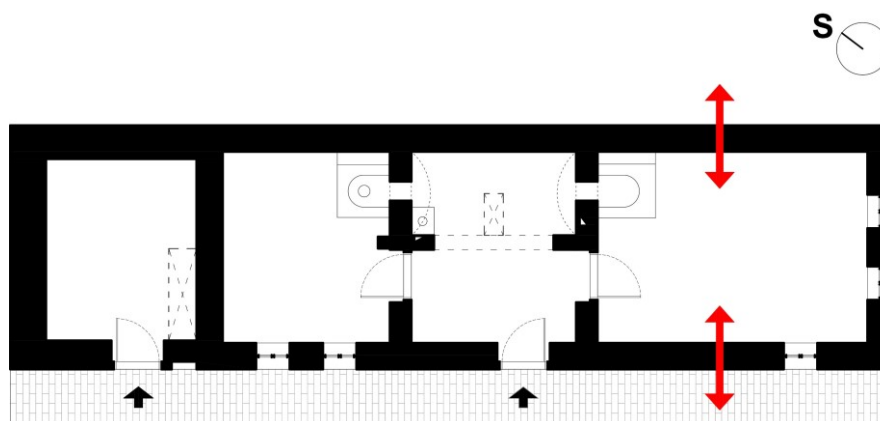
Za utvrđivanje energetske performansi predmetne kuće izvršiće se proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog zidnog elementa, oznake U [$W/(m^2K)$], korišćenjem softvera Knaufterm3d, koji je specijalizovan za računsko određivanje toplotnih karakteristika termičkog omotača zgrade, a u skladu je sa Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada Republike Srbije⁴⁸⁹. Proračun će se izvršiti za zid debljine 55 cm, budući da su po strukturi svi zidovi jednaki, a najbrojniji su zidovi upravo ove debljine (slika 259). Važno je napomenuti da nabijena zemlja i blatni malter, kao i drugi tradicionalni građevinski materijali, nisu tretirani Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada RS, na osnovu koga je potrebno izvršiti proračun. Iz tog razloga proračun koeficijenta prolaza toplote U tradicionalne kuće od naboja u Ruskom Krsturu nije moguće izvršiti korišćenjem samo Pravilnika o EE zgrada RS, kao dokumenta predviđenog zakonom. Za potrebe istraživanja u metodologiji proračuna koeficijenta prolaza toplote U koristiće se parametri koji su preuzeti iz naučnog rada 'Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review'⁴⁹⁰, koji definiše toplotne karakteristike za različite vrste zidova od nabijene zemlje na osnovu izvršenog eksperimentalnog istraživanja. Potrebno je naglasiti da vrednosti toplotne provodljivosti nabijene zemlje i blatnog maltera zavise pre svega od sastava građevinskog materijala koji ima brojne lokalne varijacije, a koje se razlikuju i po procentu i vrsti primesa koje su deo strukturalnog sastava zida od naboja. Kao rezultat, u literaturi postoji široki dijapazon vrednosti toplotne provodljivosti materijala koji se baziraju na zemlji. Iz tog razloga su za potrebe istraživanja iz pomenutog rada odabrane vrednosti toplotnih karakteristika nabijene zemlje koja je po strukturalnom sastavu najbližnja onoj koja

⁴⁸⁸ Izvor fotografije: terenski snimak autora Stanišić J.

⁴⁸⁹ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

⁴⁹⁰ Giada G., Caponetto R., Nocera F.: *Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review*, Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, MDPI-Sustainability 2019, 11, 5342, Basel, Switzerland.

se koristila za izgradnju tradicionalnih vojvođanskih kuća. Potom su na osnovu preuzetih parametara kreirani materijali nabijene zemlje i blatnog maltera u softveru Knaufterm3d.



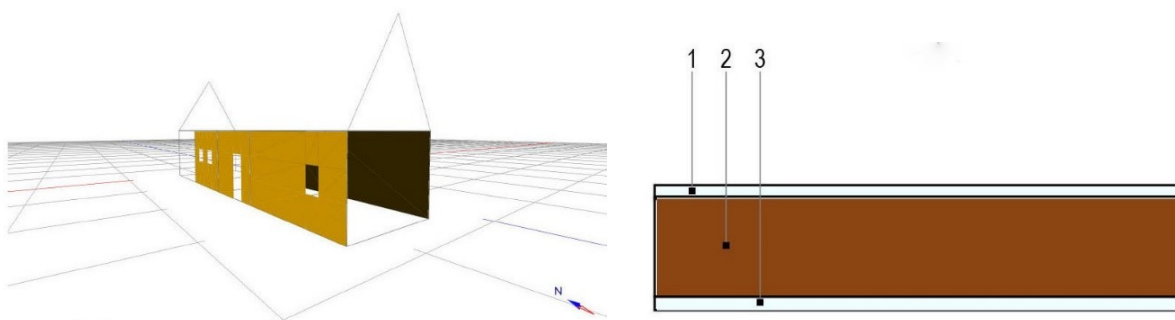
Slika 259: Pozicija zidova za koje se vrši proračun⁴⁹¹

Na slici 259 prikazane su pozicije zida za koji se vrši proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa U [$W/(m^2K)$] pomoću softvera Knaufterm3d, a prema formuli definisanoj Pravilnikom o energetskej efikasnosti zgrada RS:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}}$$

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od nabijene zemlje d=55 cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tabela 16: Relevantni podaci za zid od naboja⁴⁹²



Slika 260: Grafički prikaz pozicija predmetnog zida u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁴⁹³

⁴⁹¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁴⁹² Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴⁹³ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d [cm]	Opis	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	5.5	*Blatni malter	1600.0	880.0	0.500	10.0
2	44	*Nabijena Zemlja	1500.0	1000.0	0.200	5.0
3	5.5	*Blatni malter	1600.0	880.0	0.500	10.0

Tabela 17: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva predmetnog zida⁴⁹⁴

Provera koeficijenta prolaza toplote

Osnovni $U = 0.386 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.386 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$, sklop zadovoljava

Slika 261: Proračun koeficijenta prolaza toplote predmetnog zida od naboja pomoću softvera Knaufterm3d⁴⁹⁵

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$] predmetnog zida od naboja, debljine 55 cm, pomoću softvera Knaufterm3d, a na osnovu kreiranih materijala nabijene zemlje i blatnog maltera u skladu sa toplotnim karakteristikama preuzetim iz naučnog rada 'Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review', možemo zaključiti da sklop zadovoljava savremene energetske zahteve i standarde, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS. Naime, Pravilnik definiše maksimalnu dozvoljenu vrednost koeficijenta prolaza toplote za zidne elemente zgrada koji iznosi $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Po izvršenom proračunu, koeficijent prolaza toplote zida od nabijene zemlje predmetne kuće u Ruskom Krsturu, debljine $d = 55 \text{ cm}$, iznosi $U = 0.386 \text{ W/m}^2\text{K}$, što je manje od maksimalne dozvoljene vrednosti.

Iz svega prethodno navedenog, možemo zaključiti da nabijena zemlja, kao građevinski materijal, poseduje odlične toplotne karakteristike koje su u skladu sa savremenim zahtevima energetske efikasnosti zbog čega je poželjna i preporučljiva upotreba ovog materijala u savremenoj gradnji.

PODNE I MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

Podna konstrukcija kuće u Ruskom Krsturu, koja se graniči sa tlom, izrađena je od nabijene zemlje, kao i zidovi, pa iz tog razloga možemo reći da predstavlja vrstu termalne mase koja ima ulogu elementa pasivnog solarnog zahvata tokom zimskog perioda. Zemljani pod ima sposobnost da transformiše energiju sunčevog zračenja u toplotu kojom se zagreva unutrašnji prostor. Ponaša se kao toplotno skladište koje apsorbuje i skladišti energiju sunca tokom dana, a potom u noćnom periodu, kada temperatura vazduha padne, zagreva unutrašnji prostor odavanjem akumulirane toplote radijacijom. Nabijena zemlja pod predmetne kuće premazana je razmućenom goveđom balegom i završnim slojem blatnog maltera sa ječmenom plevom (slika 262).

⁴⁹⁴ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁴⁹⁵ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

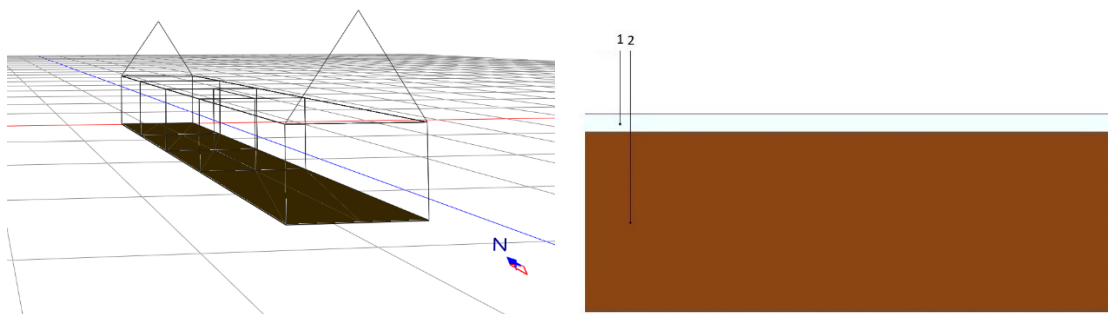


Slika 262: Pod od nabijene zemlje u kući u Ruskom Krsturu⁴⁹⁶

Zbog ograničenja u biblioteci materijala softvera Knaufterm3d, gde ne postoji materijal kao što je razmućena goveđa balega, slojevi sklopa elementa podne konstrukcije koji su usvojeni za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$W/(m^2K)$] su nabijena zemlja debljine $d=50$ cm i blatni malter debljine $d=5$ cm (tabela 19).

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Pod od nabijene zemlje, d=55 cm	Pod na tlu, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tabela 18: Relevantni podaci za pod od nabijene zemlje⁴⁹⁷



Slika 263: Grafički prikaz pozicije poda na tlu u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁴⁹⁸

Num	d(cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5	*Blatni malter	1600	880	0.5	10
2	50	*Nabijena Zemlja	1500	1000	0.2	5

Tabela 19: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva poda⁴⁹⁹

⁴⁹⁶ Izvor fotografije: terenski snimak autora Stanišić J.

⁴⁹⁷ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁴⁹⁸ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁴⁹⁹ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

Proračun koeficijenta prolaza toplote za pod na tlu:

Osnovni

$$U = 0.361 \text{ W/m}^2\text{K}$$

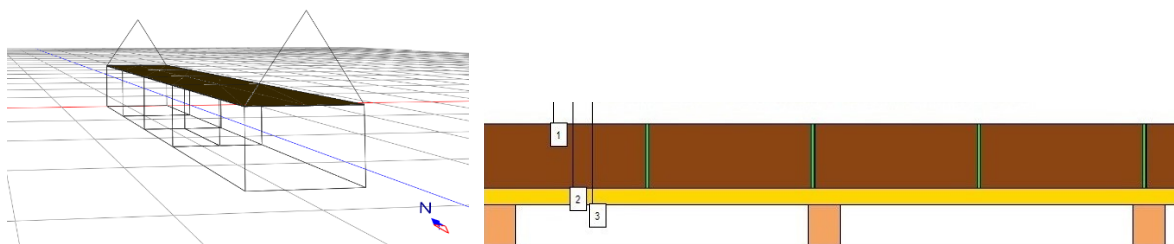
$$U = 0.361 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}, U < U_{\max}, \text{ sklop zadovoljava}$$

Slika 264: Proračun koeficijenta prolaza toplote za pod na tlu pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁰⁰

Međuspratna konstrukcija kuće u Ruskom Krsturu deli grejani prostor prizemlja od negrejanog prostora tavana što uslovljava potrebu za adekvatnom termičkom izolacijom kako ne bi bilo nepotrebnih gubitaka toplote. Strukturu tavanice čine poprečne grede tavanjače, čiji je sastav drvo bora, dimenzija 10x13 cm u preseku, između kojih se nalaze vazdušni slojevi, sloj uvezane trske debljine $d = 5$ cm i blato, odnosno zemlja sa slamom debljine $d = 20$ cm. Za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$], elementa međuspratne tavanice, u programu Knaufterm3d kreirani su materijali pomenutih slojeva (slika 265).

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Međuspratna konstrukcija, $d = 38$ cm	Međuspratna tavanica između grejanog i negrejanog prostora	$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0.08 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 20: Relevantni podaci za proračun međuspratne konstrukcije⁵⁰¹



Slika 265: Grafički prikaz pozicije međuspratne tavanice u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁵⁰²

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	20	Nabijena zemlja + slama	1477.4	1009.2	0.198	4.9607
2	5	Ploče od trske	800	1260	0.046	2
3	13	Bor (10 cm) + Vazdušni sloj	56.125	1109	0.464	7.9

Tabela 21: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva međuspratne tavanice⁵⁰³

⁵⁰⁰ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁵⁰¹ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵⁰² Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁵⁰³ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

Proračun koeficijenta prolaza toplote za međuspratnu konstrukciju:

Osnovni

$$U = 0.391 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0.391 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{\text{max}} = 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}, U < U_{\text{max}}, \text{ sklop zadovoljava}$$

Slika 266: Proračun koeficijenta prolaza toplote za međuspratnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁰⁴

Proračun koeficijenta prolaza toplote kroz pod na tlu i međuspratnu tavanicu predmetne kuće u Ruskom Krsturu pokazuje da materijali od kojih su izrađeni sklopovi ovih elemenata imaju ograničenu razmenu toplote sa okolinom, ne propuštaju veću količinu toplote od dozvoljene, odnosno ponašaju se kao dobri termoizolatori koji čuvaju toplotu u okviru unutrašnjih prostorija, što u velikoj meri utiče na poboljšanje toplotnog komfora. Na osnovu toga zaključujemo da nabijena zemlja, trska i slama predstavljaju adekvatne građevinske materijale čije toplotne karakteristike zadovoljavaju savremene zahteve za postizanje energetske efikasnosti zbog čega je preporučljiva njihova upotreba u savremenoj praksi.

KROV

Kuća u Ruskom Krsturu ima trovodan krov čije su bočne ravni strmog nagiba, pod uglom od 45⁰, što doprinosi povećanju solarnih dobitaka, odnosno u velikoj meri sprečava toplotne gubitke tokom hladnih zimskih meseci. Konstrukcija trovodnog krova predstavlja tip „prostog krova“ sa raspinjačom, tavanjačom i slemenom. Rogovi su od drvene građe pravougaonog preseka i sa tavanjačama su spojeni vezom na pero i žleb. Podkonstrukciju krovnog pokrivača od trske čine bunarske motke, horizontalne gredice postavljene preko rogova (slika 267, 268 i 269).

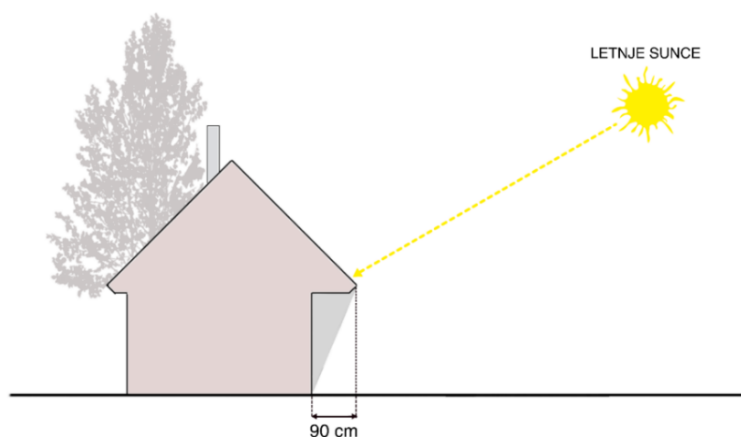


Slike 267, 268 i 269: Izgled i detalji konstrukcije krova kuće u Ruskom Krsturu⁵⁰⁵

⁵⁰⁴ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁵⁰⁵ Izvor fotografija: terenski snimak autora Stanišić J.

Negrejani prostor tavana predstavlja vrstu tampon zone, odnosno zaštitu grejanog prizemlja od negativnih spoljašnjih uticaja i doprinosi smanjenju toplotnih gubitaka. Krovni pokrivač od trske debljine 30 cm poseduje dobre termoizolacione karakteristike što dodatno pogoduje manjim gubicima toplote. Prepušten krov na jugozapadnoj fasadi u obliku nadstrešnice širine 90 cm štiti objekat od letnjeg pregrevanja unutrašnjih prostorija. Leti, kada se sunce kreće pod većim uglom u odnosu na zemljinu površinu, zahvaljujući nadstrešnici, sunčevi zraci ne dopiru do prozorskih otvora na fasadi (slika 270).

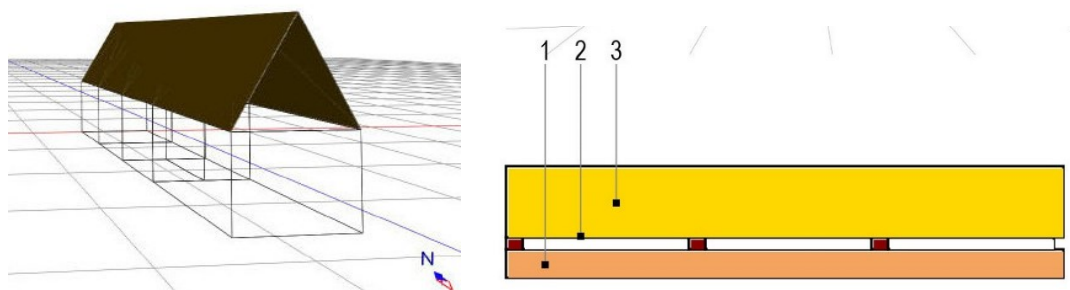


Slika 270: Uticaj nadstrešnice na zaklon letnjeg sunca⁵⁰⁶

Za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$W/(m^2K)$], elementa krovne konstrukcije, u programu Knaufterm3d kreiran je strukturalni sklop slojeva i materijala od kojih je sačinjena opisana konstrukcija (slika 271).

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Krovna konstrukcija, d= 47 cm	Kosi krov, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 22: Relevantni podaci za proračun krovne konstrukcije⁵⁰⁷



Slika 271: Grafički prikaz pozicije krovne konstrukcije u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁵⁰⁸

⁵⁰⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵⁰⁷ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵⁰⁸ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d [cm]	Opis	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	12	Bor, smreka	550.0	2090.0	0.140	70.0
2	5	Pluta(7cm)+Vazdušni sloj, neprovetravani, hori	12.0	1060.9	0.458	1.8
3	30	Ploče od trske	800.0	1260.0	0.046	2.0

Tabela 23: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva krovne konstrukcije⁵⁰⁹

Provera koeficijenta prolaza toplote

Osnovni $U = 0.131 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.131 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$, sklop zadovoljava

Slika 272: Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁵¹⁰

Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju predmetne kuće u Ruskom Krsturu pokazuje konačnu vrednost od $0.131 \text{ W/m}^2\text{K}$, što je manje od dozvoljene vrednosti za sklopove krova, definisane Pravnikom o EE zgrada RS, a koji iznosi $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na osnovu toga zaključujemo da trska kao materijal za pokrivanje krovova predstavlja dobar termoizolator zbog čega je preporučljivo koristiti je i u savremenoj gradnji. Osim krovnog pokrivača, trska kao jeftin i lako dostupan ekološki materijal u Vojvodini, može da se koristi i kao ispuna i termička izolacija u zidovima, podovima i tavanicama, a takođe i kao armatura koja povećava čvrstoću građevinskih elemenata. Pored malog koeficijenta toplotne provodljivosti, trska predstavlja i dobar zvučni izolator. Primeri kuća od naboja i trske, tzv. nabijače-trščare, koje su se nekada u velikoj meri gradile i bile široko rasprostranjene na teritoriji cele Vojvodine, zbog svoje velike postojanosti i izdržljivosti i danas se mogu pronaći i videti u mnogim njenim delovima.

FENESTRACIJA

Raspored, veličina i pozicija prozorskih otvora na fasadi utiče na osvetljenje, solarne dobitke toplote, ali i na kvalitet prirodne ventilacije unutrašnjeg prostora, zbog čega se fenestracija smatra vrlo važnim elementom bioklimatske arhitekture. Osim toga, otvori na fasadi predstavljaju mesta najveće transmisije i razmene toplote omotača zgrade sa okolinom pa su iz tog razloga i mesta najvećih potencijalnih gubitaka toplote.

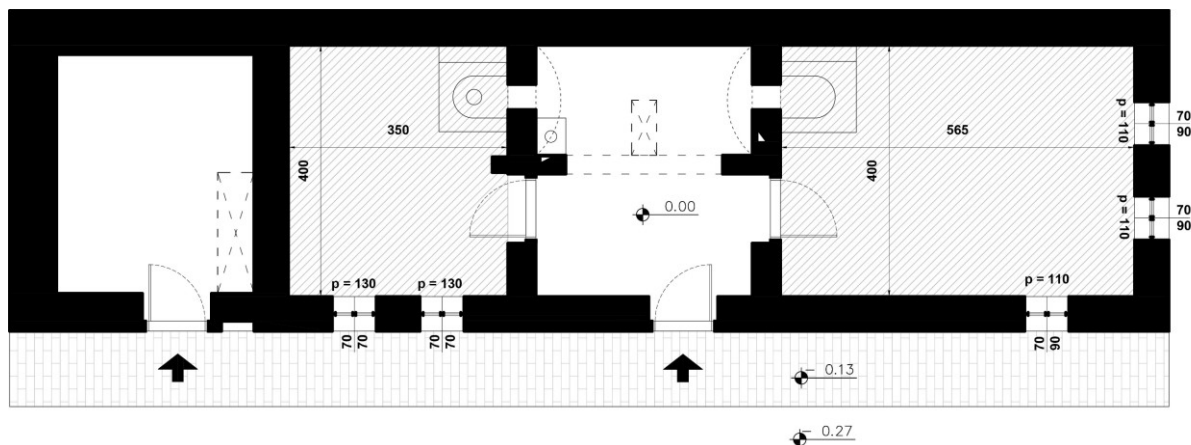
Pravilno dimenzionisanje prozorskih otvora na fasadi u predelima gde vlada umereno kontinentalna klima, kao što je slučaj u Ruskom Krsturu, podrazumeva da njihova ukupna površina zauzima 10 do 20% površine poda prostorije.⁵¹¹ Budući da je kod kuće u Ruskom Krsturu samo prizemlje grejani prostor, prilikom proračuna površina u obzir će se uzeti prozorski otvori na fasadama termičkog omotača prizemlja gostinske i sporedne sobe. Komora je prostorija u kući u kojoj se nije boravilo i koja se tradicionalno nije grejala zbog čega, osim manjeg ventilacionog otvora, nije imala prozore. Kuhinjski prostor takođe nije imao prozore

⁵⁰⁹ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁵¹⁰ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁵¹¹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

na fasadi. Potrebne dimenzije za proračun pomenutih prostorija date su na grafičkom prikazu osnove prizemlja predmetne kuće (slika 273).



Slika 273: Pozicija i veličina prozora predmetne kuće⁵¹²

Proračun površina prozora:

SPOREDNA SOBA:

P_p (površina poda prostorije) = 3.5 m x 4 m = 14 m²;

P_{pr} (površina prozorskih otvora) = 2 x (0.7 m x 0.7 m) = 2 x 0.49 m² = 0.98 m².

X % od 14 m² = 0.98 m²;

$X = (0.98 \times 100) / 14$;

X = 7 %

Iz proračuna površina sporedne sobe vidimo da prozorski otvori čine samo 7% površine poda prostorije, što nije dovoljno ako se uporedi sa standardom koji određuje da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda. Međutim, u vreme gradnje predmetne kuće u Ruskom Krsturu prozori su se tradicionalno gradili malih dimenzija i zauzimali su male površine na fasadi.

GOSTINSKA SOBA:

P_p (površina poda prostorije) = 5.65 m x 4 m = 22.6 m²;

P_{pr} (površina prozorskih otvora) = 3 x (0.7 m x 0.9 m) = 3 x 0.63 m² = 1.89 m².

X % od 22.6 m² = 1.89 m²;

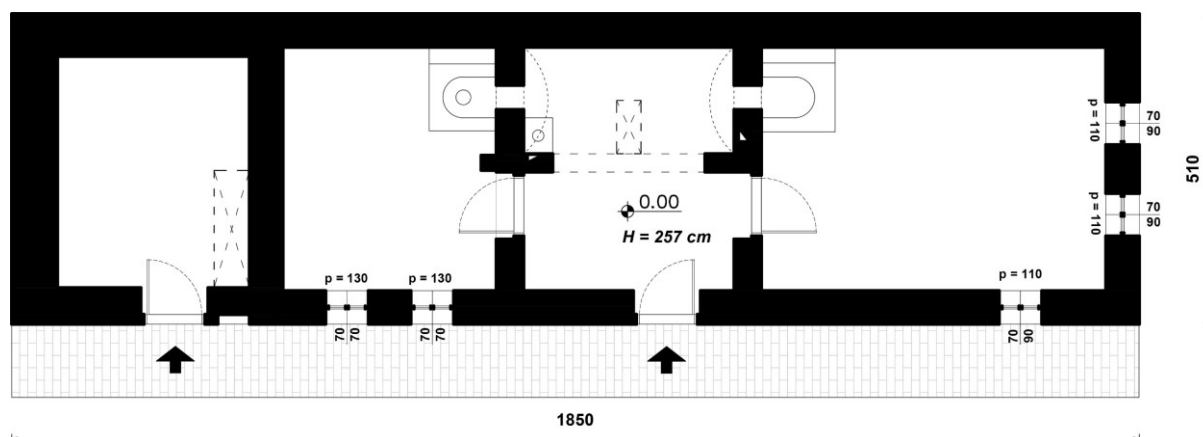
$X = (1.89 \times 100) / 22.6$;

X = 8.36 %

Proračun površina gostinske sobe pokazuje da prozorski otvori čine 8.36 % površine poda prostorije što takođe ne zadovoljava zahteve određene standardom.

⁵¹² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Drugi pokazatelj optimalne ravnoteže dimenzionisanja zastakljenih površina na fasadi kuće u svrhu poboljšanja bioklimatskih karakteristika određuje da površina prozora treba da čini približno 35% ukupne površine termičkog omotača.⁵¹³ Za potrebe proračuna procentualne zastupljenosti prozorskih otvora na termičkom omotaču predmetne kuće računace se ukupna površina termičkog omotača prizemlja, odnosno zbir površina svih fasada u visini prizemlja. U proračunu se uzima u obzir svetla visina prizemlja koja obuhvata grejani deo prostora, a iznosi 2.57 m. Potrebne dimenzije za proračun date su na grafičkom prikazu osnove prizemlja predmetne kuće (slika 274).



Slika 274: Dimenzije fasada i veličine prozora predmetne kuće⁵¹⁴

Proračun procentualne zastupljenosti površine prozorskih otvora na fasadi:

Po (ukupna površina termičkog omotača) = 2 x (5.1 m x 2.57 m) + 2 x (18.5 m x 2.57 m);

Po = 2 x 13.107 m² + 2 x 47.545 m²;

Po = 26.214 m² + 95.09 m²;

Po = 121.304 m².

Ppr (ukupna površina prozorskih otvora) = 2 x (0.7 m x 0.7 m) + 3 x (0.7 m x 0.9 m);

Ppr = 2 x 0.49 m² + 3 x 0.63 m²;

Ppr = 0.98 m² + 1.89 m²;

Ppr = 2.87 m².

X % od 121.304 m² = 2.87 m²;

X = (2.87 x 100) / 121.304;

X = 2.37 %.

Iz proračuna procentualne zastupljenosti površine prozorskih otvora na fasadi predmetne kuće, koja iznosi samo 2.37 % ukupne površine omotača, takođe vidimo da prozori nisu

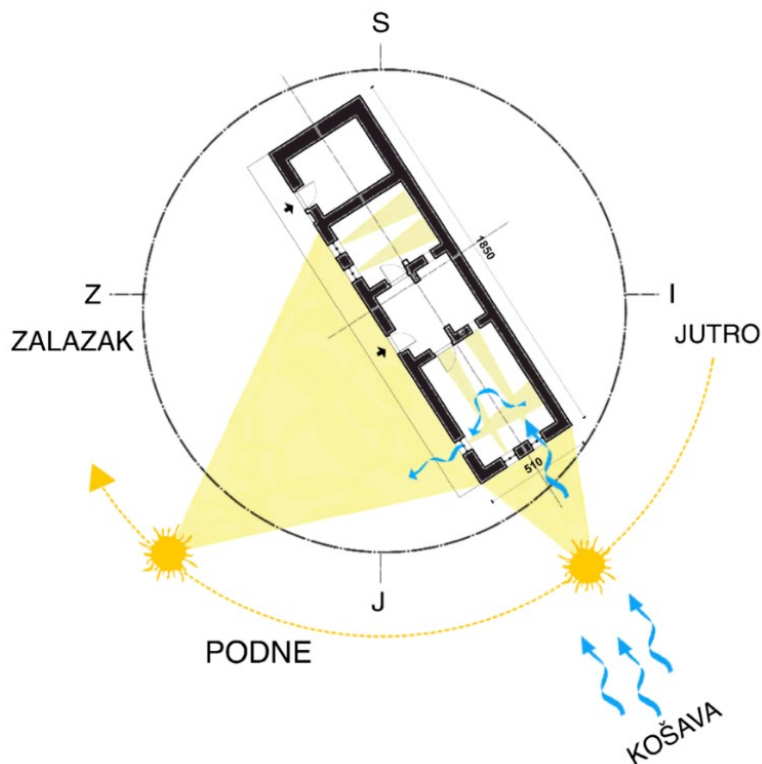
⁵¹³ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

⁵¹⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

dovoljno veliki niti su pravilno dimenzionisani u skladu sa savremenim zahtevima bioklimatske arhitekture.

Položaj prozora i drugih zastakljenih površina omotača, odnosno njihova orijentacija prema stranama sveta na datoj lokaciji, u velikoj meri utiče na količinu osvetljenosti i pasivnih solarnih dobitaka toplote unutrašnjih prostorija. Kod predmetne kuće u Ruskom Krsturu prozori sporedne sobe su pozicionirani na jugozapadnoj fasadi omogućavajući dotok sunčevog zračenja tokom druge polovine dana, što predstavlja dovoljnu količinu osvetljenosti i pasivnih solarnih dobitaka, obzirom da se u ovoj prostoriji retko kad boravilo. Glavna dnevna prostorija u kući, odnosno gostinska soba, ima vrlo povoljan položaj u odnosu na strane sveta. Prozorski otvori su pozicionirani na jugoistočnoj i na jugozapadnoj fasadi što doprinosi osvetljenju i pasivnim solarnim dobitcima tokom celog dana, od ranih jutarnjih časova (slika 275). Severozapadna fasada kuće je „slepa“, odnosno nema prozora na njoj, što u velikoj meri umanjuje toplotne gubitke u zimskom periodu.

Kod sporedne sobe na predmetnoj kući u Ruskom Krsturu nije omogućeno ostvarivanje prirodne poprečne ventilacije jer su prozori pozicionirani na samo jednoj, jugozapadnoj fasadi. Sa druge strane, gostinska soba, u kojoj se najviše boravilo, ima prozorske otvore na dve fasade, jugozapadnoj i jugoistočnoj, što poboljšava prirodnu ventilaciju. Pored toga, pravac vetra Košave, koji dolazi sa jugoistočne strane, tokom letnjih meseci u velikoj meri doprinosi poboljšanju prirodnog provetranja prostorije (slika 275).



Slika 275: Položaj prozorskih otvora u odnosu na strane sveta i dominantan vetar Košavu⁵¹⁵

⁵¹⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

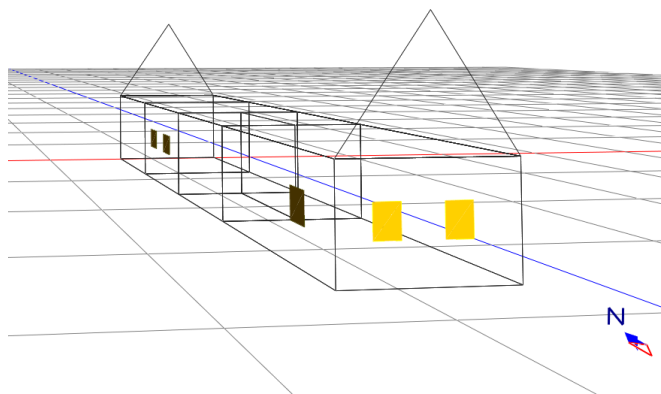
Vrsta zastakljenja prozorskih otvora kod predmetne kuće u Ruskom Krsturu je dvostruko staklo dimenzija 4+12+4 mm, dok su okviri izrađeni od drveta. Za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote transparentnog građevinskog elementa, U_w [W/(m²K)], koristeće se formula određena Pravilnikom o EE zgrada RS, saglasno standardu SRPS EN ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + I_g \times \psi_g}{A_g + A_f}$$

Proračun je izvršen pomoću softvera Knaufterm3d koji je usklađen sa Pravilnikom.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Prozor, Drveni okvir sa dvoslojnim staklom d= 4+12+4 mm	Prozorski otvori, deo termičkog omotača	$g = 0.75,$ $f = 0.25$

Tabela 24: Relevantni podaci za proračun koeficijenta prolaza toplote prozora⁵¹⁶



Slika 276: Grafički prikaz pozicija prozora u 3d modelu kuće⁵¹⁷

Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozorske otvore:

Osnovni $U_w = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_w = 3 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{wmax} = 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}, U_w > U_{wmax}$, sklop NE zadovoljava

Slika 277: Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozorske otvore pomoću softvera Knaufterm3d⁵¹⁸

Na osnovu izvedenog proračuna koeficijenta prolaza toplote za prozorske otvore predmetne kuće u Ruskom Krsturu zaključujemo da vrsta stakla i okvira ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti transparentnih površina termičkog omotača zgrade.

⁵¹⁶ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵¹⁷ Izvor ilustracije: izrađena u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁵¹⁸ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

Tabela 25: Karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač




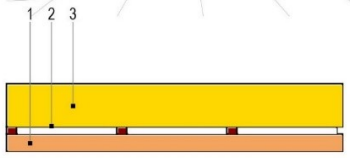
Br.	Sklop	d (cm)	Struktura slojeva		U _{max} [W/m ² K]	U [W/m ² K]
1.	Spoljni zid	55	1. Blatni malter 5.5cm 2. Nabijena zemlja 44 cm 3. Blatni malter 5.5 cm		0.4	0.386
2.	Pod na tlu	55	1. Blatni malter 5 cm 2. Nabijena zemlja 50 cm		0.4	0.361
3.	Međuspratna konstrukcija	38	1. Nabijena zemlja + slama 20 cm 2. Ploče od trske 5 cm 3. Bor (10 cm) + vazdušni sloj 13 cm		0.9	0.391
4.	Krovnna konstrukcija	47	1. Bor 12 cm 2. Pluta (7 cm) + vazdušni sloj 5 cm 3. Trska 30 cm		0.2	0.131
5.	Prozor	4+12+4	1. Drveni ram 2. Staklo 4+12+4 mm		1.5	3

Tabela 25: Karakteristike i U vrednosti sklopova termičkog omotača predmetne kuće⁵¹⁹

Na osnovu proračuna vrednosti koeficijenta prolaza toplote za sve tipove sklopova i elemenata predmetne kuće u Ruskom Krsturu vidimo da se nabijena zemlja, blatni malter, trska i slama mogu smatrati održivim građevinskim materijalima koji zadovoljavaju savremene zahteve za postizanje energetske efikasnosti i unutrašnjeg toplotnog komfora zgrada. Iz tog razloga je poželjna i preporučljiva njihova upotreba u savremenoj praksi. Sa druge strane, karakteristike prozorskih otvora, njihova površina i struktura, pokazale su se kao neadekvatne.

⁵¹⁹ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

Sprovedena i prikazana valorizacija predmetne dužne kuće u Ruskom Krsturu ukazuje na postojanje velikog broja oblikovnih i strukturalnih elemenata koji su u skladu sa okruženjem i utiču na poboljšanje njene bioklimatske arhitekture u celini. Povoljna konfiguracija ravnog terena i odgovarajuća orijentacija sela Ruski Krstur obezbeđuju adekvatnu osvetljenost i priliv sunčevih zraka do svakog objekta u naselju. Morfologija ortogonalne prostorne strukture, dugačke, prostrane parcele i široki poprečni profili ulica doprinose mogućnosti formiranja bioklimatskih elemenata i oblikovanja.

Nesvakidašnja, „obrnuta“ pozicija predmetne kuće, sa slepom fasadom orijentisanom ka ulici, predstavlja izuzetak u odnosu na većinu tradicionalnih vojvođanskih kuća. Osim pravila izgradnje za Rusine, koje je propisivala austrougarska vlast, pretpostavlja se da je razlog karakteristične orijentacije dužne predmetne kuće i njen položaj u odnosu na sunce. Rotiranjem glavne bočne fasade ka dvorišnoj, jugoistočnoj strani u kombinaciji sa formiranim funkcionalnim rasporedom prostorija, postignut je izuzetno povoljan položaj koji omogućava adekvatnu osvetljenost i velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote. I u ovom slučaju preparcelacija i usitnjavanje parcela, koje je nastupilo u određenom periodu, uticalo je na promenu veličine parcele predmetne kuće, ali bez ugrožavanja međusobnih odnosa sa susednim objektima. Kompozicija vojvođanskih pravougaonih dugačkih parcela sa ređanjem sadržajnih jedinica po njenoj dubini u velikoj meri doprinosi iskorišćenju sunčeve svetlosti i toplote u svrhu pasivnog solarnog zračenja i osvetljenja. Analizom odnosa sa susednim objektima zaključujemo da je predmetna kuća pažljivo pozicionirana tako da ovi odnosi nemaju uticaj na njenu osvetljenost i priliv sunčevog zračenja. U neposrednom okruženju kuće pozicionirano je listopadno drveće duž glavne ulice koje samo delimično stiti objekat od dominantnog vetra Severca u toku letnjeg perioda, dok zimi, kada lišće opadne, ovo drveće gubi svoju funkciju zaštite. Međutim, orijentacijom slepe fasade i smeštanjem negrejanog prostora komore do ulice izbegnut je negativan uticaj vetra Severca na toplotne gubitke. Sa druge strane listopadno drveće na susednoj parceli u određenoj meri štiti objekat od letnjeg pregrevavanja prostora zaklanjajući sunce koje dolazi iz pravca jugoistoka.

Toplotno zoniranje kuće je dobro osmišljeno i koncipirano sa adekvatnim rasporedom prostorija koji omogućava osvetljenost i veliku količinu pasivnih solarnih dobitaka toplote soba u kojima se najviše boravilo u kući. Sa druge strane, pozicija negrejanog prostora komore i tavana formira tampon zone kao zaštitu grejanog prostora prizemlja od negativnih spoljašnjih uticaja. Slepna podužna severoistočna fasada onemogućava ostvarenje prirodne poprečne ventilacije prostorija. Kompaktnost forme i oblika predmetne kuće u Ruskom Krsturu doprinosi manjim toplotnim gubicima i većoj energetskej efikasnosti. Analizom i energetskej proračunom konstruktivnih elemenata i strukturalnih slojeva njihovih sklopova zaključujemo da prirodni materijali iz neposrednog okruženja, koji su korišćeni u izgradnji: nabijena zemlja, trska i blatni malter, predstavljaju održive građevinske materijale koji zadovoljavaju savremene zahteve energetske efikasnosti i čija je upotreba preporučljiva i u savremenoj arhitekturi.

9.2.3. Preka kuća – kuća u Gakovu

Kao reprezentativni primer tipične preke kuće biće analizirana i valorizovana kuća u vojvođanskom selu Gakovo koje se nalazi na području opštine Sombor. Iako je naselje nastalo polovinom 18. veka, predmetna kuća je izgrađena tek 1833. godine, u prvoj polovini 19. veka i zapravo predstavlja primer dvojne preke kuće sa ajnfort kapijom koja deli zajednički kolski ulični ulaz i tavanski prostor sa kućom na susednoj parceli. Međutim, za analizu u doktorskoj disertaciji odabrana je samo jedna, dok će odnos sa susednim objektima biti analiziran i obrazložen u okviru njene valorizacije. Predmetna kuća predstavlja tipičan primer najrazvijenijeg oblika tzv. „švapske kuće“ koje su gradili Nemci po dolasku na teritoriju Gakova. To su dvojne preke kuće, koje se nalaze pod istim krovom i imaju zajednički tavanski prostor u kojem se skladištilo žito, a koje deli dvokrilna ajnfort kapija izrađena od drveta. Ovakve kuće su obično imale dve ili više soba do ulice. Prema podacima iz 1728. godine, selo je pretežno bilo naseljeno Srbima, a kolonizacija Nemaca započinje 1748. godine. Nemci se u Gakovo doseljavaju iz drugih delova Vojvodine a do 1910. godine su činili većinu stanovništva naselja. Nakon odlaska Nemaca, posle Drugog svetskog rata, u selu su uglavnom ostali Srbi, pa je prema popisu stanovništva iz 1948. godine u njemu bilo samo 59 stanovnika. Danas u Gakovu živi 1810 stanovnika različite etničke pripadnosti, dok većinsko stanovništvo i dalje čine Srbi.⁵²⁰

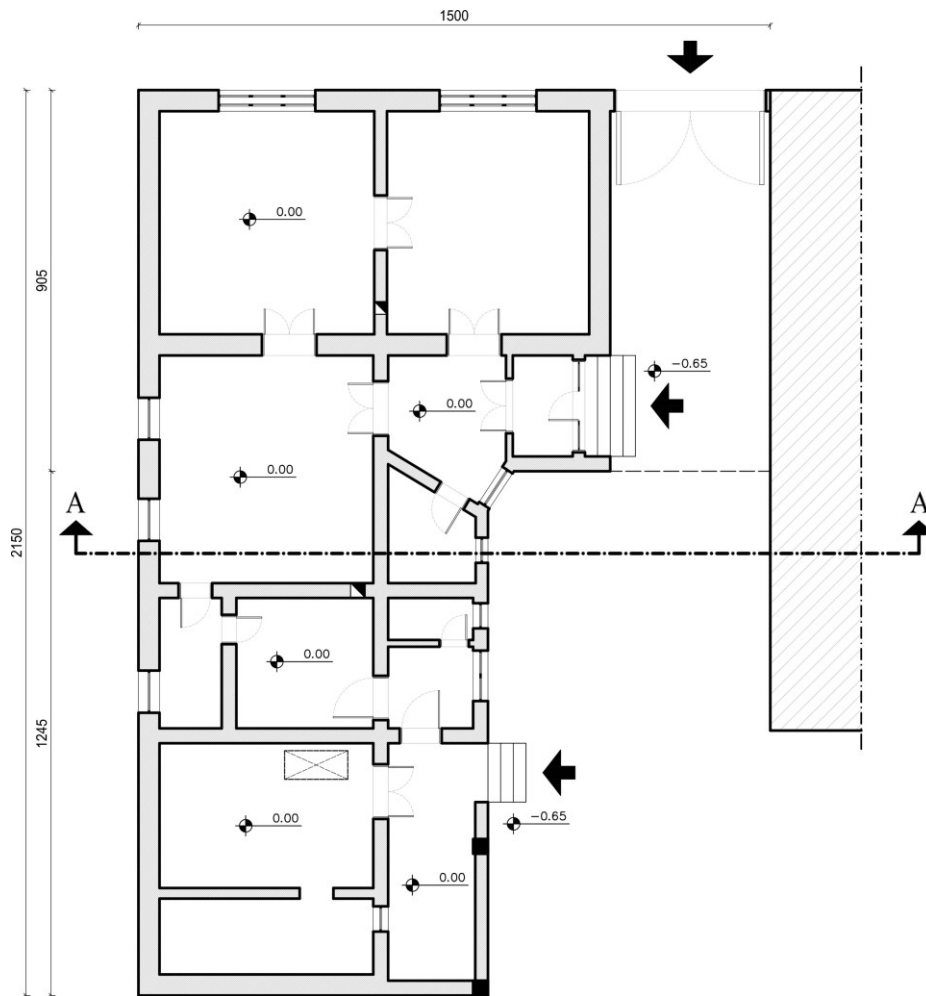
Gakovo je pretežno agrarna sredina čije se stanovništvo uglavnom bavi poljoprivredom. Prema popisu iz 2002. godine u poljoprivrednim zanimanjima angažovano je 52,2% aktivnog stanovništva. U naselju postoji poljoprivredno preduzeće „Graničar“ koje se bavi ratarskom i stočarskom proizvodnjom.⁵²¹ Osim toga, jedino industrijsko preduzeće po kojem je selo poznato je stara ciglana koja je otvorena u doba kolonizacije Nemaca na ovom području. U ciglani se proizvodila opeka starog formata kojom su uglavnom i bile građene nemačke kuće.

Osnovni građevinski materijal predmetne kuće u Gakovu je opeka starog formata, dok su nadograđeni delovi, prilikom zatvaranja trema, građeni novom opekom u kasnijem periodu. Predstavlja tip preke kuće četvorodelne prostorne strukture sa dve sobe razvijene uz uličnu regulacionu liniju. Prilikom gradnje kuća je imala otvoreni trem duž podužne jugoistočne fasade. U kasnijem periodu trem je delimično zatvoren čime su formirane nove prostorije i kuća je podeljena na dva stana (slika 278). U središnjem delu kuće tradicionalno je smeštena kuhinja, odnosno ognjište, dok su glavna i sporedna dnevna soba organizovane i orijentisane ka ulici, formirajući uličnu fasadu. Kuća ima jedan ulični, kolski prilaz koji se nalazi pod istim krovom sa susednim objektom, dok se u samu kuću ulazi iz dvorišta, odnosno sa trema (slika 278). Budući da je podeljena na dva stana, formirana su dva odvojena ulaza iz dvorišta. Predmetna kuća se nalazi na glavnom središnjem putu u naselju nekadašnjeg naziva Maršala Tita, a današnjoj ulici Kralja Petra br. 63, na katastarskoj parceli br. 557/1 k.o.

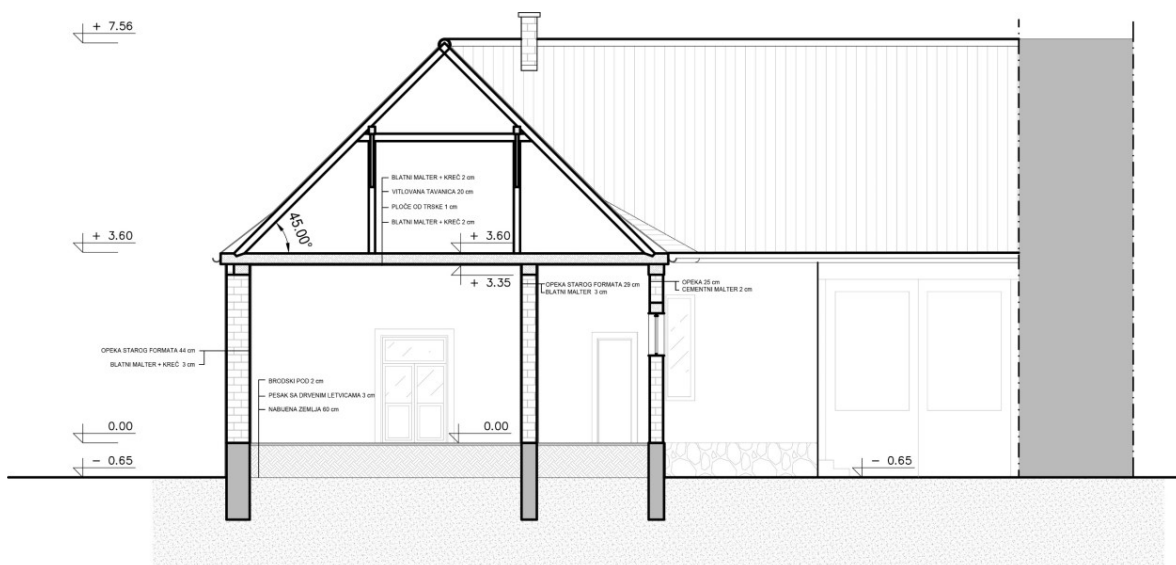
Slike 278 i 279 predstavljaju grafičke crteže osnove i preseka kuće u Gakovu, kao ulazne podatke za njenu analizu i valorizaciju.

⁵²⁰ <https://sr.wikipedia.org>

⁵²¹ <https://sr.wikipedia.org>



Slika 278: Osnova kuće u Gakovu⁵²²



Slika 279: Presek kuće u Gakovu⁵²³

⁵²² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵²³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja

1. KONFIGURACIJA TERENA I KLIMATSKI ASPEKTI

Gakovo je seosko naselje koje pripada opštini Sombor u Zapadnobačkom okrugu, a pozicionirano je na krajnjem severozapadu Vojvodine, blizu mađarske granice. Precizne koordinate sela su 45⁰ 53' severne geografske dužine i 19⁰ 4' istočne geografske širine. Preovladava ravničarski reljef sa blagom valovitosti terena koja ne narušava široka ravna prostranstva koja se šire u nedogled.⁵²⁴ Gakovo leži na lesnoj terasi nadmorske visine 92 m, koja je zastupljena u čitavoj oblasti i čija se debljina sloja kreće od 2-3 m. Dejstvom dominantnih vetrova formirana je prostrana ravnica sa dinastim uzvišenjima.⁵²⁵ Pretežno ravan reljef i nepostojanje uzvišenja koja bi remetila osunčanost i stvarala zaklon doprinose mogućnosti povoljne orijentacije objekata u naselju, a sa ciljem ostvarivanja većih pasivnih solarnih dobitaka (slika 280 i 281).



Slika 280 i 281: Fotografije sela Gakovo⁵²⁶

U Gakovu je zastupljeno zemljište visokog boniteta, u najvećoj meri černoziem, zatim livadska crnica i slatinasto zemljište. Korisni slojevi zemljišta se nalaze na dubini od 50 do 80 cm.⁵²⁷ Iz tog razloga može se zaključiti da bi na teritoriji Gakova bila moguća gradnja kuća od nabijene zemlje, kao građevinskog materijala sa odličnim energetske i termoizolacionim karakteristikama. Međutim, u selu postoji vrlo mali broj kuća koje su građene ovom tehnikom jer su uglavnom sve građene opekom starog formata koja je proizvedena u nekadašnjoj ciglani koja je otvorena u vreme nemačke kolonizacije ovog područja. Osim zemlje, u neposrednoj blizini Gakova se može pronaći i trska koja takođe predstavlja ekološki građevinski materijal odličnih termoizolacionih sposobnosti koja se koristi u oblikovanju bioklimatske arhitekture. U neposrednoj blizini naselja nalaze se šume kojih ima malo, ali se one stalno uvećavaju formirajući vetrozaštitni pojas.

Gakovačkim atarom protiče reka Mostonga, duga 70 km, leva pritoka Dunava koja izvire iz močvarnog predela kod Sombora. Ova reka je nekada bila bogata vodom i bila je plovna. Kada su formirani rečni tokovi Veliki bački kanal i kanal Dunav-Tisa-Dunav, Mostonga je znatno

⁵²⁴ <https://www.sombor.rs/mz-gakovo>

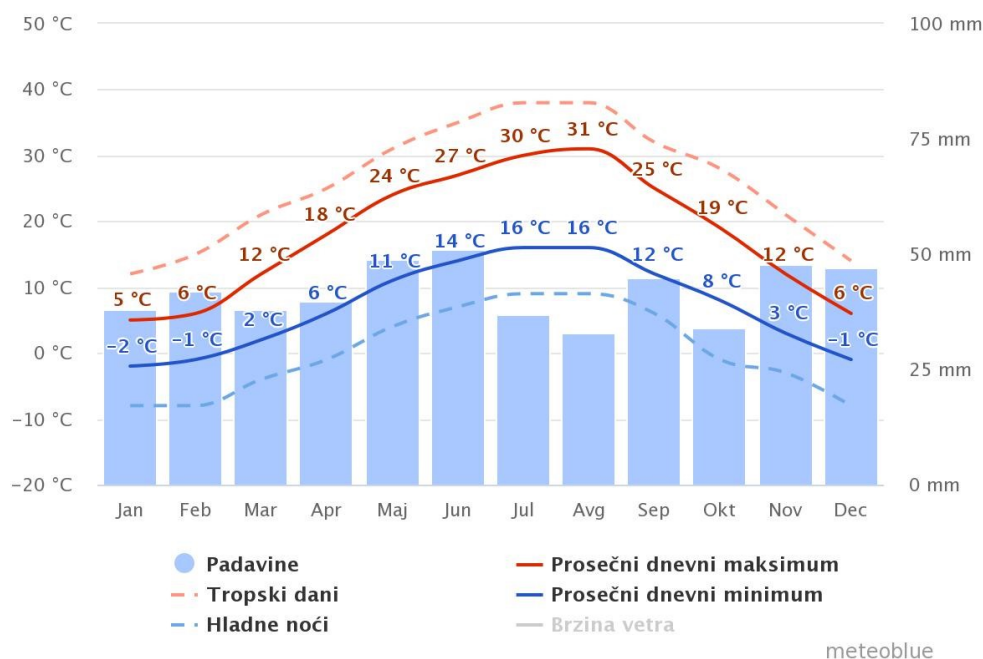
⁵²⁵ <https://www.sombor.rs/mz-gakovo>

⁵²⁶ Internet izvor fotografija: <https://www.ravnoplov.rs/gakovo>

⁵²⁷ <https://www.sombor.rs/mz-gakovo>

sužena i danas nije veća od potoka a ponekad se dešava i da presuši. Podzemne vode na relativno plitkom nivou ispod površine zemlje omogućile su formiranje sopstvenog vodovoda u selu. Naselje poseduje izvorište koje je otvoreno 1970. godine u centralnom delu sela a vodozahvati se vrši iz tri bunara izgrađena 1970., 1980. i 1995. godine. Sva tri bunara su oko 140 m dubine.⁵²⁸ Postojanje izvorišta u velikoj meri doprinosi mogućnosti formiranja i instalacije geotermalnih pumpi za proizvodnju energije za potrebe grejanja i hlađenja objekata.

Klima u Gakovu ima sve odlike kontinentalne i umereno kontinentalne, sa oko 2.000 sunčanih sati godišnje, a prosečna količina padavina kreće se od 650 do 700 milimetara godišnje. Topla leta omogućavaju pasivne solarne zahvate, odnosno potencijalno formiranje sistema pasivnog solarnog grejanja kao jedne od strategija bioklimatskog oblikovanja, dok je zimi potrebno obezbediti zagrevanje radijacijom iz termalnih masa. Slika 282 prikazuje dijagram prosečnih mesečnih temperatura i padavina za seosko naselje Gakovo, merenih za 2020. godinu, prema podacima preuzetim sa meteoblue stanice, čiji su klimatski dijagrami bazirani na 30 godišnjim časovnim meteorološkim modelima i prognozama, dostupnim za bilo koje mesto na Zemlji.

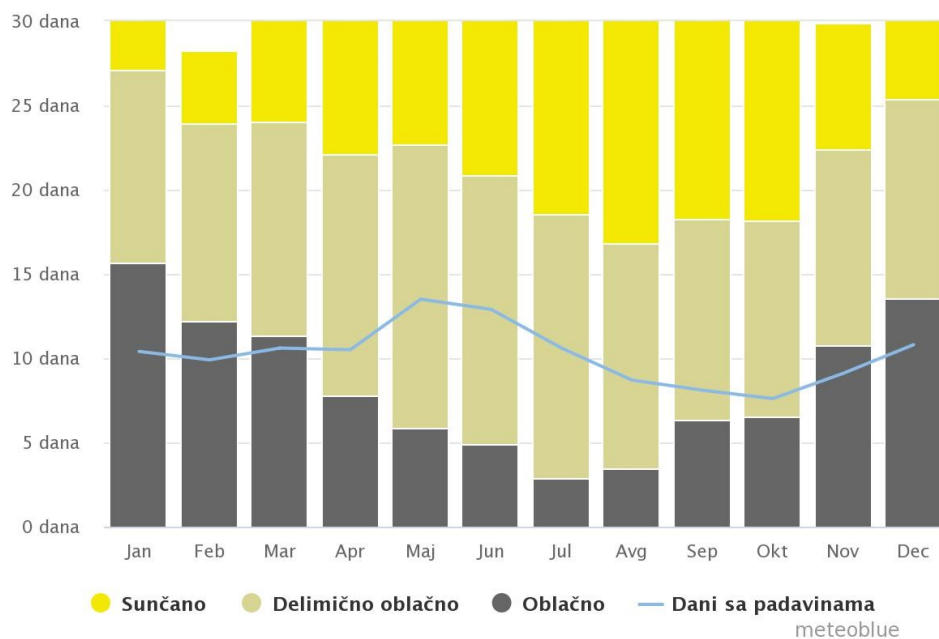


Slika 282: Dijagram prosečnih mesečnih temperatura i padavina za selo Gakovo⁵²⁹

Dijagram 282 prikazuje prosečne dnevne maksimalne i minimalne temperature u Gakovu za svaki mesec u godini, iz čega zaključujemo da prosečna godišnja temperatura iznosi 12,45⁰ C. Takođe vidimo da je najhladniji mesec u godini januar, prosečne temperature 1,5⁰ C, a najtopliji je avgust, sa prosečnom temperaturom 23,5⁰ C. Stoga je poželjno najveće solarne zahvate planirati u avgustu. Na dijagramu su prikazane i prosečne mesečne padavine, a mesečni maksimum i najveća količina padavina je u junu mesecu i iznosi 51 mm.

⁵²⁸ Plan generalne regulacije naseljenog mesta Gakovo 2008-2028. godine, Javno preduzeće za prostorno i urbanističko planiranje Urbanizam i zaštitu spomenika kulture, 2008.

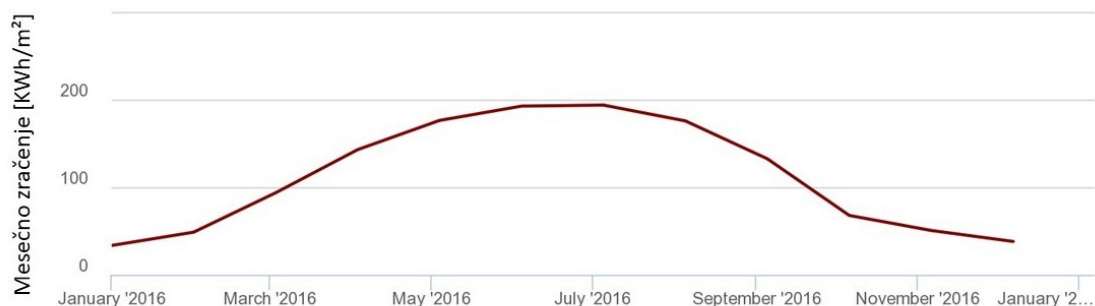
⁵²⁹ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>



Slika 283: Dijagram mesečnih vrednosti sunčanih, oblačnih i kišnih dana za selo Gakovo⁵³⁰

Dijagram 283 prikazuje mesečne vrednosti sunčanih, delimično oblačnih, oblačnih i kišnih dana u godini za područje sela Gakova. Najviše sunčanih dana ima u mesecu avgustu, dok najviše oblačnih ima mesec januar. Najviše dana sa padavinama ima u maju mesecu.

Mesečne procene sunčevog zračenja



Slika 284: Dijagram prosečnih mesečnih količina sunčevog zračenja za selo Gakovo⁵³¹

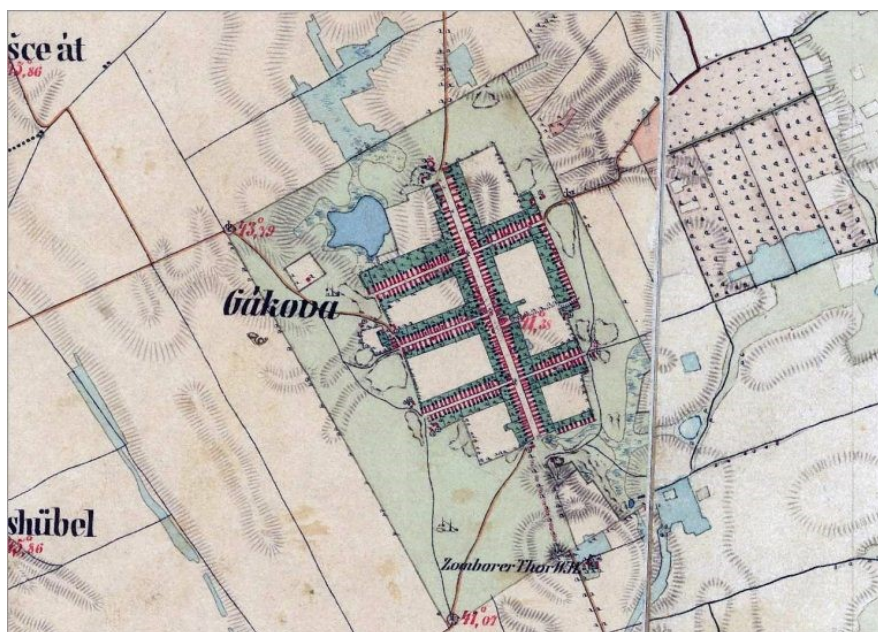
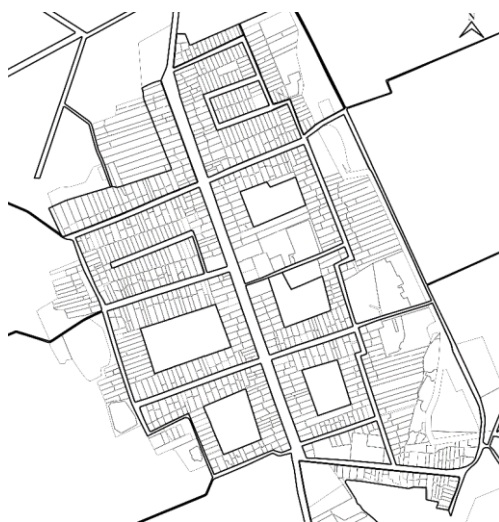
Na dijagramu 284 prikazane su prosečne mesečne količine sunčevog zračenja u Gakovu za 2016. godinu. Iz njega vidimo da najveće količine sunčevog zračenja Gakovo prima u julu i avgustu mesecu. Kao i na području cele Vojvodine pa tako i u Gakovu dominantni vetrovi su Košava i Severac. Najčešći je vetar Severac koji duva sa severa i severozapada relativno malom prosečnom jačinom 2,8 po Boforovoj skali, dok je na drugom mestu po jačini jugoistočni vetar Košava koji duva prosečnom jačinom 1,9 Bofora. Iz toga zaključujemo da je zaštitu u obliku zelenila i pejzažnog uređenja poželjno formirati na severnim, severozapadnim i jugoistočnim stranama objekata.

⁵³⁰ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

⁵³¹ Izvor ilustracije: <https://www.meteoblue.com>

2. MORFOLOŠKA STRUKTURA NASELJA

Gakovo je manje seosko naselje na krajnjem severu Vojvodine koje se prostire na 45,8 km². Prema podacima iz 1658. godine na ovom području se nalazila istoimena pustara, dok je selo relativno kasno oformljeno, polovinom 18. veka. U početku je to bilo neplanski stvoreno naselje bez jasno definisanih principa planske gradnje, dok je morfologija koja se danas prepoznaje formirana dolaskom Nemaca na teritoriju Gakova (slika 285). Slika 285 prikazuje mapu Gakova iz 1870. godine na kojoj se uočava ortogonalna morfološka struktura terezijanskog planiranja prostora. Selo se razvijalo duž glavnog kolskog puta, i danas popločanog kaldrmom, koji predstavlja glavnu saobraćajnu vezu naselja sa susednim mestima. Kasnijim širenjem formirane su tri manje i uže poprečne ulice, kao i jedna ulica paralelna sa glavnim. Centar sela se nalazi u sredini glavne ulice i u njemu su izgrađeni neki od javnih objekata, uprava zemljoradničke zadruge, pošta, škola i crkva. Selo ima sopstveni vodovod i asfaltirane ulice. Ortogonalna mreža ulica i jasna podela naselja na pravilne pravougaone parcele se zadržala do danas (slika 286). Morfologija se odlikuje velikom kompaktnosti naselja i ravnomernom podelom na kvadratne stambene blokove u čijem se središtu nalaze prostrane zelene obradive površine. Kuće su izgrađene na prostranim parcelama sa velikim pripadajućim okućnicama i poljoprivrednim zemljištem. U planimetriji naselja uočava se jasna podela parcela na dva dela, kuću sa dvorištem i okućnicom i obradivo zemljište, odnosno baštu (slika 287).



Slika 285: Mapa Gakova iz 1870 godine⁵³²

⁵³² Izvor mape: <https://www.ravnoplov.rs/gakovo>



Slika 286: Morfološka struktura sela Gakovo⁵³³



Slika 287: Planimetrijski prikaz manjeg dela sela Gakovo⁵³⁴

⁵³³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J. prema karti sela Gakova, izvor: <http://crpd.gov.rs>

⁵³⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J. prema karti sela Gakova, izvor: <http://crpd.gov.rs>

Na slici 287 prikazana je planimetrija manjeg dela sela Gakovo u kome je pozicionirana predmetna kuća. Uočava se jasna podela parcela na dvorišni deo okućnice i obradivo poljoprivredno zemljište. Kuće su izgrađene tako da sve izlaze na uličnu regulacionu liniju i ne zauzimaju više od 30% površine parcela. Homogena gustina izgrađenosti i proporcionalan odnos izgrađenog i neizgrađenog, gde slobodne zelene površine zauzimaju veći deo teritorije naselja, ukazuju na kompaktan konceptualni razvoj koji je zadržan do danas. Unutarblokovski prostori se odlikuju prostranim obradivim površinama koje imaju potencijal za razvoj zajedničke poljoprivredne proizvodnje u naselju, u okviru strategije i „programa poljoprivredne zajednice“.

Selo je dužom stranom, odnosno glavnom ulicom, orijentisano u pravcu jugoistok-severozapad, a kraćom u pravcu jugozapad-severoistok, što doprinosi mogućnosti povoljne orijentacije svih objekata u odnosu na sunce i dominantne vetrove. Položaj naselja i njegova fizička struktura obezbeđuju svim kućama orijentaciju dve različite fasade ka jugu i istoku što povećava pasivne solarne dobitke, omogućava primenu sistema pasivnog solarnog grejanja i obezbeđuje osvetljenost u toku većeg dela dana (slika 288).

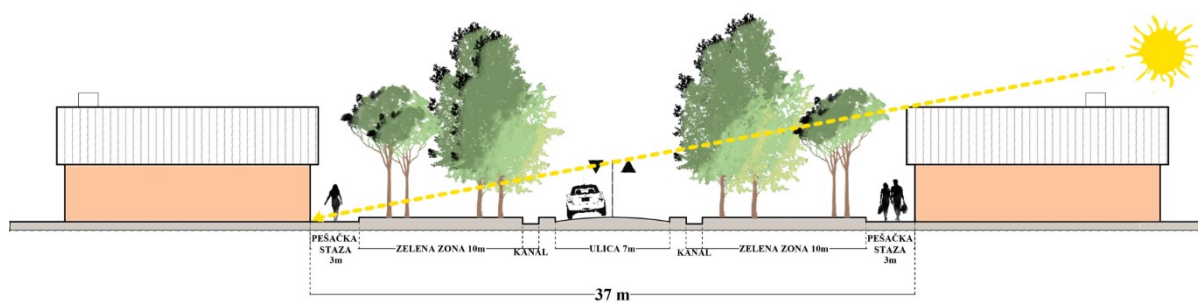


Slika 288: Dijagram osvetljenosti kuća u fizičkoj strukturi naselja Gakovo⁵³⁵

Na slici 289 prikazan je poprečni profil glavne ulice Kralja Petra u Gakovu čija širina varira od 30m do 40m, a na mestu gde je pozicionirana predmetna kuća iznosi 37m. Široki ulični profil i mala visina prizemnih kuća sa obe strane ulice omogućavaju sunčevoj svetlosti da dopre do svakog pojedinačnog objekta što obezbeđuju nesmetanu insolaciju i pasivne solarne dobitke

⁵³⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J. prema karti sela Gakova, izvor: <http://crpd.gov.rs>

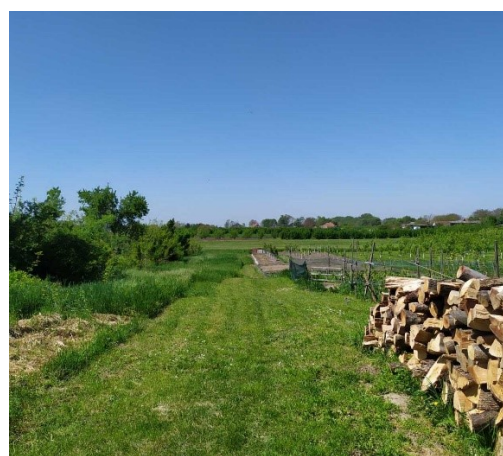
(slika 289). Linijsko zelenilo koje je formirano u dva reda duž celog puta pruža zaštitu od dominantnih vetrova Košave i Severca i stvara hlad koji štiti od letnjeg pregrejavanja unutrašnjih prostorija.



Slika 289: Poprečni profil glavne ulice Kralja Petra⁵³⁶

3. ORGANIZACIJA KUĆIŠTA

Predmetna kuća u Gakovu je pozicionirana na katastarskoj parceli br. 557 k.o., koja je pravougaonog oblika i ukupne površine 1945 m². Budući da predstavlja tip dvojne preke kuće, na istoj parceli se nalazi još jedna, susedna kuća sa kojom deli zajednički ulaz i tavanski prostor (slika 290). Međutim, okućnica i njeni pripadajući delovi jasno su diferencirani na dva dela pravolinijskim usitnjavanjem parcele, što je na slici 292 prikazano isprekidanom linijom. Pomoćni objekti koji su se nekada nalazili u sklopu okućnice: šupa, svinjac i poljski toalet, danas više ne postoje jer su u određenom periodu srušeni.



Slika 290: Zajednički ulaz i krov dvojne preke kuće Slika 291: Poljoprivredno zemljište predmetne kuće⁵³⁷

Predmetna kuća predstavlja tip preke kuće koja je svojom bočnom stranom pozicionirana na regulacionu linije glavne ulice u selu, ul. Kralja Petra, a parcela je svojom dužom stranom orijentisana u pravcu jugozapad-severoistok (slika 292). Budući da u okviru kućišta i u neposrednom okruženju ne postoje drugi objekti veće visine, orijentacija i povoljan položaj predmetne kuće omogućavaju sunčevoj svetlosti da dopre sa juga i istoka što obezbeđuje

⁵³⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵³⁷ Izvor ilustracija: fotografije sa terena, autor Stanišić J.

pasivne solarne dobitke i adekvatnu osvetljenost unutrašnjih prostorija tokom dana (slika 292). Pravougaoni oblik parcele velike dužine 84,44m, kao i povoljna orijentacija i položaj pružaju mogućnost izgradnje novih sadržajnih jedinica koje bi se slagale po njenoj dubini bez ometanja insolacije. Parcela predmetne kuće je jasno podeljena na dva dela, kuću sa okućnicom i obradivo zemljište koje je namenjeno poljoprivrednoj proizvodnji u okviru domaćinstva (slika 292). Kuća ima obezbeđen popločani kolski prilaz sa glavne ulice u selu i trotoar širine 3m koji se pruža duž bočne ulične fasade.



Slika 292: Situacioni plan predmetne kuće u Gakovu⁵³⁸

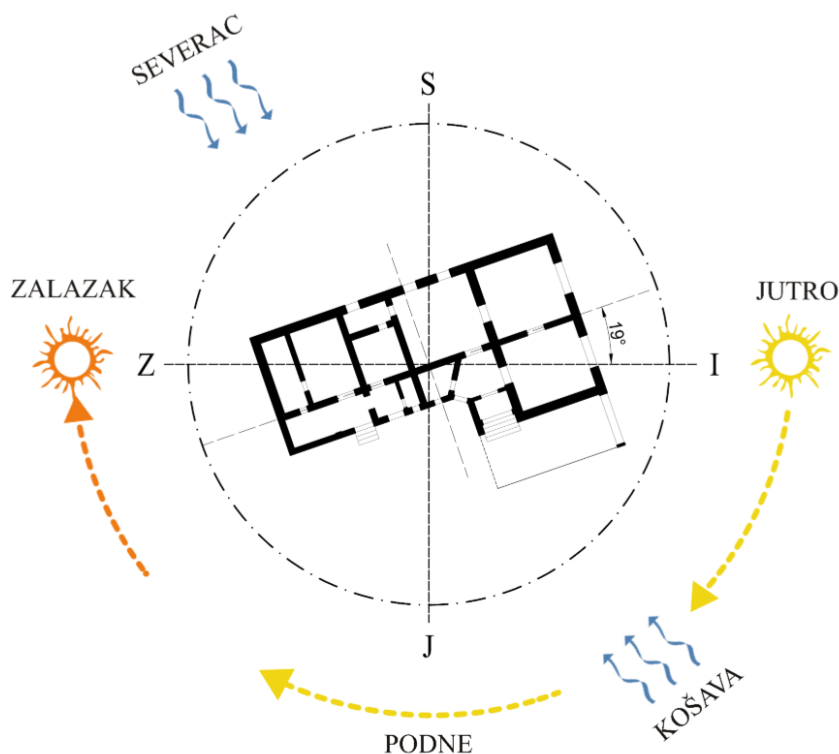
4. ORIJENTACIJA OBJEKTA

Autori brojnih istraživanja bioklimatske i energetske efikasne arhitekture, kao najpovoljniju orijentaciju, preporučuju smeštanje objekta blago istočno od juga, pod uglom od 15° ⁵³⁹. Predmetna kuća u Gakovu ima približno idealnu orijentaciju u odnosu na sunce, širom stranom je orijentisana u pravcu istok-zapad, sa podužnom fasadom pod uglom od 19° istočno od juga (slika 293). Orijentacija i položaj omogućavaju izlaganje dve različite fasade sunčevim zracima što obezbeđuje pasivne solarne dobitke, zagrevanje objekta od ranih jutarnjih časova i povoljnu osvetljenost tokom celog dana. Budući da je na ove dve fasade formirana većina prozorskih i drugih otvora glavnih dnevnih prostorija, može se zaključiti da predmetna kuća ima vrlo povoljnu orijentaciju. Jugozapadna fasada je slepa i na tom kraju kuće se nalazi šupa, odnosno komora bez prozorskih otvora. Severozapadna fasada, do koje ne dopiru sunčevi zraci,

⁵³⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵³⁹ Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.

prvobitno je takođe bila slepa, ali su vlasnici u određenom periodu na njoj formirali visoke prozorske otvore u predelu gde se kuća ne oslanja na susedni objekat. Ovi prozori obezbeđuju prirodnu poprečnu ventilaciju unutrašnjih prostorija leti, čemu doprinosi jedan od dominantnih vetrova Severac koji duva iz severnog i severozapadnog pravca. Sa druge strane, tokom zimskom perioda, potrebno je obezbediti zaštitu od hladnog vetra Severca u vidu zelenila i drugih barijera.



Slika 293: Arhitektonski dijagrami orijentacije predmetne kuće u Gakovu⁵⁴⁰

U zimskom periodu, kada sunčevi zraci putuju pod manjim uglom u odnosu na zemljinu površinu, do kuće dopire znatno veća količina toplote i pasivnih solarnih dobitaka. Leti, kada se sunčeva putanja nalazi visoko na horizontu, mnogo manje sunčevih zraka dospeva do objekta čime je obezbeđena zaštita od pregrevavanja unutrašnjih prostorija.

5. ODNOS PREMA SUSEDNIM OBJEKTIMA

Budući da predmetna kuća u Gakovu predstavlja jednu od dve koje zajedno čine tip dvojne preke kuće, u njenom bliskom okruženju, na istoj parceli, pod istim krovom se nalazi kuća jednake visine sa kojom deli tavanski prostor. Međutim, osim zajedničkog ulaza i tavana, one u potpunosti čine dve različite odvojene stambene jedinice na međusobnom rastojanju od 6,7 m. Pored toga, na zidu koji ograđuje zajednički ulazni hodnik, predmetna kuća nema prozorske otvore jer on predstavlja deo sobe u kojoj su prozori formirani na severoistočnoj uličnoj fasadi. Iz tog razloga, na osnovu terenskog istraživanja u martu mesecu, odnosno prelaznom periodu između godišnjih doba zime i proleća, uočeno je da susedna kuća na istoj parceli ne stvara

⁵⁴⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

zaklon i nema veliki uticaj na osvetljenost i pasivne solarne dobitke predmetne kuće, što se može videti na fotografijama snimljenim prilikom terenskog obilaska (slike 294 i 295). Na fotografijama se jasno vidi da susedna kuća stvara senku koja ne dopire do jugoistočne fasade predmetne kuće.



Slike 294 i 295: Prikaz međusobnog odnosa predmetne i susedne kuće koje zajedno čine tip dvojne preke kuće⁵⁴¹

Na susednoj parceli, sa leve strane, nalazi se zgrada ambulante koja takođe predstavlja tip dvojne preke kuće i pruža se čitavom širinom parcele. Obzirom da je jednake visine kao i predmetna kuća, ona ne stvara zaklon i ne blokira prolaz sunčevoj svetlosti (slika 297). Važno je napomenuti da se levom stranom duž celog uličnog poteza nalaze kuće koje su sve jednakih visina i orijentisane su tako da nijedna ne stvara zaklon i ne sprečava prolaz sunčevim zracima iz južnog i jugoistočnog pravca, što se može videti na grafičkom prikazu situacionog plana predmetne kuće (slika 292). Sa desne strane, na susednoj parceli, nalazi se kuća manje visine i na velikom rastojanju od 15 m. U sklopu ove parcele izgrađen je jedan pomoćni objekat koji se jednim delom oslanja na slepu fasadu predmetne kuće. Budući da je pozicioniran tako da se oslanja na slepu severozapadnu fasadu i takođe je manje visine, nema uticaj na toplotne dobitke i osvetljenost (slika 296).

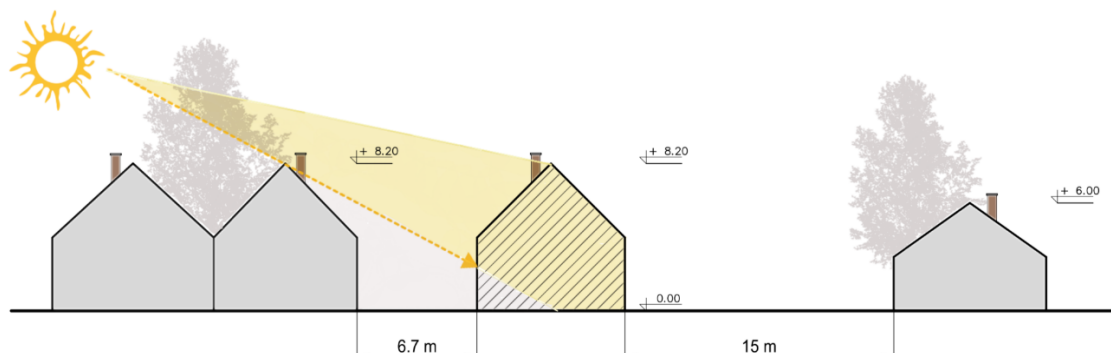


Slika 296: Odnos predmetne kuće i pomoćnog objekta na susednoj, severozapadnoj parceli⁵⁴²

⁵⁴¹ Izvor fotografija: terenski snimak autora Stanišić J.

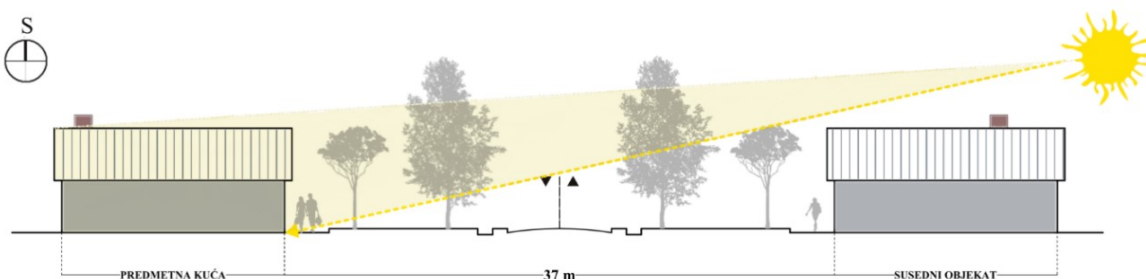
⁵⁴² Izvor fotografije: terenski snimak autora Stanišić J.

Na slici 297 je prikazan podužni profil glavne ulice Kralja Petra na koju izlazi predmetna kuća i na njoj je ilustrovan međusobni odnos sa susednim objektima. Profil koji je prikazan na slici predstavlja podužni presek kroz unutrašnja dvorišta kuća sa leve strane ulice, kako bi se jasno uočio uticaj svih susednih objekata na osvetljenost i solarne dobitke predmetne kuće.



Slika 297: Uticaj udaljenosti i visinskih razlika susednih objekata na osunčanost predmetne kuće⁵⁴³

Na suprotnoj strani glavne ulice u naselju, nasuprot predmetne kuće, nalazi se prizemni objekat iste visine. Međusobna udaljenost iznosi 37 m, kolika je širina uličnog profila u tom delu sela. Zbog velike udaljenosti i relativno male visine, objekat pozicioniran na suprotnoj strani ulice nema uticaj na sunčeve i toplotne dobitke i ne remeti osvetljenost i insolaciju iz istočnog pravca severoistočne, ulične fasade predmetne kuće u Gakovu na kojoj su orijentisani prozorski otvori glavnih dnevnih prostorija (slika 298).



Slika 298: Odnos predmetne kuće i susednog objekta na suprotnoj strani ulice⁵⁴⁴

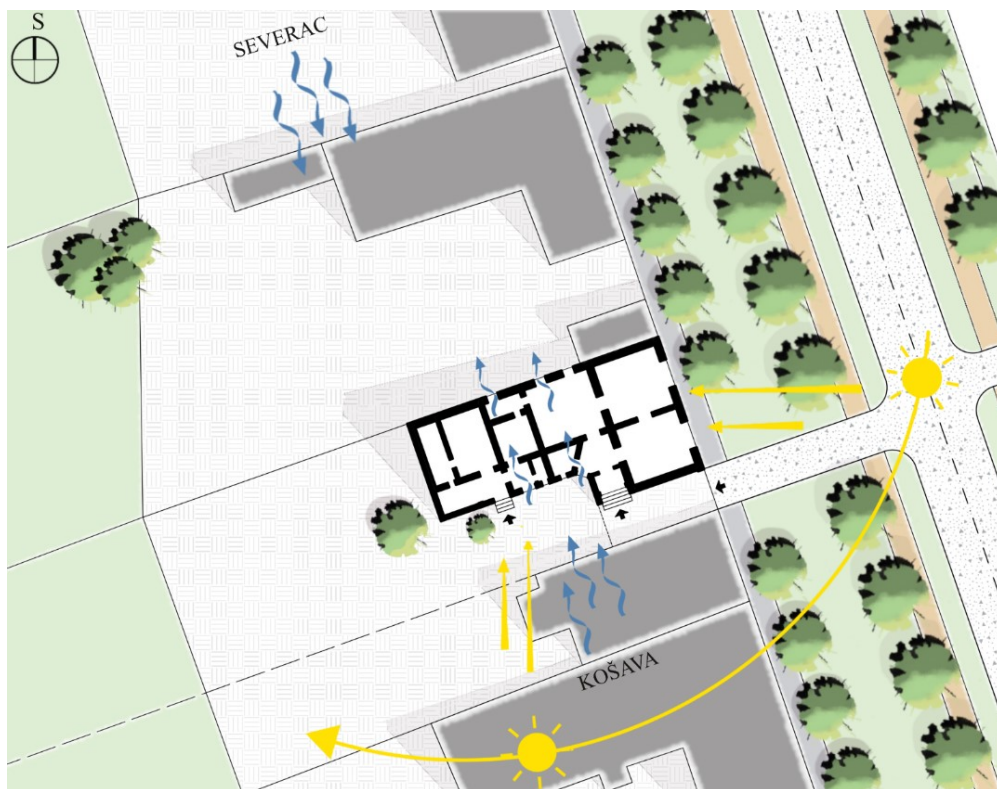
6. VEGETACIJA – PEJZAŽNA ARHITEKTURA

Na parceli predmetne preke kuće u Gakovu zelenilo čine travnata površina, jedno manje drvo smokve pozicionirano uz jugoistočnu fasadu i orah koji se nalazi pored bočne, jugozapadne fasade. Budući da je drvo oraha pozicionirano uz slepu fasadu, ono nema uticaj na osvetljenje i solarne dobitke. Smokva je listopadno nisko drvo koje je pozicionirano uz otvoreni deo trema predmetne kuće i ono samo delimično stvara senku leti, dok zimi kada lišće opadne, omogućava prolaz sunčevim zracima. Osim toga, nepostojanje većeg broja drveća uz jugoistočnu podužnu fasadu omogućava prirodnu poprečnu ventilaciju unutar objekta koja se

⁵⁴³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵⁴⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

stvara zahvaljujući jugoistočnom vetru Košavi i formiranim visokim prozorima na suprotnoj severozapadnoj fasadi. Sa druge strane, osim objekta na susednoj parceli, koji je delimično štiti od hladnog vetra Severca, predmetna kuća nema formiranu zaštitu u vidu zelenila od ovog severnog i severozapadnog vetra (slika 299).



Slika 299: Planski prikaz postojećeg zelenila u neposrednom okruženju predmetne kuće⁵⁴⁵

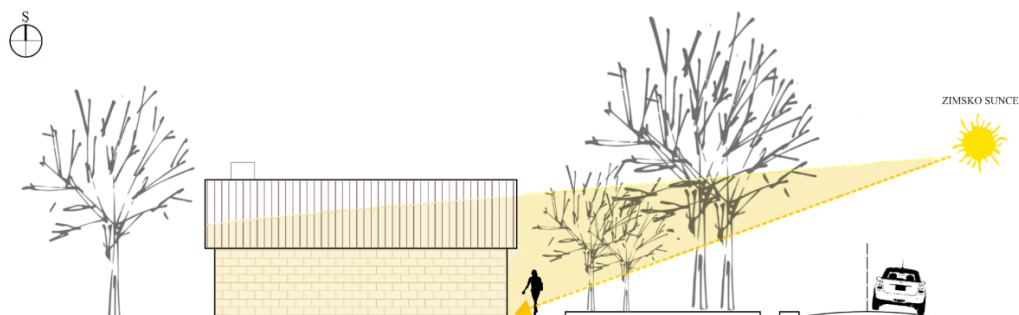
Duž glavne ulice Kralja Petra formirano je linijsko listopadno zelenilo u dva reda sa svake strane. Ovo drveće u većoj meri utiče na osvetljenje predmetne kuće budući da je pozicionirano uz uličnu severoistočnu fasadu na kojoj su orijentisani prozorski otvori glavnih dnevnih prostorija. Leti kada ima punu krošnjju, ono štiti objekat od pregrevavanja prostorija stvarajući senku i zaklanjajući sunce koje dolazi iz istočnog pravca tokom jutarnjih časova (slika 300). Pored toga, gusta krošnjja osigurava zaštitu od saobraćajne buke glavne saobraćajnice u naselju. Zimi, kada lišće opadne, sunčevi zraci nesmetano prolaze do kuće čime je obezbeđena veća količina pasivnih solarnih dobitaka i bolje osvetljenje unutrašnjih prostorija (slika 301).



Slika 300: Prikaz uticaja postojećeg zelenila na osunčanost predmetne kuće leti⁵⁴⁶

⁵⁴⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵⁴⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 301: Prikaz uticaja postojećeg zelenila na osunčanost predmetne kuće zimi⁵⁴⁷



Slika 302 i 303: Fotografije zelenila uz uličnu liniju ispred predmetne kuće⁵⁴⁸

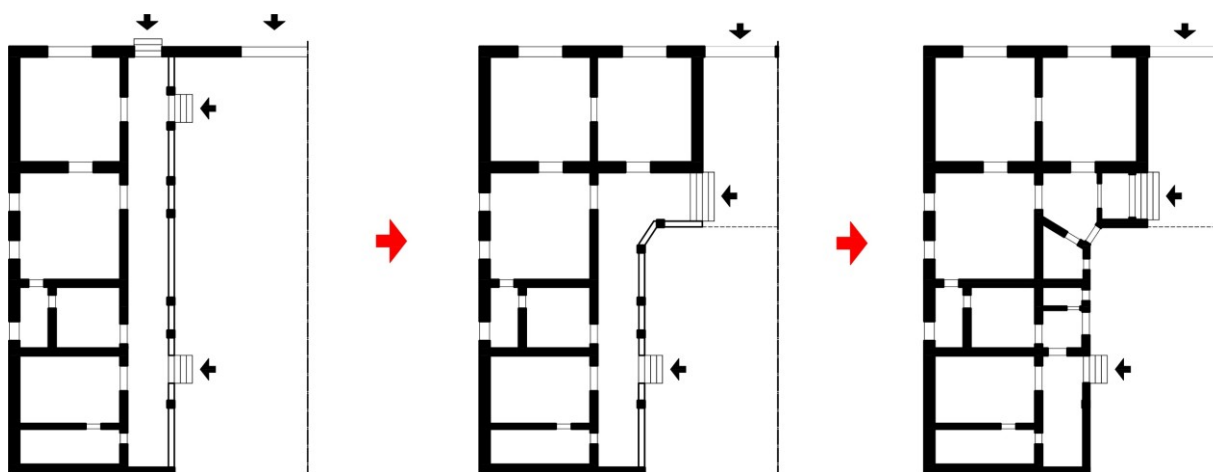
Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja

1. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA PROSTORA

Predmetna kuća u Gakovu ima prizemlje i potkrovlje, zatvoreni tip plana i tipičan raspored prostorija preke kuće. Posmatranjem i analizom funkcionalne organizacije prostora prizemlja u osnovi vidne su pojedinačne faze njenog razvoja. Naime, jasno se može uočiti razvoj tipa preke kuće koja je nastala proširenjem tradicionalne dužne vojvođanske kuće četvorodelne prostorne strukture, dodavanjem sobe uz regulacionu liniju. Ovim proširenjem se kuća “zatvara” prema ulici, formiranjem zatvorene ulične fasade, a objekat dobija oblik obrnutog latiničnog slova “L” (slika 304). Treća faza razvoja podrazumeva delimično zatvaranje trema koji se pruža duž podužne jugoistočne fasade, na inicijativu vlasnika domaćinstva, čime su formirane nove prostorne jedinice (slika 304).

⁵⁴⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵⁴⁸ Izvor fotografija: snimci autora Stanišić J.



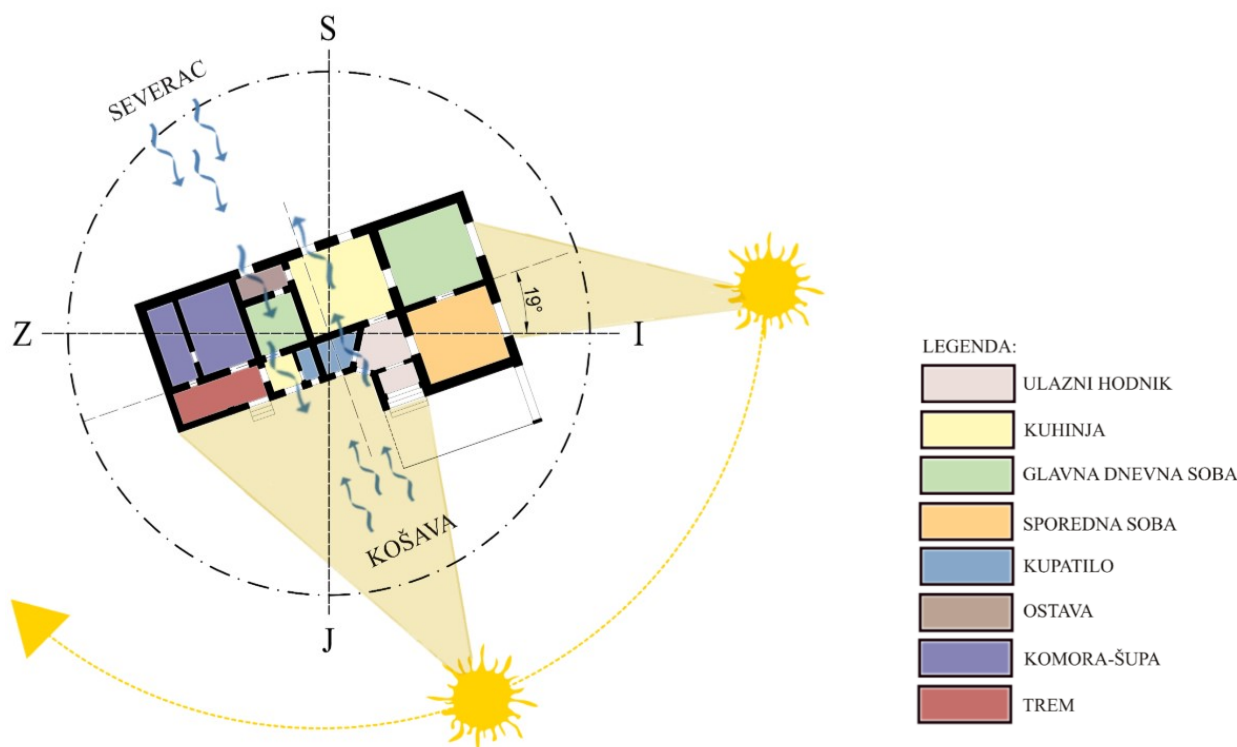
Slika 304: Tri faze razvoja predmetne kuće u Gakovu: 1) Tradicionalna dužna kuća; 2) Nastanak preke kuće dodavanjem sobe uz ulicu; 3) Delimično zatvaranje trema⁵⁴⁹

Po tradicionalnoj funkcionalnoj šemi prostorija u kojoj je smeštena kuhinja zauzima središnji deo kuće i njena funkcija je očuvana do danas. Međutim, zbog naknadnog delimičnog zatvaranja trema u ovom delu, ona nije dobro osvetljena i ne prima dovoljno pasivnih solarnih dobitaka jer se između kuhinje i jugoistočne fasade danas nalaze prostorije hodnika i kupatila. Glavne dnevne prostorije, odnosno sobe imaju formirane prozorske otvore na uličnoj fasadi i orijentisane su ka severoistoku čime je obezbeđeno dobro osvetljenje i veća količina pasivnih solarnih i toplotnih dobitaka (slika 305).

Predmetna kuća je u određenom periodu podeljena na dve stambene jedinice koje su razdvojene poprečnim zidom duž cele širine objekta. Drugi stan zauzima drugu polovinu kuće i sastoji se od kuhinje, kupatila i spavaće sobe. Prostorije kuhinje i kupatila čine zatvoreni deo nekadašnjeg trema i orijentisane su ka jugoistoku čime im je osigurana dobra osvetljenost i dovoljna količina solarnih toplotnih dobitaka. Spavaća soba se nalazi u mračnijem delu kuće zbog čega nije dobro osvetljena (slika 305). U poslednjem jugozapadnom delu kuće nalazi se komora, odnosno šupa, koja se ne greje i omeđena je sa dve slepe fasade. Ispred nje se i danas nalazi prostor trema koji nije zatvoren i predstavlja otvorenu terasu koja je orijentisana ka jugoistočnoj dvorišnoj strani što joj osigurava dosta pasivnih toplotnih dobitaka. Prozorski otvori na jugoistočnoj i severozapadnoj fasadi omogućavaju prirodnu poprečnu ventilaciju unutrašnjih prostorija leti zahvaljujući pravcima kretanja dominantnih vetrova Košave i Severca (slika 305).

Tavanski prostor koji se nalazi iznad celog prizemlja se ne greje i on predstavlja neku vrstu tampon zone između grejanog prizemlja i spoljašnjeg prostora, odnosno zaštitu od negativnih klimatskih faktora okoline.

⁵⁴⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 305: Uticaj funkcionalne organizacije prostora predmetne kuće na bioklimatske karakteristike⁵⁵⁰

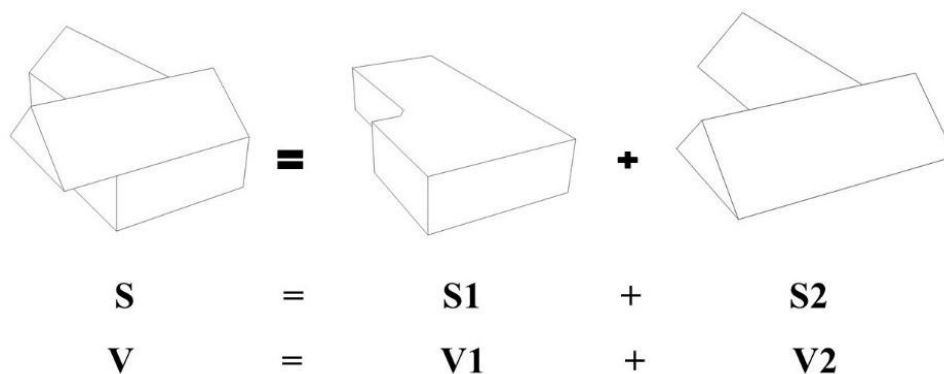
2. FORMA OBJEKTA

Trodimenzionalni oblik predmetnog objekta u Gakovu određuje tipična forma tradicionalne vojvođanske preke kuće, tipologije na osnovu odnosa kuće i okućnice. Forma predstavlja razvijeni model osnove oblika latiničnog slova „L“ u visini prizemlja i tavana. Kako bi se izvršio proračun faktora oblika f_0 (S/V faktora), kao merodavne veličine kompaktnosti forme, izometrijsko telo predmetne kuće je podeljeno na pojednostavljeni oblik kvadra i prizme (slika 306). Forma se sastoji od dva kvadra i dve pojedinačne prizme.

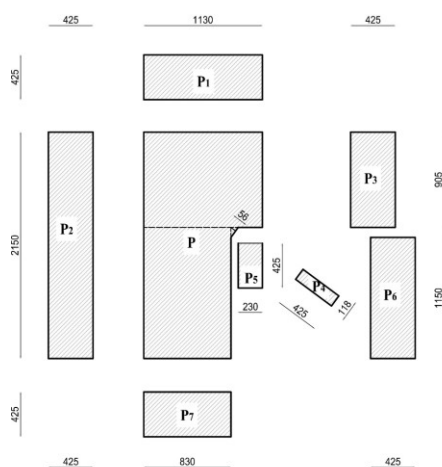
S/V faktor, koji određuje termičke performanse objekta, predstavlja odnos površine omotača, preko koje se odvija toplotna razmena sa okolinom, i zapremine koju ona obavlja. Iz tog razloga se prilikom proračuna f_0 faktora u obzir uzima samo površina omotača koja je u kontaktu sa spoljašnjim prostorom. Što je manji faktor oblika, forma, odnosno objekat je kompaktniji i ima manje energetske gubitke.

Slike 306, 307, 308 i 309 prikazuju izometrijsko telo pojednostavljenog oblika predmetne kuće u Gakovu sa potrebnim dimenzijama, kao i matematički proračun razvijene površine omotača S i zapremine V koju ona obuhvata. Formu kuće možemo podeliti na geometrijska tela kvadra i prizme, čime se pojednostavljuje proračun f_0 faktora.

⁵⁵⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 306: Izometrijski prikaz podele pojednostavljenog oblika predmetne kuće⁵⁵¹



$$S_1 = P + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7$$

$$P = 11.3 \text{ m} \times 9.05 \text{ m} + 8.3 \text{ m} \times 11.5 \text{ m} + (1.18 \text{ m} \times 0.56 \text{ m}) / 2$$

$$P = 102.26 \text{ m}^2 + 95.45 \text{ m}^2 + 0.33 \text{ m}^2$$

$$P = 198.04 \text{ m}^2$$

$$S_1 = 198.04 \text{ m}^2 + 11.3 \text{ m} \times 4.25 \text{ m} + 21.5 \text{ m} \times 4.25 \text{ m} + 9.05 \text{ m} \times 4.25 \text{ m} +$$

$$+ 1.18 \text{ m} \times 4.25 \text{ m} + 2.3 \text{ m} \times 4.25 \text{ m} + 11.5 \text{ m} \times 4.25 \text{ m} + 8.3 \text{ m} \times 4.25 \text{ m}$$

$$S_1 = 198.04 \text{ m}^2 + 48.03 \text{ m}^2 + 91.38 \text{ m}^2 + 38.46 \text{ m}^2 + 5.02 \text{ m}^2 + 9.78 \text{ m}^2 +$$

$$+ 48.88 \text{ m}^2 + 35.28 \text{ m}^2$$

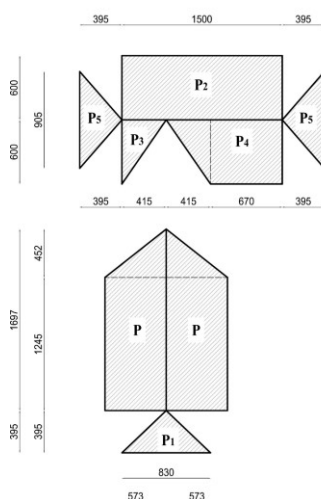
$$\underline{S_1 = 474.87 \text{ m}^2}$$

$$V_1 = P \times h$$

$$V_1 = 198.04 \text{ m}^2 \times 4.25 \text{ m}$$

$$\underline{V_1 = 841.67 \text{ m}^3}$$

Slika 307: Proračun površine S_1 i zapremine V_1 ⁵⁵²



$$S_2 = 2 \times P + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + 2 \times P_5$$

$$P = 12.45 \text{ m} \times 5.73 \text{ m} + (5.73 \text{ m} \times 4.52 \text{ m}) / 2$$

$$P = 71.34 \text{ m}^2 + 12.95 \text{ m}^2$$

$$P = 84.3 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 2 \times 84.3 \text{ m}^2 + (8.3 \text{ m} \times 3.95 \text{ m}) / 2 + 15 \text{ m} \times 6 \text{ m} + (4.15 \text{ m} \times 6 \text{ m}) / 2 +$$

$$+ (6.7 \text{ m} \times 6 \text{ m} + (4.15 \text{ m} \times 6 \text{ m}) / 2) + 2 \times (9.05 \text{ m} \times 3.95 \text{ m}) / 2$$

$$S_2 = 168.6 \text{ m}^2 + 16.4 \text{ m}^2 + 90 \text{ m}^2 + 12.45 \text{ m}^2 + (40.2 \text{ m}^2 + 12.45 \text{ m}^2) +$$

$$+ 2 \times 17.87 \text{ m}^2$$

$$\underline{S_2 = 375.84 \text{ m}^2}$$

$$V_2 = V_{2a} + V_{2b}$$

$$V_2 = P_1 \times h_a + P_5 \times h_b$$

$$V_2 = 16.4 \text{ m}^2 \times 16.97 \text{ m} + 17.87 \text{ m}^2 \times 15 \text{ m}$$

$$V_2 = 278.3 \text{ m}^3 + 268.05 \text{ m}^3$$

$$\underline{V_2 = 546.35 \text{ m}^3}$$

Slika 308: Proračun površine S_2 i zapremine V_2 ⁵⁵³

⁵⁵¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵⁵² Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁵⁵³ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

$$S = S_1 + S_2 = 474.87 \text{ m}^2 + 375.84 \text{ m}^2 = 850.71 \text{ m}^2$$

$$V = V_1 + V_2 = 841.67 \text{ m}^3 + 546.35 \text{ m}^3 = 1388.02 \text{ m}^3$$

$$f_0 = S/V$$

$$f_0 = 850.71 \text{ m}^2 / 1388.02 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{f_0 = 0.61 \text{ 1/m}}$$

Slika 309: Proračun ukupne površine, zapremine i faktora oblika predmetne kuće⁵⁵⁴

Na osnovu izvedenog proračuna faktora oblika i dobijene vrednosti $f_0 = 0.61 \text{ m}^{-1}$ evidentno je da predmetnu kuću u selu Gakovu odlikuje forma velike kompaktnosti, koja je čak za 0.2 m^{-1} kompaktnija od vrednosti donje granice optimalnog faktora oblika za porodične kuće koji se kreće od $0.8 - 1.0 \text{ m}^{-1}$ ⁵⁵⁵. Iz tog razloga se može zaključiti da sama forma i oblik kuće doprinose manjim toplotnim gubicima, odnosno većoj energetskej efikasnosti objekta.

3. INFRASTRUKTURA

Gakovo ima specifičan sopstveni infrastrukturni sistem vodosnabdevanja. Naselje poseduje izvorište koje je otvoreno 1970. godine i nalazi se u centralnom delu. Nadmorska visina terena na mestima vodozahvata iznosi 90 mm. Osim toga u selu su izgrađena i tri bunara 1970., 1980. i 1995. godine, dubina 143 m, 148 m i 142 m. Voda se pumpanjem iz bunara ubacuje u distributivni sistem vodovoda, čime je omogućeno vodosnabdevanje objekata u naselju.⁵⁵⁶ Selo takođe poseduje i sistem otvorenih kanala za odvod atmosferskih voda, a kanali se pružaju dužinom obe strane glavnog uličnog poteza. *Generalnim planom regulacije naseljenog mesta Gakovo*⁵⁵⁷, koji je formiran za period od 2008. do 2028. godine, planirana je izgradnja separatnog sistema za prikupljanje i evakuisanje otpadnih voda koji podrazumeva centralizovano biološko i mehaničko prečišćavanje upotrebljenih voda za ponovnu upotrebu. Međutim, ovaj sistem nije izgrađen do danas.

Naselje se električnom energijom snabdeva preko elektroenergetske distributivne mreže, a istraživanja sprovedena za potrebe izrade *Generalnog plana regulacije naseljenog mesta Gakovo*⁵⁵⁸ pokazuju da se potrošnja električne energije povećava iz godine u godinu, što dovodi do zaključka da je potrebno primeniti strategiju i plan za rešenje ovog problema, odnosno smanjenje potrošnje energije instalacijom nekih drugih sistema koji podrazumevaju proizvodnju energije za grejanje, hlađenje i zagrevanje tople vode iz obnovljivih izvora energije.

Sistem grejanja predmetne kuće u Gakovu podrazumeva peći na čvrsto gorivo, drva. U svakom stanu nalazi se po jedna ovakva peć i postoje dva odvojena dimnjaka. Kuća je u početnoj fazi bila izgrađena bez kupatila i mokrog čvora. U okviru okućnice nalazio se poljski toalet koji je bio zajednički za obe stambene jedinice dvojne preke kuće. Danas se na parceli

⁵⁵⁴ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁵⁵⁵ Lylykangas, K.: *Shape Factor as an Indicator of Heating Energy Demand*, 15. Internationales Holzbau-Forum, Nemačka, 2009.

⁵⁵⁶ *Plan generalne regulacije naseljenog mesta Gakovo 2008-2028. godine*, Javno preduzeće za prostorno i urbanističko planiranje Urbanizam i zaštitu spomenika kulture, 2008.

⁵⁵⁷ *Plan generalne regulacije naseljenog mesta Gakovo 2008-2028. godine*, Javno preduzeće za prostorno i urbanističko planiranje Urbanizam i zaštitu spomenika kulture, 2008.

⁵⁵⁸ *Plan generalne regulacije naseljenog mesta Gakovo 2008-2028. godine*, Javno preduzeće za prostorno i urbanističko planiranje Urbanizam i zaštitu spomenika kulture, 2008.

još uvek mogu videti ruševine ovog toaleta koji se više ne koristi (slika 310). Delimičnim zatvaranjem trema, u kući su formirane nove prostorije kupatila, po jedno u okviru svakog stana.



Slika 310: Ruševine nekadašnjeg poljskog toaleta u okviru okućnice predmetne kuće⁵⁵⁹

4. STRUKTURA ZGRADE I NJENOG OMOTAČA

Strukturu predmetne kuće u Gakovu čini masivni konstruktivni sistem čiji su individualni građevinski elementi uglavnom građeni od opeke starog formata, tzv. „švapske cigle“, koja se u to vreme proizvodila u staroj gakovačkoj ciglani u okviru naselja (slika 311).



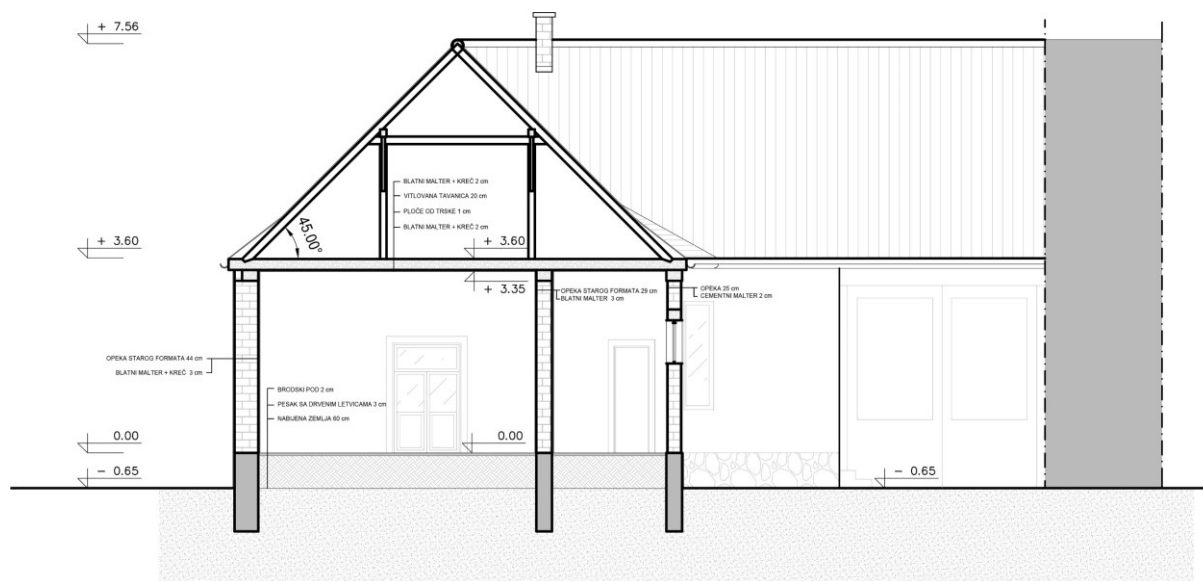
Slika 311: Stara gakovačka ciglana⁵⁶⁰

Opeka se kao građevinski materijal u izgradnji tradicionalnih vojvođanskih kuća pojavljivala postepeno. U početku su opekom kuće gradili samo imućniji seljaci i to samo severne masivne zidove. Razlog za to je bilo sporo sušenje zidova od nabijene zemlje koji nisu bili osunčani na severnoj strani pa je vlaga predstavlja veliki problem. Opeka je bila skupa jer je za njenu proizvodnju bila potrebna kvalitetna zemlja, a u procesu proizvodnje postojali su dodatni troškovi energije za pečenje i transport od ciglane do mesta izgradnje. Stari masivni

⁵⁵⁹ Izvor fotografije: snimak autora Stanišić J.

⁵⁶⁰ Internet izvor fotografije: <https://www.soinfo.org/vesti/tag/ciglane>

zidovi predmetne kuće u Gakovu su svi građeni od opeke starog formata, dimenzija 29x14x6.5 cm, ukupne debljine 50 cm i 35 cm. Ovaj format opeke se kao građevinski materijal koristio širom Austrougarske tokom 19. veka, dok se opeka poznatog formata 25x12x6.5 cm pojavljuje tek tridesetih godina 20. veka. Zidovi su obloženi blatnim malterom sa plevom i slojem kreča. Prilikom delimičnog zatvaranja trema, polovinom 20. veka, novi zidovi u kući su građeni opekom poznatog formata 25x12x6.5 cm i obloženi su cementnim malterom, ukupne debljine 29 cm. Opekom starog formata su takođe građeni temelji, sokl i dimnjaci predmetne kuće. Sokl visine 65 cm je obložen kamenom spoljašnjom obradom. Pod na tlu je izrađen od nabijene zemlje debljine 60 cm, a u kasnijem periodu je obložen daščanim brodskim podom. Međuspratnu tavanicu debljine 25 cm čini karatavan koji se u najvećoj meri gradio u tradicionalnim seoskim kućama u to vreme. Noseću konstrukciju tavanice čine masivne drvene grede a ispunu čine valjci od blata, tzv. vitlovi, kojima je najčešće formiran plafon vojvođanskih kuća. Iz tog razloga je ovaj tip međuspratne konstrukcije dobio naziv „vitlovana tavanica“. Valjci su sa donje strane obloženi pločama od trske, dok je tavanica sa obe strane premazana blatnim malterom i krečom. Krovnu konstrukciju čine prosti dvovodan i trovodan krov sa stolicom od drvene građe, iznad dva dela kuće koji formiraju osnovu u obliku latiničnog slova „L“. Strme krovne ravni, pod uglom od 45⁰, se susište pod pravim uglom na sredini objekta. Rogovi pravougaonog preseka se oslanjaju na poprečne drvene grede tavanjače i sa njom su spojeni vezom na pero i žleb. Krov je pokriven tradicionalnim biber crepom (slika 312).



Slika 312: Presek i konstruktivni sklop kuće u Gakovu⁵⁶¹

Građevinski elementi i sklopovi

ZIDNI ELEMENTI

Stari masivni konstruktivni zidovi predmetne kuće u Gakovu građeni su od opeke starog formata i obloženi su slojevima blatnog maltera sa plevom i krečom, debljina 35 cm i 50 cm

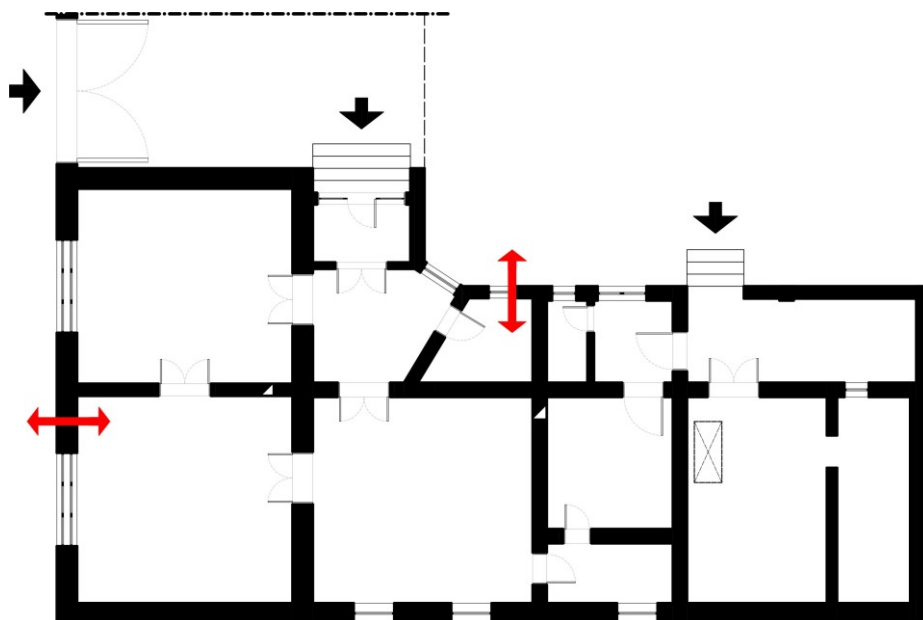
⁵⁶¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

(slika 313). Zidovi koji su noseći su debljine 50 cm dok su pregradni zidovi građeni samo jednim slogom opeke i ukupne su debljine 35 cm. Noviji zidovi od opeke poznatog formata 25x12x6.5 cm su građeni prilikom delimičnog zatvaranja trema, čime su formirane nove prostorije hodnika i kupatila u kući. Oni su debljina 29 i 16 cm, a obloženi su cementnim malterom.



Slika 313: Detalj zida od opeke starog formata, obloženog blatnim malterom sa plevom⁵⁶²

Za utvrđivanje energetskih performansi predmetne kuće izvršice se proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog zidnog elementa, oznake U [$W/(m^2K)$], korišćenjem softvera Knaufterm3d, koji je specijalizovan za računsko određivanje toplotnih karakteristika termičkog omotača zgrade, a u skladu je sa Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada Republike Srbije⁵⁶³. Proračun će se izvršiti za stari zid debljine 50 cm koji je izgrađen od opeke starog formata i za zid debljine 29 cm od opeke novog formata (slika 314).



Slika 314: Pozicija zidova za koje se vrši proračun⁵⁶⁴

⁵⁶² Izvor fotografije: snimak autora Stanišić J.

⁵⁶³ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

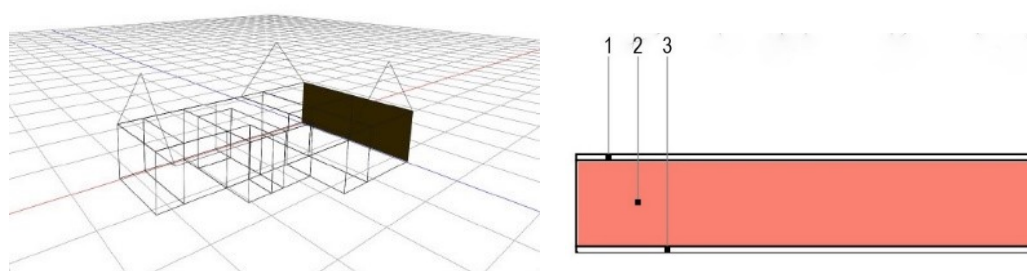
⁵⁶⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Na slici 314 prikazane su pozicije zidova za koje se vrši proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa U [$W/(m^2K)$], pomoću softvera Knaufterm3d, a prema formuli definisanoj Pravilnikom o energetskej efikasnosti zgrada RS:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}}$$

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od opeke starog formata d=50 cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tabela 26: Relevantni podaci za zid od opeke starog formata⁵⁶⁵



Slika 315: Grafički prikaz pozicije predmetnog zida u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁵⁶⁶

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	3	Blatni malter sa plevom	212.5	1620.625	0.0696	10
2	44	Opeka puna	1200	920	0.47	5
3	3	Blatni malter sa plevom	212.5	1620.625	0.0696	10

Tabela 27: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva predmetnog zida⁵⁶⁷

Proračun koeficijenta prolaza toplote za zid od opeke starog formata:

Osnovni

$$U = 0.509 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0.509 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}, U > U_{max}, \text{ sklop ne zadovoljava}$$

Slika 316: Proračun koeficijenta prolaza toplote za predmetni zid pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁶⁸

⁵⁶⁵ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵⁶⁶ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

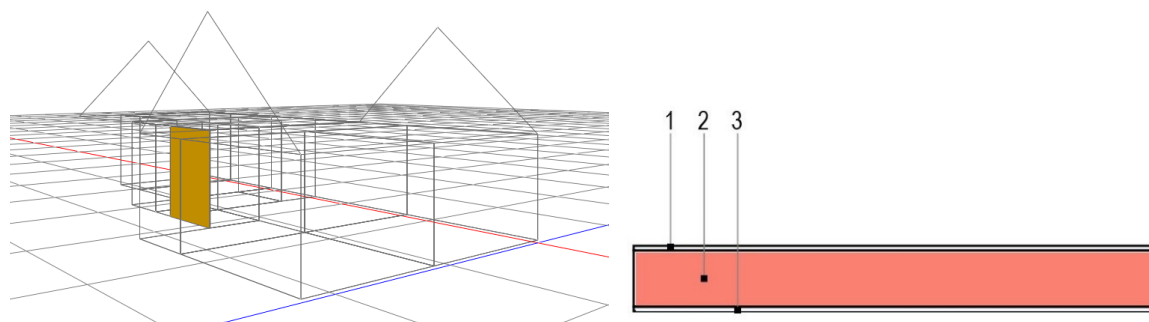
⁵⁶⁷ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁵⁶⁸ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$W/(m^2K)$] predmetnog zida od opeke starog formata, obloženog blatnim malterom sa plevom, debljine 50 cm, pomoću softvera Knaufterm3d, možemo zaključiti da sklop ne zadovoljava savremene energetske zahteve i standarde, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS⁵⁶⁹. Naime, Pravilnik definiše maksimalnu dozvoljenu vrednost koeficijenta prolaza toplote za zidne elemente zgrada koji iznosi $U_{max} = 0.4 W/m^2K$. Po izvršenom proračunu, koeficijent prolaza toplote zida od opeke starog formata predmetne kuće u Gakovu debljine $d=50$ cm, iznosi $U = 0.509 W/m^2K$, što je za 0.109 više od maksimalne dozvoljene vrednosti.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od opeke novog formata d=29 cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.13 m^2K/W$, $R_{se} = 0.04 m^2K/W$

Tabela 28: Relevantni podaci za zid od opeke novog formata⁵⁷⁰



Slika 317: Grafički prikaz pozicije predmetnog zida u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁵⁷¹

n.	d [cm]	Opis	ρ [kg/m ³]	c [J/kgK]	λ [W/mK]	μ [-]
1	2	Cementni malter	2100.0	1050.0	1.400	30.0
2	25	Opeka puna	1200.0	920.0	0.470	5.0
3	2	Cementni malter	2100.0	1050.0	1.400	30.0

Tabela 29: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva predmetnog zida⁵⁷²

Proračun koeficijenta prolaza toplote za zid od opeke starog formata:

Osnovni

$$U = 1.370 W/m^2K$$

$$U = 1.370 W/m^2K, U_{max} = 0.4 W/m^2K, U > U_{max}, \text{ sklop ne zadovoljava}$$

Slika 318: Proračun koeficijenta prolaza toplote za predmetni zid pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁷³

⁵⁶⁹ Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

⁵⁷⁰ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵⁷¹ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁵⁷² Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁵⁷³ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

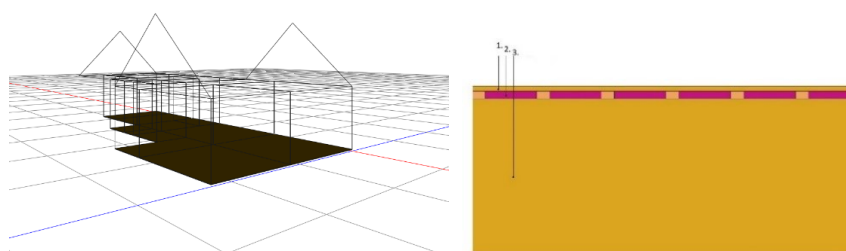
Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$W/(m^2K)$] predmetnog zida od opeke novog formata, obloženog cementnim malterom, debljine 29 cm, pomoću softvera Knaufterm3d, možemo zaključiti da sklop ne zadovoljava savremene energetske zahteve i standarde, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS⁵⁷⁴. Po izvršenom proračunu, koeficijent prolaza toplote zida od opeke novog formata predmetne kuće u Gakovu debljine $d=29$ cm, iznosi $U = 1.370$ W/m^2K , što je mnogo više od maksimalne dozvoljene vrednosti $U = 0.4$ W/m^2K .

PODNE I MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

Pod na tlu predmetne kuće u Gakovu izrađen je u od nabijene zemlje u vreme njene gradnje i do danas je zadržan i očuvan. Iz tog razloga možemo reći da predstavlja vrstu termalne mase koja ima ulogu elementa pasivnog solarnog zahvata tokom zimskog perioda. Zemljani pod ima sposobnost da transformiše energiju sunčevog zračenja u toplotu kojom se zagreva unutrašnji prostor. Ponaša se kao toplotno skladište koje apsorbuje i skladišti energiju sunca tokom dana, a potom u noćnom periodu, kada temperatura vazduha padne, zagreva unutrašnji prostor odavanjem akumulirane toplote radijacijom. Nabijena zemlja poda predmetne kuće je debljine 60 cm, a tokom kasnijeg perioda vlasnici domaćinstva su postavili broski pod od širokih drvenih dasaka ispod kojeg se, kao podkonstrukcija, nalazi pesak sa drvenim letvicama. Slojevi sklopa elementa podne konstrukcije koji su usvojeni za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$W/(m^2K)$] su nabijena zemlja debljine $d= 60$ cm, sa parametrima koji su preuzeti iz naučnog rada 'Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review'⁵⁷⁵, podkonstrukcija od drvenih letvica i peska debljine $d=3$ cm i završna obrada poda koju čine daske za pod debljine $d= 2$ cm (slika 319).

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Pod od nabijene zemlje, d=65 cm	Pod na tlu, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.17$ m^2K/W , $R_{se} = 0$ m^2K/W

Tabela 30: Relevantni podaci za pod od nabijene zemlje⁵⁷⁶



Slika 319: Grafički prikaz pozicije poda na tlu u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁵⁷⁷

⁵⁷⁴ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

⁵⁷⁵ Giada G., Caponetto R., Nocera F.: *Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review*, Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, MDPI-Sustainability 2019, 11, 5342, Basel, Switzerland.

⁵⁷⁶ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵⁷⁷ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	2	Daske za pod	520	1670	0.14	15
2	3	Drvene letvice + pesak	1550	1090	0.492	15.12
3	60	Nabijena zemlja	1500	1000	0.2	5

Tabela 31: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva poda⁵⁷⁸

Proračun koeficijenta prolaza toplote za pod na tlu:

Osnovni

$$U = 0.296 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0.296 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}, U < U_{\max}, \text{ sklop zadovoljava}$$

Slika 320: Proračun koeficijenta prolaza toplote za pod na tlu pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁷⁹

Međuspratnu konstrukciju predmetne kuće u Gakovu čini karatavan ukupne debljine 25 cm. Tzv. „vitlovana“ tavanica se sastoji od masivnih poprečnih drvenih greda, između kojih se kao ispuna nalaze valjci od blata i slame, tzv. vitlovi, koji se postavljaju popreko i užlebljuju u grede. Valjci su sa donje strane obloženi pločama od trske, dok je tavanica sa obe strane premazana blatnim malterom i krečom (slika 321 i 322). Međuspratna konstrukcija kuće u Gakovu deli grejani prostor prizemlja od negrejanog prostora tavana što uslovljava potrebu za adekvatnom termičkom izolacijom kako ne bi bilo nepotrebnih gubitaka toplote.



Slika 321: Detalj tavanice predmetne kuće u Gakovu⁵⁸⁰ Slika 322: Fotografija detalja propale tavanice⁵⁸¹

⁵⁷⁸ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

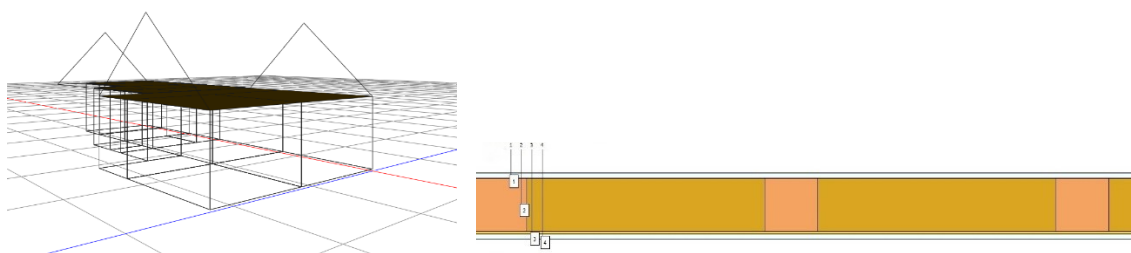
⁵⁷⁹ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁵⁸⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵⁸¹ Izvor fotografije: snimak autora Stanišić J.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Međuspratna konstrukcija, d= 25 cm	Međuspratna tavanica između grejanog i negrejanog prostora	R _{si} = 0.1 m ² K/W, R _{se} = 0.08 m ² K/W

Tabela 32: Relevantni podaci za proračun međuspratne konstrukcije⁵⁸²



Slika 323: Grafički prikaz pozicije međuspratne tavanice u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁵⁸³

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	2	Blatni malter	1600	880	0.5	10
2	20	Bor + nabijena zemlja + slama	1327	1198	0.189	16.8
3	1	Ploče od trske	800	1260	0.046	2
4	2	Blatni malter	1600	880	0.5	10

Tabela 33: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva međuspratne tavanice⁵⁸⁴

Proračun koeficijenta prolaza toplote za međuspratnu konstrukciju:

Osnovni $U = 0.651 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.651 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}} = 0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{\text{max}}$, sklop zadovoljava

Slika 324: Proračun koeficijenta prolaza toplote za međuspratnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁸⁵

Proračun koeficijenta prolaza toplote za konstrukciju poda i međuspratnu tavanicu predmetne kuće u Gakovu pokazuje da tradicionalni materijali od kojih su izrađeni sklopovi ovih elemenata imaju dobre toplotne karakteristike, ne propuštaju veću količinu toplote od dozvoljene, odnosno ponašaju se kao dobri termoizolatori koji čuvaju toplotu u okviru unutrašnjih prostorija, što u velikoj mjeri utiče na poboljšanje toplotnog komfora.

⁵⁸² Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵⁸³ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁵⁸⁴ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁵⁸⁵ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

KROV

Krovnna konstrukcija predmetne kuće u Gakovu je tipa prostog krova sastavljenog od klasične drvene konstrukcije stolice, sa drvenim elementima rogova, raspinjačom, tavanjačama i slemenom. Sastoji se od dvovodnog i trovodnog krova koji se susstiču pod pravim uglom formirajući jedan krov iznad osnove oblika latiničnog slova „L“. Krovnne ravni su strmog nagiba, pod uglom od 45° , što doprinosi manjim toplotnim gubicima i većim solarnim dobitcima tokom zime. Takođe, negrejani prostor tavana predstavlja vrstu tampon zone, odnosno zaštitu grejanog prizemlja od negativnih spoljašnjih uticaja okoline. Krovni pokrivač je tradicionalni biber crep, dok podkonstrukciju krovnog pokrivača čine horizontalne gredice postavljene preko rogova (slika 325 i 326).

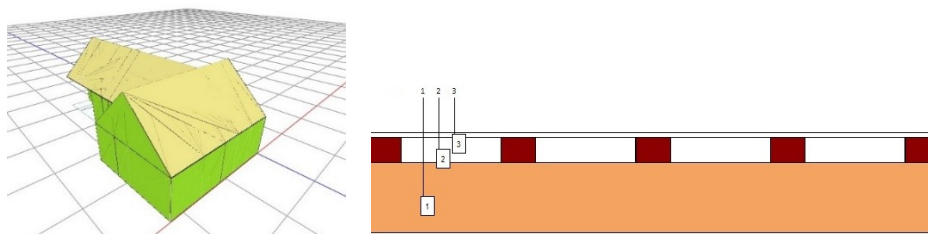


Slike 325 i 326: Izgled krovne konstrukcije kuće u Gakovu⁵⁸⁶

Za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$W/(m^2K)$], elementa krovne konstrukcije, u programu Knaufterm3d kreiran je strukturalni sklop slojeva i materijala od kojih je sačinjena opisana konstrukcija (slika 327).

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Krovnna konstrukcija, d= 20 cm	Kosi krov, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 34: Relevantni podaci za proračun krovne konstrukcije⁵⁸⁷



Slika 327: Grafički prikaz pozicije krovne konstrukcije u 3d modelu kuće i strukture slojeva⁵⁸⁸

⁵⁸⁶ Izvor fotografija: terenski snimak autora Stanišić J.

⁵⁸⁷ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁵⁸⁸ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	14	Bor, smreka	550	2090	0.14	70
2	5	Drvene letvice + vazdušni sloj	32.037	1173	0.381	3.33
3	1	Crep	1900	880	0.99	40

Tabela 35: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva krovne konstrukcije⁵⁸⁹

Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju:

Osnovni $U = 0.781 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.781 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$, sklop ne zadovoljava

Slika 328: Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁹⁰

Proračun koeficijenta prolaza toplote za krovnu konstrukciju predmetne kuće u Gakovu pokazuje konačnu vrednost od $0.781 \text{ W/m}^2\text{K}$, što je znatno više od dozvoljene vrednosti za sklopove krova, definisane Pravnikom o EE zgrada RS, a koji iznosi $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na osnovu toga zaključujemo da elementi i materijali slojeva krovne konstrukcije nisu dobri u pogledu toplotnih karakteristika i crep kao krovni pokrivač ne predstavlja dobar termoizolator. Međutim, prostor tavana predstavlja negrejani prostor u kući zbog čega nije neophodno da krovna konstrukcija ima odgovarajuće termoizolacione sposobnosti. Sa druge strane, sam prostor tavana predstavlja tampon zonu između grejanog i negrejanog prostora.

FENESTRACIJA

Prozorski otvori na fasadi predstavljaju element od velikog značaja u bioklimatskoj arhitekturi. Karakteristike kao što su položaj, dimenzije i orijentacija prozora ne utiče samo na količinu pasivnih solarnih dobitaka već i na kvalitet prirodne ventilacije u objektu, a predstavljaju i deo termičkog omotača preko kojeg se vrši najveća razmena toplote sa okolinom. Iz tog razloga će se u okviru valorizacije predmetne kuće u Gakovu izvršiti analiza pojedinačnih osobina prozorskih otvora kako bi se temeljno utvrdio njihov uticaj na bioklimatske karakteristike.

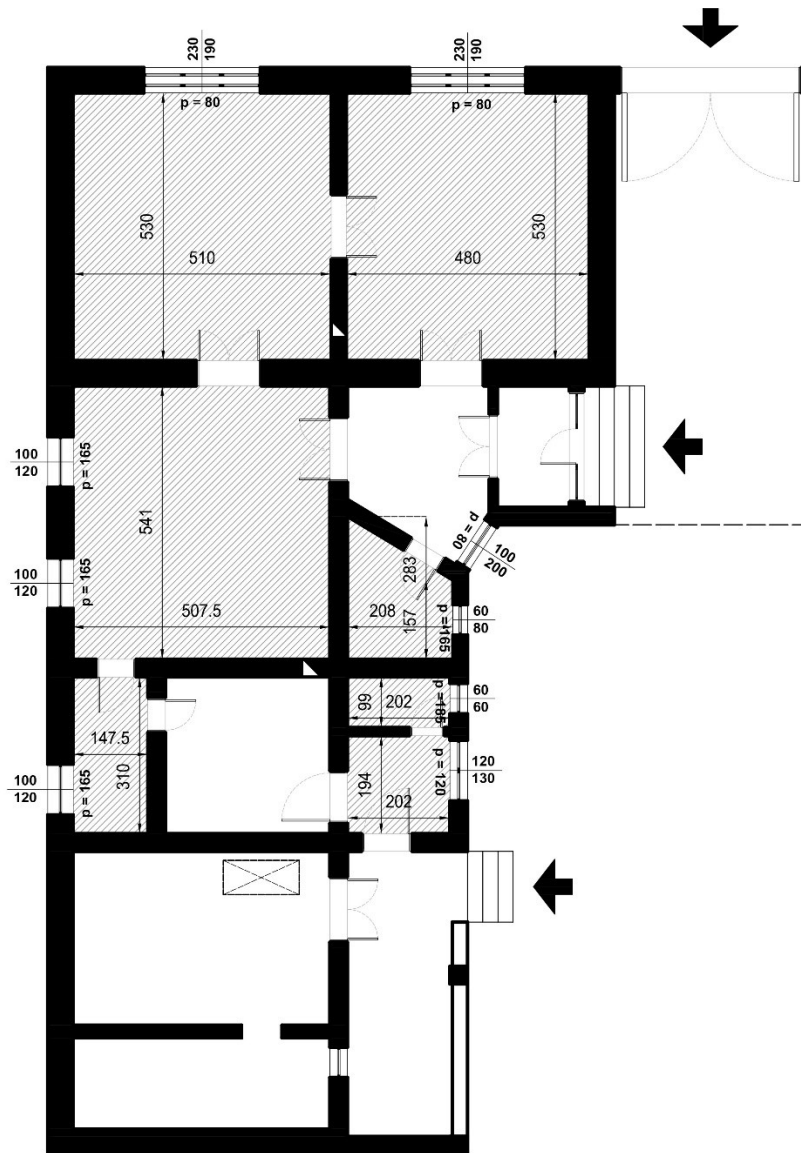
U predelima gde vlada umereno kontinentalna klima ukupna površina prozora treba da zauzima 10 do 20% površine poda prostorije.⁵⁹¹ Budući da je u kući u Gakovu samo prizemlje grejani prostor, prilikom proračuna površina u obzir će se uzeti prozorski otvori termičkog omotača grejanih prostorija prizemlja. Komora, odnosno šupa je poslednja prostorija u kući u kojoj se ne boravi i koja se ne greje, zbog čega će se prilikom proračuna ona izostaviti. Kuhinja, koja po tradicionalnoj šemi zauzima centralni deo prizemlja, imala je prozor na jugoistočnoj fasadi u početnoj fazi izgradnje. Međutim, prilikom zatvaranja trema u ovom delu, prozor je pregrađen i zatvoren i na tom mestu se danas nalazi kupatilo. Sa druge strane, na suprotnoj

⁵⁸⁹ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁵⁹⁰ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁵⁹¹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

severozapadnoj fasadi, formirana su dva nova prozora sa visokim parapetima. Ulazni hodnik je prostorija u kući koja se ne greje, dok soba u drugom stanu nije omeđena spoljašnjim fasadama i nema prozore. Potrebne dimenzije sa proračun površina prozora prostorija u prizemlju dati su na slici 329.



Slika 329: Pozicija i veličina prozora predmetne kuće⁵⁹²

Proračun površina prozora:

GLAVNA DNEVNA SOBA:

$$P_p \text{ (površina poda prostorije)} = 5.3 \text{ m} \times 5.1 \text{ m} = 27.03 \text{ m}^2$$

$$P_{pr} \text{ (površina prozorskih otvora)} = 2.3 \text{ m} \times 1.9 \text{ m} = 4.37 \text{ m}^2$$

$$X \% \text{ od } 27.03 \text{ m}^2 = 4.37 \text{ m}^2;$$

⁵⁹² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

$$X = (4.37 \times 100) / 27.03;$$

$$\underline{X = 16.17 \%}$$

Iz proračuna površine prozora glavne dnevne sobe vidimo da prozorski otvori čine 16.17% površine poda prostorije, što se nalazi u okviru granica koje su određene standardom da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda. Iz toga zaključujemo da ova prostorija ima adekvatno dimenzionisane prozorske otvore na severoistočnoj fasadi čime je obezbeđena dovoljna količina pasivnih solarnih dobitaka, kao i povoljna osunčanost.

SPOREDNA SOBA:

$$P_p (\text{površina poda prostorije}) = 5.3 \text{ m} \times 4.8 \text{ m} = 25.44 \text{ m}^2$$

$$P_{pr} (\text{površina prozorskih otvora}) = 2.3 \text{ m} \times 1.9 \text{ m} = 4.37 \text{ m}^2$$

$$X \% \text{ od } 25.44 \text{ m}^2 = 4.37 \text{ m}^2;$$

$$X = (4.37 \times 100) / 25.44;$$

$$\underline{X = 17.18 \%}$$

Iz proračuna površine prozora sporedne sobe vidimo da prozorski otvori čine 17.18% površine poda prostorije, što se takođe nalazi u okviru granica koje su određene standardom. Sporedna soba ima adekvatno dimenzionisane prozorske otvore na severoistočnoj fasadi.

KUHINJA U PRVOM STANU:

$$P_p (\text{površina poda prostorije}) = 5.41 \text{ m} \times 5.075 \text{ m} = 27.46 \text{ m}^2$$

$$P_{pr} (\text{površina prozorskih otvora}) = 2 \times (1 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}) = 2.4 \text{ m}^2$$

$$X \% \text{ od } 27.46 \text{ m}^2 = 2.4 \text{ m}^2;$$

$$X = (2.4 \times 100) / 27.46;$$

$$\underline{X = 8.74 \%}$$

Iz proračuna površine prozora kuhinje vidimo da prozorski otvori čine 8.74% površine poda prostorije, što se ne nalazi u okviru granica koje su određene standardom da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda. Iz toga zaključujemo da ova prostorija nema adekvatno dimenzionisane prozorske otvore na severozapadnoj fasadi što smanjuje potrebnu količinu pasivnih solarnih dobitaka i osvetljenja.

KUPATILO U PRVOM STANU:

$$P_p (\text{površina poda prostorije}) = 2.08 \text{ m} \times 1.57 \text{ m} + (2.08 \text{ m} \times 2.83 \text{ m}) / 2 = 3.266 \text{ m}^2 + 2.94 \text{ m}^2 = 6.206 \text{ m}^2$$

$$P_{pr} (\text{površina prozorskih otvora}) = 0.6 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} = 0.48 \text{ m}^2$$

$$X \% \text{ od } 6.206 \text{ m}^2 = 0.48 \text{ m}^2;$$

$$X = (0.48 \times 100) / 6.206;$$

$$\underline{X = 7.73 \%}$$

Iz proračuna površine prozora kupatila vidimo da prozorski otvori čine 7.73% površine poda prostorije, što se ne nalazi u okviru granica koje su određene standardom da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda. Iz tog razloga ova prostorija nema adekvatno dimenzionisane prozorske otvore na jugoistočnoj fasadi što smanjuje potrebnu količinu pasivnih solarnih dobitaka i osvetljenja.

OSTAVA:

$$P_p (\text{površina poda prostorije}) = 1.475 \text{ m} \times 3.1 \text{ m} = 4.57 \text{ m}^2$$

$$P_{pr} (\text{površina prozorskih otvora}) = 1 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} = 1.2 \text{ m}^2$$

$$X \% \text{ od } 4.57 \text{ m}^2 = 1.2 \text{ m}^2;$$

$$X = (1.2 \times 100) / 4.57;$$

$$\underline{X = 26.25 \%}$$

Iz proračuna površine prozora ostave vidimo da prozorski otvori čine čak 26.25% površine poda prostorije, što je i više nego dovoljno za adekvatnu osvetljenost i u skadu je sa standardom.

KUHINJA U DRUGOM STANU:

$$P_p (\text{površina poda prostorije}) = 2.02 \text{ m} \times 1.94 \text{ m} = 3.92 \text{ m}^2$$

$$P_{pr} (\text{površina prozorskih otvora}) = 1.2 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} = 1.56 \text{ m}^2$$

$$X \% \text{ od } 3.92 \text{ m}^2 = 1.56 \text{ m}^2;$$

$$X = (1.56 \times 100) / 3.92;$$

$$\underline{X = 39.8 \%}$$

Iz proračuna površine prozora kuhinje u drugoj stambenoj jedinici kuće vidimo da prozorski otvori čine čak 39.8% površine poda prostorije, što je i više nego dovoljno za adekvatnu osvetljenost i pasivne solarne dobitke i u skadu je sa standardom.

KUPATILO U DRUGOM STANU:

$$P_p (\text{površina poda prostorije}) = 2.02 \text{ m} \times 0.99 \text{ m} = 1.99 \text{ m}^2$$

$$P_{pr} (\text{površina prozorskih otvora}) = 0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} = 0.36 \text{ m}^2$$

$$X \% \text{ od } 1.99 \text{ m}^2 = 0.36 \text{ m}^2;$$

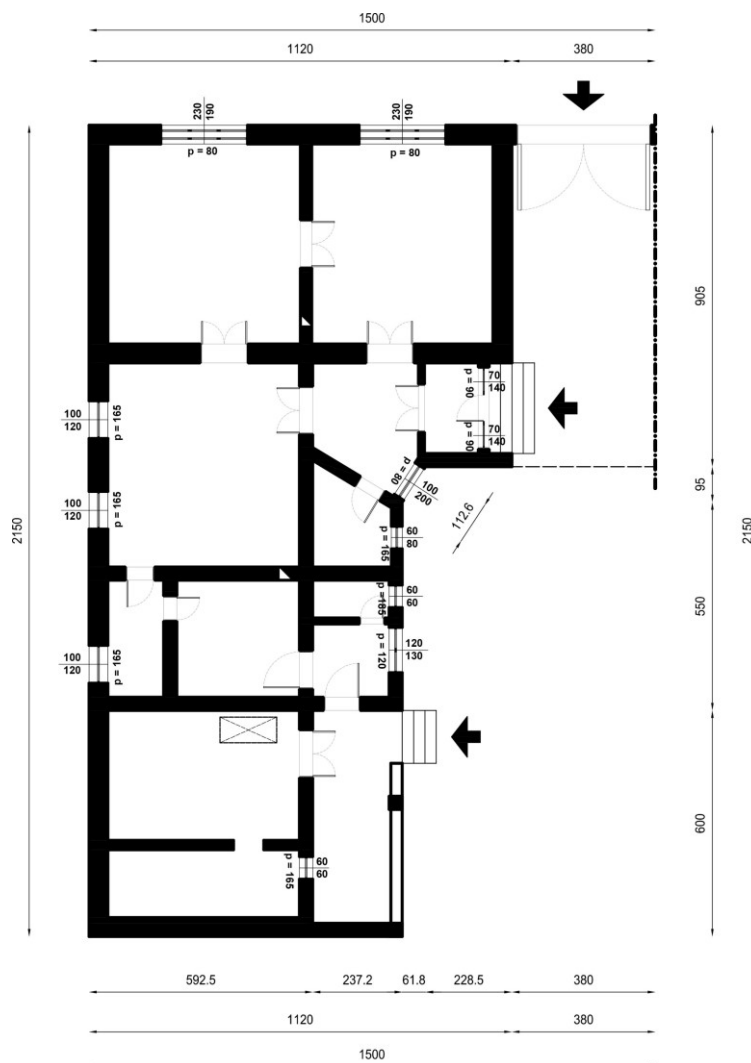
$$X = (0.36 \times 100) / 1.99;$$

$$\underline{X = 18 \%}$$

Iz proračuna površine prozora kupatila u drugoj stambenoj jedinici kuće vidimo da prozorski otvori čine 18% površine poda prostorije, što se nalazi blizu gornje granice određene

standardom da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda. Iz tog razloga možemo zaključiti da kupatilo u drugom stanu ima adekvatno dimenzionisane prozorske otvore na jugoistočnoj fasadi što doprinosi boljoj osvetljenosti i većoj količini pasivnih solarnih dobitaka.

Standard koji takođe definiše optimalno dimenzionisanje zastakljenih površina na fasadi kuće u svrhu poboljšanja bioklimatskih karakteristika određuje da površina prozora treba da čini približno 35% ukupne površine termičkog omotača.⁵⁹³ Za potrebe proračuna procentualne zastupljenosti prozorskih otvora na termičkom omotaču predmetne kuće u Gakovu računace se ukupna površina termičkog omotača prizemlja, odnosno zbir površina svih fasada u visini prizemlja. U proračun se uzima u obzir svetla visina prizemlja koja obuhvata grejani deo prostora, koja iznosi 3.35 m. Potrebne dimenzije za proračun date su na grafičkom prikazu osnove prizemlja predmetne kuće (slika 330).



Slika 330: Dimenzije fasada i veličine prozora predmetne kuće⁵⁹⁴

⁵⁹³ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.

⁵⁹⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun procentualne zastupljenosti površine prozorskih otvora na fasadi:

Po (ukupna površina termičkog omotača) = 21.5 m x 3.35 m + 11.2 m x 3.35 m + 9.05 m x 3.35 m + 2.285 m x 3.35 m + 1.126 m x 3.35 m + 5.5 m x 3.35 m + 2.372 m x 3.35 m + 6 m x 3.35 m + 5.925 m x 3.35 m;

Po = 72.025 m² + 37.52 m² + 30.32 m² + 7.65 m² + 3.77 m² + 18.425 m² + 7.95 m² + 20.1 m² + 19.85 m²;

Po = 217.61 m².

Ppr (ukupna površina prozorskih otvora) = 2 x (2.3 m x 1.9 m) + 2 x (0.7 m x 1.4 m) + 1 m x 2 m + 0.6 m x 0.8 m + 2 x (0.6 m x 0.6 m) + 1.2 m x 1.3 m + 3 x (1 m x 1.2 m);

Ppr = 8.74 m² + 1.96 m² + 2 m² + 0.48 m² + 0.72 m² + 1.56 m² + 3.6 m²;

Ppr = 19.06 m².

X % od 217.61 m² = 19.06 m²;

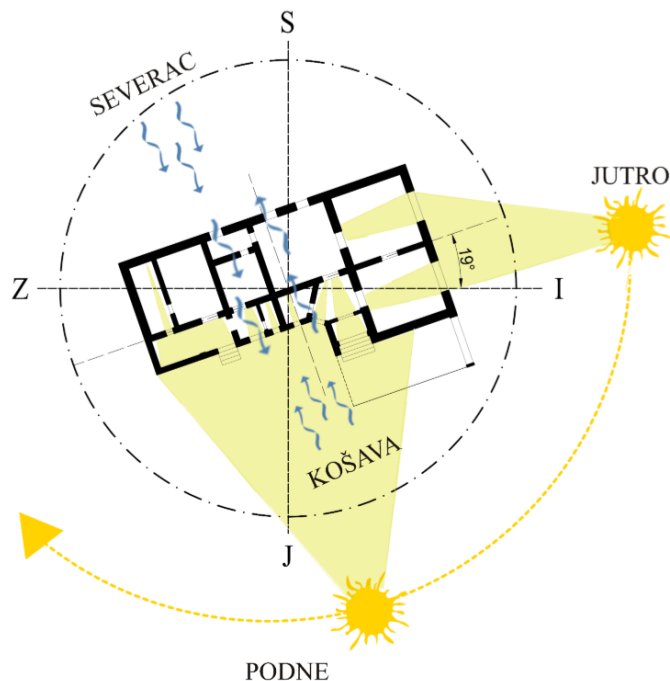
X = (19.06 x 100) / 217.61;

X = 8.76 %.

Iz proračuna procentualne zastupljenosti površine prozorskih otvora na fasadama predmetne kuće u Gakovu, koja iznosi samo 8.76 % ukupne površine omotača, vidimo da prozori nisu dovoljno veliki niti su pravilno dimenzionisani u skladu sa savremenim zahtevima određenim standardom da površina prozora treba da obuhvati 35 % ukupne površine termičkog omotača.

Položaj prozorskih otvora na fasadi, visina parapeta i njihova orijentacija prema stranama sveta u velikoj meri utiče na količinu pasivnih solarnih dobitaka i kvalitet osvetljenosti prostorija tokom dana. Predmetna kuća u Gakovu ima vrlo povoljnu orijentaciju prozora jer su oni uglavnom formirani na jugoistočnoj i severoistočnoj fasadi. Glavne dnevne prostorije u kući imaju prozore orijentisane ka severoistoku usled čega primaju dovoljnu količinu svetlosti i pasivnih solarnih dobitaka u jutarnjim časovima (slika 331). Prozori prostorija oba kupatila, naknadno građena, hodnika, kuhinje u drugom stanu i otvorenog dela trema su svi orijentisani ka jugoistoku što im pruža veliku količinu sunčeve svetlosti tokom celog dana (slika 331). Sa druge strane, kuhinja u prvom stanu i soba u drugom nemaju prozorske otvore formirane na južnim i istočnim fasadama usled čega nisu dobro osvetljene.

Novi prozori na visokim parapetima, koji su naknadno građeni na severozapadnoj fasadi, pružaju mogućnost prirodne poprečne ventilacije u kući tokom letnjih meseci, budući da su i fasade orijentisane adekvatno, u pravcu kretanja dominantnih vetrova Košave i Severca (slika 331). Prozori su formirani na višem nivou prizemlja, na parapetima visine 165 cm, što omogućava da se topao vazduh prirodnim putem penje prema gore, izlazi napolje i tako rashlađuje unutrašnje prostorije. Sa druge strane, lokacija prozora na višoj koti obezbeđuje vizualnu privatnost ukućanima, obzirom da je severozapadna fasada okrenuta ka dvorištu susedne parcele.



Slika 331: Položaj prozorskih otvora u odnosu na strane sveta i dominantne vetrove⁵⁹⁵

Glavna dnevna i sporedna soba u kući imaju duple trokrilne prozore sa dvostrukim staklom, dok su svi ostali prozori sa dvostrukim staklom dimenzija 4+12+4 mm. Okviri svih prozora su izrađeni od drveta. Zbog ograničenja u biblioteci materijalizacije prozora i vrste zastakljenja u programu Knaufterm3D, za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote transparentnog građevinskog elementa, U_w [$W/(m^2K)$], prozorskih otvora glavne i sporedne sobe usvojiće se tip *drvenog prozora sa troslojnim staklo paketom 6+12+6+12+6*. Proračun se vrši prema formuli definisanoj Pravilnikom o EE zgrada RS, saglasno standardu SRPS EN ISO 10077-1:

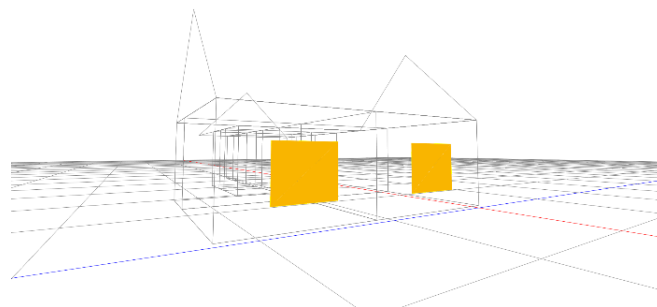
$$U_w = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + I_g \times \psi_g}{A_g + A_f}$$

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Prozor, Drveni sa troslojnim staklom d= 6+12+6+12+6 mm	Prozorski otvori, deo termičkog omotača	$g = 0.4,$ $f = 0.25$

Tabela 36: Relevantni podaci za proračun koeficijenta prolaza toplote prozora glavne i sporedne sobe⁵⁹⁶

⁵⁹⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁵⁹⁶ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d



Slika 332: Grafički prikaz pozicija prozora u 3d modelu kuće⁵⁹⁷

Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozore glavne dnevne i sporedne sobe:

Osnovni $U_w = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$

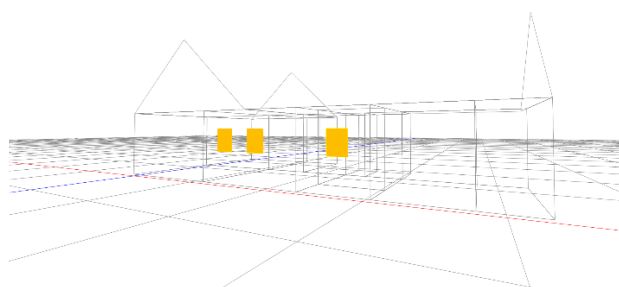
$U_w = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{wmax} = 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_w > U_{wmax}$, sklop ne zadovoljava

Slika 333: Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozore dnevne i sporedne sobe pomoću softvera Knaufterm3d⁵⁹⁸

Na osnovu izvedenog proračuna koeficijenta prolaza toplote za prozore glavne dnevne i sporedne sobe predmetne kuće u Gakovu zaključujemo da vrsta stakla i okvira ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti transparentnih površina termičkog omotača zgrade.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Prozor, Drveni sa dvoslojnim staklom d= 4+12+4 mm	Prozorski otvori, deo termičkog omotača	$g = 0.5$, $f = 0.25$

Tabela 37: Relevantni podaci za proračun koeficijenta prolaza toplote prozora kuhinje na visokim parapetima⁵⁹⁹



Slika 334: Grafički prikaz pozicija prozora u 3d modelu kuće⁶⁰⁰

Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozorske otvore kuhinje:

Osnovni $U_w = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_w = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{wmax} = 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_w > U_{wmax}$, sklop NE zadovoljava

Slika 335: Proračun koeficijenta prolaza toplote za prozorske otvore kuhinje⁶⁰¹

⁵⁹⁷ Izvor ilustracije: izrađena u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁵⁹⁸ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁵⁹⁹ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁶⁰⁰ Izvor ilustracije: izrađena u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁶⁰¹ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

Na osnovu izvedenog proračuna koeficijenta prolaza toplote za prozore sa visokim parapetima u kuhinji predmetne kuće u Gakovu zaključujemo da vrsta stakla i okvira takođe ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti transparentnih površina termičkog omotača zgrade.

Tabela 38: Karakteristike sklopova koji formiraju termički omotač

Br.	Sklop	d (cm)	Struktura slojeva	U _{max} [W/m ² K]	U [W/m ² K]
1.	Spoljni zid	50	1. Blatni malter 3 cm 2. Opeka starog formata 44 cm 3. Blatni malter 3 cm	0.4	0.509
2.	Spoljni zid	29	1. Cementni malter 2 cm 2. Nova opeka 25 cm 3. Cementni malter 2 cm	0.4	1.370
3.	Pod na tlu	65	1. Daske za pod 2 cm 2. Podkonstrukcija 3 cm 3. Nabijena zemlja 60 cm	0.4	0.296
4.	Međuspratna konstrukcija	25	1. Blatni malter 2 cm 2. Vitlovana tavanica 20 cm 3. Ploče od trske 1 cm 4. Blatni malter 2 cm	0.9	0.651
5.	Krovna konstrukcija	20	1. Bor/smreka 14 cm 2. Podkonstrukcija 5 cm 3. Biber crep 1 cm	0.2	0.781

6.	Prozor sa troslojnim staklom	6+12+6+12+6	1. Drveni ram 2. Staklo 6+12+6+12+6 mm		1.5	2
7.	Prozor sa dvoslojnim staklom	4+12+4	1. Drveni ram 2. Staklo 4+12+4 mm		1.5	3

Tabela 38: Karakteristike i U vrednosti sklopova termičkog omotača predmetne kuće u Gakovu⁶⁰²

Na osnovu proračuna vrednosti koeficijenta prolaza toplote za sve tipove sklopova i elemenata predmetne kuće u Gakovu vidimo da su se nabijena zemlja, blatni malter, slama i trska pokazali kao dobri u postizanju adekvatnog toplotnog komfora i mogu se smatrati tradicionalnim, održivim građevinskim materijalima čija je upotreba poželjna i u savremenoj arhitekturi. Sa druge strane, opeka kao građevinski materijal zidova i krovni pokrivač biber crep ne zadovoljavaju savremene zahteve za postizanje energetske efikasnosti u objektima.

Analizirana predmetna kuća u Gakovu, koja deli zajednički tavanski prostor i ulaz sa kućom na susednoj parceli, predstavlja tipičan primer dvojne preke kuće koje su se gradile u doba kolonizacije Nemaca. Sprovedena valorizacija ukazuje na značajnu usklađenost predmetne kuće sa elementima bioklimatske arhitekture.




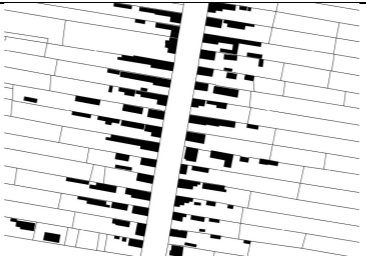
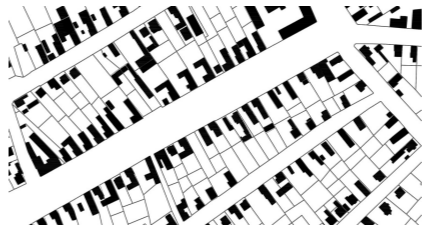




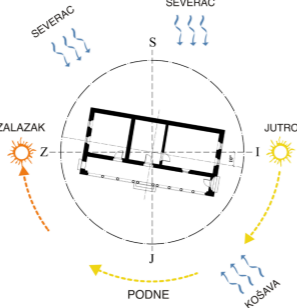
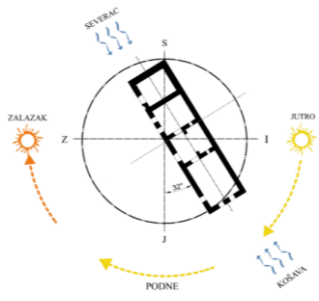
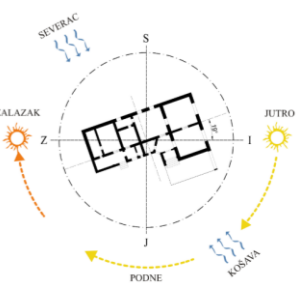
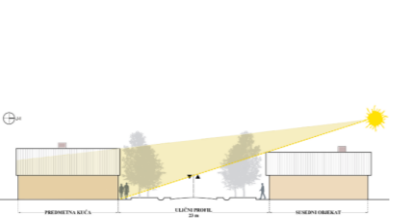
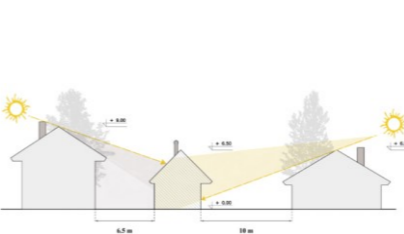
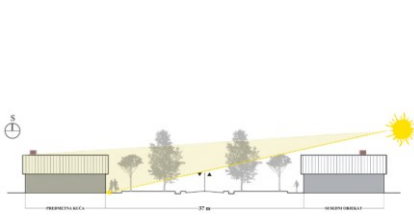
Pogodna konfiguracija terena koja se odlikuje ravničarskim reljefom lesne terase, umereno kontinentalna klima, orijentacija sela Gakovo, kao i velika kompaktnost morfološke ortogonalne strukture naselja, sve zajedno doprinosi adekvatnoj osvetljenosti objekata i mogućnosti formiranja sistema pasivnog solarnog grejanja. Visina prizemnih kuća, prostrane parcele sa malim procentom izgrađenosti i široki poprečni profili ulica omogućavaju neometanu osunčanost svakog pojedinačnog objekta u naselju. Skoro idealna orijentacija predmetne kuće, pod uglom od 19⁰ istočno od juga, obezbeđuje izloženost ulične bočne i podužne dvorišne fasade suncu u toku celog dana, što osigurava osvetljenost i velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote. Analizom međusobnih odnosa sa susednim objektima uočeno je da one ne remete osvetljenost i priliv sunčeve svetlosti i toplote predmetne kuće. Ulično zelenilo listopadnog drveća koje je formirano u dva reda u velikoj meri utiče na bioklimatske karakteristike. Leti sprečava pregrevavanje unutrašnjih prostorija snižavanjem temperature okolnog vazduha i stvarajući zaklon suncu, dok zimi, kada gubi krošnju, ovo drveće omogućava sunčevim zracima prolaz do prozorskih otvora severoistočne ulične fasade povećavajući količinu pasivnih solarnih dobitaka toplote. Zaštita od hladnog vetra Severca za predmetnu kuću nije formirana u obliku zelenila. Delimičnim zatvaranjem i pregrađivanjem nekadašnjeg trema određenim prostorijama u kući je ograničen priliv sunčeve svetlosti i toplote. Sa druge strane, pozicija dve suprotne podužne fasade koje se pružaju pod pravim uglom u odnosu na dominantne vetrove Košavu i Severac, zajedno sa naknadno formiranim

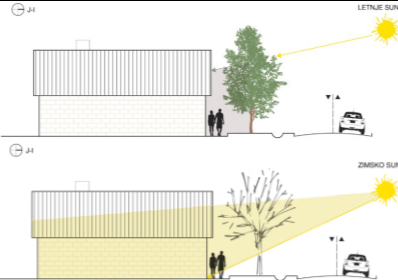
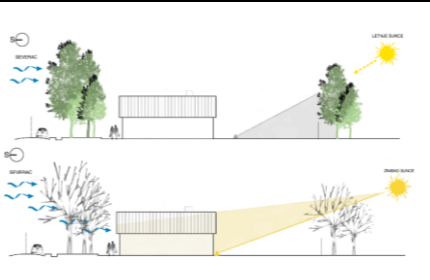
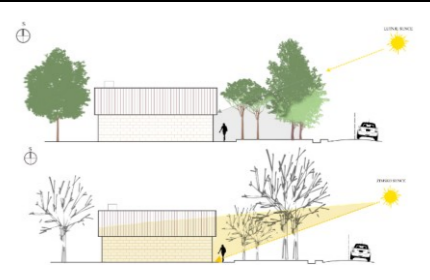
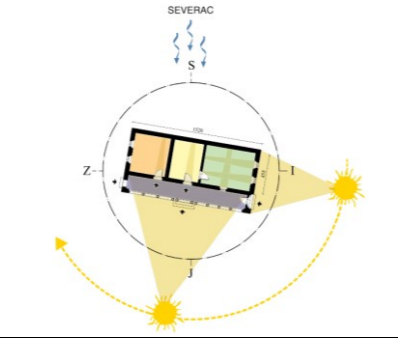
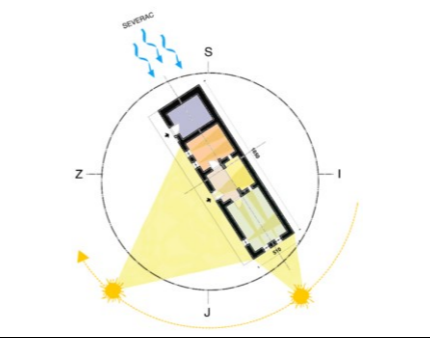
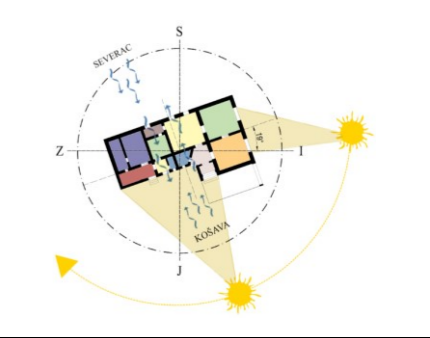
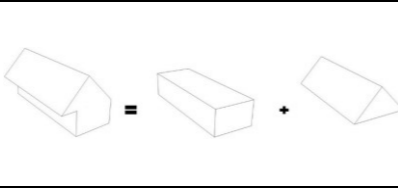
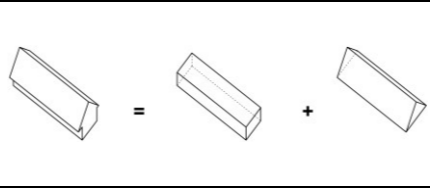
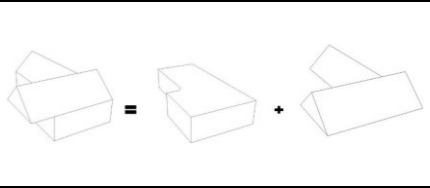
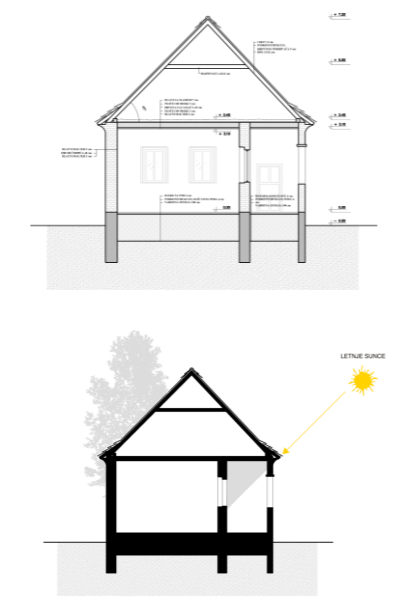
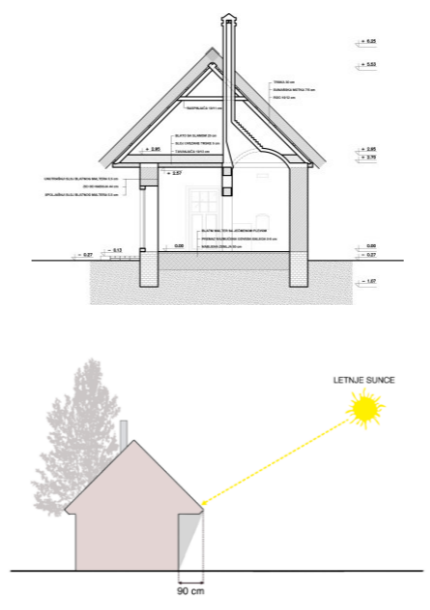
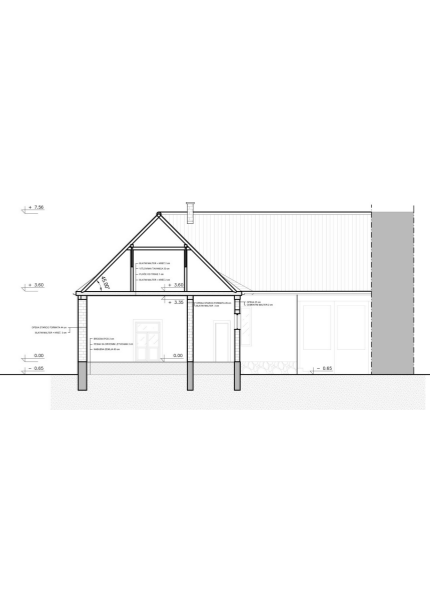
⁶⁰² Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

visokim prozorima na slepoj severozapadnoj fasadi, ostvarena je prirodna unakrsna ventilacija unutrašnjih prostorija. Analizom oblika predmetne kuće u Gakovu utvrđeno je da se ona odlikuje formom velike kompaktnosti što doprinosi manjim toplotnim gubicima i većoj energetske efikasnosti u celini. Na osnovu izvršenog proračuna energetske performansi konstruktivnih sklopova predmetne kuće možemo zaključiti da nabijena zemlja, trska, slama i blatni malter, prirodni materijali od kojih su oblikovani slojevi poda i vitlovene međuspratne konstrukcije, zadovoljavaju savremene zahteve energetske efikasnosti zbog čega bi bila prihvatljiva njihova upotreba i u savremenoj arhitekturi. Sklopovi spoljašnjih zidova, izrađeni od opeke starog i novog formata i sklop krovne konstrukcije nisu pokazali dobre energetske karakteristike.

Sprovedena, prikazana, obrazložena i grafički ilustrovana valorizacija tri karakteristična primera seoskih vojvođanskih kuća odabrane tipologije, a na osnovu prethodno utvrđene metodologije i definisanih energetske kriterijuma pasivnog standarda, ukazuje na značajno prisustvo elemenata bioklimatskog oblikovanja kod tradicionalnog arhitektonskog nasleđa ruralnih područja Vojvodine. Dobijeni rezultati istraživanja i valorizacije su sumirani i tabelarno prikazani u poglavlju 9.3. doktorske disertacije.

9.3. TABELARNI PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA I VALORIZACIJE BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE TRADICIONALNIH SEOSKIH KUĆA U VOJVODINI:

ENERGETSKI KRITERIJUMI PASIVNOG STANDARDA - ELEMENTI BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE	1. KUĆA NA BRAZDU – KUĆA U VOJKI 	2. DUŽNA KUĆA – KUĆA U RUSKOM KRSTURU 	3. PREKA KUĆA – KUĆA U GAKOVU 
URBANISTIČKI PARAMETRI			
1. KONFIGURACIJA TERENA I KLIMATSKI ASPEKTI	<i>Ravan teren</i> omogućava povoljnu osvetljenost objekata bez stvaranja zaklona; Planinski venac Fruške gore na severozapadu štiti od vetra Severca; Umereno kontinentalna klima doprinosi mogućnosti pasivnih solarnih zahvata u toku leta	<i>Pretežno ravničarski reljef</i> Bačke lesne terase i mala nadmorska visina sela Ruski Krstur doprinose mogućnosti povoljne orijentacije objekata u odnosu na sunce; Umereno kontinentalna klima niskog karaktera predstavlja potencijal za oblikovanje bioklimatske arhitekture	<i>Prostrana ravnica sa blagim dinastim uzvišenjima</i> sela Gakovo osigurava povoljnu orijentaciju i neometanu osunčanost svakog pojedinačnog objekta; Umereno kontinentalna klima doprinosi mogućnosti pasivnog solarnog zahvata tokom leta i primene strategija bioklimatskog oblikovanja
2. MORFOLOGIJA NASELJA	<i>Ortogonalna morfološka struktura</i> , velika kompaktnost naselja, mala spratnost i procenat izgrađenosti, široki ulični profili i orijentacija naselja doprinose adekvatnoj osvetljenosti objekata i većim količinama pasivnih solarnih dobitaka toplote 	<i>Morfološka struktura krstastog oblika</i> sela Ruski Krstur velike kompaktnosti, povoljna orijentacija duže strane naselja u pravcu jugozapad-severoistok, homogena gustina izgrađenosti i široki ulični profili omogućavaju adekvatnu orijentaciju i osvetljenost pojedinačnih kuća u ortogonalnom uličnom sistemu 	<i>Ortogonalna mreža ulica</i> , podela naselja na kvadratne blokove sa centralnim zelenim površinama omeđene pravougaonim parcelama, homogena gustina izgrađenog i neizgrađenog, kao i povoljna orijentacija sela ukazuju na veliku kompaktnost morfološke strukture 
3. ORGANIZACIJA KUĆIŠTA	<i>Koncept nizanja sadržajnih jedinica po dubini parcele</i> doprinosi izlaganju fasada sunčevoj svetlosti i toploti 	<i>Specifičan, „obrnut“, položaj kuće</i> u okviru okućnice i parcele, slepom fasadom orijentisanom ka ulici i uvučenom u odnosu na regulacionu liniju, omogućava povoljnu orijentaciju u odnosu na sunce, više prirodnog svetla i pasivnih dobitaka toplote 	<i>Tipična dvojna preka kuća u Gakovu</i> sa jasno diferenciranom parcelom na okućnicu i obradivu poljoprivrednu površinu ima vrlo povoljan položaj u odnosu na sunce koji omogućava izlaganje dve različite fasade sunčevoj svetlosti 
4. ORIJENTACIJA OBJEKTA	<i>Izuzetno povoljan položaj i orijentacija kuće</i> omogućava izlaganje dve otvorene fasade i jutarnjem i popodnevnom suncu što obezbeđuje prirodno osvetljenje i pasivne solarne dobitke toplote u toku zimskog perioda 	<i>Orijentacija</i> slepe fasade ka ulici i prozorskih otvora glavne sobe ka jugoistočnoj, dvorišnoj strani obezbeđuje adekvatnu poziciju kuće u odnosu na sunce, prirodno osvetljenje i pasivne solarne dobitke od jutarnjih časova tokom celog dana; Negrejani prostor komore i slepa ulična fasada štite objekat od hladnog vetra Severca 	<i>Približno idealna orijentacija kuće</i> , sa podužnom osom pod uglom od 19° istočno od juga, omogućava izlaganje dve fasade suncu što obezbeđuje pasivne solarne dobitke i povoljnu osvetljenost od ranih jutarnjih časova tokom celog dana; Pozicija podužnih fasada pod pravim uglom u odnosu na dominantne vetrove omogućava ostvarivanje poprečne ventilacije 
5. ODNOS SA SUSEDNIM OBJEKTIMA	<i>Međusobno rastojanje od 23m i mala visina susednog objekta u jugoistočnom pravcu</i> obezbeđuje prolaz sunčevim zracima i nesmetanu insolaciju jugoistočne fasade, dok kuće na susednim parcelama nemaju značajan uticaj na bioklimatske karakteristike 	<i>Veliko rastojanje susedne prizemne kuće</i> na jugozapadnoj strani i nepostojanje drugih objekata u pravcu jugoistoka omogućava neometanu insolaciju i velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote; Kuća je slepom severozapadnom fasadom zaštićena od vetra Severca 	<i>Malo rastojanje susedne dvojne preke kuće</i> ne utiče na osvetljenost i pasivne solarne dobitke, kao što je utvrđeno terenskim ispitivanjem; Međusobno rastojanje od 37m prizemne kuće na suprotnoj strani ulice omogućava priliv velike količine sunčeve svetlosti i toplote iz pravca severoistoka 

<p>6. VEGETACIJA – PEJZAŽNA ARHITEKTURA</p>	<p><u>Listopadno drveće pozicionirano u okviru okućnice i linijsko zelenilo duž glavne ulice</u> leti pruža zaštitu od pregrijavanja prostorija, dok zimi, kada lišće opadne, omogućava priliv sunčeve svetlosti i toplote do objekta; Kuća nema zaštitu od vetra Severca u obliku zelenila</p>		<p><u>Linijsko zelenilo</u> duž glavne ulice leti štiti objekat od saobraćajne buke i vetra Severca, dok zimi, kada lišće opadne, ovo drveće gubi svoju funkciju; Listopadno drveće na susjednoj parceli u određenoj meri sprečava letnje pregrijavanje unutrašnjih prostorija, dok zimi omogućava priliv sunčeve svetlosti i toplote</p>		<p><u>Linijsko listopadno zelenilo</u> formirano u dva reda duž glavne ulice leti ima funkciju zaštite od pregrijavanja unutrašnjih prostorija, dok zimi, kada izgubi svoju krošnju, omogućava prolaz sunčevim zracima iz istočnog pravca; Nepostojanje većeg broja drveća u okviru okućnice omogućava ostvarivanje poprečne ventilacije</p>	
<p>ARHITEKTONSKI PARAMETRI</p>						
<p>1. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA PROSTORA</p>	<p><u>Zatvoreni tip plana</u> sprečava nepotrebnu razmenu toplote između grejanih i negrejanih prostorija; Adekvatno toplotno zoniranje prostora, u skladu sa pozicijom i orijentacijom objekta, omogućava prirodno osvetljenje i velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote; Slepa severoistočna fasada sprečava ostvarivanje prirodne unakrsne ventilacije prostorija</p>		<p><u>Nesvakidašnji položaj kuće</u>, adekvatna orijentacija prema stranama sveta i toplotno zoniranje prostorija omogućava velike količine prirodnog svetla i pasivnih solarnih dobitaka toplote; Zatvoreni tip plana, pozicija slepih fasada u pravcu severozapada i severoistoka, kao i formirane tampon zona prostorija komore i tavana, sve zajedno sprečava neželjenu razmenu i gubitke toplote</p>		<p><u>Zatvoreni tip plana</u> sa formiranim tampon zonama prostorija komore i tavana sprečava neželjeno prenošenje i gubitak toplote; Glavne dnevne sobe sa prozorima orijentisanim ka ulici imaju povoljan položaj i veliki priliv sunčeve svetlosti i toplote, dok je osvetljenost kuhinje ugrožena pregrađivanjem trema; Poprečna ventilacija je ostvarena formiranjem novih prozora na severozapadnoj fasadi</p>	
<p>2. FORMA OBJEKTA</p>	<p><u>Dobijena vrednost faktora oblika</u>, $f_o = 0.89 m^{-1}$, ukazuje na formu velike kompaktnosti kuće u Vojki, koja doprinosi manjim toplotnim gubicima i većoj energetskej efikasnosti</p>		<p><u>Proračun S/V faktora oblika i dobijena vrednost</u>, $f_o = 0.88 m^{-1}$, pokazuje veliku kompaktnost forme i oblika kuće u Ruskom Krsturu koja doprinosi manjim toplotnim gubicima i većoj energetskej efikasnosti</p>		<p><u>Na osnovu proračuna faktora oblika kuće u Gakovu i dobijene vrednosti</u> $f_o = 0.61 m^{-1}$, evidentno je da se ona odlikuje formom velike kompaktnosti koja doprinosi većoj energetskej efikasnosti kuće u celini</p>	
<p>3. INFRASTRUKTURA</p>	<p><u>Infrastrukturni sistem kuće</u> u Vojki odlikovao se jednostavnošću i prostim rešenjima sistema grejanja, provetravanja i pripreme tople vode; Danas u njoj niko ne živi i iz kuhinje je uklonjeno grejno telo; Kuća je građena bez mokrog čvora</p>		<p><u>Infrastruktura grejnog sistema</u> kuće podrazumeva najstariji oblik peći na čvrsto gorivo, izrađene od nabijene zemlje, pomoću kojih su se prostorije grejale razvođenjem toplote od centralnog ognjišta kroz zidove; Kuća nema mokri čvor</p>		<p><u>Infrastrukturni sistem grejanja</u> kuće u Gakovu čine dve peći na čvrsto gorivo i dva odvojena dimnjaka; Kuća je izgrađena bez mokrog čvora, ali su zatvaranjem trema izgrađene nove prostorije kupatila</p>	
<p>4. STRUKTURA ZGRADE I NJENOG OMOTAČA</p>	<p><u>Materijalizacija konstruktivnih sklopova</u> spoljašnjeg zida od čerpića, poda na tlu i međuspratne tavanice kuće u Vojki zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti, što je utvrđeno izvršenim proračunima koeficijenta prolaza toplote U [W/(m²K)]; Ovi sklopovi su izrađeni od prirodnih, lako dostupnih, održivih tradicionalnih materijala čerpića, nabijene zemlje, blatnog maltera i trske; Proračun energetske performansi spoljašnjeg zida od opeke, krovne konstrukcije i prozorskih otvora pokazao je da ovi sklopovi nisu adekvatno formirani i ne zadovoljavaju zahteve energetske efikasnosti; Nadkriveni trem štiti objekat od letnjeg pregrijavanja</p>		<p><u>Konstruktivni elementi i sklopovi kuće</u> uglavnom su građeni od prirodnih tradicionalnih materijala koji su nabavljeni iz neposrednog okruženja: nabijene zemlje, blatnog maltera, trske i slame. Na osnovu izvršenog proračuna energetske performansi i koeficijenta prolaza toplote U [W/(m²K)] za sve tipove sklopova utvrđeno je da tradicionalna materijalizacija zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS; Karakteristike prozorskih otvora, njihova površina i struktura, pokazale su se kao neadekvatne; Prepušten krov na jugozapadnoj fasadi u obliku nadstrešnice otvorenog trema štiti objekat od letnjeg pregrijavanja unutrašnjih prostorija, do zimi omogućava priliv sunčeve svetlosti i toplote</p>		<p><u>Materijalizacija konstruktivnih sklopova</u> spoljašnjih zidova od opeke starog i novog formata se na osnovu proračuna energetske performansi pokazala kao neadekvatna, dok su energetske karakteristike nabijene zemlje, blatnog maltera i trske, materijala od kojih su izrađeni sklopovi poda na tlu i tradicionalne vitlovane tavanice, u skladu sa savremenim zahtevima energetske efikasnosti; Proračun koeficijenta prolaza toplote, U [W/(m²K)], određen za elemente prozorskih otvora kuće u Gakovu nije pokazao poželjne energetske karakteristike</p>	

10. PRIMENA BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE TRADICIONALNIH VOJVODANSKIH KUĆA U SAVREMENOJ RURALNOJ ARHITEKTURI – STUDIJSKI MODEL OBJEKTA POLJOPRIVREDNOG SISTEMA (OPS)

Program Agende 21⁶⁰³, koji podrazumeva definisanje akcija za sprovođenje koncepta održivog razvoja, kao jedan od značajnih ciljeva navodi potrebu da sve zemlje formulišu i primene programe za smanjenje uticaja i pojave fenomena tranzicije od ruralnih ka urbanim područjima, poboljšanjem životnih uslova na selima. Studijski model objekta poljoprivrednog sistema (OPS)⁶⁰⁴ predstavlja upravo odgovor na pomenute zahteve poboljšanja uslova života u vojvođanskim selima. Optimalan, ispravan pristup budućem razvoju i planiranju ruralnih područja podrazumeva očuvanje autentične tradicionalne bioklimatske arhitekture vojvođanskih sela, kao i aktiviranje lokalno dostupnih obnovljivih izvora energije i potencijala teritorije Vojvodine u svrhu adekvatnog arhitektonskog dizajna i poljoprivredne proizvodnje, što bi stvorilo i stimulisalo priliku za savremeni održivi razvoj ruralnih područja koji bi doprineo ublažavanju dugotrajne depopulacije i deagrarijacije.

Studijski model OPS, kao originalna ideja autora, predstavlja koncept predložene strategije za ostvarivanje energetski efikasne i održive budućnosti ruralnog stanovanja, oporavkom i oživljavanjem lokalne bioklimatske arhitekture tradicionalnih vojvođanskih kuća u savremenom kontekstu. Pored toga, projekat ima za cilj unapređenje produktivnosti i efikasnosti bioklimatskih karakteristika tradicionalnih vojvođanskih kuća primenom dodatnih tehnika i strategija pasivne solarne arhitekture, kao i primenom savremene tehnologije obnovljivih izvora energije.

„Principi pasivnog solarne dizajna su kompatibilni sa različitim arhitektonskim stilovima i mogu biti obnovljeni i unapređeni i kod postojećih objekata u cilju ostvarivanja statusa zgrade nulte energije“⁶⁰⁵

Strategija definiše i ukazuje na novi pristup u savremenom istraživanju održivih rešenja za zgrade budućih generacija ruralnog stanovništva uspostavljanjem sinergije i harmonije ruralno-urbanog (rurbanog), čineći ruralne zajednice Vojvodine održivim i naprednijim mestima za život. Jedan od ciljeva formiranja studijskog modela jeste i očuvanje poljoprivrede u granicama ruralnih područja kako bi se poboljšali i olakšali uslovi rada za seosko stanovništvo, pružajući im nove mogućnosti zapošljavanja i obrazovanja u selima u okviru „programa poljoprivredne zajednice“ (Community-supported agriculture program - CSA model⁶⁰⁶). Istovremenim lociranjem pet različitih funkcija u okviru jednog seoskog domaćinstva: proizvodnja, prerada, promocija i prodaja poljoprivrednih proizvoda i kultura, kao i obrazovanje i edukacija mladih,

⁶⁰³ Agenda 21, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 1, paragraf 4.15., Rio de Ženeiro, 1992.

⁶⁰⁴ OPS – Studijski model - Objekat poljoprivrednog sistema

⁶⁰⁵ Kaushik, G., Chel, A.: *Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building*, Alexandria Engineering Journal, 2017.

⁶⁰⁶ *European handbook on Community supported agriculture, Sharing experiences*, Community Supported Agriculture for Europe project, Beč, jun 2013.

rad u poljoprivredi bi bio u velikoj meri pojednostavljen. Selo bi se na određeni način „urbanizovalo“ i približilo urbanom načinu života.

U cilju očuvanja autentičnosti bioklimatske arhitekture vojvođanskih tradicionalnih kuća i ne narušavanja ambijentalnih vrednosti područja, doktorska disertacija istražuje mogućnosti prilagođavanja ovog novog modela objekta postojećim uslovima životne sredine vojvođanskih sela: morfologije naselja, urbane strukture, oblika parcela i kuća, osobina tradicionalne arhitekture i dr. Budući da krajnji cilj istraživanja podrazumeva transformaciju valorizovanih konkretnih primera kuća u skladu sa konceptom studijskog modela, potrebno je omogućiti njegovo integrisanje u postojeći okvir naselja. Iz tih razloga studija modelovanja će se zasnivati na već analiziranoj postojećoj tipologiji tradicionalnih vojvođanskih kuća, tipologiji u zavisnosti od odnosa kuće i okućnice. Kao rezultat ove analize, formiraće se nekoliko tipova studijskog modela OPS u ruralnim oblastima Vojvodine.

10.1. STUDIJSKI MODEL OBJEKTA POLJOPRIVREDNOG SISTEMA – NAMENA I FUNKCIJE

Kao savremena interpretacija prošlosti i tradicije, modelovanje OPS ima za cilj obnovu i očuvanje degradiranih i napuštenih tradicionalnih seoskih kuća u Vojvodini oslanjajući se na njihovu postojeću bioklimatsku arhitekturu, kao i primenom novih tehnika pasivnog solarnog dizajna i savremene tehnologije obnovljivih izvora energije.

„Duh nasleđa treba izraziti na drugi način - ne vraćajući se nasleđu i tradiciji već počevši od njih. Kako je nasleđe provereno iskustvo prethodnih generacija, ne treba ga zanemariti, već treba preneti nasleđeno i razvijati ga prema modernim potrebama“⁶⁰⁷

Pored toga, cilj projekta je i zadržavanje poljoprivredne delatnosti unutar ruralnih granica uspostavljanjem sistema programa poljoprivredne proizvodnje koji podržava zajednica na nivou lokalne samouprave. Seoske oblasti bi se na ovaj način revitalizovale, a ruralnom stanovništvu bi se omogućilo da živi i radi u održivoj zajednici u uslovima savremenog održivog razvoja. Svaki poljoprivrednik, vlasnik seoskog domaćinstva, čija bi tradicionalna kuća bila obnovljena i na kojoj bi se primenio model OPS, bio bi uključen u „program poljoprivredne zajednice“, koji bi mu omogućio povezivanje sa potencijalnim kupcima, odnosno članovima njegove farme. Vlasnik poljoprivrednog imanja redovno snabdeva svoje članove poljoprivrednim proizvodima koji su uzgajani na njegovom zemljištu, u prirodnom okruženju vojvođanskog sela.

Osim zemljišta, poljoprivredna proizvodnja je integrisana i u okviru studijskog modela, na zelenim krovovima, u staklenicima. Ovo predstavlja primer praktične primene BIA sistema (BIA - building-integrated agriculture⁶⁰⁸), koji istražuje sinergiju izgrađene sredine i poljoprivrede lociranjem i implementacijom sistema uzgoja i proizvodnje kultura u staklenim

⁶⁰⁷ Todorović, M., *Harmonized Rural & Urban Sustainable Development To Preserve Natural & Cultural Heritage Via Renewable Energy Sources, Energy Efficiency & BPS*, 3. Internacionalna konferencija “ENERGY in BUILDINGS 2014”.

⁶⁰⁸ Benis, K., Reinhart, C., Ferrão, P., *Building-Integrated Agriculture (BIA) In Urban Contexts: Testing A Simulation-Based Decision Support Workflow*, Konferencija: Building Simulation 2017, San Francisco, USA, 2017.

baštama unutar zgrade. Primena ove prakse na studijskom modelu OPS urbanizuje voJVodanska sela i pribliZava ih gradskom naCinu Zivota, pruZajuCi nove moguCnosti zapošljavanja i obrazovanja mladih u izgraDenim objektima, buduCi da je teZak rad na poljoprivrednom zemljištu jedan od razloga zašto odlaze. Agenda 21, u okviru formulisanja ciljeva i strategija za sprovoDenje programa odrZive poljoprivrede i ruralnog razvoja (SARD - *Sustainable agriculture and rural development*), između ostalog navodi upravo i potrebe za:

- poboljšanjem poljoprivredne proizvodnje kroz diverzifikaciju farmi i oblika poljoprivrednih sistema;
- formulisanjem obrazovnih programa poljoprivredne edukacije i zapošljavanja u seoskim sredinama;
- prelazak na odrZive izvore energije koji se primenjuju u ruralnim područjima radi povećanja produktivnosti, kao i
- razmatranjem uvoDenja koncepta proizvodnje, skladištenja, prerade, distribucije i promocije poljoprivrednih proizvoda na poljoprivrednim farmama.⁶⁰⁹

OPS istovremeno objedinjuje funkcije proizvodnje, prerade, promocije i prodaje poljoprivrednih proizvoda. U okviru domaćinstva je takođe organizovana edukacija mladog ruralnog stanovništva, pruZajuCi im moguCnost obrazovanja i zaposlenja unutar seoskih zajednica, kako ne bi migrirali i odlazili u gradove. Pored toga, kasnije bi bili u moguCnosti da prenesu i primene znanje i u okviru svog domaćinstva, pridruZe se „programu poljoprivredne zajednice“ i najzad povećaju efektivnost strategije. Poljoprivreda je integrisana unutar studijskog modela tako da se sve četiri faze životnog ciklusa poljoprivrednih dobara (proizvodnja, prerada, promocija i trgovina) odvijaju unutar objekta, a redosled faza je organizovan prema nivoima zgrade, tako da životni ciklus poljoprivredne kulture i model čine nerazdvojni celinu, a proces se odvija sukcesivno i kontinuirano na najjednostavniji naCin. Svako domaćinstvo bi funkcionisalo kao mali, samoodrZivi, poljoprivredni sistem u ruralnoj zajednici.

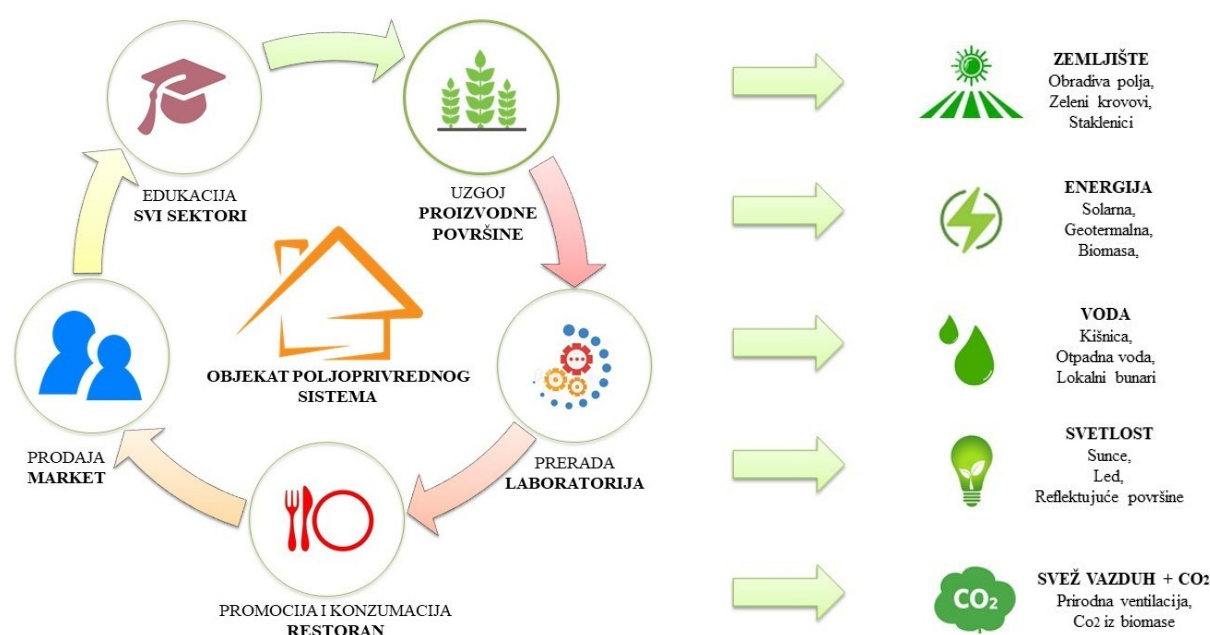
10.1.1. Koncept funkcionisanja OPS

Edukacija i zapošljavanje mladog seoskog stanovništva u okviru OPS omogućava im da nauče aktivnosti u vezi sa proizvodnjom, preradom i trgovinom poljoprivrednih proizvoda, a kasnije i da se osamostale i započnu privređivanje u sopstvenim domaćinstvima u kontekstu „programa poljoprivredne zajednice“. Na njihovo mesto bi dolazili novi mladi ljudi i tako bi ceo proces „socijalnog programa“ bio objedinjen i odrZiv: zapošljavanje, obuka i nezavisni preduzetnički razvoj. Na ovaj naCin bi se umanjio problem nezaposlenosti ruralne populacije.

Prerada poljoprivrednih proizvoda je organizovana u laboratorijama koje zauzimaju unutrašnje prostorije zgrade. Posredstvom preraĐivaCkog procesa, od jedne poljoprivredne kulture bi se dobilo niz razliCitih prehrambenih namirnica. U restoranu, koji je lociran u prizemlju objekta, organizuje se promocija, omogućavajuCi potencijalnim kupcima i članovima farne da konzumiraju i upoznaju se sa gotovim proizvodima. Konačno, sirovi i preraĐeni proizvodi se prodaju na marketu koji je organizovan na zadnjoj strani parcele i gde potencijalni

⁶⁰⁹ Agenda 21, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 14.4., Rio de Ženeiro, 1992.

članovi takođe mogu kupiti namirnice u manjim količinama kako bi odlučili da li žele da se pridruže i postanu član određene farme. Prihod koji se dobija od prodaje sirovih i gotovih poljoprivrednih proizvoda članovima, u restoranu i na marketu, ponovo se ulaže u proizvodnju tako da celokupan sistem postaje cirkularan i održiv. Sve lokalne poljoprivredne kulture nižeg rasta, koje se gaje na teritoriji Vojvodine i pod opisanim uslovima, dolaze u obzir za proizvodnju unutar OPS. Studijski model je u osnovi organizovan tako da su svih pet funkcija raspoređene u četiri različita sektora: proizvodnja (uzgoj) na proizvodnim površinama; prerada u laboratorijama; promocija (konzumiranje) u restoranu; prodaja (trgovina) na marketu i edukacija koja se vrši u sva četiri gore navedena sektora. Na slici 336 prikazani su dijagrami na kojima je objašnjen i ilustrovan cirkularan proces funkcionisanja modela OPS, kao i obnovljivi izvori iz kojih se objekat snabdeva neophodnom energijom, vodom, svetlosti, svežim vazduhom i poljoprivrednim zemljištem.



Slika 336: Funkcije studijskog modela OPS⁶¹⁰

Proizvodnja.

Pored poljoprivrednog zemljišta, proizvodnja, odnosno uzgoj poljoprivrednih kultura odvija se u kontekstu zelenih krovova koji se nalaze u okviru staklenika u terasasto projektovanom studijskom modelu OPS, kao i u dodatnom stakleniku organizovanom u zadnjem delu parcele. Ovi delovi domaćinstva predstavljaju proizvodne površine. Osim uzgoja različitih poljoprivrednih proizvoda niskog rasta čija bi se obrada vršila u unutrašnjim prostorijama laboratorija, zeleni krovovi obezbeđuju odličnu toplotnu izolaciju same zgrade. Njihova instalacija u modelima OPS takođe predstavlja način da se prirodi kompenzuje zemljište koje joj je „oduzeto“ izgradnjom samog objekta, budući da se kreiraju korišćenjem zemlje iz neposrednog lokalnog okruženja. Ponovna upotreba zemljišta u dizajniranju krovovih vrtova u okviru studijskog modela može se identifikovati sa primenom naboja i drugih lokalno dostupnih građevinskih materijala u izgradnji tradicionalnih vojvođanskih kuća, a predstavlja i adekvatnu termalnu masu u okviru primenjene strategije pasivnog solarnog grejanja. Zeleni

⁶¹⁰ Izvor ilustracije: crtež i dijagram autora Stanišić J.

krovovi su organizovani na terasama studijskog modela i nalaze se u okviru staklenika koji se mogu ukloniti tokom letnjeg perioda.

„*Terasasta poljoprivreda*“ (*Terrace farming*) je metod poljoprivredne proizvodnje koji se razvijao i primenjivao od davnina u različitim delovima sveta. Jedna od prednosti ovog metoda su upravo različite „stepenice“, odnosno terase koje sprečavaju da voda ispire zemlju i biljke. Sistem je takođe omogućavao izgradnju akvadukta koji su dovodili vodu do svakog nivoa. Terasa rižinih polja Filipinskih Kordiljera upisane su u UNESCO-ovu listu svetske kulturne baštine 1995. godine, a datiraju dve hiljade godina unazad.⁶¹¹ Ideju su takođe samostalno razvili i narodi Inka koji su svoj sistem akvadukta za navodnjavanje terasa izgradili tako da se koristi i danas. U poglavlju Agende 21 koje se osvrće na promociju održivog razvoja kroz primenu i sprovođenje ekološki prihvatljivih energetske sistema i tehnologija, kao jedna od smernica navodi se i:

- poboljšanje sistema upravljanja zemljištem i prirodnim resursima uključivanjem i sprovođenjem odgovarajućih tradicionalnih metoda autohtonog stanovništva; primeri ove prakse su pastoralizam, „*terasasta*“ poljoprivreda i dr.⁶¹²

Kako bi se uštedela električna energija za grejanje i osvetljenje, staklenici se ponekad grade sa reflektujućim površinama. Reflektirajuće površine predstavljaju jeftini izvor energije, a pored toplotnog zračenja reflektuju i svetlost. Za brži rast i sazrevanje biljaka, reflektujuće površine se postavljaju na severnim stranama staklenika čime se ostvaruju manji toplotni gubici i povećava se efekat termičke izolacije. Svaka staklena bašta ima svoj sistem grejanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC) i led sistem osvetljenja koji omogućava optimalno uzgajanje tokom zimskih meseci. U zavisnosti od veličine proizvodnih površina i količine dobijenih sirovih i prerađenih proizvoda, svaki poljoprivrednik, vlasnik domaćinstva imao bi određeno ograničenje u broju članova svoje farme, u okviru „*programa poljoprivredne zajednice*“ (Community-supported agriculture program - CSA model).

Prerada.

Laboratorija, u kojoj se vrši proces prerade poljoprivrednih kultura, locirana je u unutrašnjim prostorijama prvog i drugog sprata studijskog modela OPS. Namenjena je produkciji različitih prerađenih gotovih proizvoda i opremljena je potrebnim mašinama za preradu, pakovanje i skladištenje.

Promocija.

Promocija proizvoda se organizuje u restoranu koji zauzima prednji deo prizemlja modela, orijentisanom ka ulici. Restoran je namenjen potencijalnim kupcima i članovima farme kako bi konzumirali i upoznali se sa proizvedenim namirnicama. Ovaj deo objekta funkcioniše kao izložbeni prostor. Moguće je organizovati festivale koji će skrenuti pažnju na određenu biljku ili proizvod i koji će privući stanovništvo susednih sela i gradova i tako podstaći razvoj turizma ruralnih oblasti Vojvodine. Posetioci imanja bi imali priliku da se upoznaju sa proizvodima,

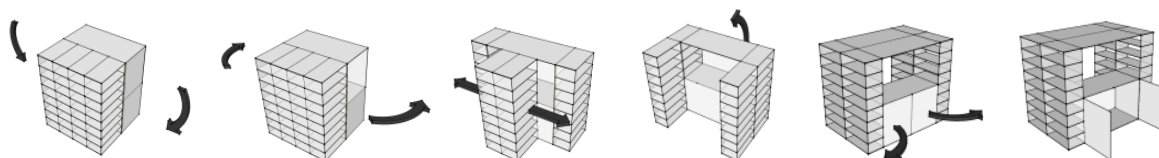
⁶¹¹ <https://whc.unesco.org>

⁶¹² *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Poglavlje 1, član 2, paragraf 10.7., Rio de Ženeiro, 1992

konzumiraju i kupe ih u malim količinama na marketu, a zatim odluče da li će se pridružiti i postati članovi farme.

Prodaja.

Pored veleprodaje članovima farme, maloprodaja sirovih i prerađenih proizvoda vrši se u kontekstu poslednjeg dela parcele vojvođanskog sela, gde se u određenom delu dana organizuje market. Pultovi na kojima se izlažu proizvodi predstavljaju pokretne montažne paviljone koji se „izvlače“ iz modela OPS. Ovi pokretni paviljoni su sastavni deo prizemlja objekta, ali ne i neophodni deo kuće jer skeletni sistem konstrukcije obezbeđuje veliku fleksibilnost građevine. Svaki paviljon je pojedinačna funkcionalno nezavisna jedinica. Kuća menja svoj oblik i izgled prizemlja zahvaljujući mobilnim paviljonima. Njihova pokretljivost omogućava da se „izvuku“ u unutrašnjost parcele gde se rasklapaju, montiraju i postavljaju tako da postaju prodajni štandovi na marketu (slika 337). U vreme kada je market zatvoren, paviljoni se sklapaju i vraćaju u prostor prizemlja gde se savršeno uklapaju, a zatim se objekat „zatvara“ prema ulici što osigurava njegovu privatnost. Kada je market otvoren, deo prizemlja, predviđen za paviljone, postaje otvoreno, fluidno područje koje posetiocima omogućava pristup marketu sa ulice.



Slika 337: Koncept rasklapanja montažnih mobilnih paviljona na marketu⁶¹³

Edukacija.

Obrazovanje i zapošljavanje mladog seoskog stanovništva u domaćinstvu OPS odvija se u sva četiri sektora. Budući da je jedan od ciljeva projekta smanjenje nezaposlenosti mladih u vojvođanskim selima i poljoprivredna edukacija, neophodno je sprovesti obuku o svim fazama životnog ciklusa proizvodnih kultura kako bi kasnije mogli da prenesu i primene znanje na sopstveno domaćinstvo i postepeno prošire strategiju „programa poljoprivredne zajednice“.

10.2. OBLIKOVANJE STUDIJSKOG MODELA OPS OSLANJANJEM NA BIOKLIMATSKE ELEMENTE TRADICIONALNIH VOJVOĐANSKIH KUĆA

Studijski model OPS je oblikovan na osnovu analize pojedinačnih urbanističkih i arhitektonskih aspekata vojvođanskih sela, morfološke strukture naselja i tradicionalne bioklimatske arhitekture, kako bi se uspešno interpolirao u postojeće okruženje. Analiza se sprovodi u planu i modelu, transformišući postojeću, prethodno utvrđenu, tipologiju tradicionalnih kuća, tipologiju na osnovu odnosa kuće i okućnice. Kao rezultat analize formira se više potencijalnih varijacija studijskog modela, odnosno nova tipologija savremene ruralne arhitekture. Interpolacijom različitih tipova OPS, stambene oblasti vojvođanskih sela postaju multifunkcionalne, bez širenja granica naselja i promene njihove morfologije i strukture. Oslanjajući se na prednosti i benefite postojeće bioklimatske arhitekture i polazeći od njih u

⁶¹³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

dizajnu, studijski model ostaje u skladu sa okruženjem poštujući ambijentalne vrednosti područja.

10.2.1. Urbanistički parametri oblikovanja

Tipologija studijskog modela OPS formirana je transformacijom postojeće tipologije tradicionalnih vojvođanskih kuća, čiji se pojedinačni tipovi razlikuju na osnovu odnosa kuće i okućnice, zadržavajući specifične bioklimatske karakteristike njihove izgradnje i okruženja.

10.2.1.1. Konfiguracija terena i klimatski aspekti

Ravan teren, umereno-kontinentalna klima, koja obezbeđuje dosta sunčanih dana u godini, visok nivo podzemnih voda i relativno mala nadmorska visina, prednosti su vojvođanske teritorije koje doprinose mogućnostima korišćenja solarne, geotermalne i drugih obnovljivih izvora energije, kao i primene strategija pasivnog solarnog dizajna. Pored toga, fizičko geografska sredina i geološki sastav zemljišta u Vojvodini najviše su uticali na izbor građevinskog materijala, budući da su stanovnici ovog područja oduvek koristili materijale iz neposredne okoline za izgradnju svojih tradicionalnih kuća. Arhitektonski koncept i oblici gradnje tradicionalnih kuća u Vojvodini u velikoj meri su uslovljeni terenom i klimatskim aspektima što je doprinelo njihovoj usklađenosti sa bioklimatskom arhitekturom.

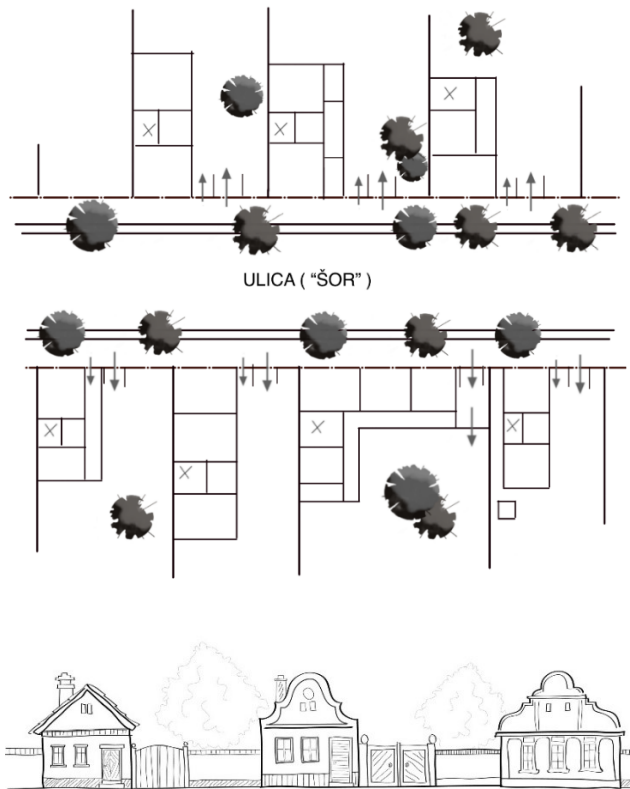
10.2.1.2. Morfologija naselja i organizacija kućišta

Vojvođanska sela imaju specifičnu morfološku strukturu koja predstavlja rezultat ortogonalne urbane matrice iz vremena terezijanskog planiranja prostora (slika 338 i 339). Dugačke, široke parcele pravilnog ortogonalnog rasporeda, homogena gustina izgrađenosti, mala spratnost kuća i relativno velike međusobne udaljenosti između objekata su morfološke karakteristike koje u velikoj meri doprinose mogućnostima primene strategija pasivnog solarnog dizajna, kao i aktiviranja sistema za korišćenje obnovljivih izvora energije u svrhu bioklimatskog planiranja i projektovanja (slika 340). Sa druge strane, postojeći koncept tipične organizacije kućišta sa postavljanjem različitih sadržaja po dubini parcele veoma je pogodan za eksploataciju sunčeve energije kao obnovljivog izvora (slika 341).

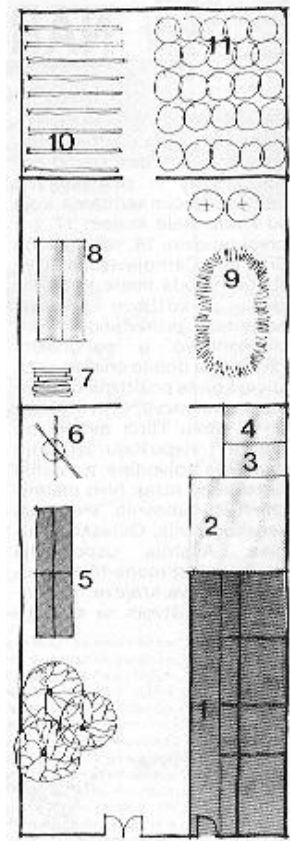
Svi formirani tipovi studijskog modela OPS, svojom strukturom i organizacijom, uvažavaju osnovne, suštinske aspekte i ambijentalne vrednosti morfologije vojvođanskih sela: ortogonalnu matricu, linearnu organizaciju parcela, veličinu, oblik i dimenzije plana, kao i postavljanje bočne fasade, zabata, na uličnu regulacionu liniju, što predstavlja jedan od značajnih simbola tradicionalne vojvođanske kuće. Jedan od principa terezijanskog planiranja prostora određivao je rastojanje između susednih kuća, koje su morale biti najmanje 17 metara udaljene jedna od druge, zbog opasnosti od požara. Velika udaljenost između kuća osigurava neometano osunčanje i priliv sunčevih zraka sa južne strane parcele do objekta što doprinosi većoj količini solarnih dobitaka i povećava efekat pasivnog solarnog sistema grejanja koji će biti primenjen na studijskom modelu.



Slika 338 i 339: Ortogonalna urbana matrica vojvodanskih sela: 1) Selo Novo Miloševo⁶¹⁴; 2) Selo Krajišnik⁶¹⁵



Slika 340: Šematski prikaz morfologije vojvodanskog sela⁶¹⁶



Slika 341: Organizacija kućišta⁶¹⁷

⁶¹⁴ Izvor ilustracije: <http://vojvodinaspa.com>

⁶¹⁵ Izvor kartografske mape: <http://www.danube-swabians.org/MapIndex.htm>

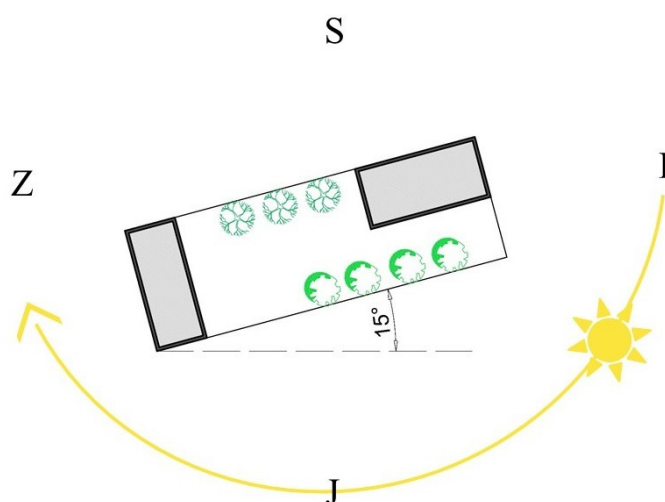
⁶¹⁶ Izvor ilustracije: crtež-skica autora Stanišić J.

⁶¹⁷ Izvor ilustracije: Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad 1994.

10.2.1.3. Orijentacija

Ortogonalna morfološka struktura naselja, homogena gustina izgrađenosti, postojeći koncept organizacije kućišta i povoljni položaj dugačkih parcela, su prednosti vojvođanskih sela koje omogućavaju veliku fleksibilnost u orijentaciji kuća prema stranama sveta. Tradicionalne vojvođanske kuće su uglavnom svojom glavnom bočnom fasadom i zabatom izlazile na uličnu regulacionu liniju, što predstavlja jedno od pravila koje je propisivala austrougarska vlast u vreme njihove gradnje. Međutim, postoje brojni primeri odstupanja od ovog pravila za koje se veruje da je upravo razlog povoljnija orijentacija prema suncu i veći solarni dobici. Jedan od takvih primera je analizirana i valorizovana dužna kuća u Ruskom Krsturu (poglavlje 9.2.2. doktorske disertacije).

Istraživanja pokazuju da je upravo pravougaoni oblik parcele, tipičan za vojvođanska naselja, sa orijentacijom duže strane pravougaonika u pravcu istok-zapad i kraće strane u pravcu sever-jug, najpovoljniji sa stanovišta bioklimatskog planiranja.⁶¹⁸ Radi postizanja još boljeg efekta pasivnih solarnih sistema, kao najpovoljnija orijentacija, preporučuje se skretanje objekta blago istočno od juga, ako je moguće pod uglom od 15° ⁶¹⁹ (slika 342).



Slika 342: Optimalna orijentacija pravougaone parcele modela OPS⁶²⁰

Zahvaljujući fleksibilnosti vojvođanskih parcela, tipovi studijskog modela OPS imaju mogućnost prilagođavanja orijentacije prema stranama sveta, a u zavisnosti od potreba različitih funkcionalnih celina. Modeli OPS su formirani tako da se pre svega prilagođavaju i poštuju položaj i orijentaciju pojedinačnih tipova tradicionalnih vojvođanskih kuća na osnovu kojih su razvijeni. Proizvodne površine zelenih krovova pokrivene staklenicima modela OPS su, prema mogućnostima konkretne postojeće kuće, orijentisane ka jugoistočnoj strani što doprinosi većim solarnim dobicima, boljem osvetljenju i poboljšanju efekta primenjene tehnike pasivnog solarnog grejanja tokom cele godine. Zajedno sa adekvatnim dizajnom pejzažne arhitekture i postavljanjem odgovarajućeg zelenila, pravilnom orijentacijom modela OPS

⁶¹⁸ Vukadinović, A., Radosavljević, J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015

⁶¹⁹ Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.

⁶²⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

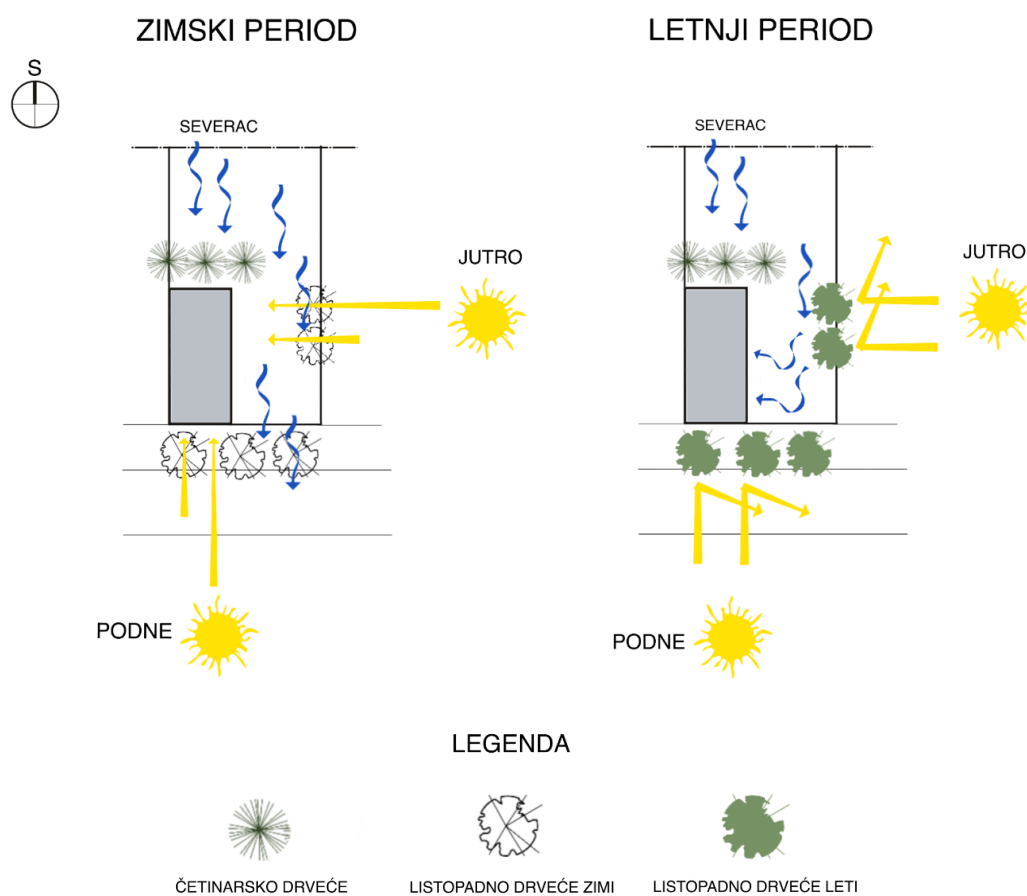
ostvaruje se optimalna regulacija temperature unutrašnjih prostorija, kao i zaštita od vetra, sunca i drugih spoljašnjih faktora i uticaja okoline.

10.2.1.4. Vegetacija i pejzažno uređenje

Postojeći koncept organizacije kućišta u vojvođanskim selima omogućava formiranje povoljnog pejzažnog uređenja i postavljanje adekvatnog zelenila na parceli kako bi se uspostavili bolji bioklimatski uslovi, smanjili gubici toplote tokom zimskih meseci i poboljšala energetska efikasnost same kuće, odnosno studijskog modela OPS. U tom smislu vegetacija ima dvostruku funkciju: reguliše toplotni i svetlosni efekat sunca i uticaj dominantnih vetrova.

1) Vegetacija kao regulator temperature i zaštita od sunca

Adekvatan raspored vegetacije na vojvođanskim parcelama može u velikoj meri da doprinese regulaciji temperature, odnosno toplotnog i svetlosnog efekta sunčeve svetlosti. Postavljanje listopadnog drveća na južnoj i istočnoj strani parcele stvara senku i zaštitu od sunca tokom leta što sprečava pregrevavanje unutrašnjih prostorija. Zimi, kada lišće opadne, ovo drveće filtrira zrake sunčeve svetlosti i omogućava im da dođu do kuće, povećavajući toplotne dobitke tokom zimskih meseci. Takođe, vegetacija smanjuje potrebu za veštačkim hlađenjem leti jer apsorpcijom sunčeve svetlosti snižava temperaturu okoline i refleksiju (slika 343).



Slika 343: Primer pravilnog postavljanja zelenila na vojvođanskoj parceli⁶²¹

⁶²¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

2) *Vegetacija kao zaštita od vetra*

Dominantni vetrovi u Vojvodini, Košava i Severac, imaju dvostruki efekat: pružaju povoljan efekat hlađenja tokom leta, dok zimi povećavaju toplotne gubitke. Sadnja četinarskog, zimzelenog drveća na severnoj strani parcele pruža adekvatnu zaštitu od negativnog uticaja vetra Severca tokom cele godine. Listopadno drveće na jugoistočnoj strani parcele, osim što štiti objekat od letnjeg pregrevanja, može preuzeti ulogu preusmeravanja dominantnih vetrova u željenom pravcu: leti ka objektu, povećavajući efekat prirodne ventilacije, a zimi od objekta, smanjujući toplotne gubitke (slika 343).

Za pojedinačne modele OPS formiranje pejzažnog uređenja i vrsta vegetacije zavisi od položaja parcele, same orijentacije objekta, kao i pozicije prozora i proizvodnih površina zelenih krovova pokrivenih staklenicima.

10.2.2. Arhitektonski parametri oblikovanja

Arhitektonski elementi oblikovanja opštih tipova studijskog modela OPS, oblik i varijacije osnove plana i forme, funkcionalna organizacija prostora, kao i primenjeni materijali konstruktivnih delova omotača, formirani su u skladu sa analiziranom tipologijom tradicionalnih vojvođanskih kuća, tipologijom na osnovu odnosa kuće i okućnice, poštujući i zadržavajući njihove postojeće odlike bioklimatskog planiranja i projektovanja.


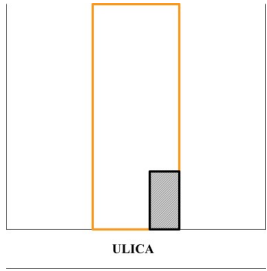
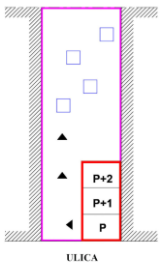
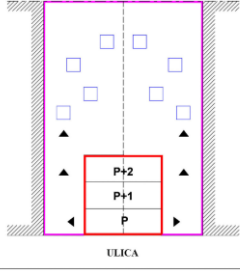

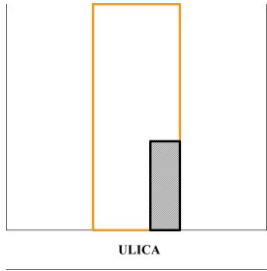
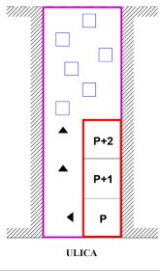
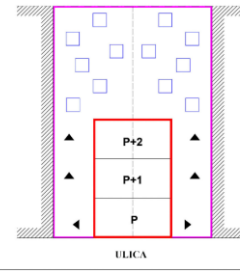

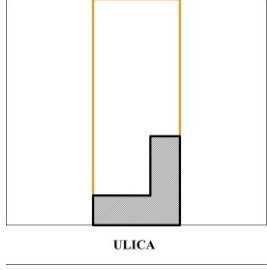
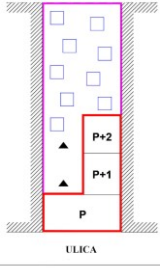
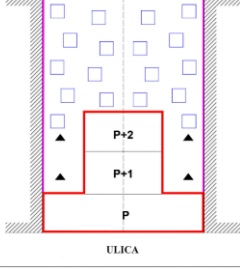
10.2.2.1. *Varijacije arhitektonske osnove studijskog modela*

Kako bi se zgrada studijskog modela uklopila u okruženje stambenih zona vojvođanskih sela, bez ugrožavanja fizičke strukture i tradicionalnih ambijentalnih vrednosti, za svaki tipski plan postojeće tipologije vojvođanskih kuća razvijaju se moguće osnove OPS. Tabela 39 prikazuje transformaciju arhitektonskih osnova 5 pojedinačnih tipova pomenute tipologije u različite opšte planove studijskog modela. U kolonama a i b predstavljene su fotografije i šematske osnove individualnih vojvođanskih kuća postojeće tipologije, koje se međusobno razlikuju prema odnosu kuće i okućnice. Svi formirani opšti tipovi osnova OPS u skladu su sa osnovnim karakteristikama, orijentacijom, oblikom i dimenzijama plana, relevantnih tipova tradicionalne kuće na osnovu kojih su razvijeni (Tabela 39, kolone c i d). Organizacija marketa u poslednjem delu okućnice odgovara konceptu nizanja sadržajnih jedinica po dubini vojvođanske parcele. Dimenzije kuća analizirane tipologije kreću se u širokom rasponu od 5-6 m x 12-18 m. Modeli OPS imaju modularnu strukturu, čiji se pojedinačni moduli po potrebi mogu lako „reprodukovati“ bez narušavanja konstrukcije i funkcije. Jednostavan oblik i dizajn osnova studijskog modela omogućava njegovo proširenje, odnosno povećanje kvadrature, a sa ciljem dobijanja većih proizvodnih površina zelenih krovova. Takođe, u slučaju da dva susedna vlasnika imanja žele udružiti svoje farme i zajedno učestvovati u „*programu poljoprivrede zajednice*“, moguće je spojiti dve susedne parcele, povećati OPS umnožavanjem modula studijskog modela, i tako dobiti veće proizvodne površine zelenih krovova. Tipovi postojeće vojvođanske tipologije od kojih su formirani različiti modeli OPS su: kuća na brazdu, dužna kuća, preka kuća, kuća na glagol i kuća na ključ (Tabela 39, kolona a i b). Osim pojedinačnih opštih tipova OPS (Tabela 39, kolona c), u tabeli su prikazane i moguće osnove studijskog modela u slučaju spajanja parcela (Tabela 39, kolona d). Prilikom transformacije konkretnih

primera tradicionalnih vojvođanskih kuća prema konceptu studijskog modela OPS, moguća su manja odstupanja i izmene u odnosu na opšte tipove, radi prilagođavanja postojećim uslovima sredine i okruženja.

Tabela 39: Tipovi osnova studijskog modela OPS:

(Kolona a i b: Tipologija tradicionalnih vojvođanskih kuća; Kolona c i d: Tipologija osnova OPS na pojedinačnim i spojenim parcelama)⁶²²

<p>a.</p> <p>“Kuća na brazdu”</p> 	<p>b.</p>  <p>ULICA</p>	<p>c.</p>  <p>ULICA</p>	<p>d.</p>  <p>ULICA</p>
<p>“Dužna kuća”</p> 	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>
<p>“Preka kuća”</p> 	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>

⁶²² Izvor table i ilustracija: crteži autora Stanišić J.

<p>“Kuća na glagol”</p> 			
<p>“Kuća na ključ”</p> 			

Tabela 39: Tipovi osnova studijskog modela OPS⁶²³

10.2.2.2. Funkcionalna organizacija prostora

Organizacija studijskog modela OPS podrazumeva dobro osmišljen raspored prostorija kako bi svih pet funkcija, raspoređenih u četiri sektora, funkcionisalo kontinuirano i sukcesivno prema nivoima zgrade. Pored toga, prostorije su organizovane tako da se uklapaju unutar granica osnove tradicionalne vojvođanske kuće i zadržava se koncept njenog prostornog rasporeda.

Dizajn i funkcionalna organizacija OPS u potpunosti zadovoljava potrebe proizvodnje, prerade, promocije i prodaje poljoprivrednih dobara. Prvi nivo, prizemlje objekta je podeljeno u tri sektora. Poslednji deo prizemlja namenjen je stambenim prostorijama vlasnika, dok je deo koji je orijentisan ka ulici rezervisan za izložbeni prostor restorana i mobilne paviljone koji služe kao štandovi za prodaju proizvoda na marketu (slika 344). Kada je market otvoren i paviljoni se „izvlače“ iz objekta, rasklapaju i montiraju u zadnjem delu parcele, ovaj deo prizemlja postaje otvoreni fluidni prostor omogućavajući posetiocima prolaz do marketa (slika 344). Unutrašnje prostorije prvog sprata namenjene su laboratoriji za preradu proizvoda, dok je otvorena terasa - zeleni krov, površina za proizvodnju određenih vrsta biljaka (slika 345). Poslednji, drugi sprat je takođe podeljen na dva dela: laboratoriju i proizvodnu površinu-zeleni krov (slika 346). Svaki opšti tip OPS ima istu funkcionalnu dispoziciju, dok se pojedinačni modeli prilagođavaju obliku, veličini i tipu tradicionalne vojvođanske kuće koja se transformiše.

⁶²³ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J.



Slika 344: Funkcije prizemlja studijskog modela OPS⁶²⁴



Slika 345: Funkcije prvog sprata modela OPS⁶²⁵

Slika 346: Funkcije drugog sprata modela OPS⁶²⁶

10.2.2.3. Studija dizajna i varijacije forme modela

Kako bi se ostvarila uspešna interpolacija u postojeći koncept vojvođanskih sela, različiti tipovi forme studijskog modela OPS su oblikovani i razvijeni na osnovu planova iste tipologije tradicionalnih vojvođanskih kuća, a predstavljaju rezultat primenjenih strategija dizajna. Inicijalna faza oblikovanja podrazumeva očuvanje postojećih bioklimatskih karakteristika, a zatim i primenu dodatnih strategija pasivne bioklimatske arhitekture, kao i savremenih tehnologija obnovljivih izvora energije.

Modeli OPS su terasasto dizajnirani usled potrebe formiranja proizvodnih površina zelenih krovova, što nije tipično za tradicionalne vojvođanske kuće. Usklađenost sa okolinom se postiže implementacijom zelenih krovova unutar staklenika, čiji dizajn oblikuje modele OPS u jednostavnu kompaktnu arhetipsku formu. Posmatranjem modela iz perspektive pešaka gubi se osećaj prisustva terasa i objekat u potpunosti poprima izgled vojvođanske kuće (slika 347). Za svaki od pet tipova postojeće vojvođanske tipologije formirana su dva različita tipa studijskog modela OPS, u zavisnosti od veličine parcele: na pojedinačnim i spojenim parcelama (Tabela 40). Usled spajanja parcela i umnožavanjem modula strukture, kod pojedinih kreiranih tipova OPS, formira se centralno unutrašnje dvorište koje predstavlja značajni dodatni element bioklimatske arhitekture jer poboljšava prirodnu ventilaciju unutrašnjih prostorija (Tabela 40, kolona 4). Unutrašnje dvorište ili atrijum se ponaša kao „hvatač“ vetra koji uvlači vazduh nadole, dovodi ga kroz otvore do unutrašnjih prostorija i tako

⁶²⁴ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

⁶²⁵ Izvor ilustracija: crtež autora Stanišić J.

⁶²⁶ Izvor ilustracija: crtež autora Stanišić J.

podstiče hlađenje i ventilaciju tokom toplih letnjih meseci (slika 348). Osim pasivne strategije hlađenja, centralno dvorište obezbeđuje i privatnost formiranog marketa za prodaju poljoprivrednih proizvoda, kao i interakciju posetioca i radnika na otvorenom prostoru. Omogućava prodor sunčeve svetlosti sa svih strana do objekta, što povećava osvetljenost unutrašnjih prostorija i toplotne dobitke zimi.

Budući da studijski model ima veći broj nivoa, spratna visina, koja je kod tradicionalne vojvođanske kuće relativno velika i može iznositi i do 3,5 m, kod OPS je smanjena, čime se sprečava narušavanje panoramskog kontinuiteta ruralnog područja. Ukupna visina modela se posebno određuje za svaku specifičnu kuću, a u zavisnosti od analize postojećih uslova okruženja koji utiču na njene bioklimatske karakteristike. Na primer, povećanje spratnosti OPS ne bi trebalo da remeti visinsku razliku i rastojanje između susednih kuća jer se u tom slučaju menja upadni ugao sunčevih zraka koji dopiru do parcele što može da utiče na smanjenje pasivnih solarnih dobitaka toplote i osvetljenja. Takođe, promena visine može da naruši protok vazduha u neposrednoj blizini objekta što se odražava na koncept prirodne ventilacije.



Slika 347: Izgledi studijskog modela OPS na pojedinačnoj i spojenim parcelama⁶²⁷

Tabela 40: Tipologija studijskog modela OPS⁶²⁸

<p>1.</p> <p><i>Varijacije modela OPS tipa „kuće na brazdu“</i></p>	<p>2.</p> <p><i>Varijacije modela OPS tipa „dužne kuće“</i></p>
---	---

⁶²⁷ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

⁶²⁸ Izvor ilustracija i tabelarnog prikaza: crteži autora Stanišić J.

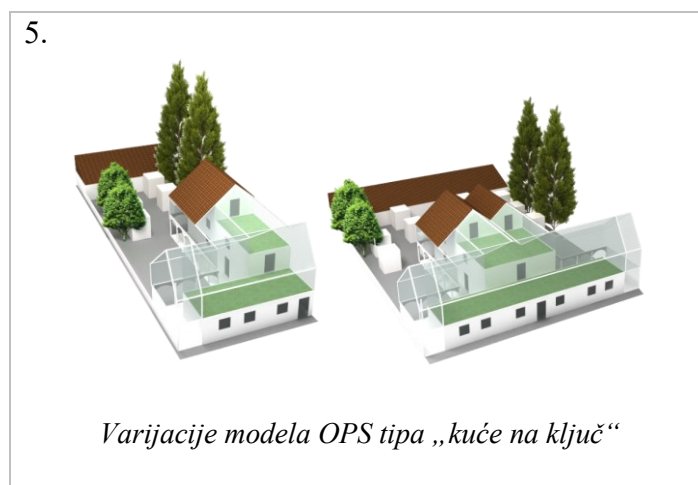
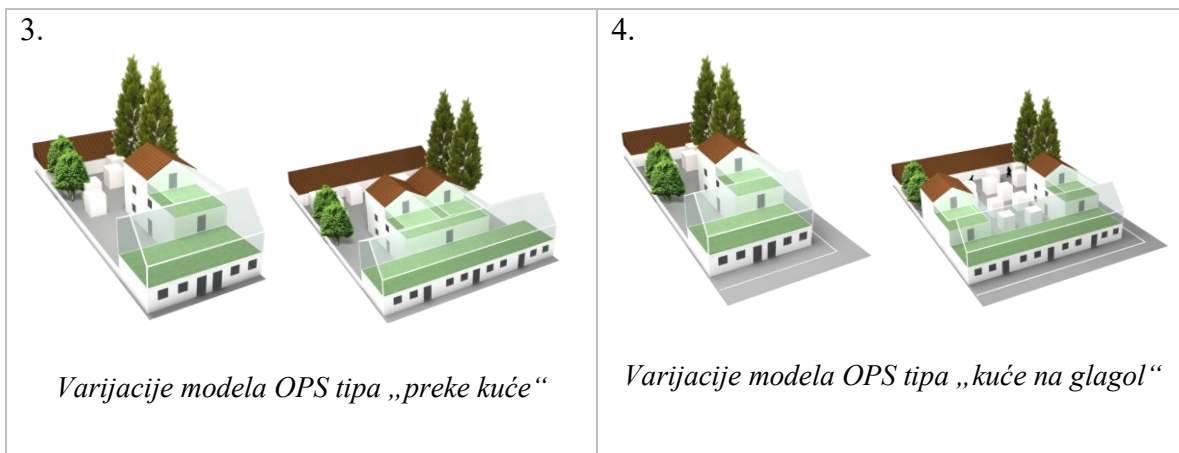
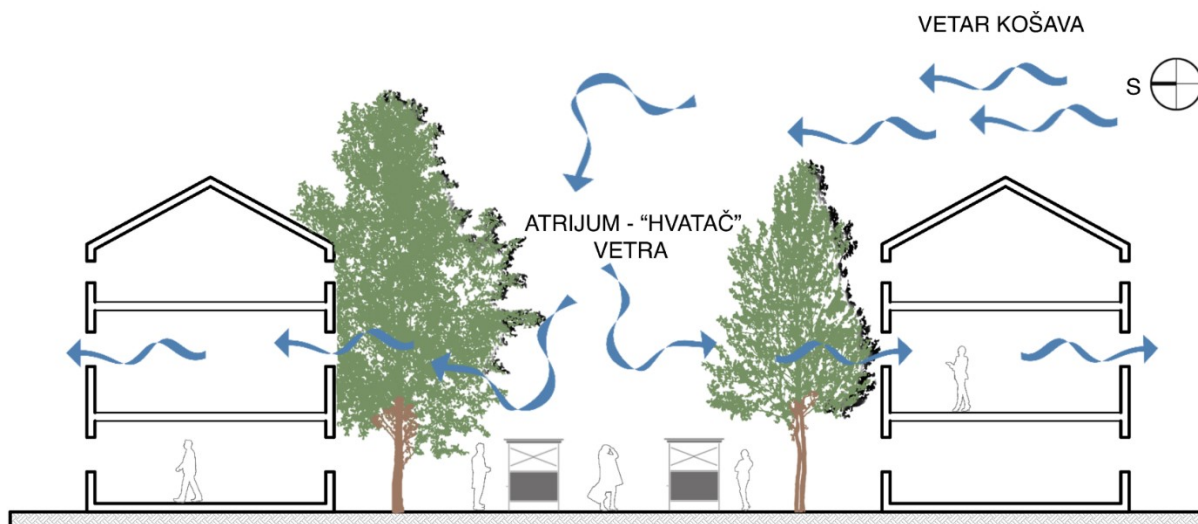


Tabela 40: Tipologija studijskog modela OPS⁶²⁹

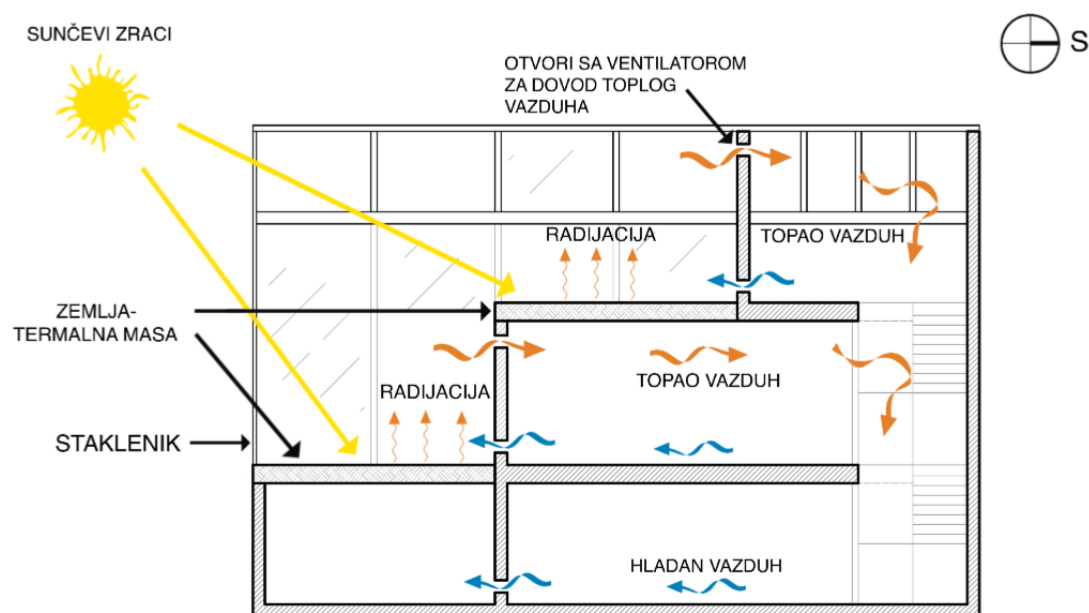


Slika 348: Uticaj formiranog unutrašnjeg dvorišta-atrijuma na ventilaciju kod studijskog modela OPS tipa „kuće na glagol“, nastalog spajanjem parcela⁶³⁰

⁶²⁹ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J.

⁶³⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Pored toplote potrebne za rast biljaka, staklenik takođe omogućava i pasivno solarno grejanja same zgrade. Primenjena je kombinacija direktnog i indirektnog sistema pasivnog solarnog dobitka. Zemlja na zelenim krovovima predstavlja termalnu masu koja apsorbuje, skladišti i oslobađa toplotu u prostor staklenika. Staklena površina orijentisana ka jugoistoku propušta sunčeve zrake i omogućava im da prođu direktno do zemljane termalne mase koja tokom dana upija i apsorbuje sunčevo zračenje. Tokom noći, kada temperatura padne, zemlja oslobađa akumuliranu toplotu u prostor staklenika, zagrevajući vazduh radijacijom. Ovaj sistem direktnog solarnog dobitka obezbeđuje toplotu biljkama, dok indirektni sistem omogućava zagrevanje unutrašnjih prostorija kuće prenošenjem toplog vazduha iz staklenika u unutrašnjost, pomoću ventilatora kroz otvore u zidu (slika 349). Opisani sistem kombinacije direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja predstavlja jednu od dodatnih strategija bioklimatske arhitekture koje su primenjene na studijskom modelu OPS. Sličan efekat se postiže i zatvaranjem i zastakljivanjem postojeće strukture trema, što je često bio slučaj kod tradicionalnih vojvođanskih kuća. Reflektirajuće površine koje se postavljaju na staklo dodatno povećavaju efekat svetlosnog i toplotnog zračenja. Struktura staklenika pokriva zelene krovove tokom zimskih meseci, dok se leti može ukloniti kako bi se izbeglo pregrevavanje prostorija.



Slika 349: Ilustracija primenjene kombinacije direktnog i indirektnog sistema pasivnog solarnog grejanja na studijskom modelu OPS⁶³¹

10.2.2.4. Materijalizacija i konstruktivni delovi omotača

Strukturalni dizajn tradicionalnih vojvođanskih kuća uglavnom čine masivni konstruktivni sistemi koji su nefleksibilni i nisu efikasni u pogledu promena i prilagođavanja građevine novim funkcionalnim potrebama. Iz tog razloga, oblikovanjem studijskog modela OPS masivni sistem se menja u skeletni, ali sa zadržavanjem i očuvanjem tradicionalne materijalizacije zidova, podova i drugih konstruktivnih elemenata. Skeletni konstruktivni sistemi su

⁶³¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

fleksibilniji jer su u tom slučaju pojedinačni sklopovi građevine međusobno nezavisni, nenoseći i mobilni, lako se menjaju i prilagođavaju potrebama korisnika tokom vremena što produžava životni vek objekta u celini. Obzirom da modelovanje OPS zahteva prilagođavanje postojećih tradicionalnih kuća novim potrebama i značajnim funkcionalnim promenama, skeletni sistem svakako predstavlja bolji, logičniji izbor koji omogućava formiranje modularnog strukturalnog sistema.

Stanovnici vojvođanskih sela su vekovima gradili kuće od potpuno prirodnih materijala koje su pronalazili nadomak ruke, u svom neposrednom okruženju. Koristili su ih za izradu svih konstruktivnih elemenata od poda do krova, strukturu i građevinski omotač. Lokalni materijali od kojih su građene tradicionalne vojvođanske kuće su zemlja u svim oblicima (nabijena zemlja, ćerpič), drvo, trska, pesak, šljunak, opeka i slama. Kuće građene od ovih materijala mogu trajati vekovima, vrlo su postojane i održive, nemaju štetni efekat na okolinu, a stvaranjem odličnih unutrašnjih temperaturnih i klimatskih uslova zadovoljavaju savremene zahteve za udobnošću. Takođe proizvode minimalnu količinu građevinskog otpada jer materijali imaju sposobnost biorazgradnje. Po završetku životnog veka građevine, materijali se vraćaju zemlji i razgrađuju se na licu mesta u neposrednom okruženju, čime se redukuje i količina potrošnje otpadne energije materijala. Iz ovih razloga se tradicionalna materijalizacija vojvođanskih kuća zadržava i u konstruktivnom sistemu studijskog modela OPS.

Strukturu novoformiranog staklenika iznad proizvodnih površina zelenih krovova u modelima OPS čini proširena postojeća drvena konstrukcija krova vojvođanske kuće. Između pojedinačnih drvenih nosača i okvira postavljaju se stakleni paneli sa reflektujućim površinama.

Krov

Oblik krova tradicionalnih vojvođanskih kuća se zadržava kod svih tipova studijskog modela OPS budući da su dvovodni, trovodni i četvorovodni krovovi povoljniji od ravnih po pitanju energetske efikasnosti objekta. Krovne ravni u nagibu proizvode manje toplotne gubitke, a u zavisnosti od orijentacije, primaju veće količine sunčevog zračenja i toplote. Primenjena staklena konstrukcija takođe poprima istu formu krova čime celokupan model ostaje jednostavnog arhetipskog oblika tradicionalne kuće.

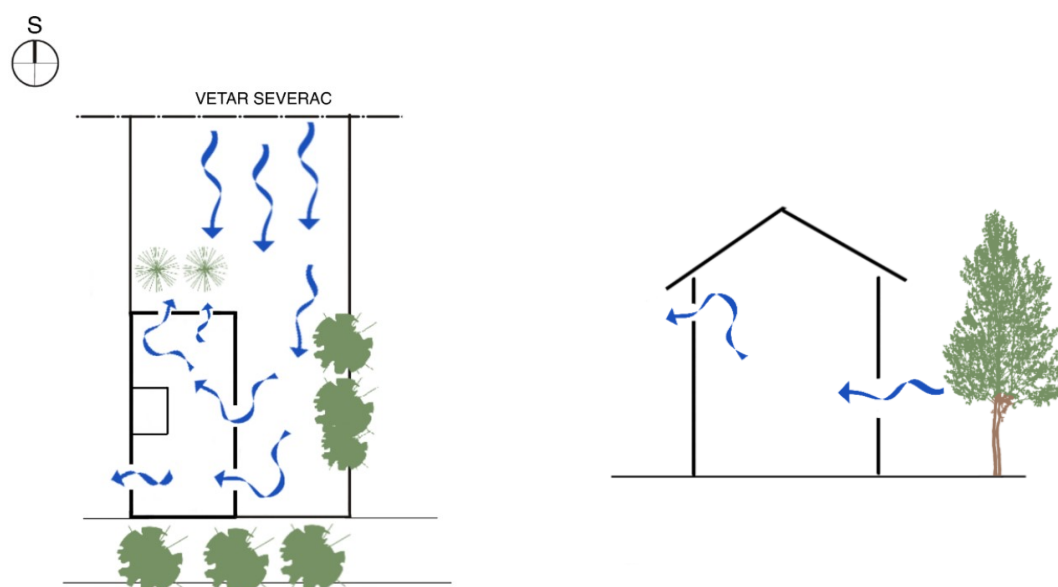
Primena tradicionalnog oblika dvovodnog krova vojvođanskih kuća na modelima OPS omogućava postavljanje fotonaponskog krovnog crepa umesto velikih solarnih panela, koji objekat snabdeva potrebnom solarnom energijom iz obnovljivog izvora. Ovakav, tzv. „solarni“ krov čine fotonaponske ćelije ugrađene u crepove koji imaju oblik i boju klasičnog tradicionalnog krovnog pokrivača i neprimetno se uklapaju u svako arhitektonsko rešenje, tako da i u ovom segmentu model OPS ostaje u skladu sa okruženjem. Osim toga, solarni crepovi pružaju bolju izolaciju i traju duže od klasičnih. Oni se primenjuju na tipovima studijskog modela u zavisnosti od postojećeg materijala krovnog pokrivača tradicionalnih vojvođanskih kuća. Poziciju fotonaponskih crepova uglavnom određuje orijentacija ka jugoistočnoj strani sveta što omogućava povoljan položaj i orijentacija parcela u vojvođanskim selima. U slučaju planiranja dodatnog staklenika u zadnjem delu parcele povećava se površina „solarnog“ krova što doprinosi većoj proizvodnji energije iz obnovljivog izvora.

Za potrebe formiranja proizvodnih površina zelenih krovova u studijskom modelu, kao savremene interpretacije vojvođanskog pejzaža, koristi se zemlja iz neposrednog okruženja čime se prirodi nadoknađuje ono što joj je „oduzeto“ izgradnjom samog objekta.

Na krovu modela OPS planira se postavljanje oluka koji dovode kišu sa krova do rezervoara-skladišta za sakupljanje kišnice. Sakupljena otpadna voda se potom koristiti za navodnjavanje bašta, odnosno zelenih proizvodnih površina, kao i za ispiranje toaleta.

Fenestracija

Fenestracija, odnosno raspored prozora na fasadi predstavlja jedan od značajnih elemenata koji utiče na bioklimatsku arhitekturu. Budući da većina analiziranih i valorizovanih primera tradicionalnih vojvođanskih kuća ne ispunjava zahteve kada je u pitanju veličina, površina prozorskih otvora i vrsta stakla, studijski model OPS je dizajniran tako da se karakteristike ovih elemenata poboljšaju, a sa njima i energetska efikasnost same kuće. Za svaku konkretnu kuću se pažljivo i precizno određuje potrebna površina prozorskih otvora prema zahtevima za solarnim i toplotnim dobicima, a da se pritom izbegne njihovo predimenzionisanje što može dovesti do pregrejavanja prostorija u letnjem periodu. Takođe je potrebno obratiti pažnju i na položaj i orijentaciju prozora i drugih zastakljenih površina na fasadi, kako bi se maksimalno iskoristile prednosti lokacije za obezbeđenje dovoljne količine svetlosti i toplote zimi i prirodne ventilacije leti. Iz tog razloga na modelima OPS moguća je integracija dodatnih prozora manjih dimenzija na najvišim tačkama severne ili zapadne fasade radi povećanja efekta prirodne poprečne ventilacije leti, kada listopadno drveće skreće pravac vetra ka objektu sa istoka ili juga. Zimi, kada ovo drveće izgubi svoju krošnju, vetar nesmetano prolazi pored objekta i ne utiče na komfor unutrašnjih prostorija (slika 350). Ovi prozori, tzv. „hvatači vetra“ se postavljaju na studijske modele u zavisnosti od mogućnosti i uslova svake konkretne kuće.



Slika 350: Primer dizajna prozora „hvatača vetra“ u osnovi i preseku⁶³²

⁶³² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

10.3. PREGLED PRIMENJENIH BIOKLIMATSKIH PRINCIPA I STRATEGIJA

Strukturalni koncept, oblik i izgled studijskog modela OPS u velikoj meri zavise od primenjenih bioklimatskih strategija dizajna, kako očuvanjem postojećih principa tradicionalnih vojvođanskih kuća, tako i primenom dodatnih elemenata bioklimatske arhitekture i inovativnih tehnologija za korišćenje obnovljivih izvora energije. Zahvaljujući sinergiji između tradicionalnog i modernog, model OPS predstavlja održivo savremeno rešenje kao reinterpretacija tradicionalne ruralne arhitekture, koje se takođe može primeniti i razviti u drugim ruralnim zajednicama koje imaju sličnu morfološku strukturu i arhitektonsko nasleđe kao vojvođanska sela. Pregled svih bioklimatskih elemenata i strategija, primenjenih na studijskom modelu OPS prikazan je u tabeli 41.

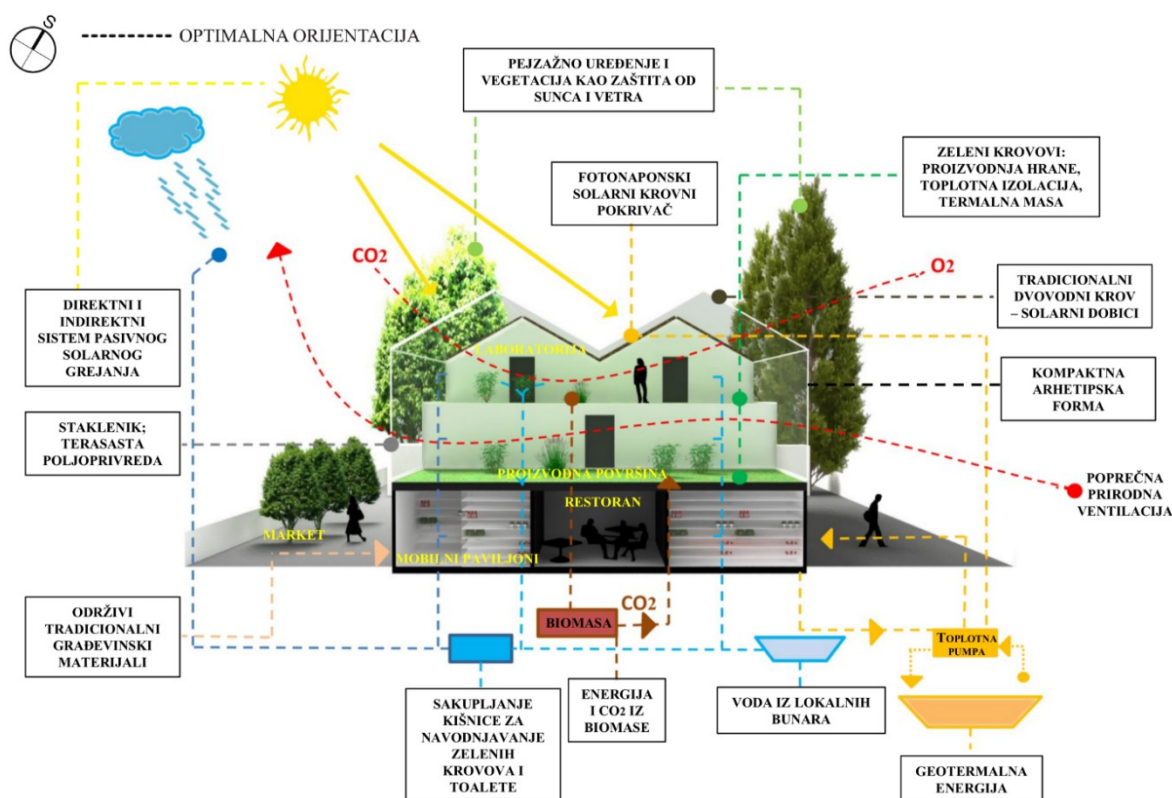
Tabela 41: Pregled primenjenih bioklimatskih strategija i principa na studijskom modelu OPS⁶³³

Br.	ELEMENTI BIOKLIMATSKE ARHITEKTURE TRADICIONALNIH VOJVOĐANSKIH KUĆA	NOVOPRIMENJENE BIOKLIMATSKE STRATEGIJE I TEHNOLOGIJE OIE
1.	<i>Konfiguracija terena i povoljni klimatski aspekti</i>	<i>Kombinacija direktnog i indirektnog sistema pasivnog solarnog grejanja</i>
2.	<i>Morfološka struktura</i>	<i>Atrijumsko dvorište</i>
3.	<i>Fleksibilna organizacija kućišta</i>	<i>Zeleni krovovi: proizvodnja hrane, toplotna izolacija, termalna masa</i>
4.	<i>Oblik i dimenzije arhitektonskih osnova</i>	<i>„Terasasta poljoprivreda“</i>
5.	<i>Funkcionalna organizacija prostora</i>	<i>Staklenik sa reflektujućim površinama</i>
6.	<i>Vegetacija i pejzažno uređenje</i>	<i>Poprečna ventilacija</i>
7.	<i>Optimalna orijentacija</i>	<i>Fotonaponski, solarni krovni pokrivač</i>
8.	<i>Kompaktna arhetipska forma modela</i>	<i>Geotermalna energija</i>
9.	<i>Fenestracija</i>	<i>Energija iz biomase i proizvodnja CO₂</i>
10.	<i>Tradicionalni oblik dvovodnog krova</i>	<i>Sakupljanje kišnice</i>
11.	<i>Održivi, ekološki građevinski materijali</i>	
12.	<i>Voda iz lokalnih bunara</i>	

⁶³³ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J.

Osim solarne, u studijskom modelu su primenjene i druge tehnologije za korišćenje obnovljivih izvora energije, kao što je sistem za proizvodnju geotermalne energije i energije iz biomase. Nizak nivo podzemnih voda ispod površine zemlje, ravan teren i široko rasprostranjeno plodno zemljište su karakteristike koje čine Vojvodinu regionom koji poseduje velike potencijale za korišćenje i proizvodnju geotermalne energije. Ugradnjom toplotne pumpe u modelima OPS, iz podzemnih voda ili zemlje se generiše energija koja se potom može koristiti za zagrevavanje radijatora, podno grejanje, pa čak i hlađenje i ventilaciju unutrašnjih prostorija, čime se znatno smanjuju troškovi električne energije, grejanja i ugradnje ventilacionih uređaja. Biomasa predstavlja jedan od vrlo rasprostranjenih, dostupnih i nedovoljno iskorišćenih izvora obnovljive energije u Vojvodini koji pružaju veću nezavisnost po vrlo niskim troškovima. Konkretno u studijskom modelu OPS planiran je sistem korišćenja biomase koja se dobija iz otpadnog organskog materijala poljoprivrednih biljaka koje se proizvode na zelenim krovovima. Sagorevanjem otpadnog biljnog materijala, osim proizvedene toplotne energije koja se najčešće koristi za grejanje, kuvanje i zagrevanje tople vode, oslobađa se i određena količina CO₂ (ugljen-dioksida) koji potom biljke ponovo koriste za svoj rast i proizvodnju kiseonika čime ovaj proces i sistem korišćenja biomase postaje cirkularan i održiv.

Sve primenjene dizajnerske i bioklimatske strategije i savremene tehnologije OIE, kao i sistem njihovog funkcionisanja prikazani su na dijagramu jednog od tipova studijskog modela OPS, kuće na brazdu na udruženim, spojenim parcelama (slika 351).



Slika 351: Dijagram primenjenih bioklimatskih strategija dizajna na studijskom modelu OPS⁶³⁴

⁶³⁴ Izvor ilustracije: crtež-dijagram autora Stanišić J.

Kao posledica ubrzanog procesa urbanizacije i razvoja urbanih područja, mnoge zemlje se suočavaju sa problemom napuštanja i depopulacije ruralnih oblasti. Studijski model OPS predstavlja priliku za sprečavanje daljih migracija iz vojvođanskih sela, pružajući uslove za život i rad u održivoj zajednici očuvanjem poljoprivredne delatnosti unutar ruralnih granica. OPS takođe obezbeđuje nova radna mesta seoskom stanovništvu u okviru „*programa poljoprivredne zajednice*“ (CSA model), kao i mogućnost poljoprivrednog obrazovanja i edukacije mladih, kako ne bi odlazili u gradove. Zaštitom i obnavljanjem bioklimatskih elemenata tradicionalne vojvođanske arhitekture u studijskom modelu OPS, oživljavaju se lokalne ruralne zajednice u jednom savremenom održivom kontekstu, a u skladu sa okruženjem. Adekvatnom primenom savremenih tehnologija OIE na studijskim modelima pruža se mogućnost da oni u potpunosti postanu energetske nezavisni.

U delu istraživanja koji podrazumeva ispitivanje mogućnosti primene koncepta formiranog studijskog modela OPS kroz transformaciju konkretnih uzoraka, korišćiće se isti, prethodno ispitani i valorizovani primeri kuća, dok su opšti tipovi studijskog modela izvedeni i formirani za svih pet različitih tipova odabrane tradicionalne tipologije.

11. PRIMENA KONCEPTA STUDIJSKOG MODELA OPS NA TRI ANALIZIRANA PRIMERA TRADICIONALNIH VOJVOĐANSKIH KUĆA

Osnovni cilj primene koncepta oblikovanog studijskog modela OPS na konkretnim primerima prethodno analiziranih i valorizovanih tradicionalnih vojvođanskih kuća jeste prikazati mogućnost ostvarivanja sinergije i harmonije tradicionalnog i savremenog, oslanjajući se na postojeće bioklimatske karakteristike a zatim i implementacijom dodatnih strategija pasivne solarne arhitekture i tehnologija obnovljivih izvora energije, radi poboljšanja energetske efikasnosti i održivosti.

11.1. TRANSFORMACIJA I REINTERPRETACIJA TRADICIONALNE VOJVOĐANSKE RURALNE ARHITEKTURE KROZ SAVREMENU – PRIMENA KONCEPTA STUDIJSKOG MODELA OPS

Transformacija prethodno valorizovanih primera tradicionalne vojvođanske arhitekture u studijski model OPS biće prikazana kroz analizu pojedinačnih urbanističkih i arhitektonskih aspekata oblikovanja, a sa ciljem praktičnog i vizuelnog sagledavanje mogućnosti njene reinterpretacije u kontekst savremene arhitekture pri čemu početni korak podrazumeva očuvanje i oslanjanje na postojeće bioklimatske karakteristike.

11.1.1. Kuća na brazdu – primena studijskog modela OPS

Predmetna kuća predstavlja spomenik kulture od velikog značaja usled čega je važno napomenuti da je odabrana samo kao primer tipične kuće na brazdu kako bi se prikazala mogućnost primene koncepta studijskog modela OPS.

Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja

Konfiguracija terena i klimatski aspekti

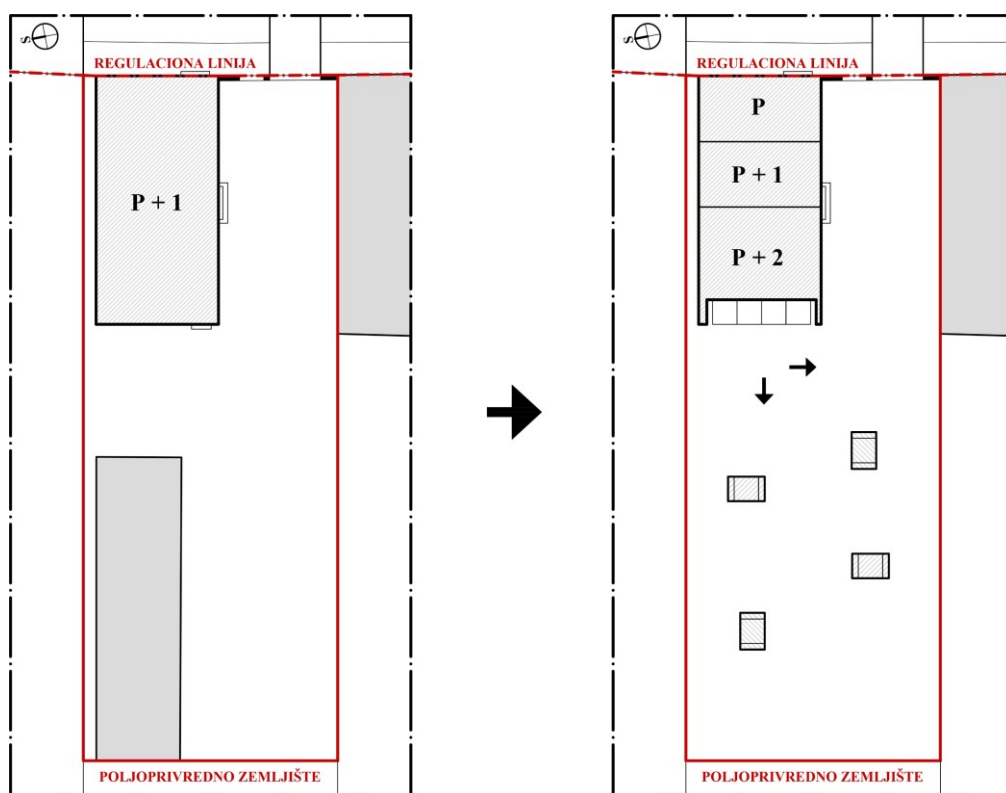
Selo Vojka je pozicionirano u ravnom „ruzmarinskom“ Sremu i ima izuzetno povoljan geografski položaj. Ravničarski reljef aluvijalne lesne terase male nadmorske visine od 66 m, povoljni prirodni uslovi i aspekti umereno-kontinentalne klime u velikoj meri doprinose mogućnosti bioklimatskog oblikovanja i primenu strategija pasivne solarne arhitekture. Tokom najtoplih letnjih meseci, jula i avgusta, treba planirati najveće solarne zahvate u okviru planiranog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja u studijskom modelu OPS. U zimskom periodu, kada najniže temperature dosežu do ispod nule, neophodno je obezbediti adekvatne termalne mase konstruktivnih elemenata objekta kako bi se omogućilo pasivno solarno grejanje unutrašnjih prostorija oslablađanjem akumulirane toplote radijacijom. Sa druge strane, dominantne vetrove, Košavu i Severac, poželjno je iskoristiti u svrhu prirodne poprečne ventilacije, preusmeravanjem njihovih pravaca pomoću drveća i drugih elemenata pejzažnog uređenja. Podzemne vode koje se nalaze na relativno plitkom nivou ispod površine zemlje u Vojvodini, omogućavaju praktičnu primenu i imlementaciju geotermalnih pumpi za proizvodnju energije iz obnovljivog izvora. Seoski atar Vojke se odlikuje poljoprivrednom

produkcijom visokog kvaliteta što doprinosi mogućnosti razvoja strategije koja bi podrazumevala proizvodnju i snabdevanje većih okolnih centara prehrambenim proizvodima u okviru planiranog i opisanog „programa poljoprivredne zajednice“.

Morfologija naselja i organizacija kućišta

Ortogonalna morfološka struktura seoskog naselja Vojka, oformljena u drugoj polovini 18. veka sprovođenjem koncepta i pravila austrougarskog planiranja prostora, odlikuje se velikom kompaktnosti, pravilnim rasporedom blokova i parcela i proporcionalnim odnosom izgrađenog i neizgrađenog. Dugačke, prostrane parcele i koncept nizanja sadržajnih jedinica po njenoj dubini u velikoj meri doprinosi mogućnosti eksploatacije sunčeve energije u svrhu pasivnog solarnog grejanja. Orijehtacija dve glavne ose krstastog oblika naselja u pravcima severoistok-jugozapad i severozapad-jugoistok, kao i veliki razmaci između objekata, omogućavaju povoljan položaj svake pojedinačne kuće u odnosu na strane sveta, odnosno sunce, što se pozitivno odražava na primenu planiranog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja u okviru studijskog modela OPS.

Predmetna kuća u Vojki, na kojoj se primenjuje koncept studijskog modela OPS, ima tipičan položaj tradicionalne vojvođanske kuće na brazdu u okviru parcele. Orijehtacija podužne ose u pravcu jugoistok-severozapad i pozicija bočne fasade, zabata, na regulacionoj liniji omogućava formiranje terasastih proizvodnih površina zelenog krova i staklenika u prednjem delu kuće. Na taj način staklenik je orijentisan u pravcima severoistoka, jugoistoka i jugozapada što obezbeđuje adekvatnu osvetljenost i velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote za uzgoj biljaka i efikasno funkcionisanje planiranog sistema pasivnog solarnog grejanja u okviru OPS. Pravougaona parcela velike dužine od 143 m deli se na dva funkcionalna dela: kuću sa okućnicom i prostrano obradivo poljoprivredno zemljište. Veličina i oblik dvorišnog dela okućnice omogućava formiranje marketa za prodaju poljoprivrednih proizvoda u okviru njenog zadnjeg dela, kao jedne od planiranih funkcija studijskog modela OPS, zamenom postojećeg pomoćnog objekta. Prodajni mobilni paviljoni-standovi se postavljaju na marketu poštujući princip nizanja sadržajnih jedinica po dubini parcele (slika 352). Formiranjem studijskog modela OPS predmetna tradicionalna kuća ostaje u postojećim gabaritima, bočnom fasadom orijentisana ka ulici i pozicionirana na regulacionoj liniji (slika 352).

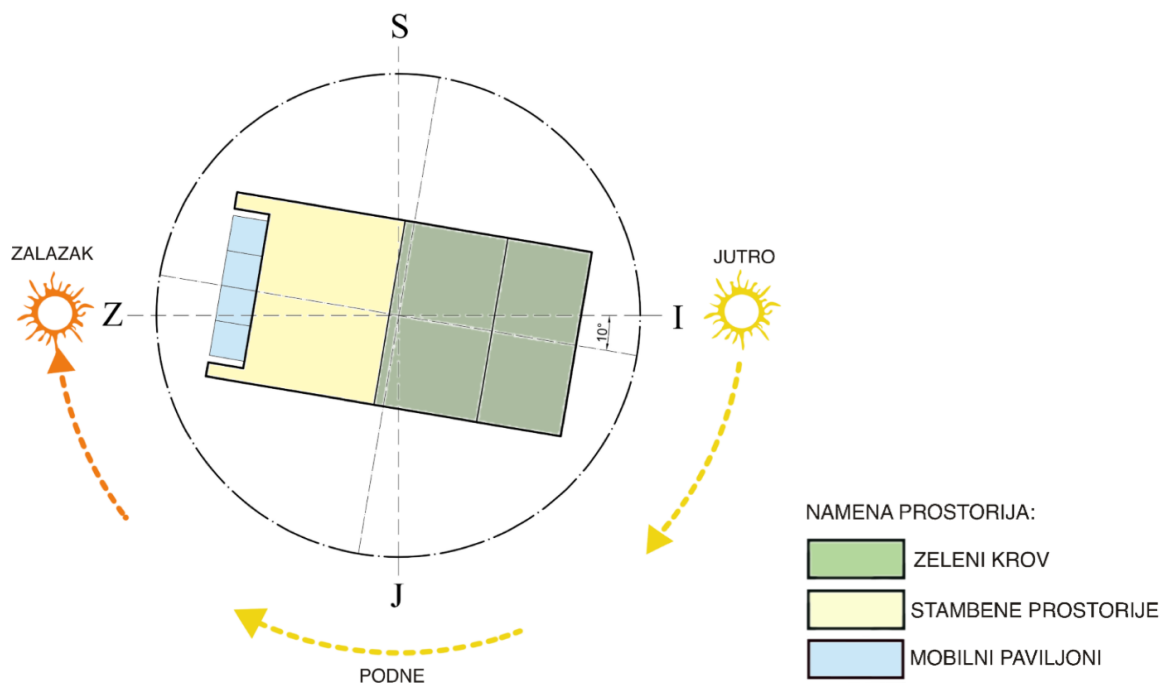


Slika 352: Prikaz organizacije kućišta predmetne kuće u Vojki i novoformiranog studijskog modela OPS⁶³⁵

Orijentacija objekta

Kao je što je već napomenuto prilikom njene valorizacije (poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije), predmetna kuća u Vojki ima vrlo povoljnu orijentaciju u odnosu na strane sveta sa podužnom osom pod uglom od minimalnih 10^0 južno od istoka (slika 353). Sam položaj kuće, koji je određen pozicijom parcele u okviru ortogonalne morfološke strukture naselja, omogućava izlaganje terasastih proizvodnih površina zelenog krova formiranog studijskog modela OPS ka čak tri različite strane sveta. Orijentacija staklenika ka jugoistoku, severoistoku i jugozapadu obezbeđuje velike količine sunčeve svetlosti i pasivnih solarnih dobitaka toplote čime se povećava efikasnost primenjenog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja (slika 353). Mobilni paviljoni za izlaganje poljoprivrednih proizvoda na marketu smešteni su u prostoru koji zauzima zadnji deo objekta, orijentisan ka severozapadu, budući da je to prostorija koja zahteva najmanje svetlosti i toplote (slika 353). Restoran za promociju poljoprivrednih proizvoda je smešten u prizemlju, ispod prve terase zelenog krova, orijentisan ka ulici, čime je posetiocima obezbeđen direktan pristup sa pešačke staze. O funkcionalnoj organizaciji modela OPS i nameni prostorija, kao i njihovoj orijentaciji prema stranama sveta biće više reči u delu koji opisuje arhitektonsku osnovu objekta.

⁶³⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

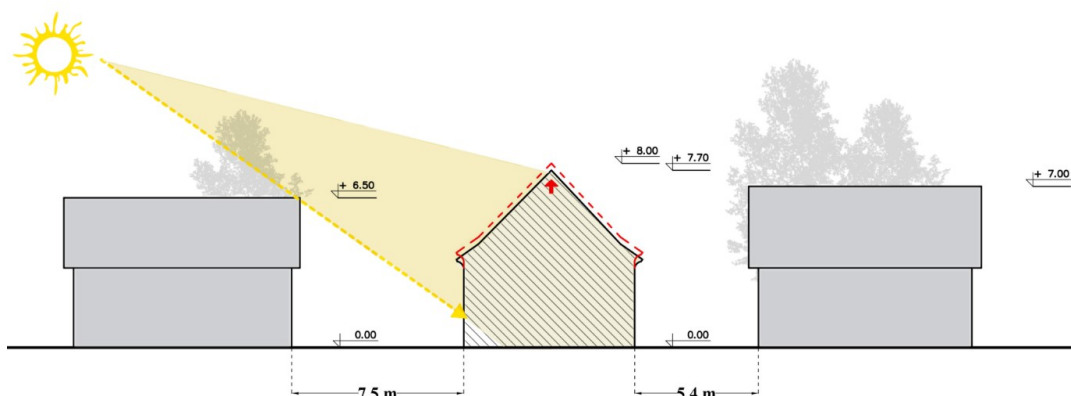


Slika 353: Orijentacija studijskog modela OPS⁶³⁶

Odnos prema susednim objektima

Primenom studijskog modela OPS na primeru predmetne kuće u selu Vojka povećava se postojeća spratnost objekta sa dve na tri spratne visine, prema formiranom i opisanom opštem tipu studijskog modela za tradicionalnu vojvođansku kuću na brazdu (poglavlje 10.2. doktorske disertacije). Iz tog razloga je planirano minimalno povećanje visine objekta za 30 cm, kao i smanjenje visine postojećeg sokla sa 50 cm na 20 cm iznad tla. Ukupna visina objekta sada iznosi 8 m od kote terena, pojedinačnih spratnih visina 260 cm. Smanjenjem visine sokla na 20 cm od kote tla omogućeno je uklanjanje postojećeg stepenika ispred ulaznih vrata koji prelazi granicu regulacione ulične linije. Pored toga, približavanjem kote poda okolnom terenu ostvaruje se veća funkcionalnost i pristupačnost posetiocima planiranog restorana u prizemlju. Sa druge strane, minimalnim povećanjem visine objekta za 30 cm, objekat ostaje u visinskim granicama tradicionalnih vojvođanskih kuća, uklapa se u okruženje bez ugrožavanja međusobnih odnosa i ne remeti se kontekst panoramskog sagledavanja ulice (slika 354). Budući da studijski model OPS zadržava gabarite predmetne kuće u Vojki, ne povećava mu se kvadratura u širinu niti zauzima dodatnu slobodnu površinu na parceli, može se reći da je obezbeđeno racionalno trošenje kvadrata. Rastojanja od susednih objekata se ne menjaju, dok se povećanje visine objekta odražava na povećanje količine sunčeve svetlosti koja dospeva iz pravca jugozapada do podužne dvorišne fasade čime se ostvaruje bolja osvetljenost i više pasivnih solarnih dobitaka toplote (slika 354).

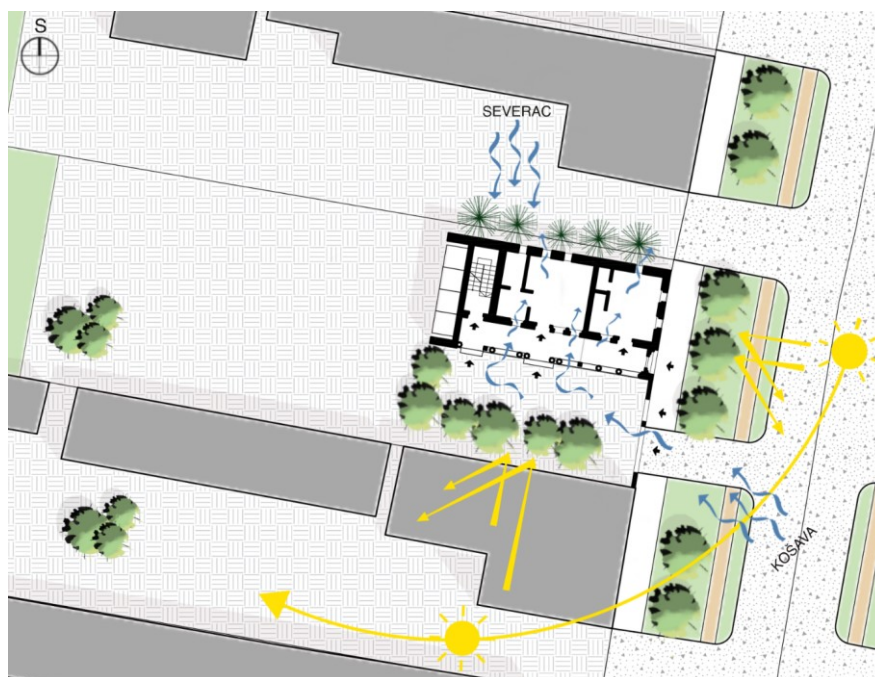
⁶³⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



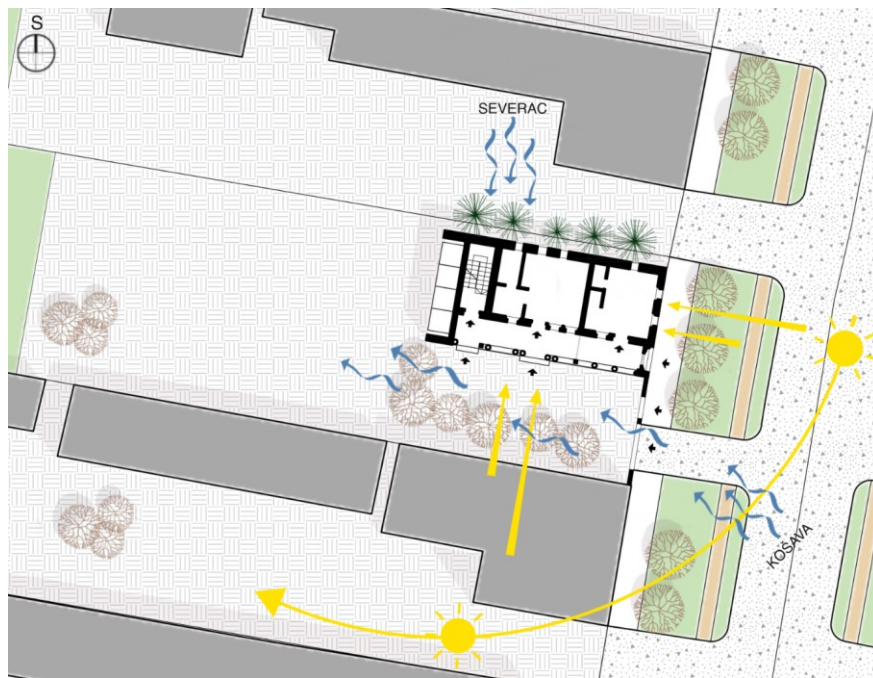
Slika 354: Odnos sa susednim objektima studijskog modela OPS⁶³⁷

Vegetacija i pejzažno uređenje

U okviru parcele predmetne kuće u Vojki, kao i u njenom neposrednom okruženju, postoji već formirano zelenilo koje u određenoj meri ima uticaj na poboljšanje njenih bioklimatskih karakteristika. U letnjem periodu, kada ima punu krošnju, listopadno drveće pozicionirano duž podužne jugozapadne fasade, udruženo sa tremom, štiti objekat od pregrevavanja unutrašnjih prostorija. Zimi, kada lišće opadne, sunčevi zraci slobodno prolaze do objekta povećavajući količinu pasivnih solarnih dobitaka toplote. Iz tog razloga se postojeće zelenilo zadržava u okviru parcele studijskog modela OPS (slika 355). Pored toga, planirano je formiranje novog pejzažnog uređenja kako bi se unapredile bioklimatske karakteristike, omogućilo ostvarenje prirodne poprečne ventilacije prostorija i povećali pasivni solarni dobitci toplote koji su neophodni za efikasno funkcionisanje primenjenog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja.



⁶³⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



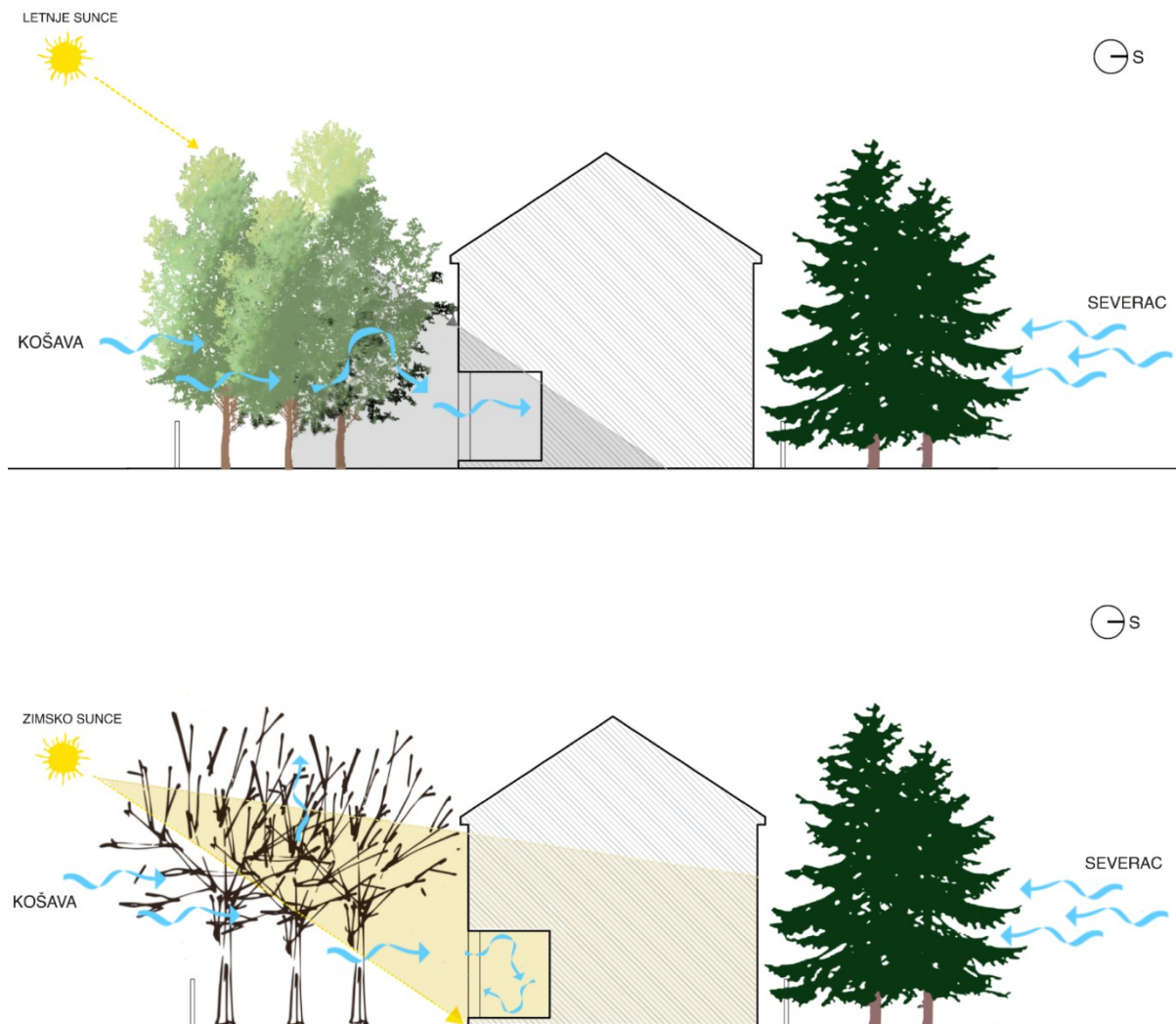
LEGENDA



Slika 355: Pejzažno uređenje studijskog modela OPS: 1) Leti i 2) Zimi⁶³⁸

Pravac dominantnog jugoistočnog vetra Košave je potrebno iskoristiti u svrhu unakrsne ventilacije i hlađenja unutrašnjih prostorija u toku letnjeg perioda. Kako bi se uspostavio kompromis pružanja zaštite od sunca leti, zaštite od vetra Košave zimi a istovremeno omogućila i prirodna ventilacija, listopadno drveće se postavlja tako da ono leti preusmerava pravac vetra ka objektu (slika 355, 1). Zimi, kada ovo drveće gubi svoju krošnju, vetar slobodno prolazi pored objekta što utiče na smanjenje njegovog negativnog efekta (slika 355, 2). Trem, kao element tradicionalnih vojvođanskih kuća koji se zadržava u formiranom studijskom modelu OPS, ima dvostruku funkciju. Dok leti štiti objekat od pregrevavanja, zimi predstavlja vrstu tampon zone koja ima namenu da uspori i zadrži vetar koji dospeva do jugozapadne fasade iz pravca jugoistoka, čime se u velikoj meri redukuju toplotni gubici (slika 356, 1 i 2). Duž severoistočne fasade studijskog modela OPS postavlja se zimzeleno, četinarsko drveće koje štiti objekat od hladnog vetra Severca tokom cele godine (slika 355 i 356). Postojeće linijsko zelenilo listopadnog drveća pozicionirano duž glavne ulice Cara Dušana se zadržava i u modelu OPS. Leti predstavlja zaštitu od pregrevavanja prostora formiranog staklenika, dok zimi, kada lišće opadne, sunčevi zraci nesmetano dopiru do staklenih površina povećavajući efikasnost sistema pasivnog solarnog grejanja.

⁶³⁸ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.



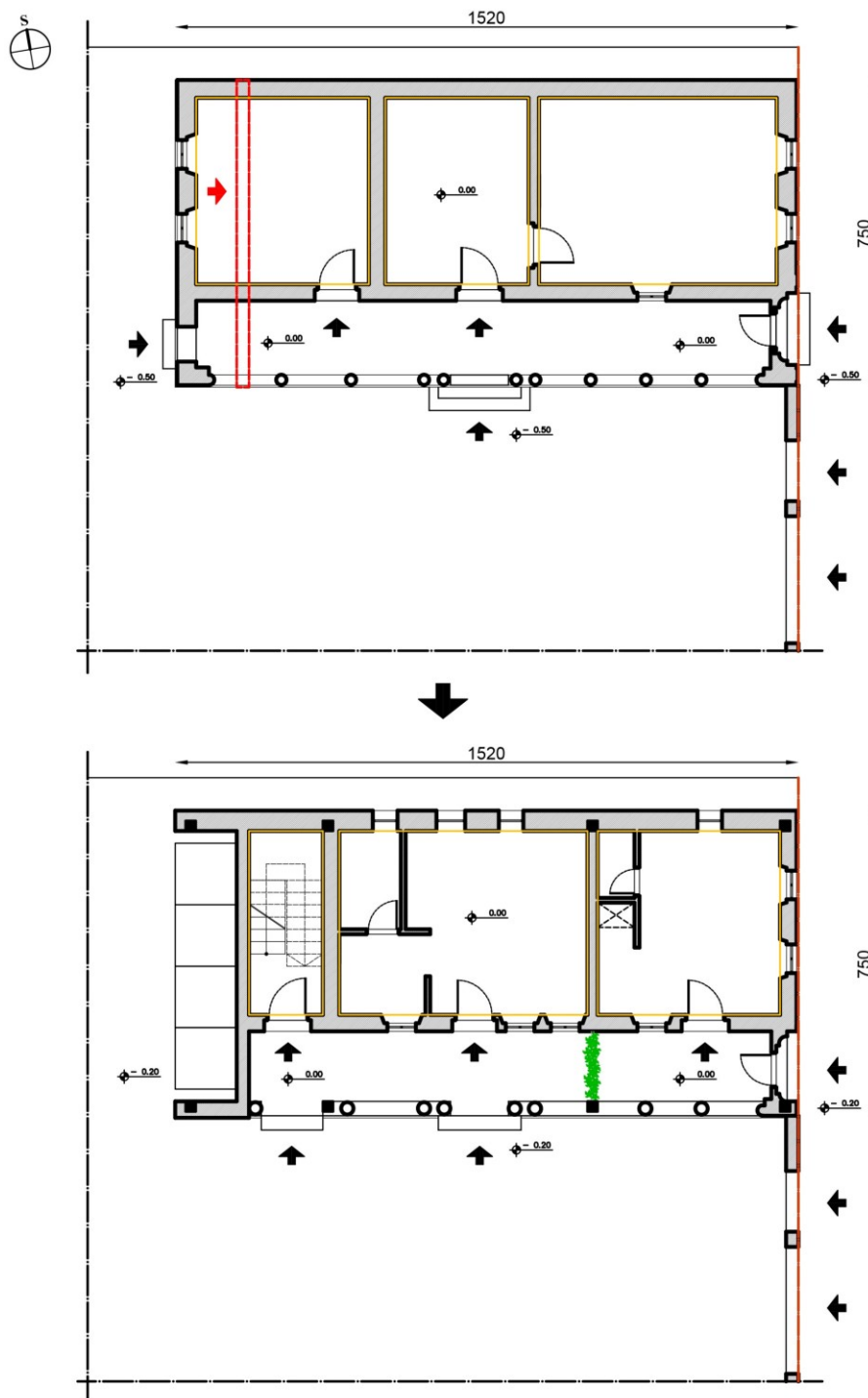
Slika 356: Prikaz uticaja novoformiranog zelenila na pravac vetra i osunčanost studijskog modela OPS: 1) Leti i 2) Zimi⁶³⁹

Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja

Funkcionalna organizacija prostora

Studijski model OPS je formiran u okviru granica gabarita predmetne tradicionalne kuće na brazdu u selu Vojka i zadržava se postojeća trodelna prostorna struktura (slika 357). Sprovedene su minimalne izmene u planu kako bi se objekat prilagodio i adaptirao novim funkcionalnim potrebama.

⁶³⁹ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.



Slika 357: Prikaz osnove tradicionalne kuće u Vojki i njene transformacije u studijski model OPS⁶⁴⁰

Zatvoreni tip plana omogućava jasnu i preciznu podjelu na različite funkcionalne celine što sprečava neželjeno prenošenje toplote između prostorija različite namene koje nemaju iste temperaturne zahteve. U stambenom delu vlasnika domaćinstva, koji zauzima središnji deo prostora prizemlja u studijskom modelu OPS, uspostavljen je otvoreni tip plana koji je fleksibilniji i omogućava ostvarenje prirodne poprečne ventilacije, bolju osvetljenost i više pasivnih solarnih dobitaka toplote (slika 357). Prostor trema, kao tradicionalni element koji

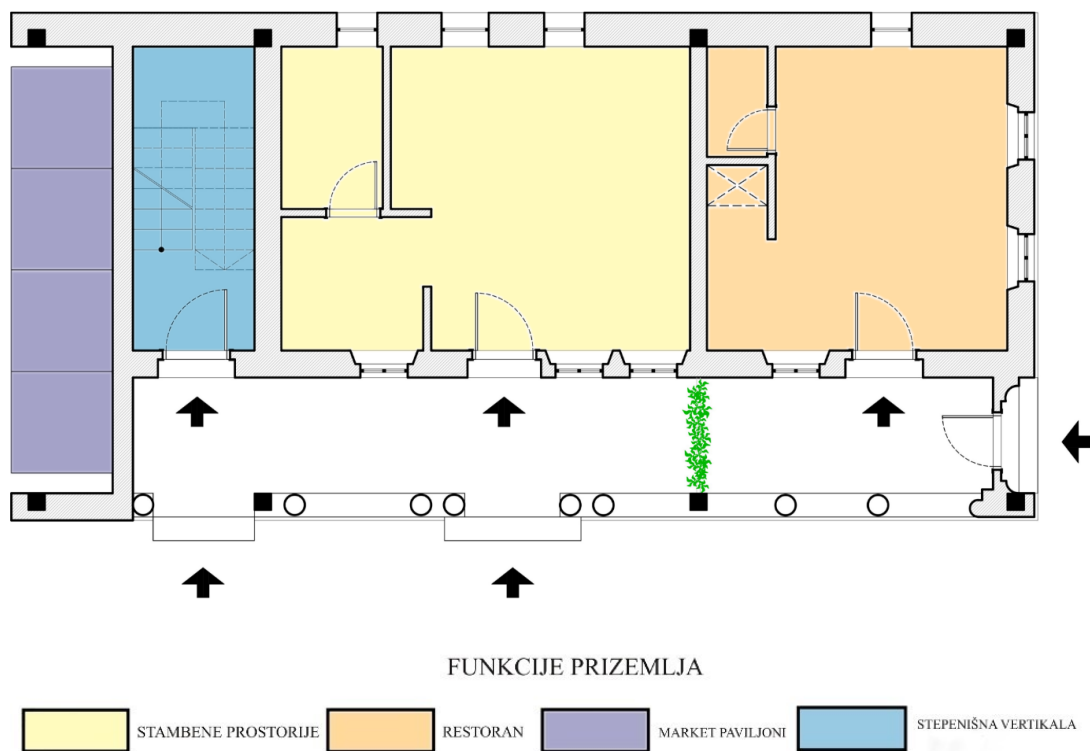
⁶⁴⁰ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

ima značajni uticaj i višestruku funkciju u poboljšanju bioklimatskih karakteristika kuće, zadržava se u OPS. Deo trema koji pripada zadnjem delu kuće se pregrađuje kako bi se formirao prostor za smeštaj mobilnih paviljona, odnosno štandova za izlaganje poljoprivrednih proizvoda na marketu (slika 357). Međutim, ovaj deo kuće je orijentisan ka severozapadu odakle nema priliva sunčeve svetlosti i toplote, usled čega se njegovim pregrađivanjem ne utiče na osvetljenost i pasivne dobitke toplote. Sa druge strane, ovaj pregrađeni deo prostora za smeštaj mobilnih paviljona predstavlja tampon zonu između grejanog i negrejanog dela studijskog modela OPS, odnosno zaštitu od negativnih klimatskih faktora i hladnog vetra Severca koji duva iz pravca severa i severozapada.

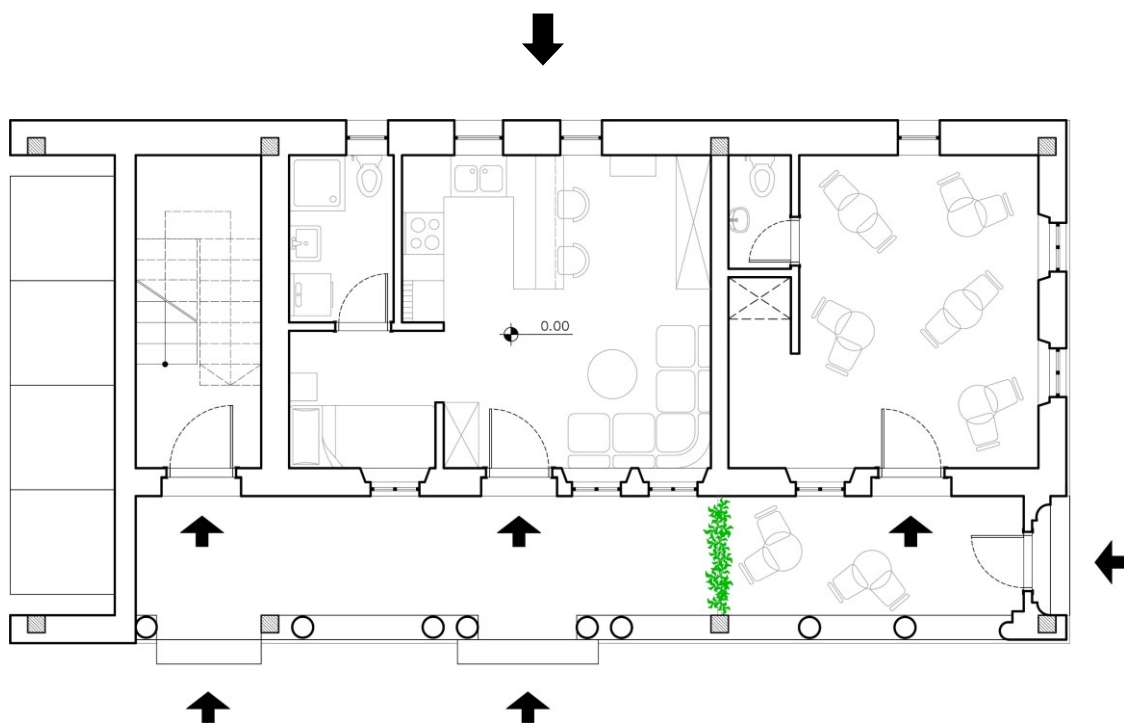
Postojeći pešački i kolski prilazi objektu kuće u Vojki se zadržavaju i ostaju isti kod studijskog modela OPS. Osnovni ulaz kojim se sa pešačke staze pristupa direktno na trem predstavlja prilaz za posetioce restorana formiranog u prednjoj prostoriji orijentisanom ka ulici (slika 357). Vlasnik imanja i zaposleni koriste postojeću kapiju kao prilaz objektu kroz dvorište, čime je ostvarena funkcionalna komunikacija (slika 357).

Prostorna organizacija studijskog modela OPS i pripadajućeg kućišta podrazumeva jasnu podelu na pet različitih funkcionalnih celina: stambeni deo vlasnika domaćinstva, restoran za promociju i degustaciju poljoprivrednih proizvoda, terasaste proizvodne površine zelenog krova, laboratorija i market za prodaju proizvoda u malim količinama. Sve pomenute funkcije su organizovane unutar troetažnog studijskog modela OPS, a njihova međusobna odvojenost obezbeđuje privatnost i sprečava nepotrebnu razmenu i gubitke toplote čime je ostvaren koncept adekvatnog toplotnog zoniranja prostora.

Prizemlje obuhvata stambeni deo vlasnika i prostor restorana koji su međusobno odvojeni i imaju obezbeđene posebne ulaze (slika 358). Restoran je smešten u prostoriji do ulice kako bi se omogućio direktan pristup posetiocima sa pešačke staze. U njemu je pozicioniran teretni lift kojim se iz laboratorije i kuhinje na spratu doprema hrana do prizemlja. Prostor trema je takođe odvojen postavljanjem „žive“ ograde duž granične linije ove dve funkcionalne zone čime se ostvaruje maksimalna privatnost i izolovanost (slika 358). Stambene prostorije vlasnika domaćinstva zauzimaju središnji deo prizemlja usled čega se zadržava namena postojeće kuhinje tradicionalne kuće u Vojki (slika 358). U ovom delu objekta formiran je otvoreni tip plana što omogućava ostvarenje prirodne unakrsne ventilacije prostorija kao i poboljšanje osvetljenja. U poslednjoj prostoriji prizemlja su smešteni mobilni paviljoni-šandovi za prodaju poljoprivrednih proizvoda na marketu (slika 358). Vertikalna komunikacija, odnosno stepenište koje vodi do laboratorije na spratu je pozicionirano između stambenog dela i zadnje prostorije čime se ostvaruje izolovanost različitih funkcionalnih zona (slika 358). Zaposlenima u laboratoriji je takođe obezbeđen poseban ulaz u objekat (slika 358). Prostore prvog sprata i potkrovlja zauzimaju terase proizvodnih površina zelenog krova u okviru zajedničkog staklenika i laboratorija za preradu poljoprivrednih proizvoda (slika 360 i 362).



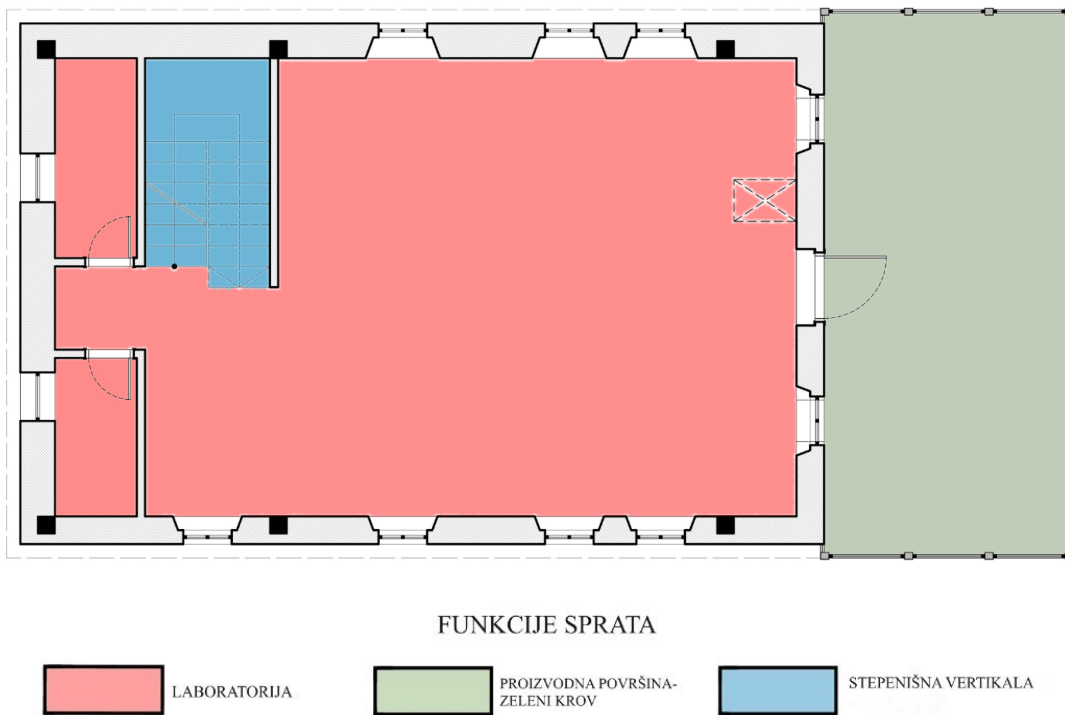
Slika 358: Funkcionalna organizacija prizemlja studijskog modela OPS⁶⁴¹



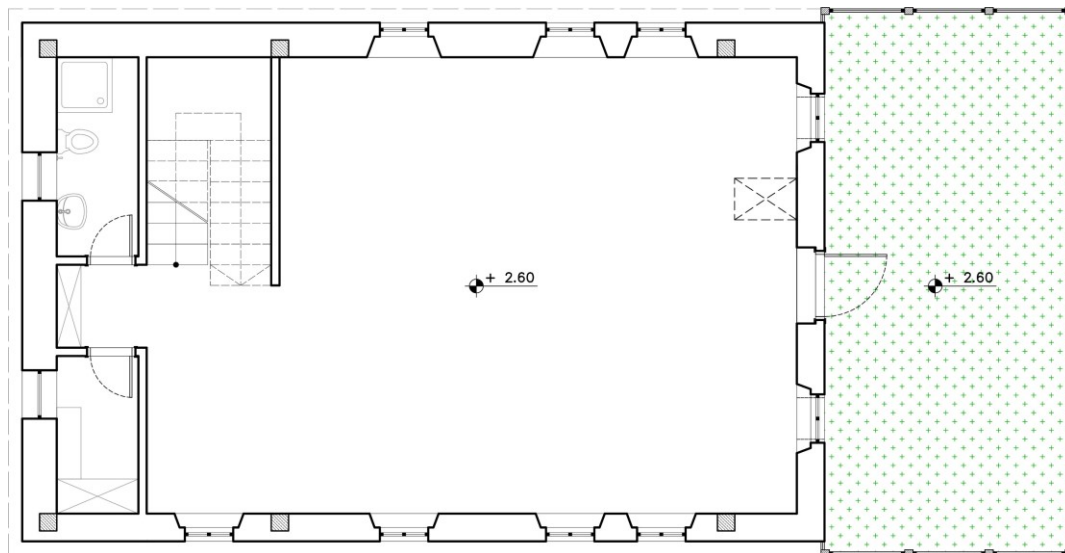
Slika 359: Osnova prizemlja studijskog modela OPS⁶⁴²

⁶⁴¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁶⁴² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



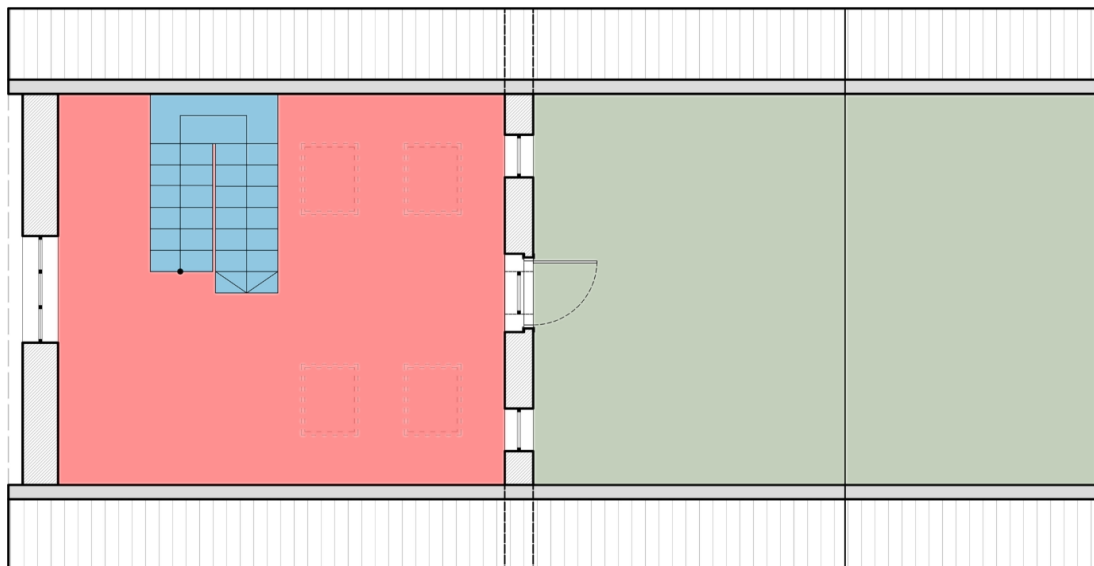
Slika 360: Funkcionalna organizacija 1. sprata studijskog modela OPS⁶⁴³



Slika 361: Osnova 1. sprata studijskog modela OPS⁶⁴⁴

⁶⁴³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

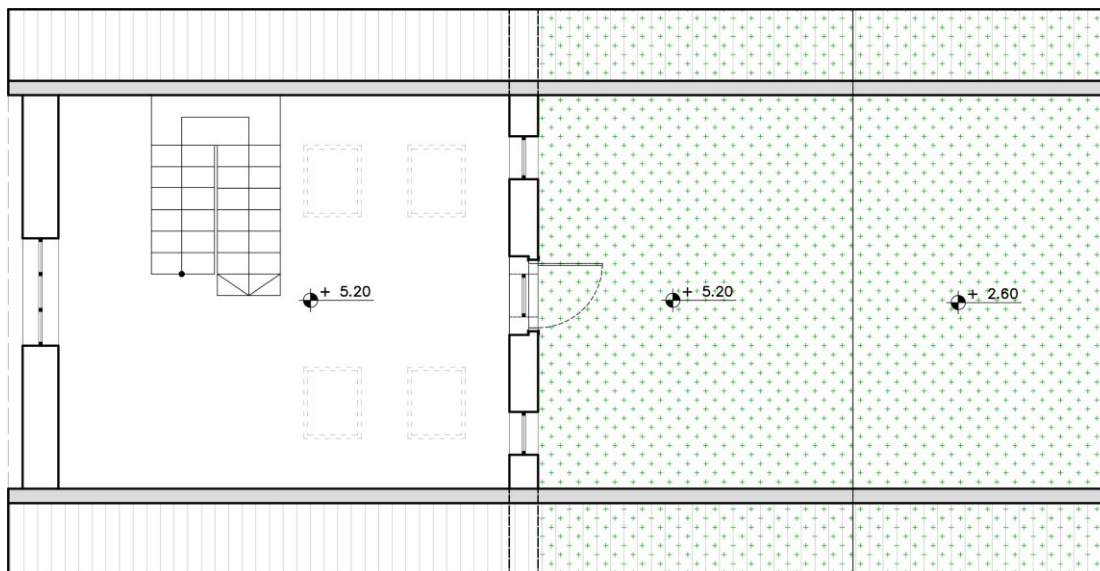
⁶⁴⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



FUNKCIJE SPRATA



Slika 362: Funkcionalna organizacija potkrovlja studijskog modela OPS⁶⁴⁵

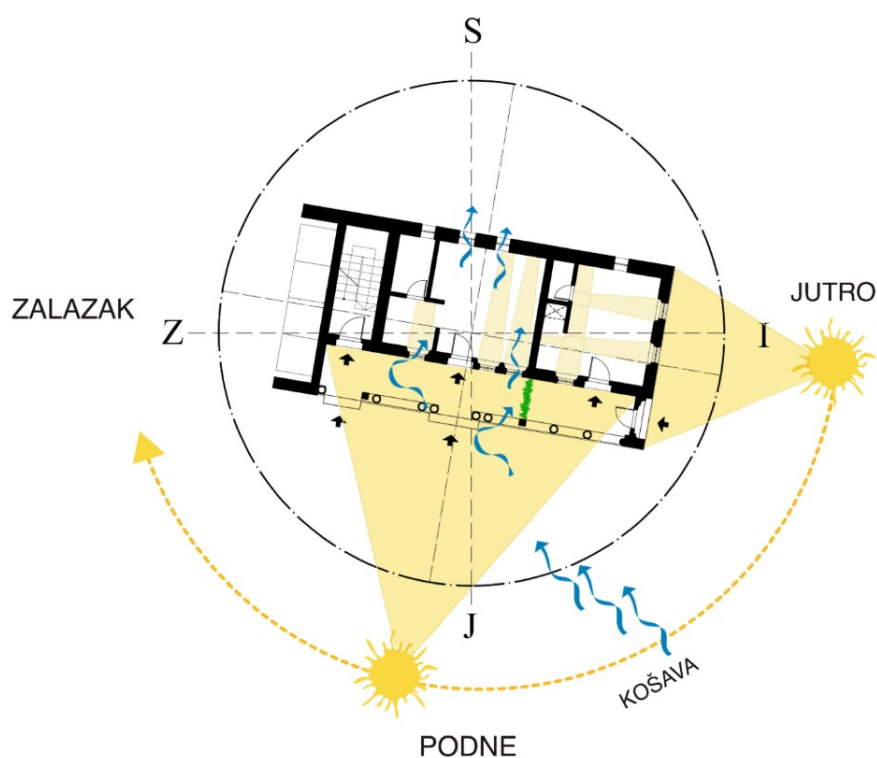


Slika 363: Osnova potkrovlja studijskog modela OPS⁶⁴⁶

⁶⁴⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

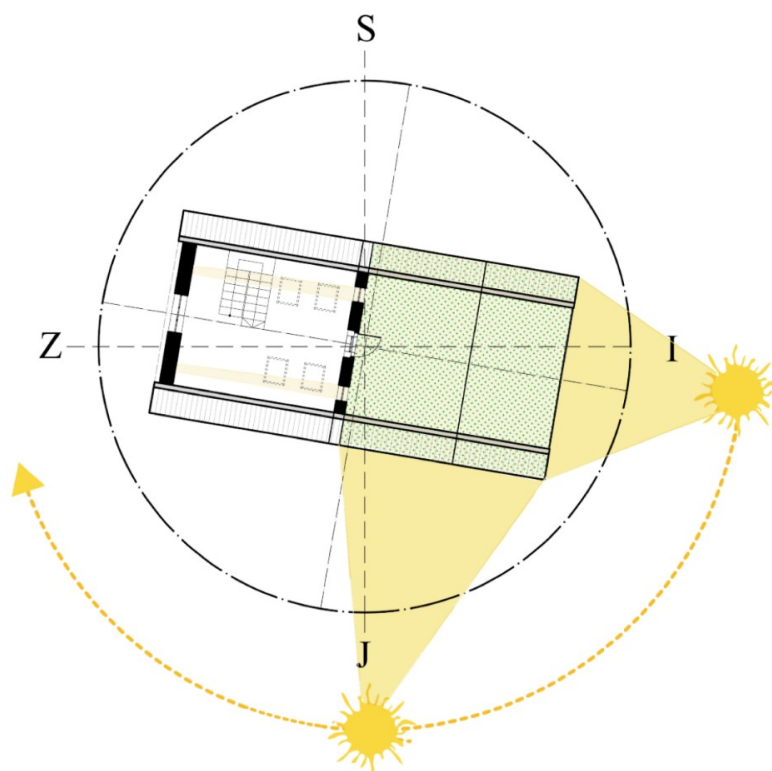
⁶⁴⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Adekvatno formiranim konceptom toplotnog zoniranja različitih funkcionalnih zona sprečava se neželjeno prenošenje toplote i nepotrebni toplotni gubici. Najveći uticaj na raspored i organizaciju prostora studijskog modela OPS ima njihova orijentacija prema stranama sveta koja je sprovedena u skladu sa temperaturnim potrebama različitih namena. Stambene prostorije, restoran i proizvodne površine zelenih krovova u okviru staklenika su orijentisane ka jugoistoku i jugozapadu kako bi se maksimalno iskoristile pogodnosti klime, sunčeve svetlosti i pravci dominantnih vetrova. Prema tome, ove funkcionalne zone imaju najveći priliv svetlosti i toplote čime je omogućeno efikasno funkcionisanje primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja (slika 364 i 365). Prirodna unakrsna ventilacija prostorija je ostvarena postavljanjem novih prozorskih otvora na slepoj severoistočnoj fasadi (slika 364). Visoki parapeti ovih prozora obezbeđuju potrebnu privatnost stambenog dela. Kao što je već napomenuto, trem ima dvostruku funkciju u poboljšanju bioklimatske arhitekture formiranog studijskog modela OPS. U letnjem periodu pruža zaštitu od pregrevavanja unutrašnjih prostorija, dok zimi ima ulogu usporavanja i zadržavanja vetra Košava i tako smanjuje njegov negativni efekat. Prostorije sa manjim temperaturnim zahtevima, stepenišna vertikala i prostor za smeštaj mobilnih paviljona, orijentisane su ka severozapadu i na taj način predstavljaju tampon zonu između grejanog dela prizemlja i spoljašnjeg prostora (slika 364). Terasaste površine zelenih krovova za uzgoj biljaka u okviru staklenika na prvom spratu i potkrovlju imaju najveći priliv sunčeve svetlosti iz pravca jugoistoka, juga i jugozapada usled čega su obezbeđene velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote potrebne za funkcionisanje primenjenog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja (slika 365).



Slika 364: Prikaz uticaja orijentacije prostorija na solarne dobitke, osvetljenost i prirodnu ventilaciju prizemlja studijskog modela OPS⁶⁴⁷

⁶⁴⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



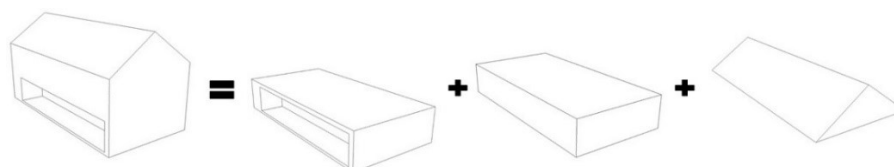
Slika 365: Prikaz uticaja orijentacije prostorija na solarne dobitke i osvetljenost potkrovlja studijskog modela OPS⁶⁴⁸

Forma objekta

Studijski model OPS zadržava oblik i arhitektonsku formu tradicionalne vojvođanske kuće na brazdu u selu Vojka. Sprovedene modifikacije se odnose na minimalno povećanje visine objekta za 30 cm, kao i smanjenje visine sokla sa 50 cm na 20 cm, radi povećanja spratnosti i formiranja funkcionalnog prostora u potkrovlju. Razvijanjem objekta po vertikali proporcionalno se povećava njegova zapremina i površina omotača. Na osnovu izvedenog proračuna faktora oblika prilikom valorizacije bioklimatskih karakteristika predmetne kuće u Vojki (poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije) i dobijene vrednosti $f_0 = 0.89 \text{ m}^{-1}$, utvrđeno je da se njena forma odlikuje velikom kompaktnosti koja doprinosi manjim toplotnim gubicima i većoj energetskej efikasnosti objekta.

Slika 366 prikazuje izometrijsko telo pojednostavljenog oblika studijskog modela OPS čija se forma može podeliti na geometrijska tela kvadra i prizme, što olakšava proračun faktora oblika f_0 . Dva kvadra predstavljaju razvijenu osnovu trodelne prostorne strukture u visini prizemlja i prvog sprata, dok prizma obuhvata prostor potkrovlja. Matematički proračun razvijene površine omotača S i zapremine V koju ona obuhvata, kao i proračun faktora oblika f_0 studijskog modela OPS prikazani su na slici 366, 367, 368, 369 i 370. Iz proračuna se isključuje prostor otvorenog trema, budući da se u obzir uzima samo površina omotača preko koje se vrši razmena toplote sa okolinom.

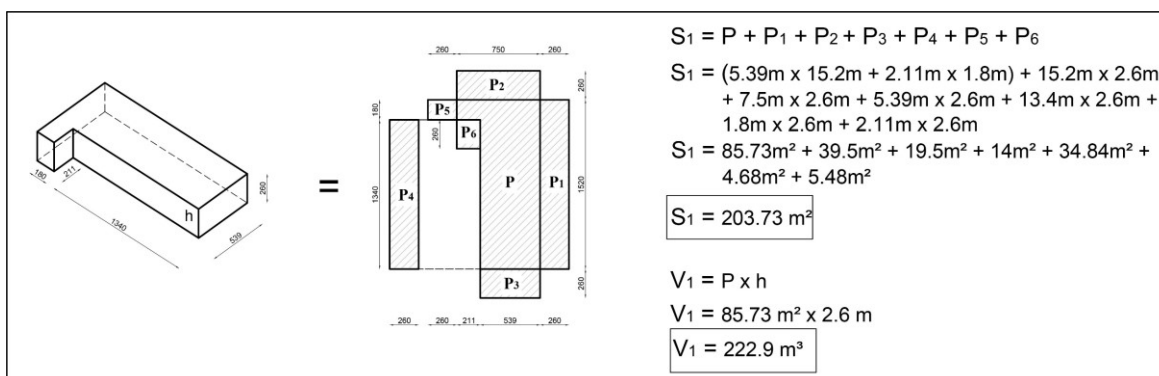
⁶⁴⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



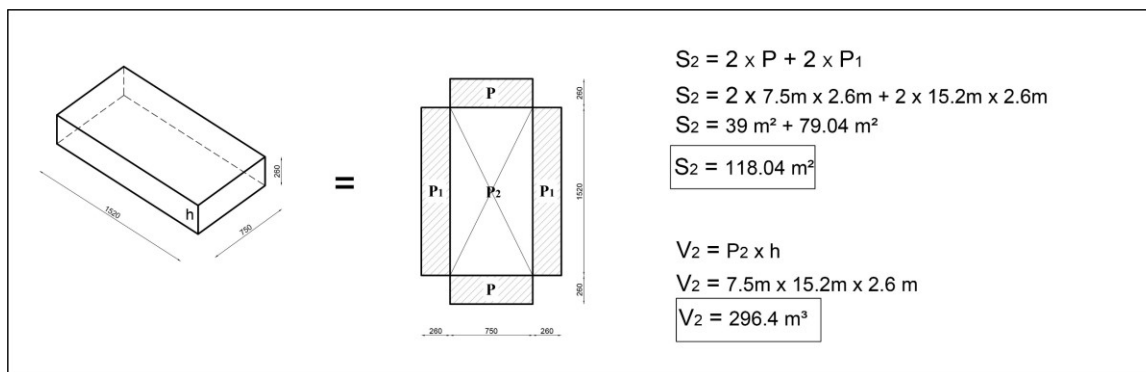
$$S = S1 + S2 + S3$$

$$V = V1 + V2 + V3$$

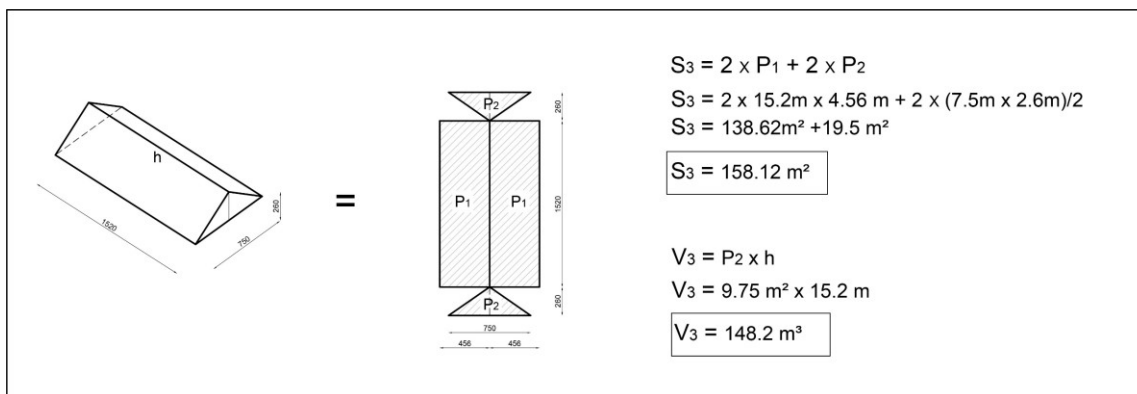
Slika 366: Izometrijski prikaz podele forme studijskog modela OPS⁶⁴⁹



Slika 367: Proračun površine S_1 i zapremine V_1 studijskog modela OPS⁶⁵⁰



Slika 368: Proračun površine S_2 i zapremine V_2 studijskog modela OPS⁶⁵¹



Slika 369: Proračun površine S_3 i zapremine V_3 studijskog modela OPS⁶⁵²

⁶⁴⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁶⁵⁰ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁶⁵¹ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁶⁵² Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 203.73\text{m}^2 + 118.04\text{m}^2 + 158.12\text{m}^2 = 479.89 \text{ m}^2$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 222.9\text{m}^3 + 296.4\text{m}^3 + 148.2\text{m}^3 = 667.5 \text{ m}^3$$

$$f_0 = S/V$$

$$f_0 = 479.89 \text{ m}^2 / 667.5 \text{ m}^3$$

$$f_0 = 0.72 \text{ 1/m}$$

Slika 370: Proračun ukupne površine, zapremine i faktora oblika studijskog modela OPS⁶⁵³

Na osnovu izvedenog proračuna dobijena je vrednost faktora oblika studijskog modela OPS, $f_0 = 0.72 \text{ m}^{-1}$, što je za 0.17 manje od S/V faktora postojeće predmetne kuće u Vojki ($f_0 = 0.89 \text{ m}^{-1}$) i predstavlja značajno poboljšanje za bioklimatsku arhitekturu objekta. Iz tog razloga zaključujemo da se formirani studijski model OPS odlikuje formom veće kompaktnosti, što doprinosi manjim toplotnim gubicima, odnosno većoj energetskej efikasnosti celokupne strukture omotača. Na slikama 371 i 372 prikazan je izgled i 3d model formiranog studijskog modela OPS sa ulične i dvorišne strane.



Slika 371: Izgled studijskog modela OPS sa ulice⁶⁵⁴



Slika 372: Izgled studijskog modela OPS sa dvorišne strane⁶⁵⁵

⁶⁵³ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁶⁵⁴ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁶⁵⁵ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

Izgleđi fasada studijskog modela OPS prikazani su na slikama 373, 374 i 375. Na slici 373, koja prikazuje bočnu, dvorišnu fasadu modela, sagledava se projektna ideja sinergije tradicionalnog i modernog, odnosno mogućnost uspešnog uklapanja i kombinovanja tradicionalnih i savremenih arhitektonskih elemenata na jednom objektu.



Slika 373: Izgled bočne, dvorišne fasade studijskog modela OPS-spoj tradicionalnog i modernog⁶⁵⁶



Slika 374 i 375: Izgleđi dvorišne fasade-zabata i podužne severoistočne fasade studijskog modela OPS⁶⁵⁷



Slika 376: Prikaz formiranog marketa u okviru zadnjeg dela kućišta studijskog modela OPS⁶⁵⁸

⁶⁵⁶ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁶⁵⁷ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁶⁵⁸ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

Infrastruktura

Podzemne vode na relativno plitkom nivou ispod površine zemlje, kao i postojanje velikog broja bunara iz kojih su se stanovnici Vojke do nedavno snabdevali vodom za piće, u velikoj meri doprinosi mogućnosti instalacije geotermalnih pumpi za proizvodnju energije u okviru formiranog studijskog modela OPS. Sistem grejanja postojeće tradicionalne kuće u Vojki se iz tog razloga u studijskom modelu OPS zamenjuje geotermalnom pumpom, energijom iz biomase, kao i planiranim „solarnim krovom“ koji predstavlja krovni pokrivač sa ugrađenim fotonaponskim ćelijama a izgleda identično kao tradicionalni crep. Pored toga upostavlja se i sistem za sakupljanje kišnice koja se potom koristi za navodnjavanje proizvodnih površina zelenih krovova za uzgoj poljoprivrednih biljaka i ispiranje toaleta. Primenom opisanih savremenih tehnologija obnovljivih izvora energije u velikoj meri bi se smanjila potrošnja električne energije.

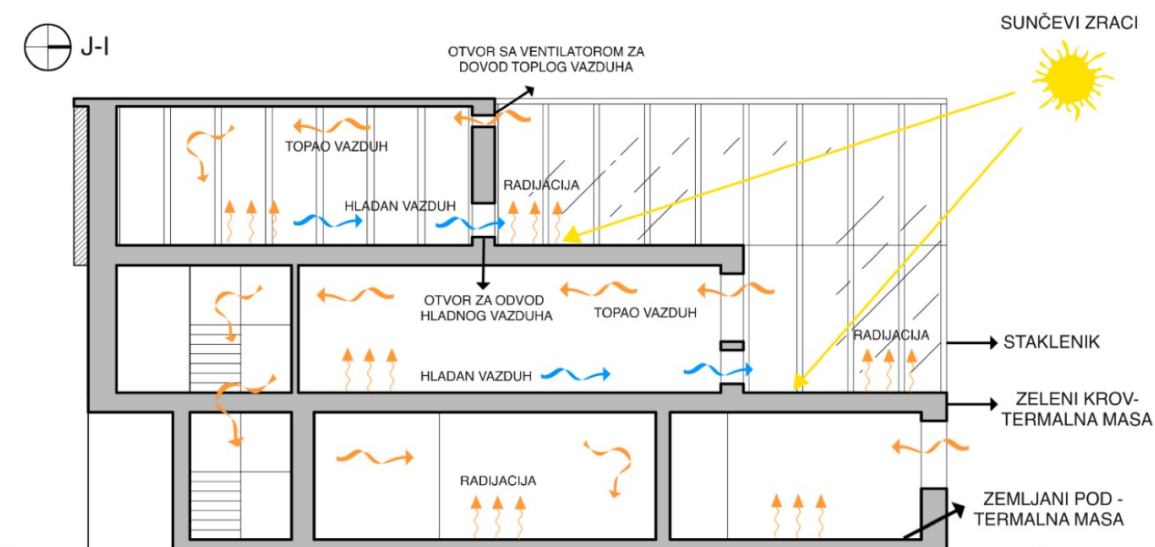
Struktura zgrade i njenog omotača

Postojeći masivni konstruktivni sistem predmetne kuće u Vojki zamenjuje se skeletnim u okviru studijskog modela OPS. Skeletni sistem je fleksibilniji jer omogućava adaptacije prostora enterijera novim planiranim funkcionalnim jedinicama i dozvoljava formiranje modularne strukture što doprinosi mogućnosti povećanja kvadrature u budućnosti čime se produžava životni vek objekta u celini. Otvoreni tip plana u stambenom delu prizemlja je formiran upravo zahvaljujući skeletnom sistemu.

Tradicionalna materijalizacija konstruktivnih sklopova postojeće kuće u Vojki se zadržava i u okviru studijskog modela OPS. Čerpić, nabijena zemlja, opeka, trska i drugi prirodni materijali koji su korišćeni u izgradnji pronađeni su u neposrednoj blizini kuće tako da njihovim očuvanjem studijski model OPS ostaje u skladu sa lokalnim okruženjem. Pored toga, većina ovih materijala su se pokazali kao održivi i sa odličnim termoizolacionim karakteristikama prilikom proračuna koeficijenta prolaza toplote pojedinačnih građevinskih elemenata, koji su određeni i opisani u okviru valorizacije predmetne kuće u Vojki (poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije). Izvršene su minimalne izmene u strukturi slojeva konstruktivnog sklopa zabatnog zida od opeke i krovnog elementa kako bi se poboljšale njihove energetske sposobnosti. Novi zidovi koji su formirani kao deo termičkog omotača sprata i potkrovlja izrađeni su od čerpića, a proračun provere koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2K)$], za ove građevinske elemente je izvršen i biće prikazan u daljem tekstu ovog poglavlja. Zeleni krovovi koji su kreirani u studijskom modelu OPS imaju dvostruku funkciju. Osim što predstavljaju proizvodne površine za uzgoj poljoprivrednih biljaka, oni poseduju odlične termoizolacione sposobnosti čime se poboljšava toplotni komfor unutrašnjih prostorija. Pored zelenih krovova, nabijena zemlja, od koje je izrađen pod na tlu i zadržava se u OPS, takođe predstavlja homogenu termalnu masu koja ima sposobnost termoregulacije okoline. Ona prikuplja i apsorbuje toplotu tokom dana zimi, a potom je noću emituje u unutrašnji prostor kuće, zagrevajući ga. U letnjem periodu zemlja noću apsorbuje hladnoću kojom tokom dana osvežava prostor. Postojeća tradicionalna međuspratna konstrukcija vitlovane tavanice se takođe zadržava u okviru studijskog modela budući da je proračun energetskih performansi

pokazao da sklop zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti (poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije).

Na slici 377 je prikazan podužni presek formiranog studijskog modela OPS sa ilustracijom funkcionisanja primenjenog kombinovanog direktnog i indirektnog sistema pasivnog solarnog grejanja. Očuvani konstruktivni elementi zidova od čerpića, poda od nabijene zemlje i postojeće vitlovane tavanice se, pored zelenih krovova, ponašaju kao termalne mase koje apsorbuju toplotu tokom dana, a noću zagrevaju unutrašnji prostor radijacijom. Iz tog razloga se u velikoj meri povećavaju solarni dobici i efikasnost samog sistema, kao jedne od dodatno primenjenih strategija bioklimatske arhitekture.



Slika 377: Sistem direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja u studijskom modelu OPS⁶⁵⁹

ZIDNI ELEMENTI

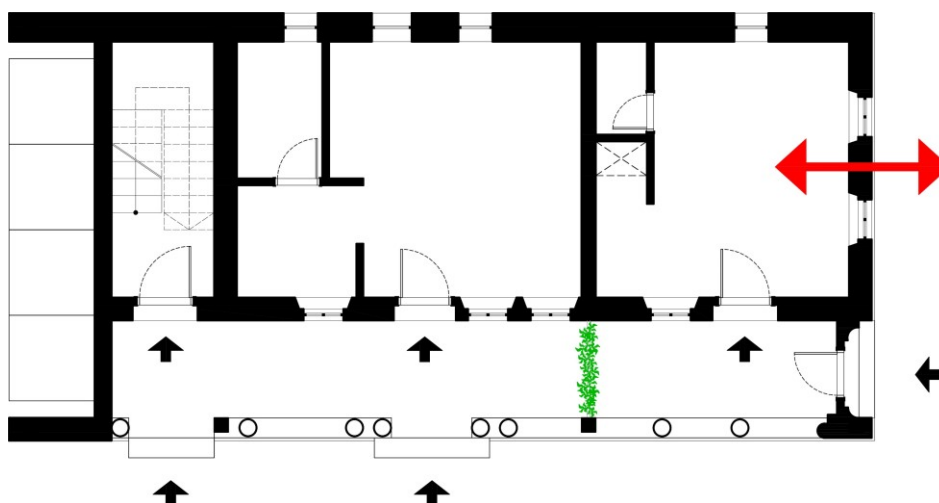
Svi zidni elementi postojeće kuće u Vojki koji su izrađeni od čerpića se zadržavaju u formiranom studijskom modelu OPS jer je proračun koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2K)$], sproveden prilikom njene valorizacije, pokazao da sklop zadovoljava savremene zahteve za energetsom efikasnosti (poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije). Pored toga, čerpić kao tradicionalni materijal poseduje i mnoge druge pozitivne karakteristike koje utiču na poboljšanje bioklimatske arhitekture, a one su takođe navedene i opisane u delu doktorata koji se bavi analizom strukturalnih elemenata omotača predmetne kuće.

Budući da je proračunata vrednost koeficijenta prolaza toplote za zabatni zid od opeke starog formata veća od maksimalne dozvoljene vrednosti, utvrđene i definisane Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada RS⁶⁶⁰, potrebno je izvršiti određene korekcije u strukturi slojeva predmetnog zida u svrhu poboljšanja njegovih termoizolacionih sposobnosti. Iz tog razloga se sloj izrađen od opeke starog formata smanjuje sa 1,5 na 1 slog, debljine 29 cm, dok se zid sa obe strane premazuje sa dodatnim slojevima blatnog maltera sa plevom. Ukupna debljina zida sada iznosi 40 cm. Proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa, U [$W/(m^2K)$],

⁶⁵⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁶⁶⁰ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

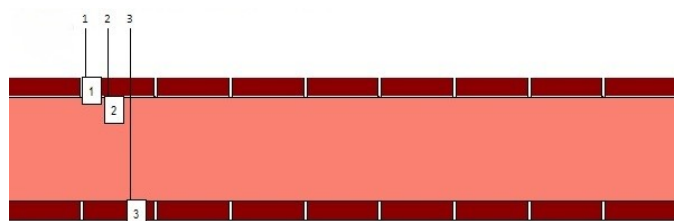
za novi spoljašnji zid debljine 40 cm izvršen je pomoću softvera Knaufterm3d. Pozicija predmetnog zida za koji se vrši proračun obeležena je na osnovi prizemlja studijskog modela OPS (slika 378).



Slika 378: Pozicija spoljašnjeg zida studijskog modela OPS za koji se vrši proračun⁶⁶¹

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od opeke starog formata d=40 cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	R _{si} = 0.13 m ² K/W, R _{se} = 0.04 m ² K/W

Tabela 42: Relevantni podaci za novi spoljašnji zid od opeke starog formata⁶⁶²



Slika 379: Grafički prikaz strukture slojeva predmetnog zida u studijskom modelu OPS⁶⁶³

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5.5	Blatni malter sa plevom	190.47	1632.3	0.0628	10
2	29	Opeka puna	1200	920	0.47	5
3	5.5	Blatni malter sa plevom	190.47	1632.3	0.0628	10

Tabela 43: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva novog predmetnog zida⁶⁶⁴

⁶⁶¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁶⁶² Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁶⁶³ Izvor ilustracije: izrađena u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁶⁶⁴ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi zid od opeke starog formata:

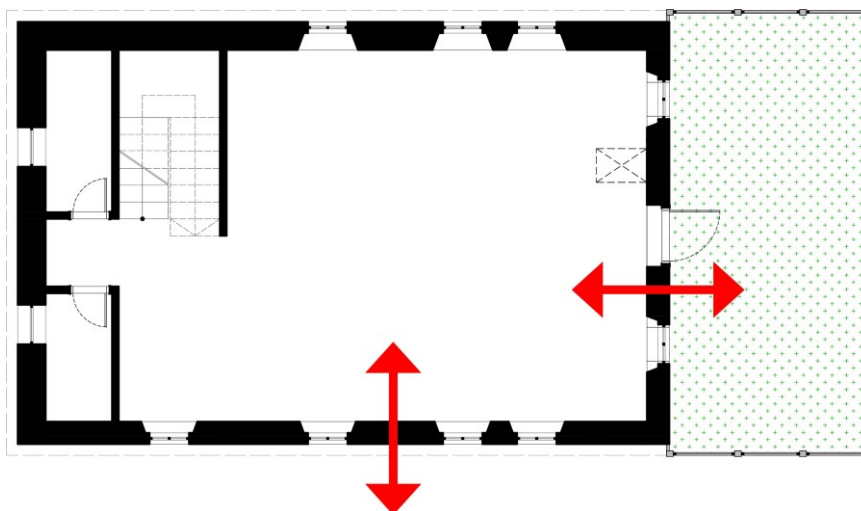
Osnovni $U = 0.394 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.394 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{\text{max}}$, sklop zadovoljava

Slika 380: Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi predmetni zid pomoću softvera Knaufterm3d⁶⁶⁵

Proračun koeficijenta prolaza toplote, U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$], za novi spoljašnji zabatni zid studijskog modela OPS pokazuje vrednost 0.394 što je manje od maksimalne dozvoljene vrednost definisane Pravilnikom o EE zgrada RS. Iz toga zaključujemo da povećanje debljine sloja blatnog maltera sa plevom, kao građevinskog materijala kojim su se oblagali stari zidovi tradicionalnih vojvođanskih kuća, poboljšava termoizolacione karakteristike spoljašnjeg zidnog elementa što doprinosi većoj energetskej efikasnosti objekta u celini.

Novi formirani spoljašnji zidovi koji predstavljaju deo strukturalnog omotača prvog sprata i potkrovlja izrađeni su od čerpića i obloženi slojevima blatnog maltera sa plevom, ukupne debljine 40 cm. Oni su nešto manje debljine od postojećih spoljašnjih zidova od čerpića jer su orijentisani ka jugoistoku i jugozapadu pa iz tog razloga nije neophodno da imaju bolje termoizolacione sposobnosti. Proračun provere vrednosti koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa, U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$], za novi spoljašnji zid debljine 40 cm izvršen je pomoću softvera Knaufterm3d. Pozicije predmetnih zidova za koje se vrši proračun obeležene su na osnovi sprata studijskog modela OPS (slika 381).



Slika 381: Pozicije spoljašnjih zidova studijskog modela OPS za koje se vrši proračun⁶⁶⁶

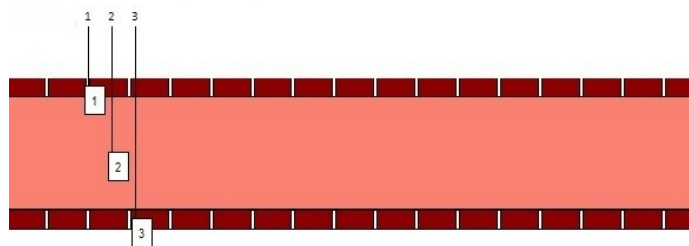
Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od čerpića d=40 cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{\text{si}} = 0.13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{\text{se}} = 0.04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 44: Relevantni podaci za novi spoljašnji zid od čerpića⁶⁶⁷

⁶⁶⁵ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁶⁶⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁶⁶⁷ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d



Slika 382: Grafički prikaz strukture slojeva predmetnog zida od čerpića⁶⁶⁸

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5	Blatni malter sa plevom	254.54	1598.1	0.0827	10
2	30	Čerpić	1190	880	0.24	10
3	5	Blatni malter sa plevom	254.54	1598.1	0.0827	10

Tabela 45: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva novog predmetnog zida od čerpića⁶⁶⁹

Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi zid od čerpića:

Osnovni $U = 0.381 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.381 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{\max}$, sklop zadovoljava

Slika 383: Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi predmetni zid pomoću softvera Knaufterm3d⁶⁷⁰

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote za novi zid od čerpića, ukupne debljine 40 cm, možemo zaključiti da i u ovom slučaju građevinski materijali čerpić, kao i blatni malter sa plevom, pokazuju dobre termoizolacione karakteristike i da sklop zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti.

KROV

Krovnu konstrukciju predmetne kuće u Vojki, na kojoj se primenjuje koncept studijskog modela OPS, čini prosti dvovodan krov strmih ravni pod uglom od 45° . Postojeći krov se zadržava prilikom formiranja studijskog modela pri čemu se ugao krovnih ravni smanjuje na $33,5^\circ$ usled povećanja visine i spratnosti objekta. Međutim, novi nagib krova i dalje doprinosi manjim toplotnim gubicima i većim pasivnim solarnim dobitcima toplote. Budući da je proračun koeficijenta prolaza toplote za krovni element postojeće tradicionalne kuće u Vojki pokazao da struktura slojeva ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti (poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije), potrebno je izvršiti određene korekcije kako bi se poboljšale termoizolacione karakteristike. U prostoru potkrovlja studijskog modela OPS smeštena je laboratorija za preradu poljoprivrednih proizvoda pri čemu je neophodna dodatna izolacija krovnog elementa kako ne bi bilo nepotrebnih gubitaka toplote. Iz tog razloga se krov sa unutrašnje strane oblaže izolacionim slojevima koji su izrađeni od kamene i mineralne vune. Ovi materijali imaju veliki kapacitet apsorbovanja i zadržavanja toplote usled čega se ponašaju

⁶⁶⁸ Izvor ilustracije: izrađena u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

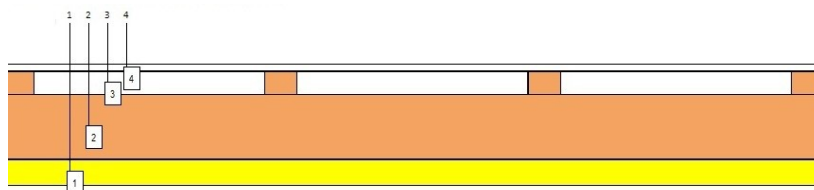
⁶⁶⁹ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁶⁷⁰ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

kao termalna masa koja zimi upija toplotu tokom dana, dok noću zagreva unutrašnji prostor oslobađanjem sakupljene toplote. Pored toga, sprečavaju prekomerno zagrevanje prostora leti, poboljšavaju kvalitet unutrašnjeg vazduha i predstavljaju adekvatnu zvučnu izolaciju. Proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa, U [$W/(m^2K)$], za novi sklop krovne konstrukcije studijskog modela OPS izvršen je pomoću softvera Knaufterm3d.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Krovna konstrukcija d=26 cm	Kosi krov, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 46: Relevantni podaci za proračun novog sklopa krovne konstrukcije studijskog modela OPS⁶⁷¹



Slika 384: Grafički prikaz strukture slojeva nove krovne konstrukcije⁶⁷²

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5.5	Staklena mineralna vuna	30	840	0.032	1
2	14	Bor, smreka (12 cm) + Kamena mineralna vuna (90 cm)	152.94	987.05	0.0455	9.1176
3	5	Drvene letvice + vazdušni sloj	68.640	1133.8	0.4557	9.4736
4	1.5	Crep	1900	880	0.99	40

Tabela 47: Dimenzije i toplotne karakteristike novih slojeva krovne konstrukcije⁶⁷³

Proračun koeficijenta prolaza toplote za novu krovnu konstrukciju:

Osnovni $U = 0.198 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

$U = 0.198 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, $U_{max} = 0.2 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, $U < U_{max}$, sklop zadovoljava

Slika 385: Proračun koeficijenta prolaza toplote za novu krovnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁶⁷⁴

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2K)$], za novu krovnu konstrukciju studijskog modela OPS dobija se konačna vrednost $U = 0.198 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, što je manje od maksimalne dozvoljene vrednosti za sklopove krova, definisane Pravnikom o EE zgrada RS, koja iznosi $U_{max} = 0.2 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Iz toga zaključujemo da se postavljanjem dodatnih izolacionih slojeva staklene i kamene mineralne vune poboljšavaju termoizolacione karakteristike krova a samim tim povećava i energetska efikasnost objekta u celini.

⁶⁷¹ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁶⁷² Izvor ilustracije: izrađena u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁶⁷³ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁶⁷⁴ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

Prema formulisanom i opisanom opštem tipu studijskog modela OPS za tradicionalnu kuću na brazdu, pojedini elementi krovnog pokrivača se zamenjuju crepom sa ugrađenim fotonaponskim ćelijama koji objekat snabdevaju potrebnom solarnom energijom iz obnovljivog izvora. Tzv. „solarni krov“ ima oblik i boju klasičnog tradicionalnog krovnog crepa zbog čega se u potpunosti uklapa i formirani model OPS i u ovom segmentu ostaje u skladu sa okruženjem. Osim toga, solarni crepovi pružaju bolju izolaciju i traju duže od klasičnih.

FENESTRACIJA

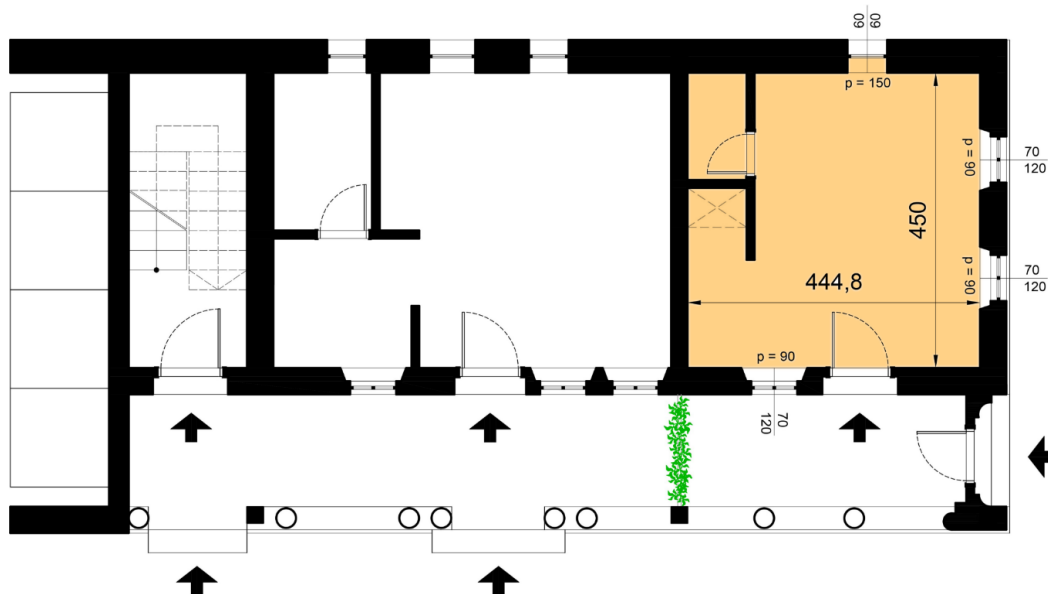
Prozori predstavljaju deo termičkog omotača objekta preko koga se vrši najveća razmena toplote sa spoljašnjim prostorom. Iz tog razloga je važno pravilno dimenzionisati i odrediti površinu prozorskih otvora na fasadama kako bi se napravio kompromis između adekvatnog osvetljenja enterijera i sprečavanja nepotrebnih gubitaka toplote.

Primenom studijskog modela OPS na primeru predmetne tradicionalne kuće u Vojki izvršena je funkcionalna prenamena unutrašnjih prostorija i povećana je spratnost objekta zbog čega je bilo neophodno formirati nove prozorske otvore. Pored toga, ugradnja novih prozora na visokim parapetima na slepoj severoistočnoj fasadi je planirana kako bi se omogućilo ostvarivanje prirodne poprečne ventilacije. Iz ovih razloga potrebno je modifikovati i proveriti ukupnu površinu prozora u odnosu na površinu poda pojedinačnih prostorija studijskog modela OPS. Proračun koeficijenta prolaza toplote U_w , koji je određen za prozorske otvore prilikom valorizacije predmetne kuće u Vojki (poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije), pokazao je da vrsta stakla ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti transparentnih površina termičkog omotača zgrade. U svrhu poboljšanja toplotnih karakteristika celokupnog termičkog omotača u studijskom modelu OPS planirana je zamena staklenih površina na postojećim i novo formiranim prozorima.

Prostorije prizemlja

RESTORAN

Prostorija restorana za promociju i degustaciju poljoprivrednih proizvoda zauzima nekadašnju glavnu gostinsku sobu predmetne kuće i orijentisana je ka ulici. U studijskom modelu OPS zadržavaju se postojeći prozorski otvori i dodaje se novi na suprotnoj severoistočnoj fasadi visokog parapeta 150 cm koji obezbeđuje potrebnu privatnost, a istovremeno omogućava unakrsnu ventilaciju prostorije. Na slici 386 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama postojećih i novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije restorana.



Slika 386: Pozicija i veličina prozora restorana studijskog modela OPS⁶⁷⁵

Proračun površina prozora:

Pp (površina poda prostorije) = 4.448 m x 4.5 m = 20 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora restorana treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 20 m² = 15/100 x 20 m² = 3 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 3 m².

Površina postojećih prozora koji se zadržavaju je 3 x 0.7 m x 1.2 m = 2.52 m².

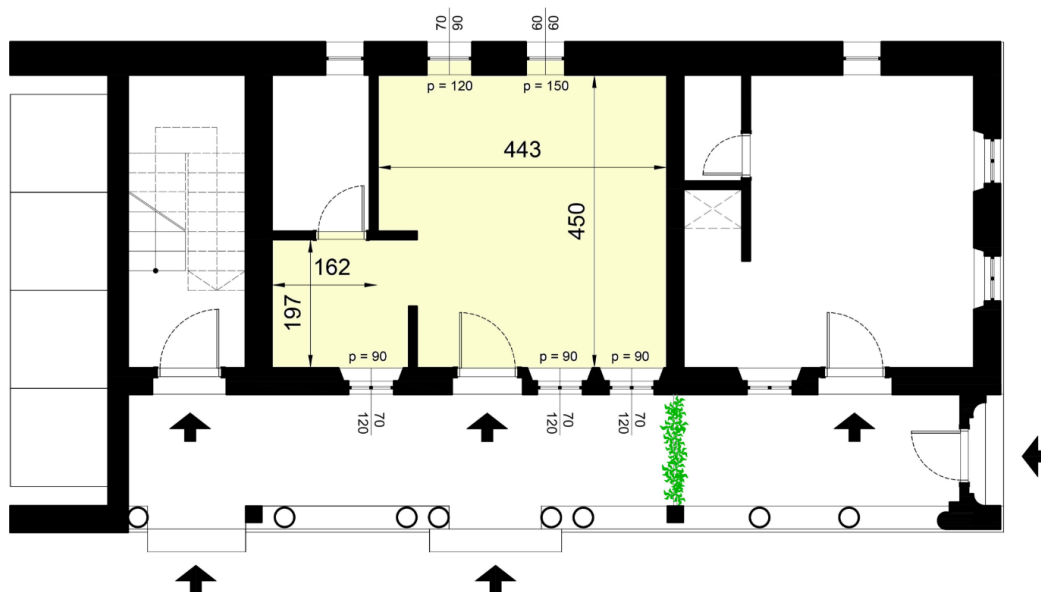
Površina novog prozora koji je formiran na severoistočnoj fasadi je 0.6 m x 0.6 m = 0.36 m².

Ukupna površina prozora sada iznosi 2.88 m² što je približno 3m² i predstavlja 14.4% površine poda prostorije.

STAMBENE PROSTORIJE

U stambenom delu prizemlja formiran je otvoreni tip plana gde prostorije kuhinje, trpezarije i dnevne sobe čine jednu zajedničku sobu. Na jugozapadnoj fasadi su postavljena tri prozora istih dimenzija i veličine kao postojeći dok su na suprotnoj severoistočnoj fasadi formirani prozori na visokim parapetima koji omogućavaju prirodnu unakrsnu ventilaciju. Na slici 387 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama postojećih i novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda zajedničke prostorije stambenog dela.

⁶⁷⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 387: Pozicija i veličina prozora stambenog dela studijskog modela OPS⁶⁷⁶

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = $4.43 \text{ m} \times 4.5 \text{ m} + 1.97 \text{ m} \times 1.62 \text{ m} = 23.12 \text{ m}^2$;

Računanjem da ukupna površina prozora stambenog dela treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

$15\% \text{ od } 23.12 \text{ m}^2 = 15/100 \times 23.12 \text{ m}^2 = 3.468 \text{ m}^2$.

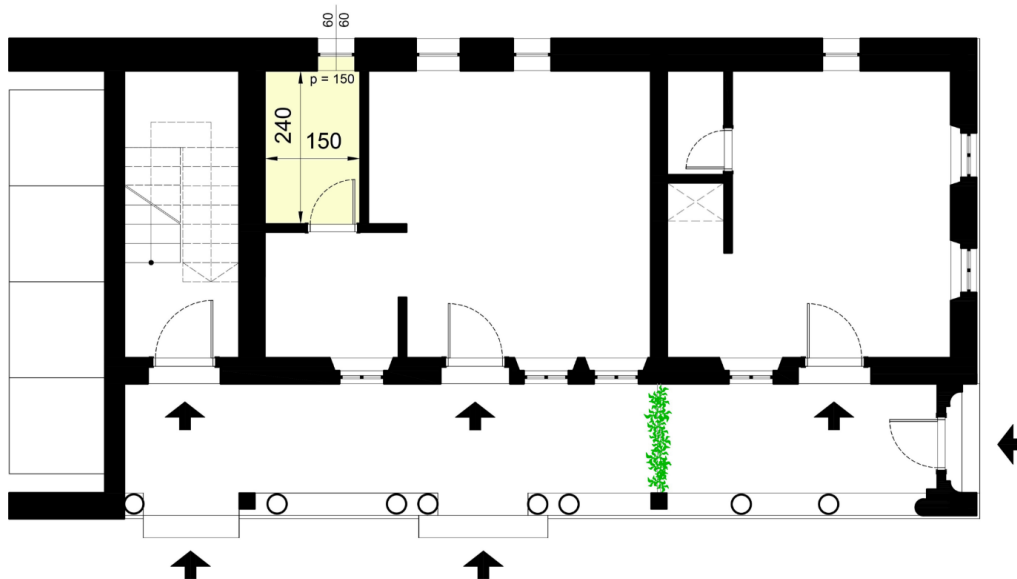
Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 3.468 m².

Površina postojećih i novih prozora je $3 \times 0.7 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} + 0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} + 0.7 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} = 3.51 \text{ m}^2$ što je i više od proračunate potrebne vrednosti.

KUPATILO

Na slici 388 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novog prozorskog otvora, potrebnih za proračun njegove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije kupatila.

⁶⁷⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 388: Pozicija i veličina prozora kupatila studijskog modela OPS⁶⁷⁷

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 1.5 m x 2.4 m = 3.6 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora kupatila treba da obuhvati 10% površine poda dobija se sledeći rezultat:

10% od 3.6 m² = 10/100 x 3.6 m² = 0.36 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 0.36 m².

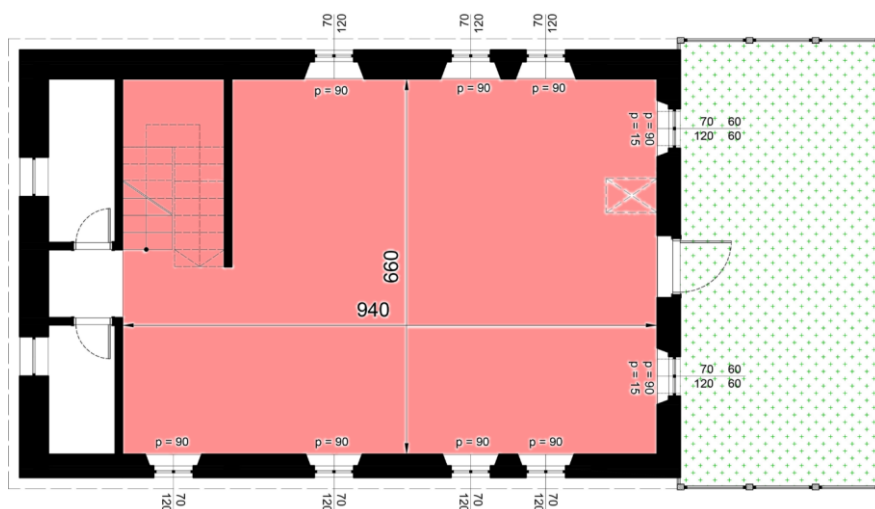
Površina novog prozora je 0.6m x 0.6m = 0.36 m².

Prostorije prvog sprata

LABORATORIJA

Prostor prvog sprata studijskog modela OPS zauzima proizvodna površina zelenog krova i laboratorija za preradu poljoprivrednih proizvoda. Na obe suprotne fasade, jugozapadnoj i severoistočnoj, postavljaju se prozorski otvori istih dimenzija i veličina kao što su postojeći prozori prizemlja predmetne kuće u Vojki čime je postignut kontinuitet fasada bez narušavanja njihovog izgleda. Pored toga, na prednjoj fasadi, koja deli prostor staklenika i laboratorije, planirani su prozori manjih dimenzija na niskim parapetima kao element i deo primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja. Oni omogućavaju odvod hladnog vazduha u staklenik gde se zagreva, a potom topao vazduh cirkuliše nazad u unutrašnjost kroz prozore na visokim parapetima. Na slici 389 je prikazana osnova prvog sprata studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije laboratorije.

⁶⁷⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 389: Pozicija i veličina prozora laboratorije na 1. spratu studijskog modela OPS⁶⁷⁸

Proračun površina prozora:

Pp (površina poda prostorije) = 9.4 m x 6.6 m = 62.04 m²;

Površina novih prozora je 9 x 0.7m x 1.2m + 2 x 0.6m x 0.6m = 8.28 m².

Računanjem procentualne zastupljenosti površine prozora laboratorije u odnosu na površinu poda prostorije dobija se sledeći rezultat:

$$x\% \text{ od } 62.04 \text{ m}^2 = 8.28 \text{ m}^2;$$

$$x/100 \times 62.04 = 8.28;$$

$$x = (8.28 \times 100) / 62.04;$$

$$x = 13.35\%.$$

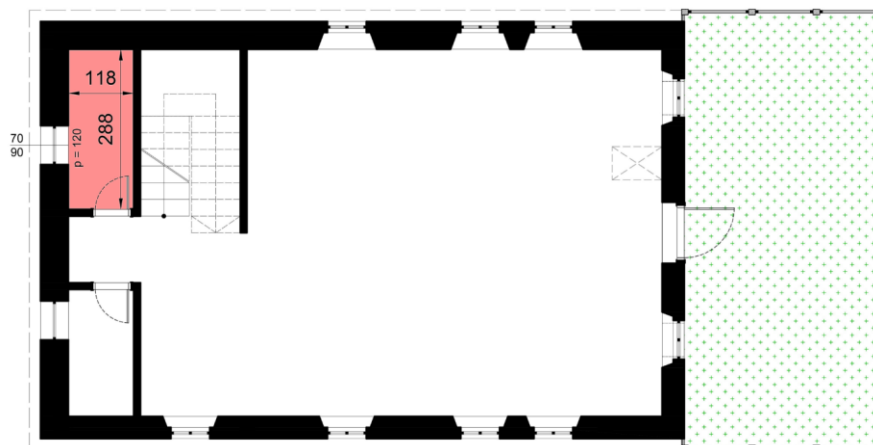
Procentualna zastupljenost ukupne površine novih prozora laboratorije prvog sprata u odnosu na površinu poda prostorije iznosi 13.35% što se nalazi u okviru granica koje su određene standardom da površina prozora treba da zauzima 10% do 20% površine poda.⁶⁷⁹

KUPATILO

U prostoriji kupatila koje pripada laboratoriji prvog sprata postavljen je jedan novi prozor na visokom parapetu od 120 cm, dimenzija 0.7m x 0.9m. Na slici 390 je prikazana osnova prvog sprata studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novog prozorskog otvora, potrebnih za proračun njegove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije kupatila.

⁶⁷⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁶⁷⁹ Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.



Slika 390: Pozicija i veličina prozora kupatila na 1. spratu studijskog modela OPS⁶⁸⁰

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 1.18 m x 2.88 m = 3.4 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora kupatila treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

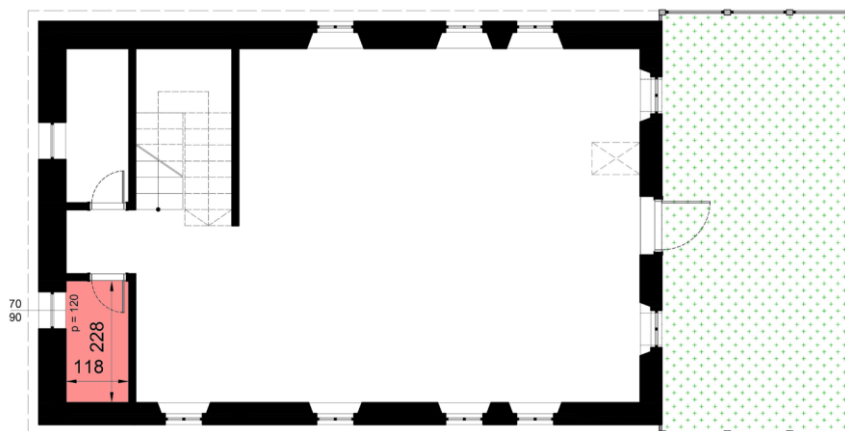
15% od 3.4 m² = 15/100 x 3.4 m² = 0.51 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 0.51 m².

Površina novog prozora je 0.7m x 0.9m = 0.63 m² što je i više nego proračunata vrednost potrebne površine prozora.

GARDEROBA

U prostoru prvog sprata planirana je i prostorija za presvlačenje i boravak zaposlenih osoba u laboratoriji. Na severozapadnoj fasadi je postavljen novi prozor istih dimenzija i veličine kao i u kupatilu. Na slici 391 je prikazana osnova prvog sprata studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novog prozorskog otvora, potrebnih za proračun njegove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije garderobe.



Slika 391: Pozicija i veličina prozora garderobe na 1. spratu studijskog modela OPS⁶⁸¹

⁶⁸⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁶⁸¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 1.18 m x 2.28 m = 2.7 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora garderobe treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

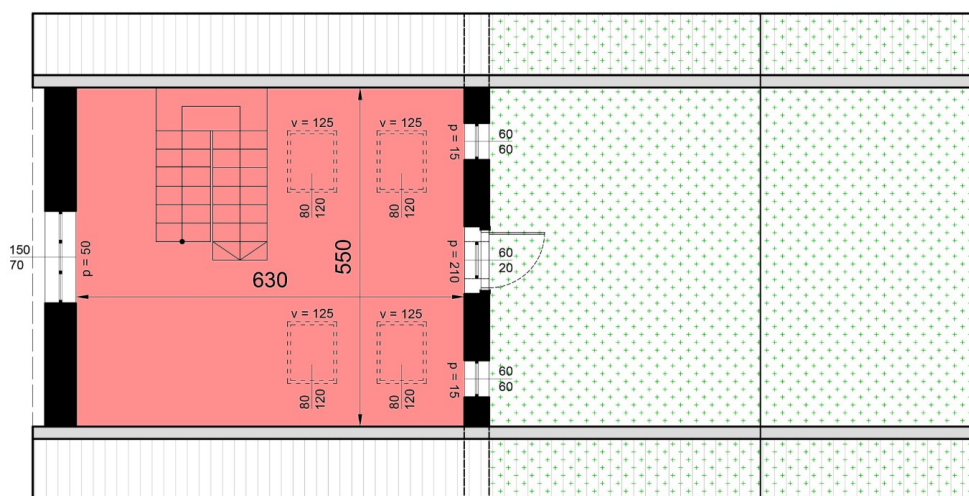
15% od 2.7 m² = 15/100 x 2.7 m² = 0.405 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 0.405 m².

Površina novog prozora je 0.7m x 0.9m = 0.63 m² što je i više nego proračunata vrednost potrebne površine prozora.

Prostorije potkrovlja

Prostor potkrovlja zauzima laboratorija za preradu poljoprivrednih proizvoda i proizvodna površina zelenog krova u okviru staklenika. Osim prozora na niskim i visokim parapetima koji su postavljeni na jugoistočnoj fasadi kao elementi primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja, u potkrovlju su planirani i krovni prozori kako bi se omogućilo adekvatno osvetljenje i uspostavila prirodna poprečna ventilacija prostorije laboratorije. Na slici 392 je prikazana osnova potkrovlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije laboratorije.



Slika 392: Pozicija i veličina prozora laboratorije u potkrovlju studijskog modela OPS⁶⁸²

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 5.5 m x 6.3 m = 34.65 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora laboratorije treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

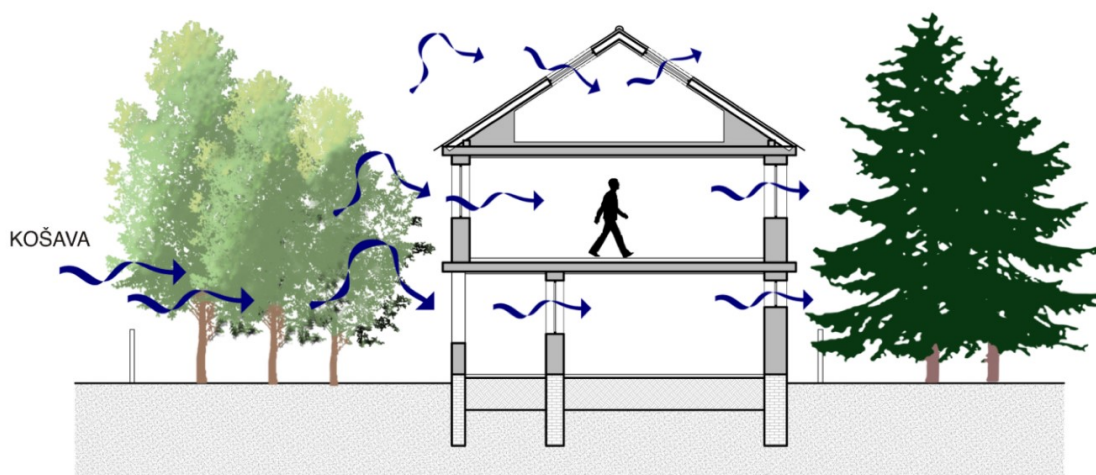
15% od 34.65 m² = 15/100 x 34.65 m² = 5.19 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 5.19 m².

⁶⁸² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Ukupna površina novih prozora je $4 \times 0.8\text{m} \times 1.2\text{m} + 1.5\text{m} \times 0.7\text{m} + 2 \times 0.6\text{m} \times 0.6\text{m} + 0.6\text{m} \times 0.2\text{m} = 5.73\text{ m}^2$ što je i više nego proračunata vrednost potrebne površine prozora.

Novi sistem fenestracije, zajedno sa planiranim pejzažnim uređenjem u okviru neposrednog okruženja studijskog modela OPS, omogućava prirodnu unakrsnu ventilaciju unutrašnjih prostorija koja smanjuje potrebu za veštačkim hlađenjem u toku letnjeg perioda (slika 393). Listopadno drveće koje je postavljeno uz jugozapadnu fasadu leti skreće pravac vetra Košave ka objektu, dok zimi, kada ovo drveće gubi krošnjju, vetar nesmetano prolazi pored objekta (slika 393).



Slika 393: Ostvarena poprečna ventilacija prostorija u studijskom modelu OPS kombinacijom pejzažnog uređenja i fenestracije⁶⁸³

U tabeli 48 su prikazane energetske karakteristike novoformiranih sklopova konstruktivnih elemenata omotača studijskog modela OPS. Dobijene vrednosti koeficijenta prolaza toplote, U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$], na osnovu izvršenog proračuna pomoću softvera Knaufterm3d, pokazuju vidno poboljšanje toplotnih karakteristika celokupnog omotača u odnosu na analiziranu i valorizovanu predmetnu kuću u Vojki (Tabela 15, poglavlje 9.2.1. doktorske disertacije).

⁶⁸³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Tabela 48: Karakteristike sklopova termičkog omotača studijskog modela OPS

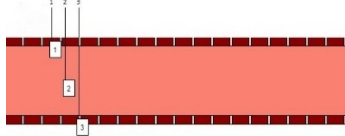
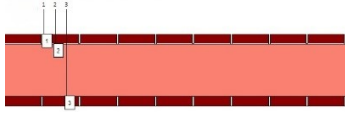
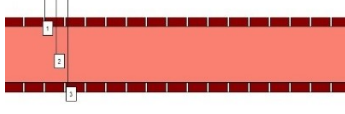
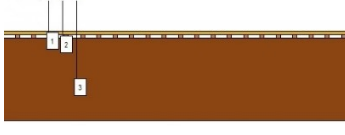
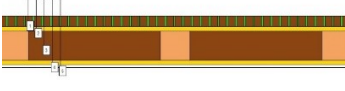

Br.	Sklop	d (cm)	Struktura slojeva	U _{max} [W/m ² K]	U [W/m ² K]	
1.	Spoljni zid	50	1. Blatni malter 5 cm 2. Čerpić 40 cm 3. Blatni malter 5 cm		0.4	0.328
2.	Spoljni zid	40	1. Blatni malter 5.5 cm 2. Opeka puna 29 cm 3. Blatni malter 5.5 cm		0.4	0.394
3.	Novi spoljni zid	40	1. Blatni malter 5 cm 2. Čerpić 30 cm 3. Blatni malter 5 cm		0.4	0.381
4.	Pod na tlu	108	1. Daske za pod 4 cm 2. Drvene letvice + vazdušni sloj 4 cm 3. Nabijena zemlja 100 cm		0.4	0.180
5.	Međuspratna konstrukcija	35	1. Nabijena zemlja + slama 7 cm 2. Ploče od trske 3 cm 3. Bor (20 cm) + nabijena zemlja + slama (90 cm) 20 cm 4. Ploče od trske 3 cm 5. Blatni malter 2 cm		0.9	0.337
6.	Krovn konstrukcija	26	1. Staklena mineralna vuna 5.5 cm 2. Bor + Kamena mineralna vuna 14 cm 3. Drvene letvice + vazdušni sloj 5 cm 4. Crep 1.5 cm		0.2	0.198

Tabela 48: Karakteristike sklopova termičkog omotača studijskog modela OPS⁶⁸⁴

⁶⁸⁴ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J., prema podacima dobijenim proračunom u softveru Knaufterm3d

11.1.2. Dužna kuća – primena studijskog modela OPS

Primena koncepta formiranog i oblikovanog studijskog modela savremene arhitekture OPS na primeru analizirane i valorizovane tradicionalne dužne kuće u Ruskom Krsturu podrazumeva pre svega zadržavanje utvrđenih postojećih bioklimatskih karakteristika, a zatim i primenu dodatnih strategija pasivne solarne arhitekture i tehnologija obnovljivih izvora energije, a sa ciljem poboljšanja njene energetske efikasnosti. Iz tog razloga će transformacija i reinterpretacija kuće u Ruskom Krsturu u studijski model OPS biti prikazana i obrazložena kroz analizu individualnih urbanističkih i arhitektonskih parametara bioklimatskog oblikovanja. Budući da kuće predstavlja nepokretno kulturno dobro i spomenik kulture od velikog značaja, važno je napomenuti da je ona odabrana samo kao primer tradicionalne vojvođanske dužne kuće kako bi se prikazala moguća transformacija ovog tipa u studijski model OPS.

Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja

Konfiguracija terena i klimatski aspekti

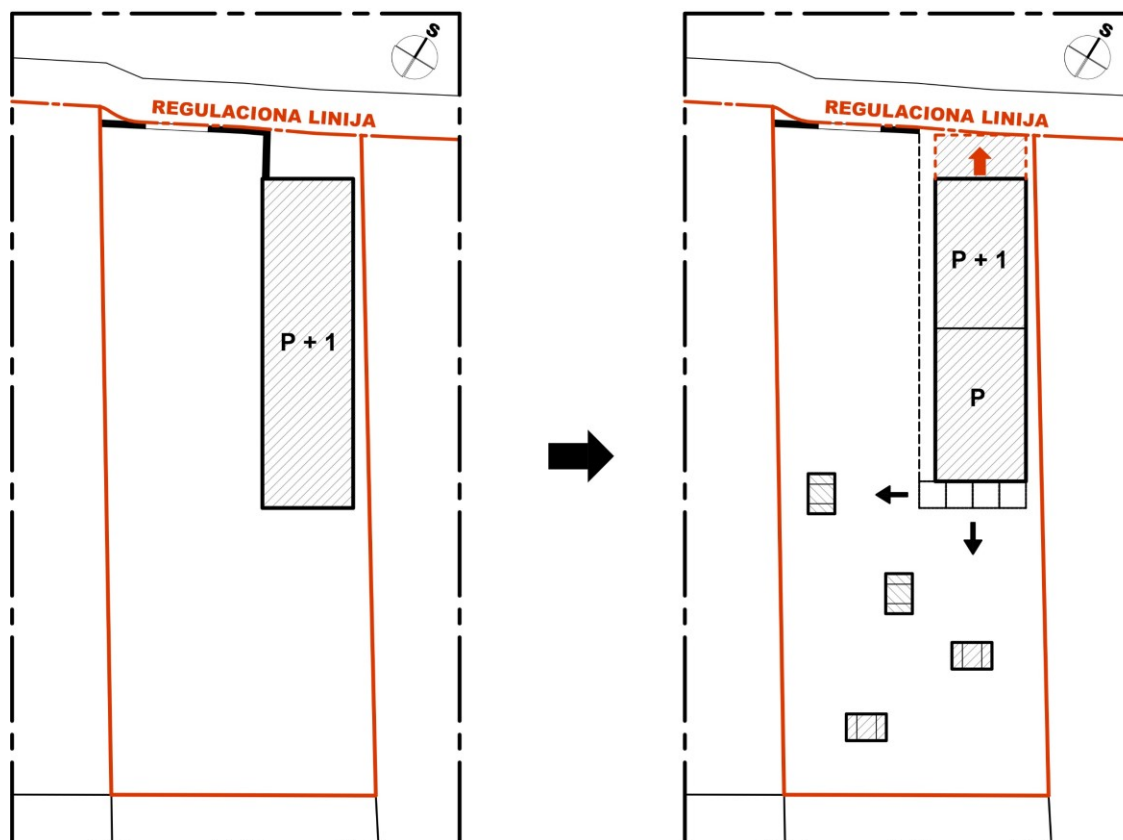
Kao što je već napomenuto prilikom analize i valorizacije bioklimatskih karakteristika predmetne kuće u poglavlju 9.2.2. doktorske disertacije, selo Ruski Krstur se odlikuje terenom pretežno ravnog karaktera gde preovladava umereno-kontinentalna klima sa toplim letima i hladnim zimama, što predstavlja potencijal za oblikovanje bioklimatske arhitekture u smislu mogućnosti pasivnog solarnog zahvata tokom letnjeg perioda, dok je zimi potrebno obezbediti oslobađanje i radijaciju akumulirane toplote iz termalnih masa. Na osnovu toga zaključujemo da klimatski aspekti doprinose efikasnosti kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja, primenjenog na studijskom modelu OPS. Pored toga, geotermalni izvori i podzemne vode u Ruskom Krsturu omogućavaju implementaciju geotermalnih pumpi za proizvodnju energije za potrebe grejanja i hlađenja objekta.

Morfologija naselja i organizacija kućišta

Morfologiju sela Ruski Krstur karakteriše ortogonalna urbana struktura sa pravilnim rasporedom ravnomerno podeljenih blokova i parcela, homogena gustina izgrađenosti i proporcionalan odnos izgrađenog i neizgrađenog. Orijentacija podužne ose naselja u pravcu jugozapad-severoistok omogućava povoljan položaj kuća u odnosu na sunce, što se odražava na mogućnost primene pasivnog solarnog sistema u okviru studijskog modela OPS. Orijentacijom ka jugoistoku parcela je izložena i jutarnjem i popodnevnom suncu što obezbeđuje dovoljno pasivnih solarnih dobitaka formiranoj staklenoj bašti za uzgoj biljaka.

Parcela predmetne kuće u Ruskom Krsturu je pravougaonog oblika, širom stranom orijentisana u pravcu severozapad-jugoistok. Obzirom da kuća ima netipičan položaj jer je u odnosu na regulacionu uličnu liniju uvučena za 3 m, pruža se mogućnost njenog proširenja do ulice, kako bi u većoj meri bila u skladu sa tradicionalnim vojvođanskim kućama koje su, po pravilima koje je propisivala austrougarska vlast, bočnom fasadom morale izlaziti na regulacionu liniju. Iz tog razloga formiranjem studijskog modela OPS kuća je proširena do

ulice gde je formiran otvoreni trem kao deo restorana za promociju i degustaciju poljoprivrednih proizvoda (slika 394). Kao što je konstatovano prilikom valorizacije predmetne kuće, netipičan položaj podrazumeva i orijentaciju slepe fasade ka ulici, dok je glavna bočna fasada, zabat, okrenuta ka dvorištu. Pretpostavlja se da je jedan od razloga ovakve pozicije sama orijentacija dnevnih prostorija ka jugoistoku, odnosno veći solarni dobici i osunčanost. Iz tog razloga postojeći položaj predmetne kuće se zadržava i u studijskom modelu OPS. Međutim, netipičan položaj i orijentacija uslovljavaju i određena odstupanja i izmene u odnosu na formirani opšti tip dužne kuće studijskog modela OPS. Proizvodne površine zelenih krovova u okviru staklenika su takođe orijentisane ka jugoistoku, odnosno ka dvorišnoj strani, kako bi se obezbedili veći solarni dobici i veća efikasnost primenjene kombinacije direktnog i indirektnog sistema pasivnog solarnog grejanja. Samim tim staklenik nije vidljiv sa ulice, sakriven je od pogleda posmatrača, a objekat sa ulične strane zadržava izgled tipične tradicionalne vojvođanske kuće. Sa druge strane, zbog malih dimenzija parcele i male spratne visine, formira se samo jedna krovna terasa za uzgoj biljaka, a broj prodajnih paviljona-šandova se smanjuje sa 6 na 4 zbog manje količine proizvedenih kultura. Oblik parcele pruža mogućnost postavljanja novih sadržajnih jedinica po njenoj dubini, bez ometanja eksploatacije sunčeve energije, upravo zbog povoljne orijentacije i položaja. Iz tog razloga, nekadašnji pomoćni objekti koji su se, prema starim zapisima, nalazili u okviru parcele, zamenjuju se formiranim marketom, odnosno postavljanjem mobilnih paviljona za prodaju poljoprivrednih proizvoda (slika 394).

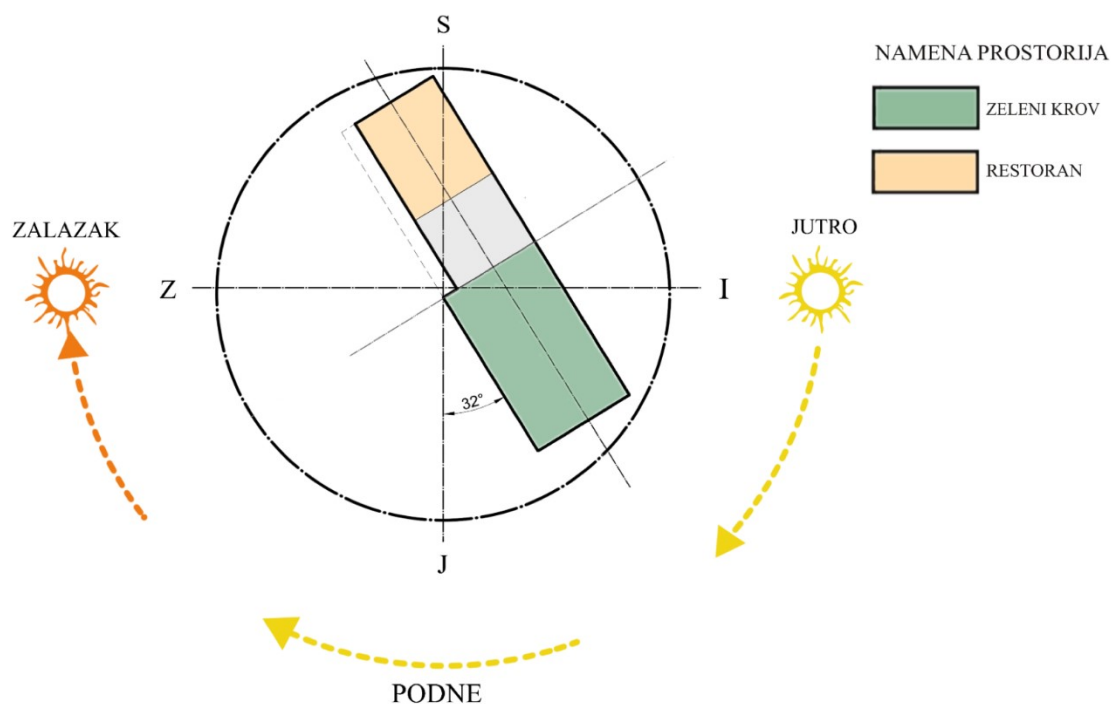


Slika 394: Prikaz organizacije kućišta predmetne kuće u Ruskom Krsturu i novoformiranog studijskog modela OPS⁶⁸⁵

⁶⁸⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Orijentacija objekta

Postojeći koncept predmetne kuće u Ruskom Krsturu omogućava povoljnu orijentaciju studijskog modela OPS koja obezbeđuje dobro osvetljenje i sunčeve dobitke kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja. Budući da kuća ima netipičan položaj, sa glavnom dnevnom prostorijom orijentisanom ka dvorištu, odnosno ka jugoistočnoj strani, proizvodna površina zelenog krova sa staklenikom je takođe orijentisana u tom pravcu kako bi se sunčevi zraci maksimalno iskoristili u primenjenom sistemu. Na suprotnoj, severozapadnoj strani do ulice, odakle ne dopiru sunčevi zraci do objekta, planiran je restoran za promociju poljoprivrednih proizvoda, na istom mestu gde se nalazila komora u kući koja se nije grejala. Budući da je restoran otvoren i koristi se samo u određenom delu dana, ova prostorija i dalje ostaje soba sa najmanjim zahtevima za toplotom i grejanjem te je iz tog razloga orijentisana ka severozapadu (slika 395). O funkcionalnoj organizaciji modela OPS i nameni prostorija, kao i njihovoj orijentaciji prema stranama sveta biće više reči u delu koji opisuje arhitektonsku osnovu objekta.



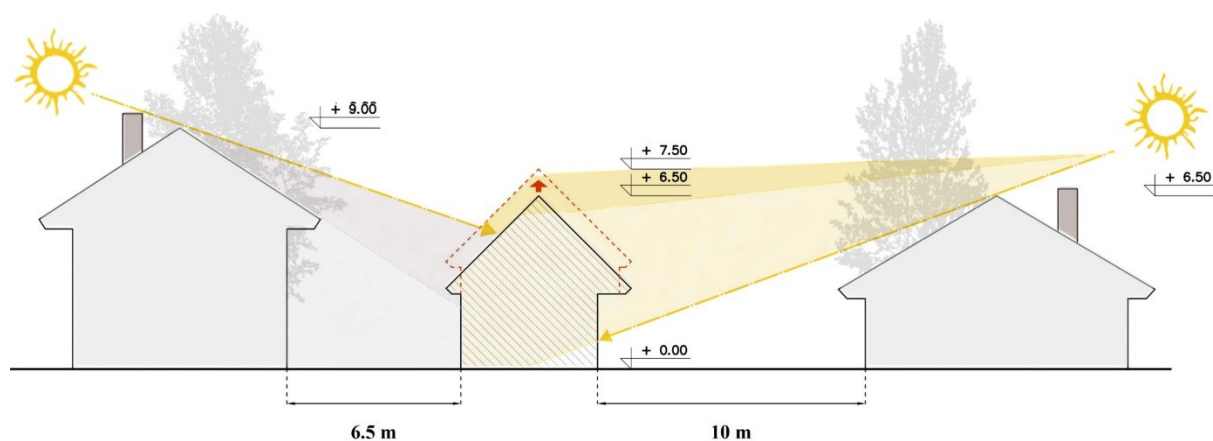
Slika 395: Orijentacija studijskog modela OPS⁶⁸⁶

Odnos prema susednim objektima

Zbog relativno malih spratnih visina predmetne kuće u Ruskom Krsturu studijski model OPS zadržava istu spratnost, odnosno planirano je samo prizemlje i potkrovlje, što predstavlja odstupanje od formiranog opšteg tipa dužne kuće modela OPS. Međutim, radi potrebe smeštanja i funkcionisanja prostorija laboratorije u potkrovlju, objekat se razvija po vertikali za 1 m, čime se visina objekta sa 6.5 m povećava na 7.5 m, tako da ostaje u visinskim granicama

⁶⁸⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

tradicionalnih vojvođanskih kuća i ne narušava se njegov odnos sa kućama na susednim parcelama. Budući da model ostaje u granicama gabarita postojeće kuće i ne povećava mu se kvadratura u širinu, može se reći da je obezbeđeno racionalno trošenje kvadrata jer objekat ne zauzima dodatnu slobodnu površinu zemljišta na parceli nego se razvija po vertikali. Pored toga, susedni objekti su visina 6.5 m i 9 m, na osnovu čega zaključujemo da studijski model OPS predstavlja blagi prelaz u kontekstu panoramskog sagledavanja i uklapa se u okruženje bez ugrožavanja postojećih međusobnih odnosa i prepoznatljive ulične siluete (slika 396). Osim toga, povećanjem visine objekta za 1 m povećavaju se i pasivni solarni dobici sa jugozapadne strane budući da je susedna kuća na desnoj strani manje visine i udaljena je 10 m (slika 396).



Slika 396: Odnos sa susednim objektima studijskog modela OPS⁶⁸⁷

Vegetacija i pejzažno uređenje

Kao što je opisano i obrazloženo prilikom valorizacije bioklimatskih karakteristika predmetne kuće u Ruskom Krsturu (poglavlje 9.2.2. doktorske disertacije), u neposrednom okruženju se nalazi mali broj drveća koje samo u određenoj meri doprinosi poboljšanju njene bioklimatike. Listopadno drveće na susednoj parceli sa jugoistočne strane delimično pruža zaštitu od letnjeg pregrevavanja prostora i jugoistočnog vetra Košave, dok listopadno linijsko zelenilo na severozapadnoj strani samo leti pruža zaštitu od buke i vetra Severca. Obzirom da veličina i dimenzije parcele, kao i položaj kuće u odnosu na okućnicu dozvoljavaju formiranje adekvatnog zelenila, pruža se mogućnost poboljšanja bioklimatskih karakteristika studijskog modela OPS u vidu pejzažnog uređenja.

Kako bi se vegetacija iskoristila u svrhu poboljšanja bioklimatike studijskog modela OPS, potrebno je postaviti listopadno drveće na jugoistočnoj i jugozapadnoj strani čime bi se obezbedila zaštita od letnjeg pregrevavanja prostora. Tokom hladnih, zimskih meseci, kada lišće opadne, sunčevi zraci nesmetano prolaze do objekta i na taj način se omogućava povećanje pasivnih solarnih dobitaka (slika 397 i 398). Jugoistočni vetar, Košavu, u toku letnjeg perioda, moguće je iskoristiti u svrhu prirodne ventilacije i hlađenja unutrašnjih prostorija postavljanjem listopadnog drveća na jugozapadnoj strani parcele, koje bi preusmeravalo njegov pravac ka objektu. U cilju stvaranja kompromisa pružanja zaštite od

⁶⁸⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

sunca leti i vetra Košave zimi, listopadno drveće treba postaviti na taj način da se pravac vetra leti preusmeri ka objektu u svrhu prirodne ventilacije, dok zimi, kada drveće gubi svoju krošnju, vetar nesmetano prolazi pored objekta čime se smanjuje njegov negativan uticaj na toplotne gubitke (slika 397).

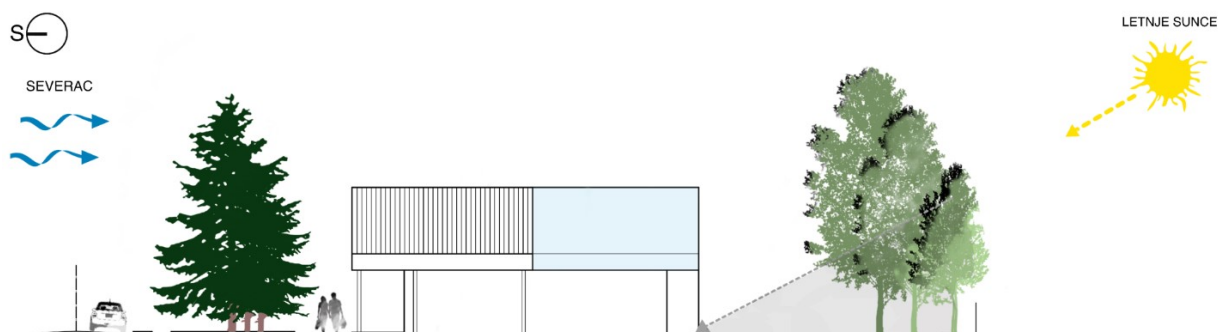
Budući da linijsko zelenilo listopadnog drveća, pozicionirano uz glavnu ulicu Maršala Tita, samo leti štiti objekat od saobraćajne buke i vetra Severca, poželjno je umesto listopadnog postaviti četinarsko drveće uz severozapadnu fasadu jer bi se tako obezbedila zaštita od buke i hladnog vetra Severca tokom cele godine, budući da iz tog pravca do objekta ne dopire sunčevo zračenje (slika 397 i 398).



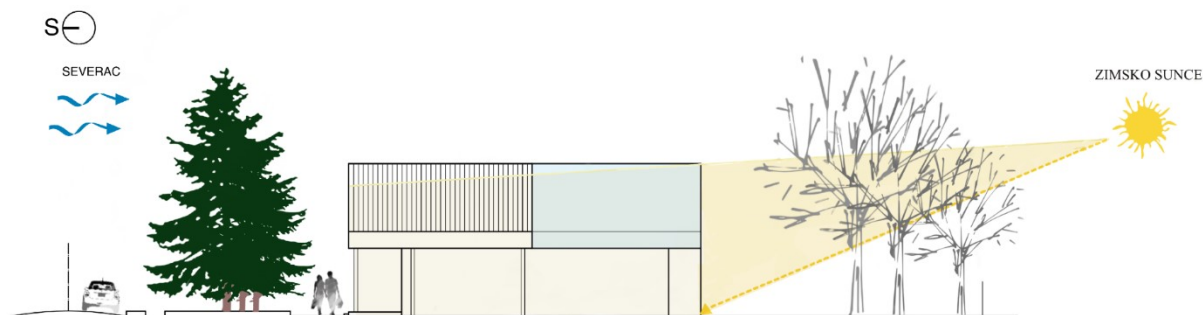
LEGENDA



Slika 397: Pejzažno uređenje studijskog modela OPS: 1) Leti i 2) Zimi⁶⁸⁸



⁶⁸⁸ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.



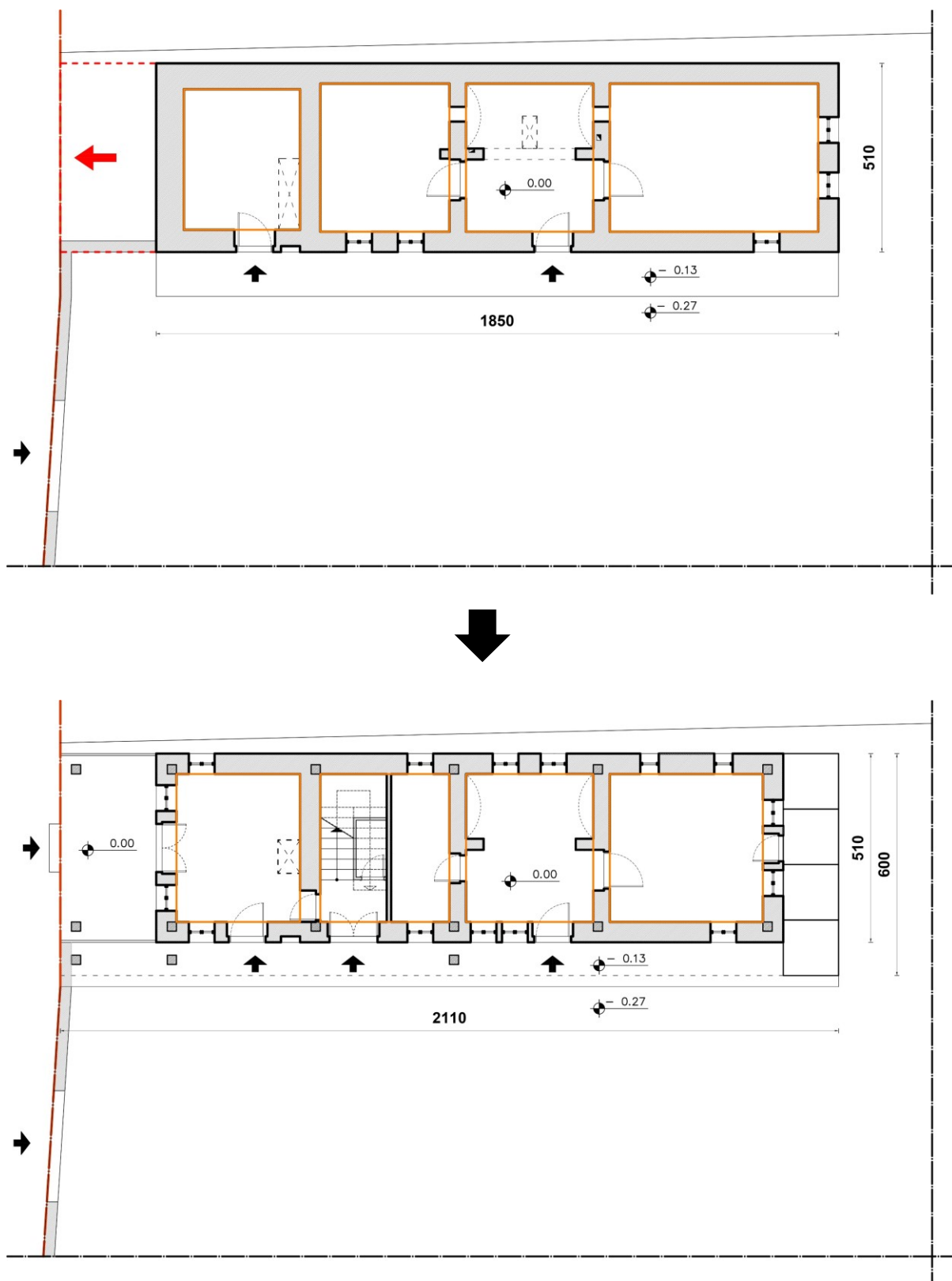
Slika 398: Prikaz uticaja novoformiranog zelenila na pravac vetra i osunčanost studijskog modela OPS: 1) Leti i 2) Zimi⁶⁸⁹

Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja

Funkcionalna organizacija prostora

U studijskom modelu OPS zadržava se zatvoreni tip plana i četvorodelni raspored prostorija tradicionalne dužne kuće u Ruskom Krsturu (slika 399). Osnova studijskog modela je organizovana u granicama postojećih gabarita i dimenzija sa izuzetkom proširenja kuće do regulacione linije čime se postiže veća usklađenost sa okruženjem, budući da su po pravilima terezijanskog planiranja na ovim prostorima sve kuće građene na ovaj način. Proširenjem kuće do regulacione linije kreiran je trem, otvoreni deo restorana za promociju poljoprivrednih proizvoda, čime je formiran novi, poseban ulaz za goste direktno sa trotoara. Vlasnik imanja i zaposleni koriste postojeću kapiju kao prilaz objektu kroz dvorište, čime je ostvarena funkcionalna komunikacija (slika 399). Budući da trem predstavlja jedan od tradicionalnih elemenata vojvođanske kuće, njegovim formiranjem OPS ostaje u skladu sa okruženjem i ambijentom. Sa druge strane, delimično otvaranje prizemlja poistovećuje se sa konceptom efikasnog zauzimanja zemljišta jer prizemlje u tom delu ostaje otvoreno, slobodno, neizgrađeno i prohodno. Iako su stambene prostorije uglavnom zadržale dosadašnje namene, sprovedene su minimalne funkcionalne i strukturalne modifikacije i adaptacije kako bi se objekat prilagodio novim funkcijama studijskog modela.

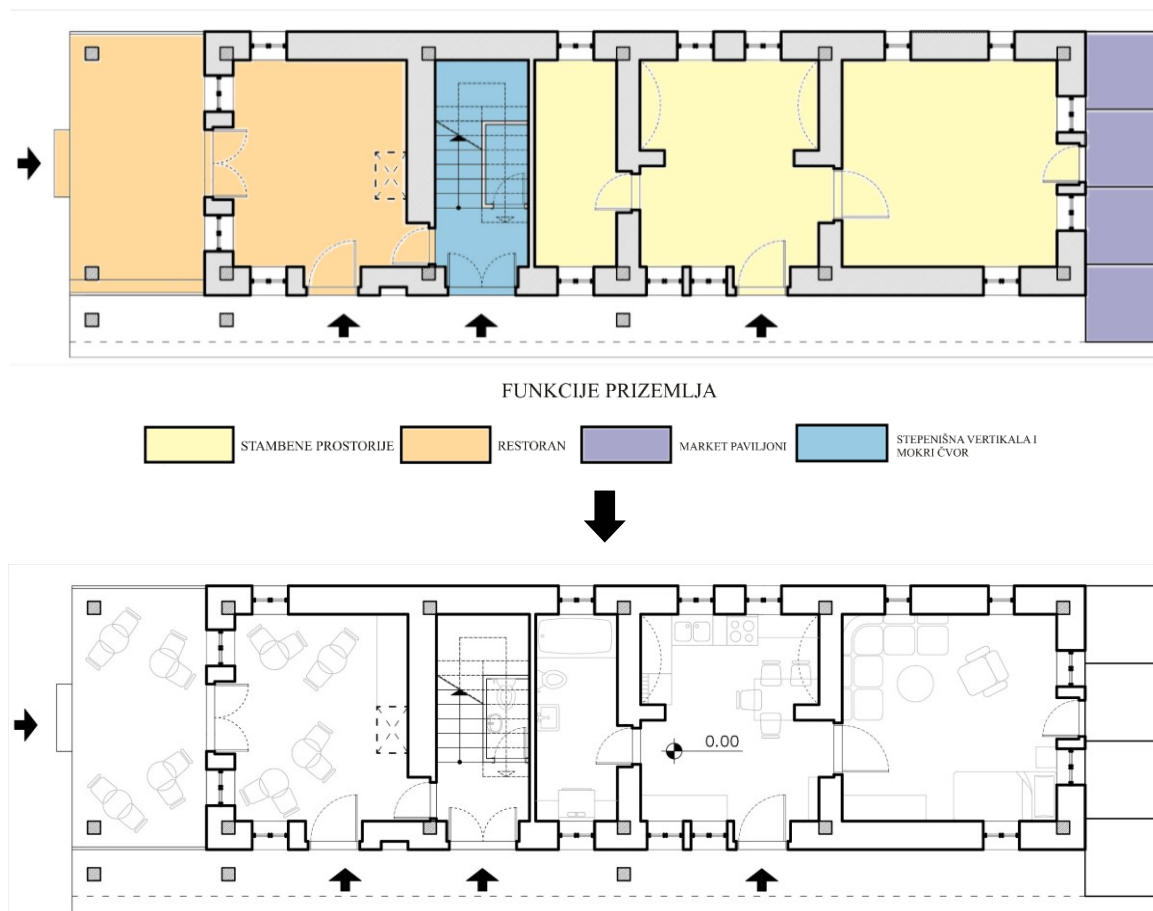
⁶⁸⁹ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.



Slika 399: Prikaz osnove tradicionalne kuće u Ruskom Krsturu i njene transformacije u studijski model OPS⁶⁹⁰

⁶⁹⁰ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

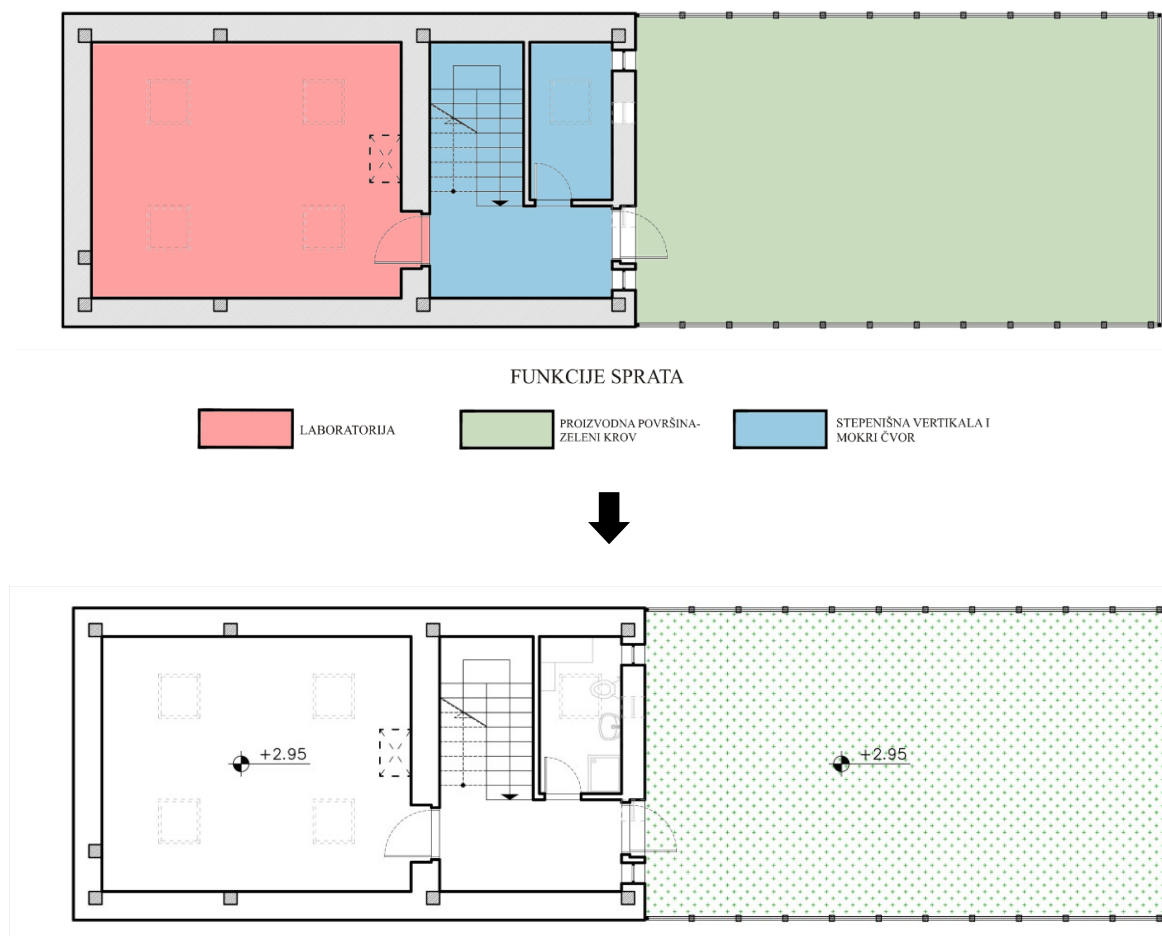
Nova organizacija kućišta studijskog modela OPS podrazumeva jasnu i preciznu podelu prostora na pet različitih funkcionalnih zona: stambene prostorije vlasnika imanja, restoran za promociju proizvoda, proizvodna površina-zeleni krov, laboratorija za preradu i market na kome se prodaju proizvodi u malim količinama. Međusobna odvojenost funkcionalnih zona obezbeđuje adekvatno osmišljen koncept toplotnog zoniranja prostora, čime se sprečava nepotrebna razmena toplote. Prizemni deo objekta obuhvata stambeni deo i prostorije restorana, dok je između smeštena vertikalna komunikacija, stepenište koje vodi na sprat, čime je ostvarena izolovanost i međusobna nezavisnost ove dve zone unutar objekta (slika 400). Za svaku funkcionalnu zonu formiran je poseban ulaz kako bi se obezbedila maksimalna privatnost. Stambene prostorije vlasnika zauzimaju deo objekta u kome se nalazi postojeća kuhinja i glavna dnevna soba u kući, kako bi se zadržala njihova namena (slika 400). Jedan deo prizemlja zauzimaju mobilni paviljoni-šandovi za prodaju poljoprivrednih proizvoda na marketu. Restoran za promociju i degustaciju poljoprivrednih proizvoda zauzima prostorije prizemlja orijentisane ka ulici, kao neograđeni reprezentativni deo objekta, obezbeđujući poseban prilaz posetiocima restorana (slika 400). Podeljen je na zatvoreni i otvoreni deo, odnosno nadkriveni trem. Restoran je organizovan u prostoriji u kojoj se nalazila komora u kući, a postojeći otvor u tavanici je iskorišćen za smeštanje lifta kojim se doprema hrana iz laboratorije na spratu, iznad ovog dela prizemlja.



Slika 400: Funkcionalna organizacija prizemlja studijskog modela OPS⁶⁹¹

⁶⁹¹ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

Prostor sprata zauzima proizvodna površina zelenog krova u okviru staklenika i laboratorija za prerađu poljoprivrednih proizvoda (slika 401).

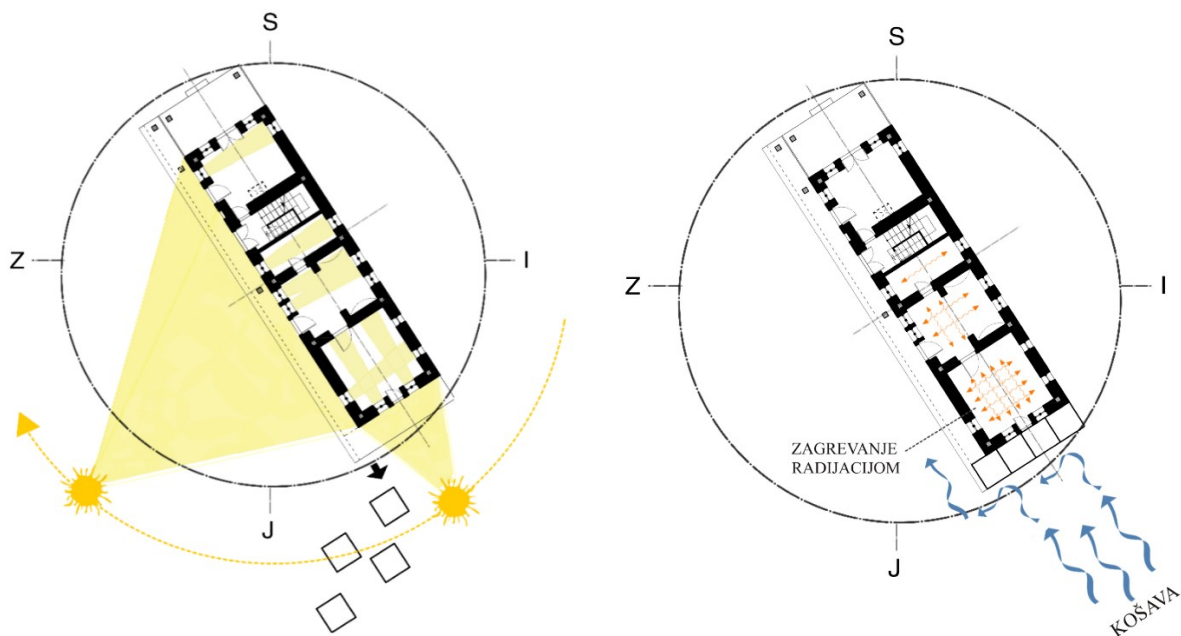


Slika 401: Funkcionalna organizacija sprata studijskog modela OPS⁶⁹²

Jugoistočna orijentacija glavne dnevne prostorije stambenog dela pruža najviše pasivnih solarnih dobitaka i toplote. Na jugoistočnoj fasadi prizemlja, u produžetku stambenog dela planiran je prostor za smeštanje mobilnih paviljona koji služe kao štandovi za prodaju proizvoda na marketu. U toku dana, kada je market otvoren, paviljoni se „izvlače“ iz prizemlja i rasklapaju na parceli, čime jugoistočna fasada ostaje slobodna i do nje dopiru sunčevi zraci doprinoseći većim solarnim dobitcima toplote i boljem osvetljenju stambenih prostorija (slika 402). Zemljani pod prizemlja, koji se zadržava u studijskom modelu, apsorbira toplotu tokom dana. Noću, kada padne temperatura, zemljani pod zagreva prostor radijacijom i oslobađanjem toplote, a paviljoni se sklapaju i vraćaju u prizemlje stvaranjem određene vrste zaštite objekta od hladnoće i jugoistočnog vetra Košave, odnosno doprinose manjim toplotnim gubicima na jugoistočnoj fasadi (slika 402). Na ovaj način obezbeđena je veća fleksibilnost prostora, kao i efikasnost primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja. Osim toga, „izvlačenjem“ paviljona, ovaj deo prizemlja ostaje slobodan i formira se otvoreni prostor tokom dana, nadkrivena terasa za vlasnika imanja. Restoran, koji zauzima prostor nekadašnje komore u kući, orijentisan je ka severozapadu, sa najmanjom količinom pasivnih solarnih dobitaka.

⁶⁹² Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

Budući da se koristi samo tokom određenog dela dana, ova prostorija i dalje ostaje soba sa najmanjim toplotnim zahtevima u objektu. Proizvodna površina zelenog krova u okviru staklenika smeštena je na spratu, a orijentisana je ka jugoistoku što doprinosi većoj količini pasivnih solarnih dobitaka, potrebnih za uzgoj biljaka, kao i većoj efikasnosti primenjenog kombinovanog direktnog i indirektnog sistema pasivnog solarnog grejanja.

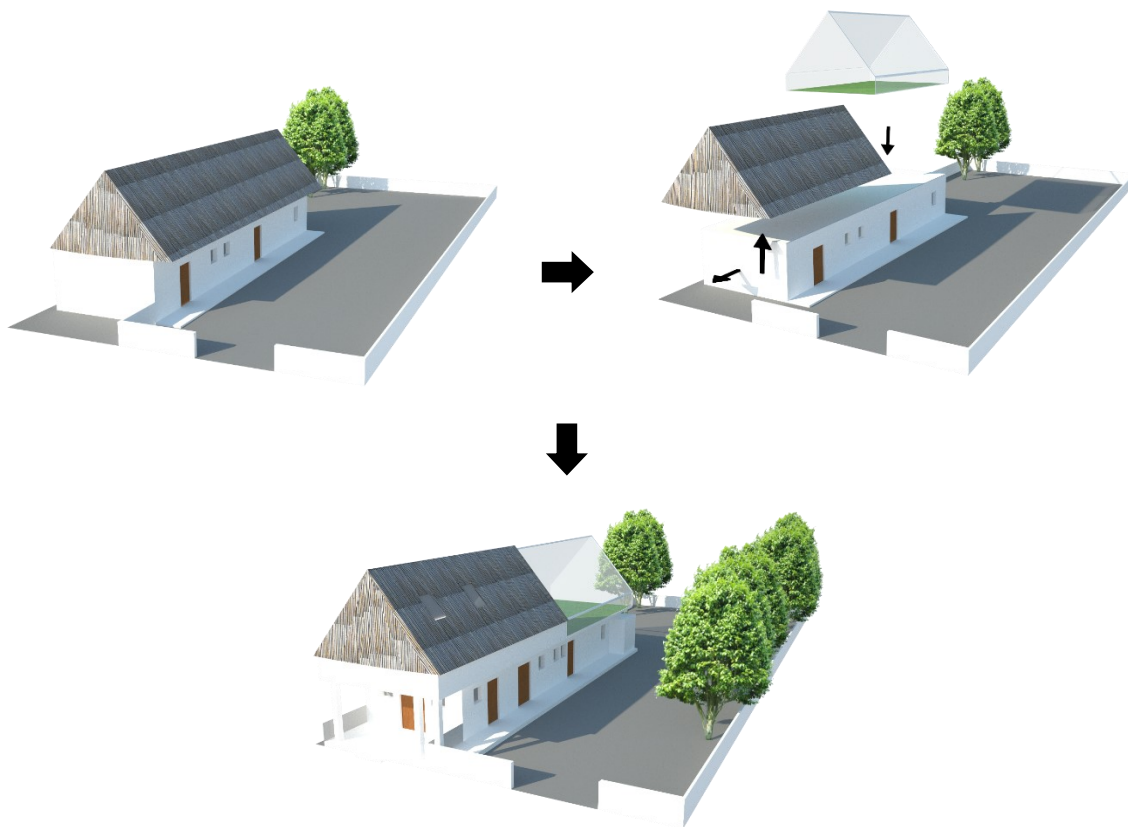


Slika 402: Prikaz uticaja orijentacije prostorija i položaja paviljona na solarne dobitke, gubitke i osvetljenje: 1) Tokom dana i 2) Tokom noći⁶⁹³

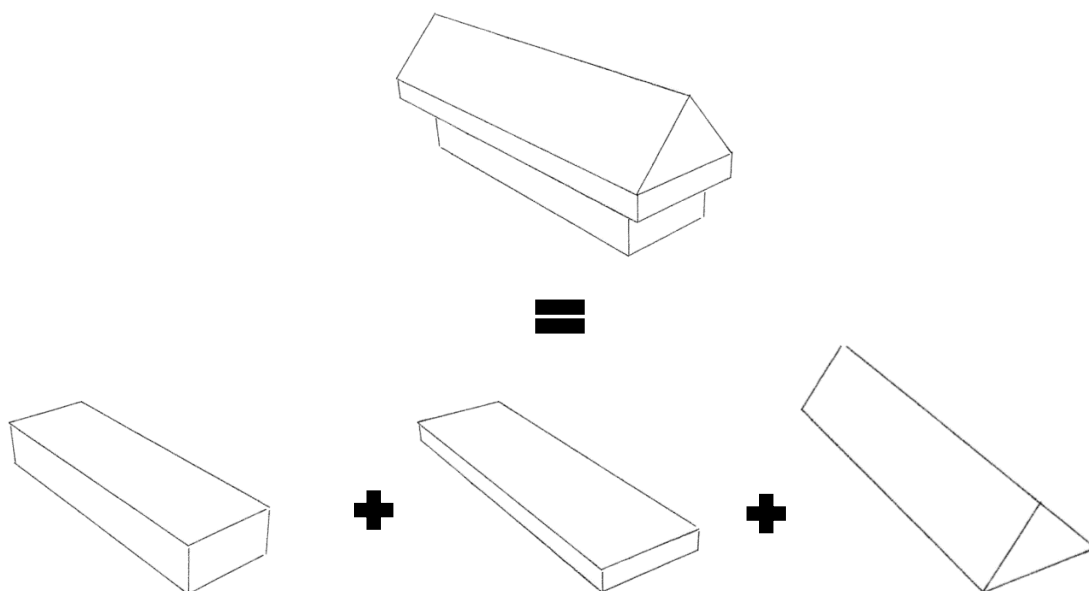
Forma objekta

Studijski model OPS zadržava formu predmetne dužne kuće u Ruskom Krsturu čiji se pojednostavljeni oblik može podeliti na geometrijska tela kvadra i prizme. Jedina modifikacija u odnosu na postojeću kuću odnosi se na povećanje visine objekta za 1m, čime se proporcionalno povećava njegova zapremina i površina omotača. Visina OPS se povećava prvenstveno iz razloga jednostavnijeg i fleksibilnijeg funkcionisanja prostorija laboratorije koje su smeštene na spratu, odnosno u potkrovlju. Odstupanja u odnosu na formirani opšti tip dužne kuće studijskog modela OPS podrazumeva postojanje jedne terase, odnosno proizvodne površine krova, umesto planirane dve zbog malih spratnih visina i relativno malih dimenzija parcele za koju se veruje da je smanjena tokom procesa usitnjavanja, koje je nastupilo u nekom periodu. Na slici 403 šematski je prikazana transformacija forme modela predmetne kuće u Ruskom Krsturu u studijski model OPS, čiji se oblik deli na dva pravilna kvadra i prizmu (slika 404). Matematički proračun razvijene površine omotača S i zapremine V koju ona obuhvata, kao i vrednost faktora oblika studijskog modela f_0 dati su u tabeli 49.

⁶⁹³ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.



Slika 403: Transformacija forme i oblika predmetne kuće u Ruskom Krsturu u studijski model OPS⁶⁹⁴



Slika 404: Izometrijski prikaz podele forme studijskog modela OPS na dva kvadra i prizmu⁶⁹⁵

⁶⁹⁴ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

⁶⁹⁵ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

Tabela 49: Proračun ukupne površine, zapremine i faktora oblika studijskog modela OPS

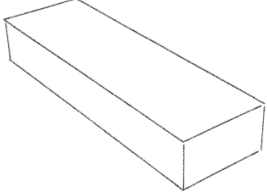
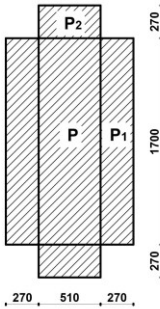
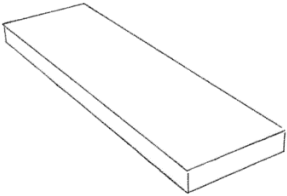
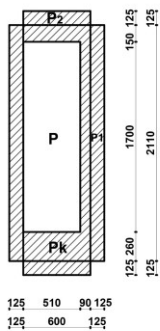
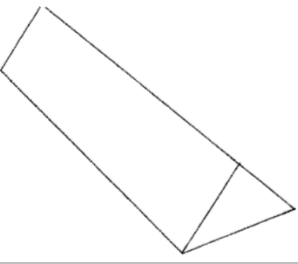
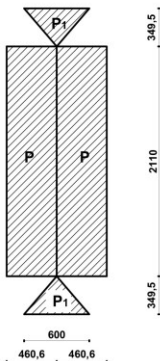
		$S_1 = P + 2xP_1 + 2xP_2$ $S_1 = 86.7 \text{ m}^2 + 2x45.9 \text{ m}^2 + 2x13.77 \text{ m}^2$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$S_1 = 206.04 \text{ m}^2$</div> $V_1 = P \times h$ $V_1 = 86.7 \text{ m}^2 \times 2.7 \text{ m}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$V_1 = 234.09 \text{ m}^3$</div>
		$S_2 = P_k - P + 2xP_1 + 2xP_2$ $S_2 = 126.6 - 86.7 \text{ m}^2 + 2x26.375 \text{ m}^2 + 2x7.5 \text{ m}^2$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$S_2 = 107.65 \text{ m}^2$</div> $V_2 = P_k \times h$ $V_2 = 126.6 \text{ m}^2 \times 1.25 \text{ m}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$V_2 = 158.25 \text{ m}^3$</div>
		$S_3 = 2xP + 2xP_1$ $S_3 = 2x97.187 \text{ m}^2 + 2x10.48 \text{ m}^2$ $S_3 = 194.37 \text{ m}^2 + 20.96 \text{ m}^2$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$S_3 = 215.33 \text{ m}^2$</div> $V_3 = P_1 \times h$ $V_3 = 10.48 \text{ m}^2 \times 21.1 \text{ m}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$V_3 = 221.128 \text{ m}^3$</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">$S = S_1 + S_2 + S_3 = 529.02 \text{ m}^2$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">$V = V_1 + V_2 + V_3 = 613.47 \text{ m}^3$</div>		$f_o = S/V$ $f_o = 529.02 / 613.47$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">$f_o = 0.86$</div>

Tabela 49: Proračun ukupne površine, zapremine i faktora oblika studijskog modela OPS⁶⁹⁶

Na osnovu proračuna prikazanog u tabeli 49, dobijena je vrednost faktora oblika studijskog modela OPS, $f_o = 0.86 \text{ m}^{-1}$, što je za 0.02 manje od S/V faktora postojeće predmetne kuće u Ruskom Krsturu ($f_o = 0.88 \text{ m}^{-1}$). Iz tog razloga može se zaljučiti da se transformacijom kuće u studijski model OPS, povećanjem visine, kao i smanjenjem vrednosti njenog faktora oblika,

⁶⁹⁶ Izvor ilustracija i proračuna tabelarnog prikaza: autor Stanišić J.

povećava kompaktnost forme, što doprinosi manjim toplotnim gubicima, kao i većoj energetskej efikasnosti objekta.

Na slikama 405 i 406 prikazan je izgled studijskog modela OPS sa ulične i dvorišne strane.



Slika 405: Izgled studijskog modela OPS sa ulice⁶⁹⁷



Slika 406: Izgled studijskog modela OPS sa dvorišne strane⁶⁹⁸

⁶⁹⁷ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁶⁹⁸ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

Izgledi fasada studijskog modela OPS prikazani su na slikama 407, 408 i 409. Na slici 407, koja prikazuje bočnu, dvorišnu fasadu modela, sagledava se projektna ideja sinergije tradicionalnog i modernog, odnosno mogućnost uspešnog uklapanja i kombinovanja tradicionalnih i savremenih arhitektonskih elemenata na jednom objektu.



Slika 407: Izgled bočne, dvorišne fasade studijskog modela OPS-spoj tradicionalnog i modernog⁶⁹⁹



Slika 408: Izgled glavne, dvorišne fasade studijskog modela OPS⁷⁰⁰

⁶⁹⁹ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁷⁰⁰ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.



Slika 409: Zadržani tradicionalni arhetipski oblik zabata dvorišne fasade na studijskom modelu OPS⁷⁰¹



Slika 410: Prikaz formiranog marketa u okviru zadnjeg dela kućišta studijskog modela OPS⁷⁰²

⁷⁰¹ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁷⁰² Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

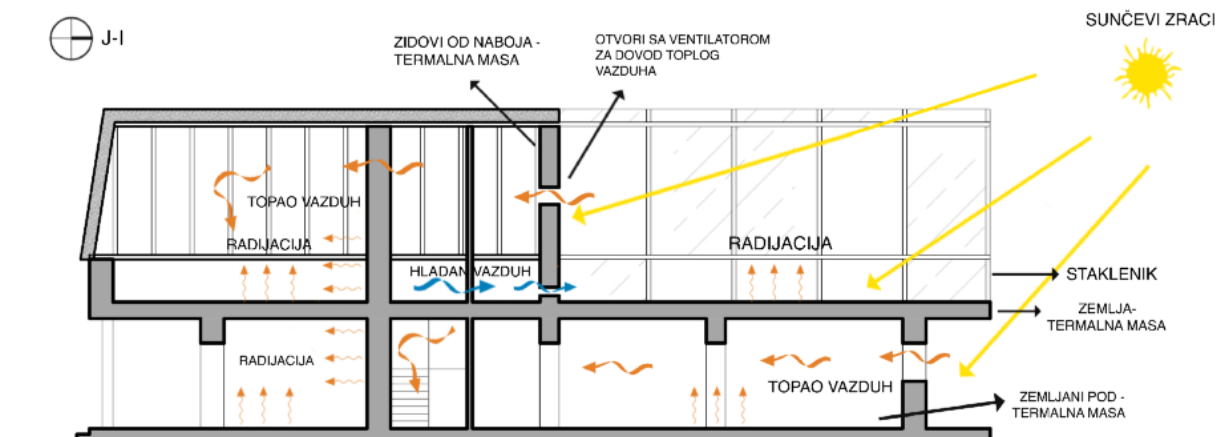
Infrastruktura

U okviru formiranog studijskog modela OPS na primeru tipa dužne kuće u Ruskom Krsturu primenjuju se tehnologije obnovljivih izvora energije koje su planirane i opisane na opštim tipovima studijskog modela (poglavlje 10. doktorske disertacije) kao sistemi grejanja, hlađenja i zagrevanja tople vode. Budući da se toplota za grejanje objekta dobija iz geotermalnog izvora energije, solarne i energije biomase, kao i primenom sistema pasivnog solarnog dobitka, u okviru OPS planirano je rušenje postojećeg dimnjaka, dok se kružni svod iznad ognjišta zadržava kao jedan od tradicionalnih elemenata vojvođanske arhitekture. Takođe, prostor ognjišta zadržava svoju funkciju jer je na tom mestu planirana kuhinja vlasnika domaćinstva. Pored toga se ugrađuje i sistem za sakupljanje kišnice, a sakupljena voda iz rezervoara se potom koristi za navodnjavanje proizvodne površine zelenog krova i za ispiranje toaleta.

Struktura zgrade i njenog omotača

Masivni konstruktivni sistem predmetne kuće u Ruskom Krsturu zamenjuje se skeletnim budući da je fleksibilniji u pogledu mogućnosti adaptacije i prilagođavanja objekta novim funkcionalnim potrebama korisnika. Skeletni konstruktivni sistem omogućava i formiranje modularne strukture studijskog modela OPS čime se osigurava mogućnost adaptacije i izmena u budućnosti, što produžava životni vek građevine u celini. Za izradu stubova, kao novih konstruktivnih elemenata koristi se ista drvena građa koja je korišćena za izradu rogova i drvenih greda. U formiranom studijskom modelu OPS zadržava se tradicionalna materijalizacija konstruktivnih elemenata predmetne kuće u Ruskom Krsturu, budući da ovi materijali imaju pozitivne energetske karakteristike koje su opisane i određene prilikom proračuna koeficijenta prolaza toplote pojedinačnih građevinskih elemenata kuće u okviru njene valorizacije (poglavlje 9.2.2. doktorske disertacije). Pored toga, svi materijali koji su korišćeni za izgradnju su pronađeni u neposrednoj blizini tako da njihovim očuvanjem studijski model OPS ostaje u skladu sa lokalnim okruženjem. Debljina svih zidovi od nabijene zemlje je redukovana na 55 cm. Zemlja kao građevinski materijal predstavlja homogenu termalnu masu koja ima sposobnost termoregulacije okoline. Ona prikuplja i apsorbuje toplotu tokom dana zimi, a potom je noću emituje u unutrašnji prostor kuće, zagrevajući ga. U letnjem periodu zemlja noću apsorbuje hladnoću kojom tokom dana osvežava prostor.

Na slici 411 prikazan je podužni presek formiranog studijskog modela OPS na kome je ilustrovan primenjeni sistem kombinacije direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja. Budući da se zadržava materijalizacija zidova i podova od zemlje i naboja predmetne kuće u Ruskom Krsturu, osim proizvodne površine zelenog krova, u studijskom modelu OPS se svi konstruktivni elementi ponašaju kao termalna masa koja apsorbuje toplotu tokom dana, a noću zagreva unutrašnji prostor radijacijom. Iz tog razloga se u velikoj meri povećavaju solarni dobitci i efikasnost samog sistema, kao jedne od dodatno primenjenih strategija bioklimatske arhitekture. Staklene površine iznad zelenog krova su orijentisane ka jugoistoku odakle se dobijaju najveće količine sunčevog zračenja.



Slika 411: Sistem direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja u studijskom modelu OPS⁷⁰³

KROV

Svi elementi krovne konstrukcije predmetne kuće u Ruskom Krsturu, drvene poprečne grede tavanjače, rogovi pravougaonog preseka, raskinjača, kao i krovni pokrivač od trske, zadržavaju se u formiranom studijskom modelu OPS. Krovne ravni strmog nagiba, pod uglom od 45° , doprinose povećanju solarnih dobitaka, odnosno smanjenju toplotnih gubitaka tokom zimskih meseci, dok trska predstavlja lokalno dostupan ekološki materijal koji ima odlične termoizolacione karakteristike. Deo krova koji pokriva prostorije laboratorije se u istoj formi i iste širine ponavlja i produžava do regulacione linije, u skladu sa planiranim proširenjem sprata. Na suprotnoj strani objekta gde je formiran staklenik produžava se samo konstrukcija od drvene građe, bez tršćanog pokrivača, a između pojedinačnih elemenata se postavljaju staklene površine. Pored trske, dobar termoizolator predstavlja i formirani zeleni krov proizvodne površine koji je planiran iznad stambenog dela vlasnika domaćinstva.

FENESTRACIJA

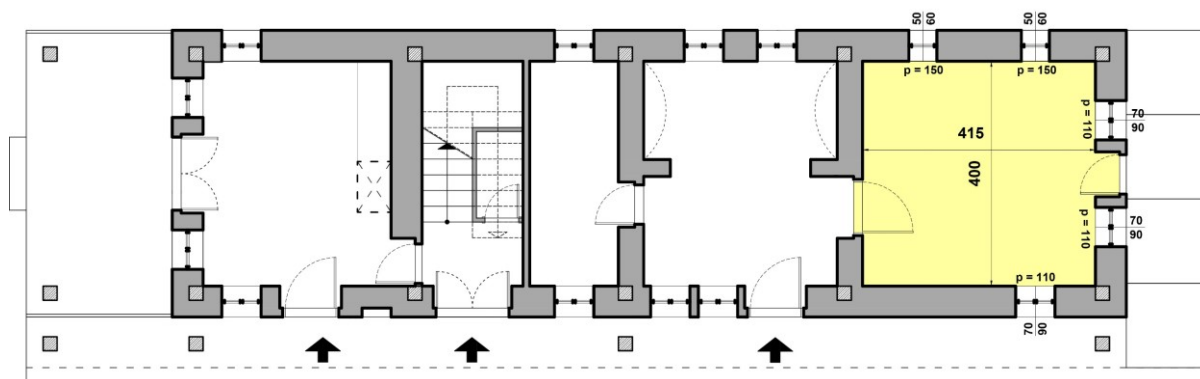
Budući da su se prozorski otvori, kao značajan deo termičkog omotača kuće, pokazali kao neadekvatni prilikom njene valorizacije (poglavlje 9.2.2. doktorske disertacije) i određivanja koeficijenta prolaza toplote U_w i ne ispunjavaju savremene zahteve potrebnih dimenzija i površina u odnosu na površinu poda, potrebno je izvršiti određene izmene u svrhu poboljšanja toplotnih karakteristika celokupnog termičkog omotača. Takođe, osim delimično ostvarene poprečne ventilacije u gostinskoj sobi, ostale prostorije u kući imaju prozore samo na jednoj fasadi. Obzirom da je objekat na susednoj parceli pozicioniran tako da se ne oslanja na slepu severoistočnu fasadu predmetne kuće, pruža se mogućnost integracije dodatnih prozora manjih dimenzija, „hvatača vetra“, na većoj visini sa ciljem ostvarivanja prirodne poprečne ventilacije, kao i povećanja ukupne površine otvora. Visoki parapeti i relativno male dimenzije ovih prozora obezbeđuju potrebnu privatnost stambenim prostorijama.

⁷⁰³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Stambene prostorije prizemlja

DNEVNA SOBA

Na slici 412 prikazana je osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama postojećih i novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda gostinske, odnosno dnevne prostorije.



Slika 412: Pozicija i veličina prozora dnevne sobe studijskog modela OPS⁷⁰⁴

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 4 m x 4.15 m = 16.6 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora dnevne sobe treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 16.6 m² = 15/100 x 16.6 m² = 2.49 m².

Ukupna površina prozora dnevne sobe treba da bude 2.49 m².

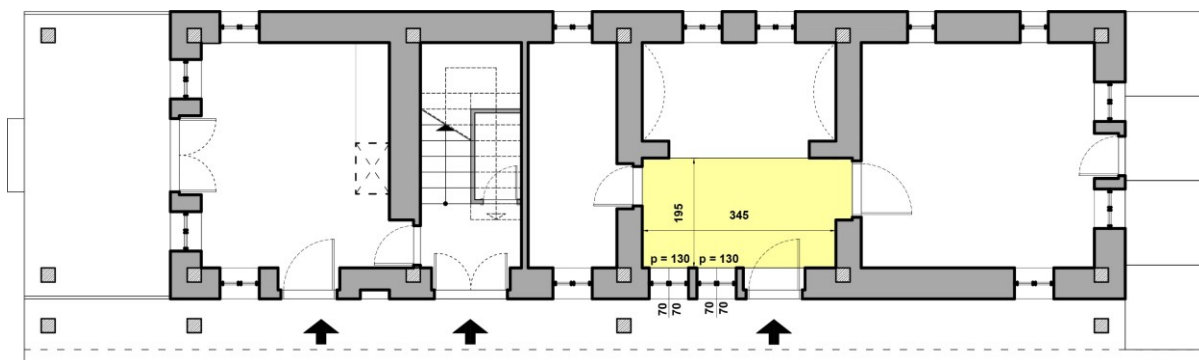
Budući da površina postojećih prozora iznosi 1.89 m², novo formirani „hvatači vetra“ na severoistočnoj fasadi treba da imaju ukupnu površinu 0.6 m².

Iz tog razloga se dodaju dva nova prozora dimenzija 0.6 m x 0.5 m = 0.3 m² na parapetu visine 1.5 m (slika 412).

HODNIK

Predmetna kuća u Ruskom Krsturu nema formirane prozorske otvore u prostoriji koja obuhvata ulazni hodnik i kuhinju. Na studijskom modelu OPS dodaju se prozori na obe suprotne fasade kako bi se ostvarila poprečna ventilacija prostorije i obezbedili pasivni solarni dobici i dovoljna količina osvetljenosti. Dimenzije i pozicije novih prozora hodnika obeležene su na osnovi prizemlja OPS (slika 413).

⁷⁰⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 413: Pozicija i veličina prozora hodnika studijskog modela OPS⁷⁰⁵

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 3.45 m x 1.95 m = 6.73 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora hodnika treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 6.73 m² = 15/100 x 6.73 m² = 1 m².

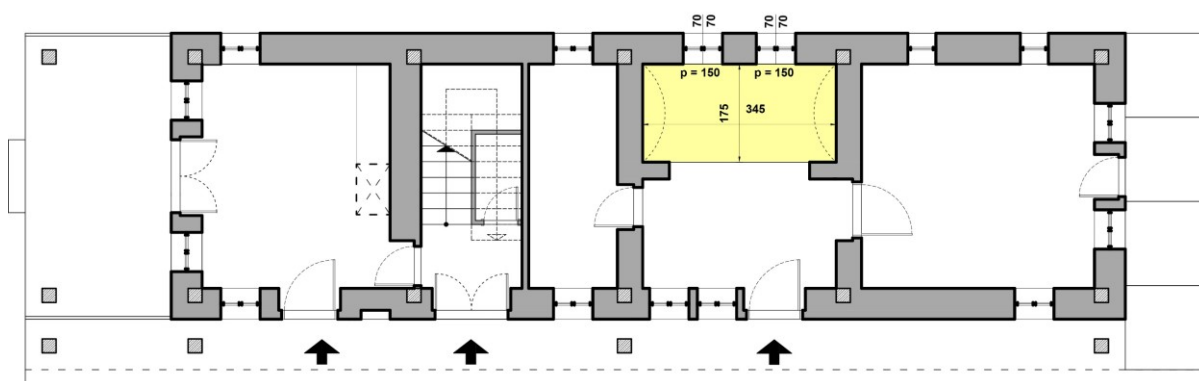
Ukupna površina prozora hodnika treba da bude 1 m².

Novi prozori koji se dodaju u hodnik studijskog modela OPS istih su dimenzija i veličine kao prozori koji su se nalazili u sporednoj sobi predmetne kuće; 70 cm x 70 cm, na parapetu visine 130 cm, čime se zadržava izgled jugozapadne fasade.

Dodaju se dva nova prozora dimenzije 2 x 0.7 m x 0.7 m = 2 x 0.49 m² = 0.98 m².

KUHINJA

Na slici 414 prikazane su pozicije i dimenzije novih prozorskih otvora kuhinjskog prostora studijskog modela OPS na severoistočnoj fasadi.



Slika 414: Pozicija i veličina prozora kuhinje studijskog modela OPS⁷⁰⁶

⁷⁰⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁷⁰⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 3.45 m x 1.75 m = 6 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora kuhinje treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

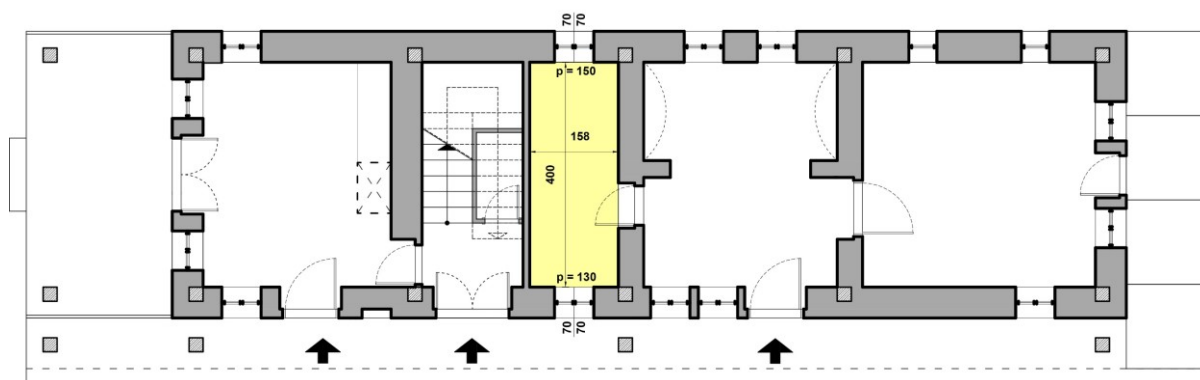
15% od 6 m² = 15/100 x 6 m² = 0.9 m².

Ukupna površina prozora kuhinje treba da bude 0.9 m².

U kuhinjski prostor studijskog modela OPS dodaju se dva nova prozora, „hvatača vetra“, na severoistočnoj fasadi sa parapetom visine 150 cm, dimenzija 2 x 0.7 m x 0.7 m = 2 x 0.49 m² = 0.98 m².

KUPATILO

Na slici 415 prikazane su pozicije i dimenzije novih prozorskih otvora kupatila studijskog modela OPS.



Slika 415: Pozicija i veličina prozora kupatila studijskog modela OPS⁷⁰⁷

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 4 m x 1.58 m = 6.32 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora kupatila treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 6.32 m² = 15/100 x 6.32 m² = 0.95 m².

Ukupna površina prozora kupatila treba da bude 0.95 m².

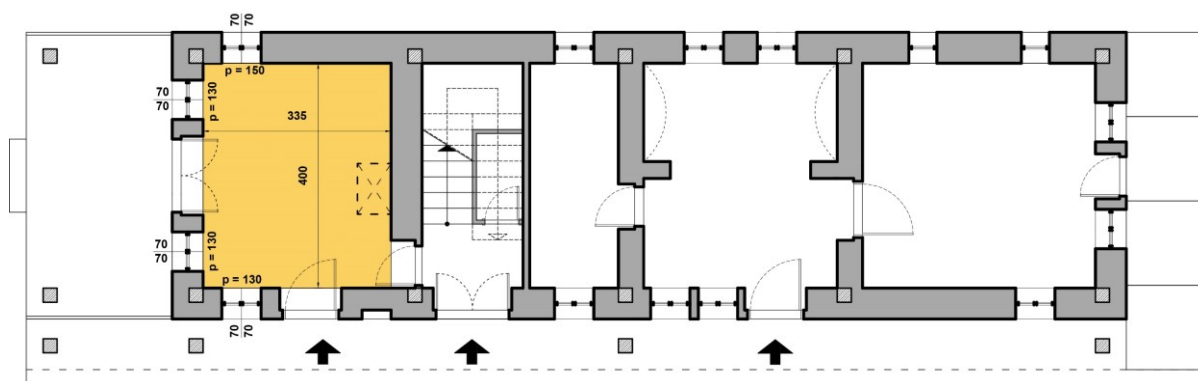
U prostoriji kupatila studijskog modela OPS zadržava se postojeći prozor nekadašnje sporedne sobe, dimenzija 0.7 m x 0.7 m na parapetu visine 130 cm, i dodaje se jedan novi na severoistočnoj fasadi dimenzija 0.7 m x 0.7 m na parapetu visine 150 cm.

Ukupna površina prozora kupatila iznosi 2 x 0.7 m x 0.7 m = 2 x 0.49 m² = 0.98 m².

⁷⁰⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

RESTORAN

U prostoriji u kojoj je planiran restoran studijskog modela OPS za promociju prerađenih poljoprivrednih proizvoda nalazi se komora predmetne kuće u Ruskom Krsturu koja nema prozorskih otvora na fasadi. Iz tog razloga je potrebno dodati nove prozore koji će omogućiti prirodnu poprečnu ventilaciju. Slika 416 prikazuje pozicije i dimenzije novih prozora restorana studijskog modela OPS.



Slika 416: Pozicija i veličina prozora restorana studijskog modela OPS⁷⁰⁸

Proračun površina prozora:

Pp (površina poda prostorije) = 4 m x 3.35 m = 13.4 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora restorana treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 13.4 m² = 15/100 x 13.4 m² = 2 m².

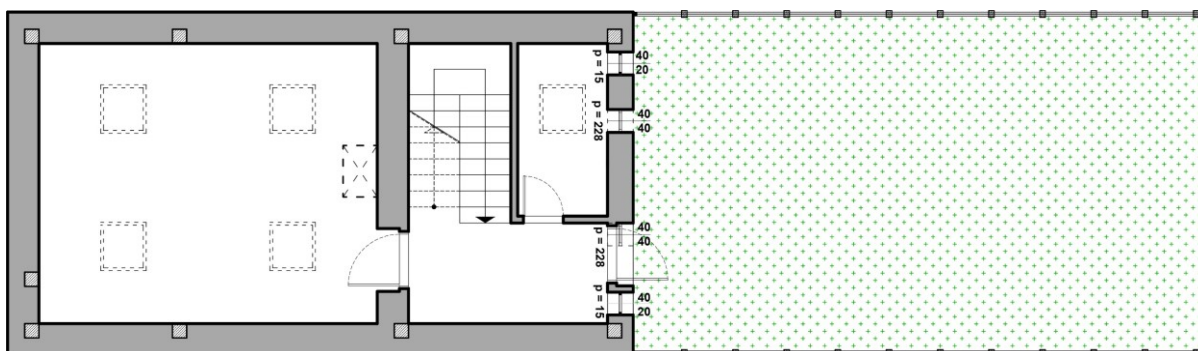
Ukupna površina prozora restorana treba da bude 2 m².

Dodaju se četiri nova prozora na tri fasade jednakih dimenzija 0.7 m x 0.7 m tako da ukupna površina prozora restorana iznosi 4 x 0.7 m x 0.7 m = 1.96 m².

Prostorije na spratu

Na jugoistočnoj fasadi sprata studijskog modela OPS planirani su prozorski otvori manjih dimenzija na niskim i visokim parapetima kao elementi primenjenog kombinovanog sistema direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja (slika 417). Na parapetima visine svega 15 cm postavljeni su prozori dimenzija 40 cm x 20 cm koji služe za odvod hladnog vazduha sa prostorija sprata u staklenik. Potom se vazduh zagreva u stakleniku i ventilatorima dovodi nazad u unutrašnje prostorije zagrevajući ih. Topao vazduh se prirodnim putem penje ka gore, a ventilatorima se usmerava ka otvorima na fasadi dimenzija 40 cm x 40 cm, na parapetima visine 228 cm. Opisani sistem pasivnog solarnog grejanja je obrazložen i ilustrovan na slici 411 doktorske disertacije.

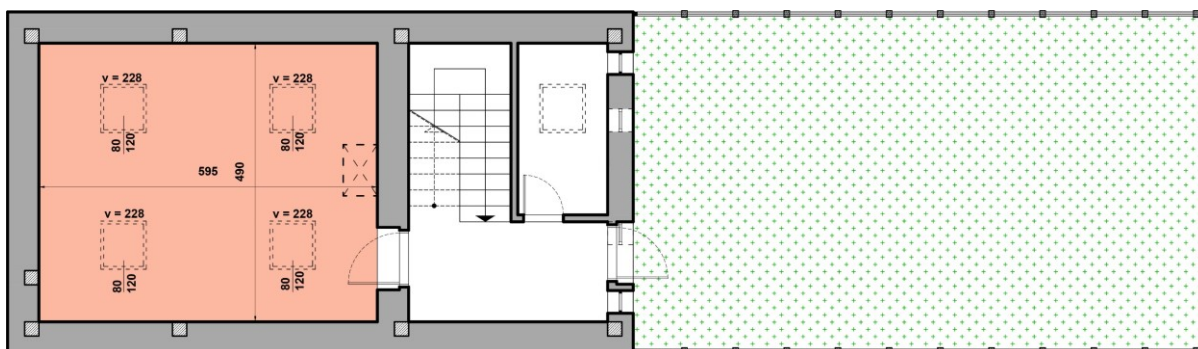
⁷⁰⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 417: Pozicije i veličine prozora sprata na jugoistočnoj fasadi studijskog modela OPS⁷⁰⁹

LABORATORIJA

Prostorija laboratorije nalazi se na spratu studijskog modela OPS, odnosno u potkrovlju čiji su fasadni zidovi visine samo 100 cm. Iz tog razloga se na spratu planiraju krovni prozori koji se postavljaju između rogova krovne konstrukcije (slika 418).



Slika 418: Pozicije i veličine krovnih prozora laboratorije na spratu studijskog modela OPS⁷¹⁰

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 4.9 m x 5.95 m = 29.2 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora laboratorije treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 29.2 m² = 15/100 x 29.2 m² = 4.38 m².

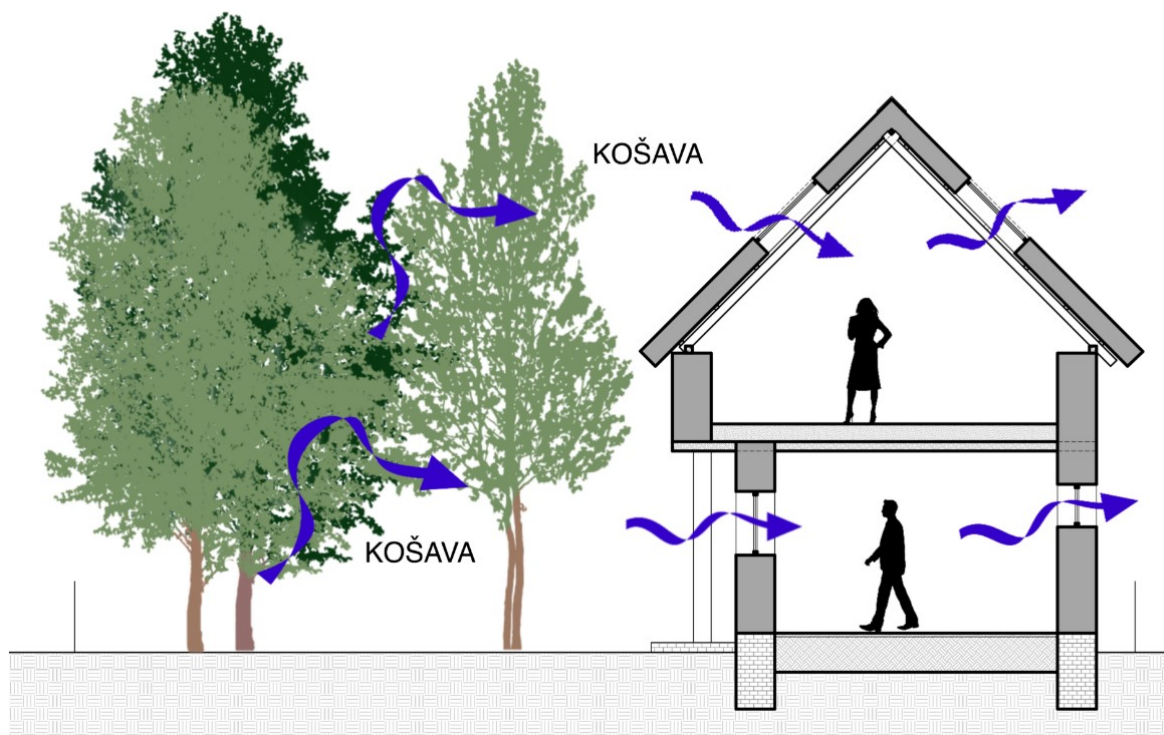
Ukupna površina prozora laboratorije treba da bude 4.38 m².

U laboratoriji se postavljaju četiri krovna prozora dimenzija 0.8 m x 1.2 m tako da ukupna površina prozora iznosi 4 x 0.96 m² = 3.84 m² što je približno potrebnoj površini.

⁷⁰⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁷¹⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Formiranim sistemom fenestracije zajedno sa planiranim novim pejzažnim uređenjem u studijskom modelu OPS ostvarena je prirodna poprečna ventilacija koja smanjuje potrebu za veštačkim hlađenjem prostorija u letnjem periodu (slika 419). Listopadno drveće koje je postavljeno na jugozapadnoj strani parcele leti skreće pravac vetra Košava ka objektu, dok zimi ovo drveće gubi krošnju pa vetar nesmetano prolazi pored objekta (slika 419).



Slika 419: Ostvarena poprečna ventilacija prostorija u studijskom modelu OPS kombinacijom pejzažnog uređenja i fenestracije⁷¹¹

Budući da je proračun koeficijenta prolaza toplote U_w kroz deo termičkog omotača prozorskih otvora predmetne kuće u Ruskom Krsturu pokazao da vrsta stakla ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti transparentnih površina termičkog omotača zgrade, u studijskom modelu OPS planirana je zamena staklenih površina na postojećim i novo formiranim prozorima.

⁷¹¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

11.1.3. Preka kuća - primena studijskog modela OPS

Cilj primene koncepta studijskog modela OPS na primeru valorizovane preke kuće u Gakovu jeste prikazati mogućnost formiranja savremene arhitekture koja se prvenstveno bazira na očuvanju utvrđenih postojećih bioklimatskih karakteristika. Sa druge strane, implementacijom novih sistema i strategija pasivne solarne arhitekture i tehnologija obnovljivih izvora energije ostvaruje se poboljšanje energetske efikasnosti same kuće. Reinterpretacija postojeće predmetne kuće u Gakovu u studijski model OPS sprovedena je pažljivom analizom individualnih urbanističkih i arhitektonskih parametara bioklimatskog oblikovanja, pri čemu su izvršena određena minimalna odstupanja od formiranog opšteg tipa preke kuće OPS.

Urbanistički parametri bioklimatskog planiranja

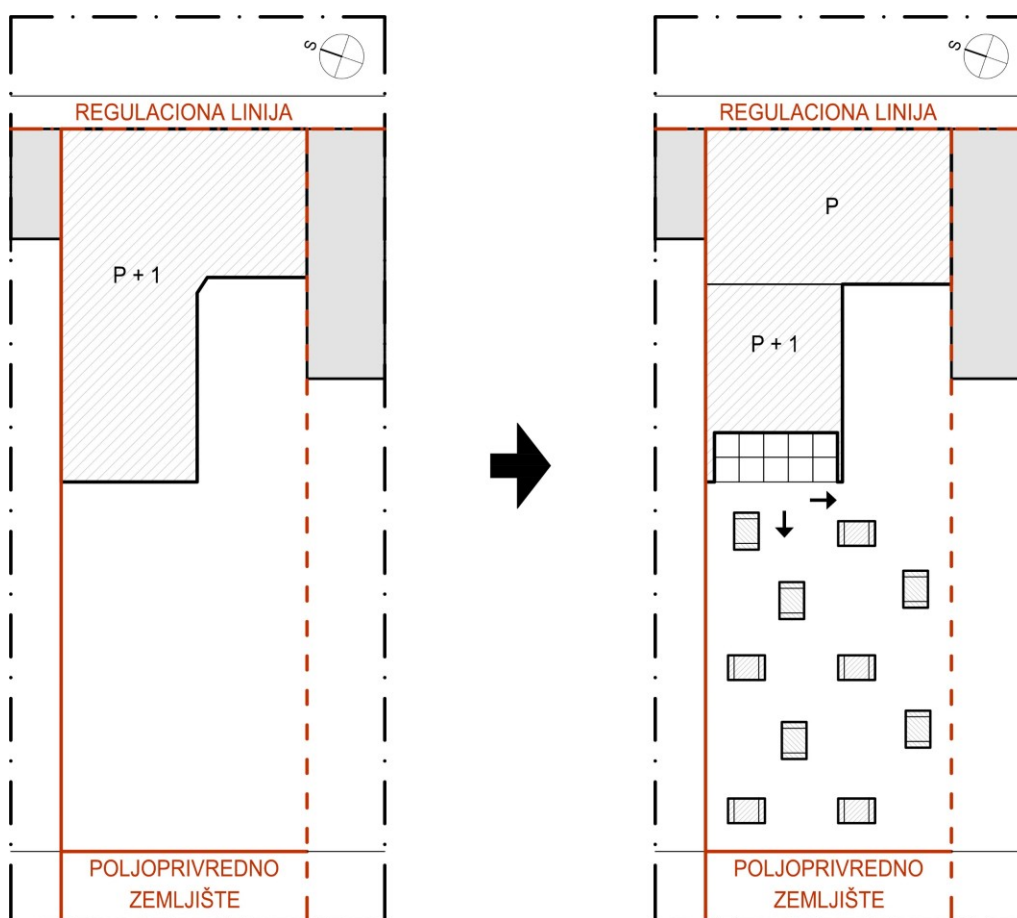
Konfiguracija terena i klimatski aspekti

Ravničarski reljef male nadmorske visine, umereno kontinentalna klima sa oko 2000 sunčanih sati godišnje, toplim letima i hladnim zimama, odlike su konfiguracije terena i klime seoskog naselja Gakova koje doprinose mogućnostima oblikovanja bioklimatske arhitekture. Kako bi se klima maksimalno iskoristila u svrhu efikasnosti primenjenog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja u okviru studijskog modela OPS, najveće pasivne solarne zahvate treba planirati tokom zimskih meseci, dok je leti poželjno obezbediti zaštitu od pregrevavanja unutrašnjih prostorija u vidu zelenila i drugih barijera. Pravce kretanja dominantnih vetrova Košave i Severca je potrebno iskoristiti u funkciji ostvarivanja prirodne poprečne ventilacije unutar objekta, kako bi se u što većoj meri smanjila potreba za veštačkim hlađenjem prostorija. Podzemne vode na plitkom nivou ispod površine zemlje, kao i postojeće izvorište sopstvenog vodovoda u Gakovu omogućavaju instalaciju geotermalnih pumpi za proizvodnju energije za potrebe grejanja i hlađenja objekata, kao što je napomenuto prilikom valorizacije predmetne kuće (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije).

Morfologija naselja i organizacija kućišta

Jasno izražena kompaktna ortogonalna morfološka struktura seoskog naselja Gakovo, konstituisana krajem 18. veka od strane austrougarske vlasti, omogućila je formiranje pravilnih kvadratnih stambenih blokova sa proporcionalnim odnosom izgrađenih i neizgrađenih površina. Blokovi, u čijem se središtu nalaze velike slobodne zelene površine, na obodima su podeljeni na prostrane pravougaone dugačke parcele sa velikim pripadajućim okućnicama i obradivim poljoprivrednim zemljištem. Ovakav koncept oblikovanja parcela sa nizanjem sadržajnih jedinica po njenoj dubini u velikoj meri pogoduje primeni sistema pasivnog solarnog grejanja u okviru studijskog modela OPS. Orijehtacija podužne ose naselja u pravcu severozapad-jugoistok omogućava povoljan položaj kuća u uličnom sistemu koje su izložene i jutarnjem i popodnevnom suncu. Morfološka struktura doprinosi velikim pasivnim solarnim dobicima što povećava efikasnost primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja, kao i dobroj osvetljenosti formirane staklene bašte za uzgoj biljaka u studijskom modelu OPS.

Predmetna kuća u Gakovu, na kojoj se primenjuje koncept studijskog modela OPS, predstavlja tip dvojne preke kuće tako da parcelu deli sa susednom objektom. Međutim, osim zajedničkog ulaza i spojenog tavanaskog prostora, svi delovi okućnice su jasno izdiferencirani na dva dela (slika 420). Iz tog razloga postoji mogućnost udruživanja i spajanja ova dva susedna objekta i pripadajućih delova u jedan model OPS, čime se duplira njegova površina, povećavaju kvadrature proizvodnih zelenih krovova i poljoprivrednog zemljišta, a vlasnici imanja zajedno učestvuju u „programu poljoprivredne zajednice“. Međutim, u okviru doktorske disertacije prikazaće se primena studijskog modela OPS na samo jednoj, valorizovanoj kući. Dugačka pravougaona parcela je podeljena na dva dela, kuću sa okućnicom dužine 44 m i obradivo poljoprivredno zemljište. Veličina i oblik parcele, kao i jasna podela na dva dela različitih funkcija omogućava formiranje marketa za prodaju poljoprivrednih proizvoda u okviru zadnjeg dela okućnice, kao jedne od planiranih funkcija studijskog modela OPS (slika 420). Upravo zbog velike slobodne površine okućnice i prostranog pripadajućeg poljoprivrednog zemljišta broj prodajnih paviljona-šandova na marketu se uvećava na 10, što predstavlja minimalno odstupanje od opšteg tipa preke kuće OPS modela. Sama kuća ostaje u postojećim gabaritima, bočnom fasadom orijentisana ka ulici i pozicionirana na regulacionoj liniji (slika 420). Položaj i orijentacija parcele i same kuće sa podužnom osom u pravcu jugozapad-severoistok omogućava formiranje proizvodne površine zelenog krova i staklenika iznad bočnog krila. Na ovaj način staklenik je orijentisan tako da su čak tri njegove staklene površine izložene suncu.

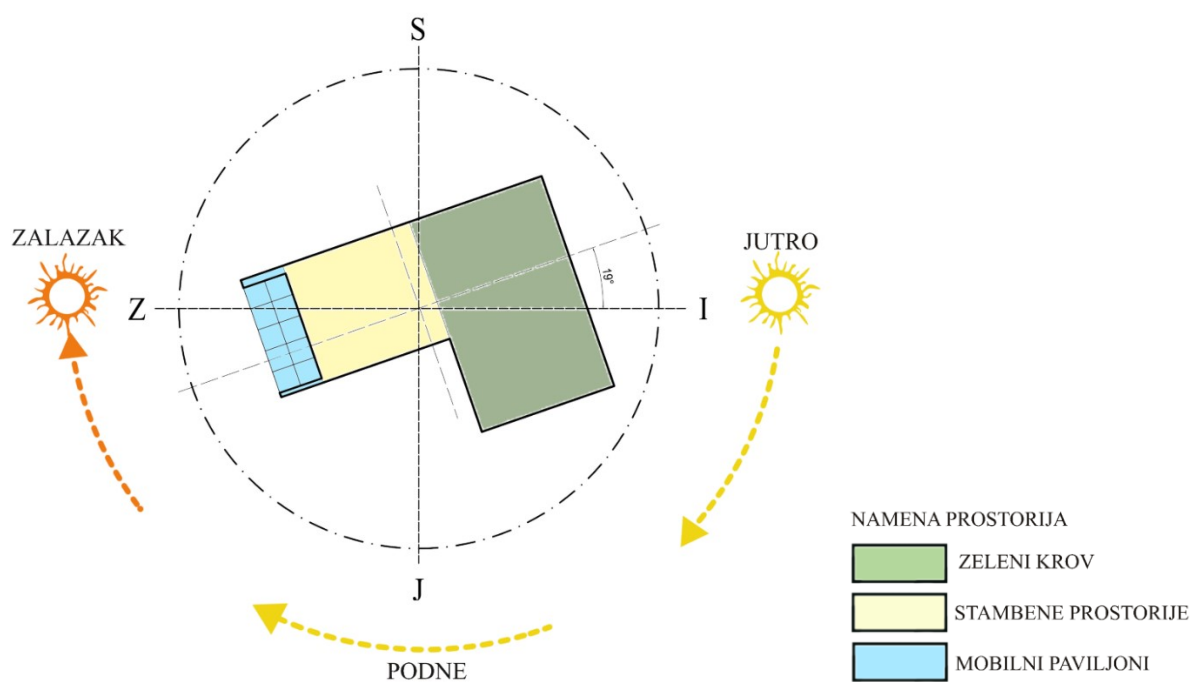


Slika 420: Prikaz organizacije kućišta predmetne kuće u Gakovu i novoformiranog studijskog modela OPS⁷¹²

⁷¹² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Orijentacija objekta

Predmetna kuća u Gakovu, na kojoj se primenjuje koncept studijskog modela OPS, ima tipičan položaj tradicionalne vojvođanske preke kuće u okviru parcele. Bočnom fasadom, kojom je objekat zatvoren prema ulici, kuća izlazi na regulacionu liniju, dok je podužna fasada orijentisana ka dvorištu. Suprotna podužna fasada je pozicionirana na graničnoj liniji sa susjednom parcelom. Kao što je napomenuto prilikom valorizacije bioklimatskih karakteristika (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije), predmetna kuća ima približno idealnu orijentaciju prema stranama sveta, sa dužom osom orijentisanom u pravcu jugozapad-severoistok, pod uglom od 19° istočno od juga. Zahvaljujući pogodnom položaju, proizvodna površina zelenog krova sa staklenikom, koja se u ovom primeru studijskog modela OPS formira u bočnom krilu objekta ka ulici, orijentisana je ka tri strane, severoistoku, jugoistoku i jugozapadu. Ovaj položaj omogućava izlaganje staklenika suncu tokom celog dana, u jutarnjim i popodnevним časovima, što u velikoj meri povećava efikasnost primenjenog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja (slika 421). Sa druge strane, planirano je rušenje zida kojim je pregrađen nekadašnji trem u kući čime je on ponovo formiran. Otvaranjem trema, podužna fasada stambenih prostorija vlasnika postaje slobodna i do nje dopiru sunčevi zraci iz pravca jugoistoka čime se poboljšava osvetljenost unutrašnjih prostorija i povećava se količina pasivnih solarnih dobitaka. U nekadašnjoj komori, prostoriji koja se nije grejala i orijentisana je u pravcu jugozapada, planirano je smeštanje mobilnih paviljona-štanova u vreme kada je market zatvoren (slika 421).

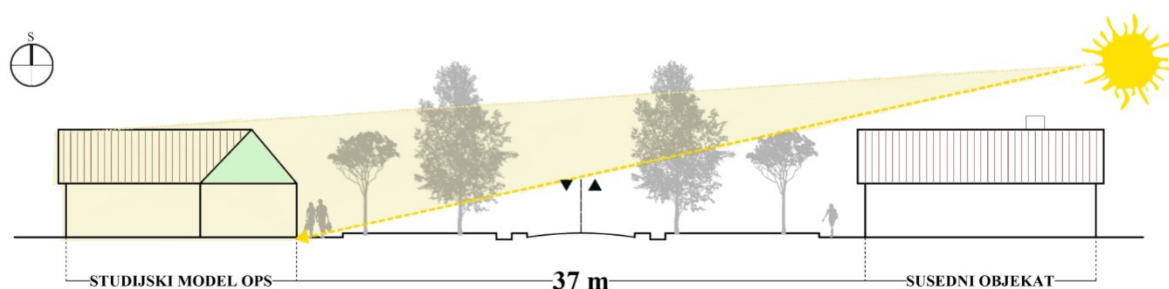


Slika 421: Orijentacija studijskog modela OPS⁷¹³

⁷¹³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Odnos prema susednim objektima

Budući da parcela predmetne kuće u Gakovu obuhvata i veliko pripadajuće poljoprivredno zemljište, u studijskom modelu OPS je planirano formiranje samo jedne obradive površine zelenog krova kvadrature 130 m², što predstavlja dovoljno veliku sekundarnu površinu za uzgoj biljaka. Ovim minimalnim odstupanjem od opšteg tipa preke kuće studijskog modela zadržava se postojeća spratnost i visina tradicionalne kuće, ne narušava se međusobni odnos sa susednim objektima i ne ugrožava se linija panoramskog sagledavanja podužnog profila glavne ulice u naselju. U okviru visinskih granica planirano je redukovanje spratne visine prizemlja na 3.25 m kako bi se povećala visina potkrovlja u kojoj su smeštene prostorije laboratorije. Predmetna kuća predstavlja tip dvojne preke kuće i deli parcelu sa susednim objektom koji se nalazi na rastojanju od 6.7 m. Njihov međusobni odnos, koji je analiziran i ilustrovan prilikom valorizacije bioklimatskih karakteristika predmetne kuće (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije), ne narušava osvetljenost jugoistočne fasade studijskog modela. Zahvaljujući širokom profilu glavne ulice Kralja Petra, objekat na suprotnoj strani se nalazi na velikom rastojanju od 37 m čime je obezbeđen slobodan prolaz sunčevim zracima iz istočnog pravca do staklenika, neometana insolacija i velika količina toplotnih dobitaka (slika 422). Posledično se u velikoj meri povećava efikasnost primenjenog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja.



Slika 422: Odnos studijskog modela OPS i susednog objekta na suprotnoj strani ulice⁷¹⁴

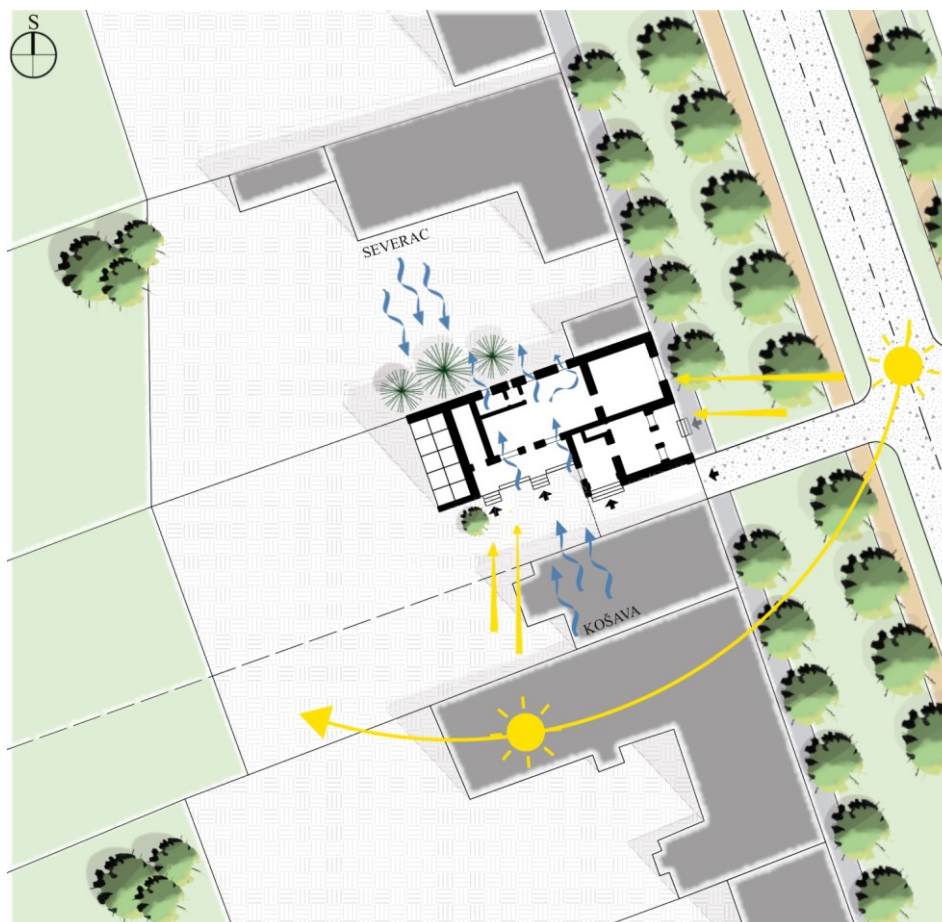
Vegetacija i pejzažno uređenje

Osim postojećeg linijskog zelenila duž glavne ulice Kralja Petra, na parceli predmetne kuće, kao i u njenom neposrednom okruženju ne postoji veliki broj drveća koje bi se moglo koristiti u svrhu poboljšanja bioklimatskih karakteristika primenjenog studijskog modela OPS. Iz tog razloga je potrebno formirati adekvatno pejzažno uređenje koje će imati uticaj na povećanje pasivnih solarnih dobitaka i ostvarenje prirodne ventilacije unutrašnjih prostorija.

Duž dvorišne, jugoistočne fasade formira se otvoreni trem rušenjem zida, kojim je u određenom periodu pregrađen, čime se povećavaju pasivni solarni dobitci i osvetljenje unutrašnjih stambenih prostorija tokom zime. Budući da su samom orijentacijom i položajem kuće njene podužne fasade pozicionirane tačno pod pravim uglom u odnosu na pravce dominantnih vetrova Košave i Severca, nije potrebno skretati smer njihovog kretanja zelenilom. Formiranjem otvorenog tipa plana i prozorskih otvora na suprotnim podužnim

⁷¹⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

fasadama u studijskom modelu OPS, obezbeđena je poprečna prirodna ventilacija tokom letnjih meseci. Iz ovih razloga se uz jugoistočnu fasadu ne planira postavljanje drveća jer su stambene prostorije zaštićene od letnjeg pregrevanja samim položajem trema i obezbeđenom poprečnom ventilacijom zahvaljujući vetru Košavi (slika 423). Kako bi se objekat zaštitio od hladnog vetra Severca zimi, planira se postavljanje zimzelenog drveća uz severozapadnu fasadu kojim je takođe obezbeđena i privatnost budući da je ova fasada orijentisana ka susednoj parceli (slika 423).



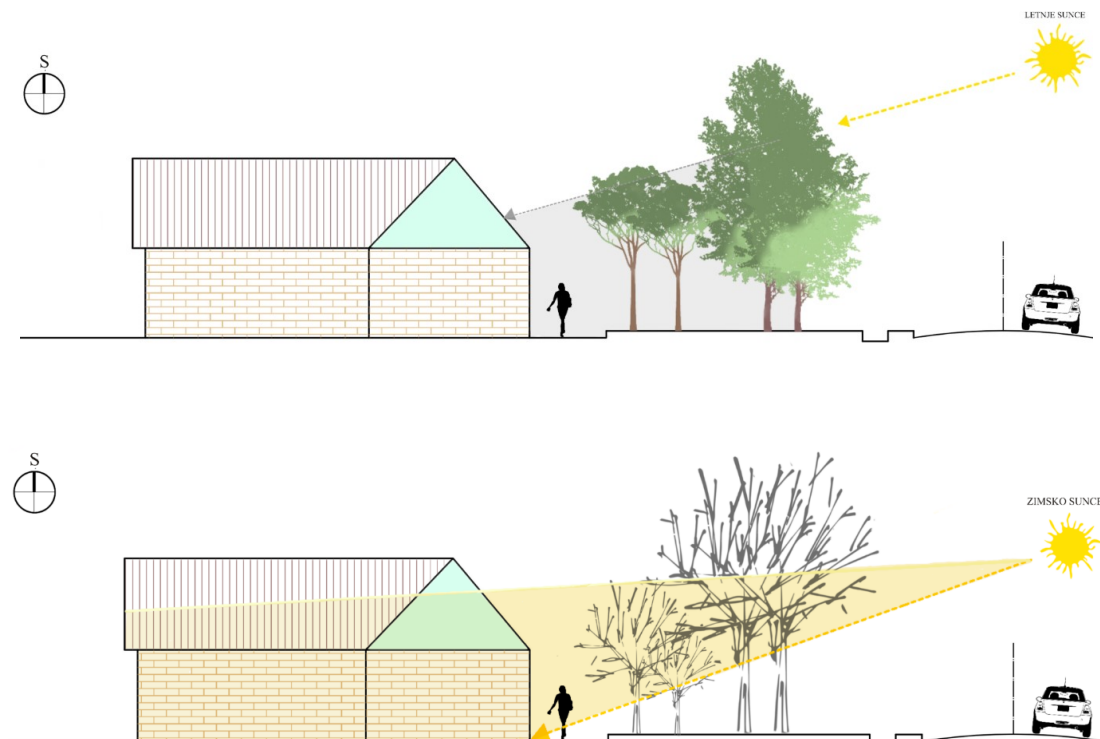
LEGENDA



Slika 423: Novoformirano pejzažno uređenje studijskog modela OPS⁷¹⁵

Duž glavne ulice u naselju, prema kojoj je orijentisan staklenik studijskog modela OPS, zadržava se postojeće linijsko zelenilo listopadnog drveća koje je formirano u dva reda. Leti, kada ovo drveće ima punu krošnju, staklenik i unutrašnje stambene prostorije su zaštićene od pregrevanja, dok zimi, kada lišće opadne, sunčevi zraci iz istočnog pravca nesmetano prolaze do objekta čime je obezbeđena efikasnost primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja (slika 424).

⁷¹⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 424: Prikaz uticaja postojećeg uličnog zelenila na osunčanost studijskog modela OPS: 1) Leti i 2) Zimi⁷¹⁶

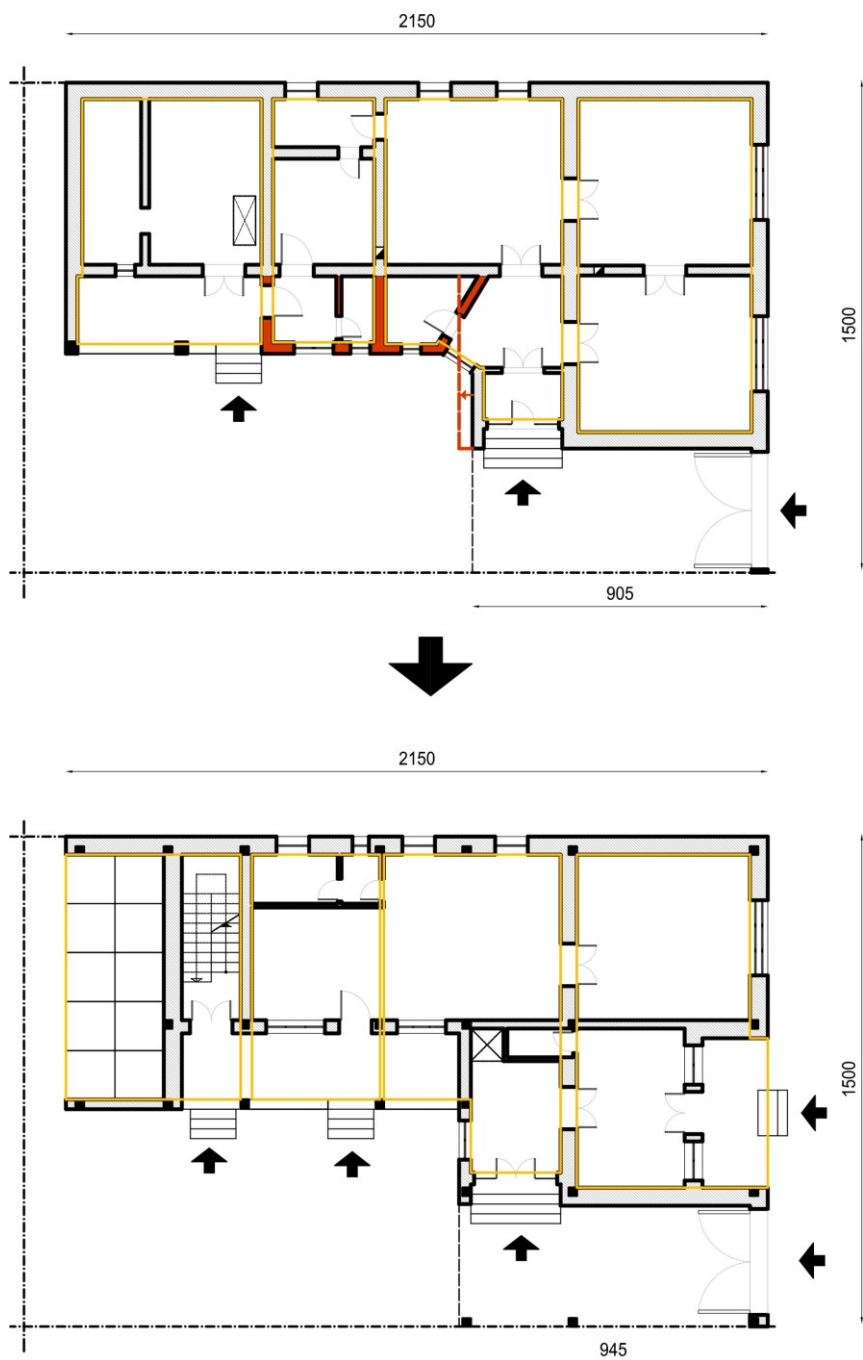
Arhitektonski parametri bioklimatskog planiranja

Funkcionalna organizacija prostora

Studijski model OPS ostaje u granicama postojećih gabarita predmetne preke kuće u Gakovu i zadržava se četvorodelna prostorna struktura. Sprovedene su minimalne izmene u planu kako bi se objekat adaptirao i prilagodio novim funkcijama. Bočno krilo kojim je kuća zatvorena prema ulici se proširuje pomeranjem unutrašnjeg zida za 40 cm ka dvorišnoj strani kako bi se dobila osnova oblika pravilnog latiničnog slova „L“, karakteristična za tip tradicionalne preke kuće (slika 425).

Pored toga, planirano je rušenje zida kojim je pregrađen nekadašnji trem u kući čime je on ponovo formiran, kao jedan od značajnih elemenata tradicionalne vojvođanske arhitekture (slika 425). Obnavljanjem trema otvara se jugoistočna fasada čime se obezbeđuje bolja osvetljenost stambenih prostorija vlasnika domaćinstva. Zatvoreni tip plana predmetne kuće se zamenjuje otvorenim u stambenoj zoni upravo zbog mogućnosti ostvarivanja prirodne poprečne ventilacije unutrašnjih prostorija, kao i veće količine sunčeve svetlosti i pasivnih solarnih dobitaka.

⁷¹⁶ Izvor ilustracija: crteži autora Stanišić J.

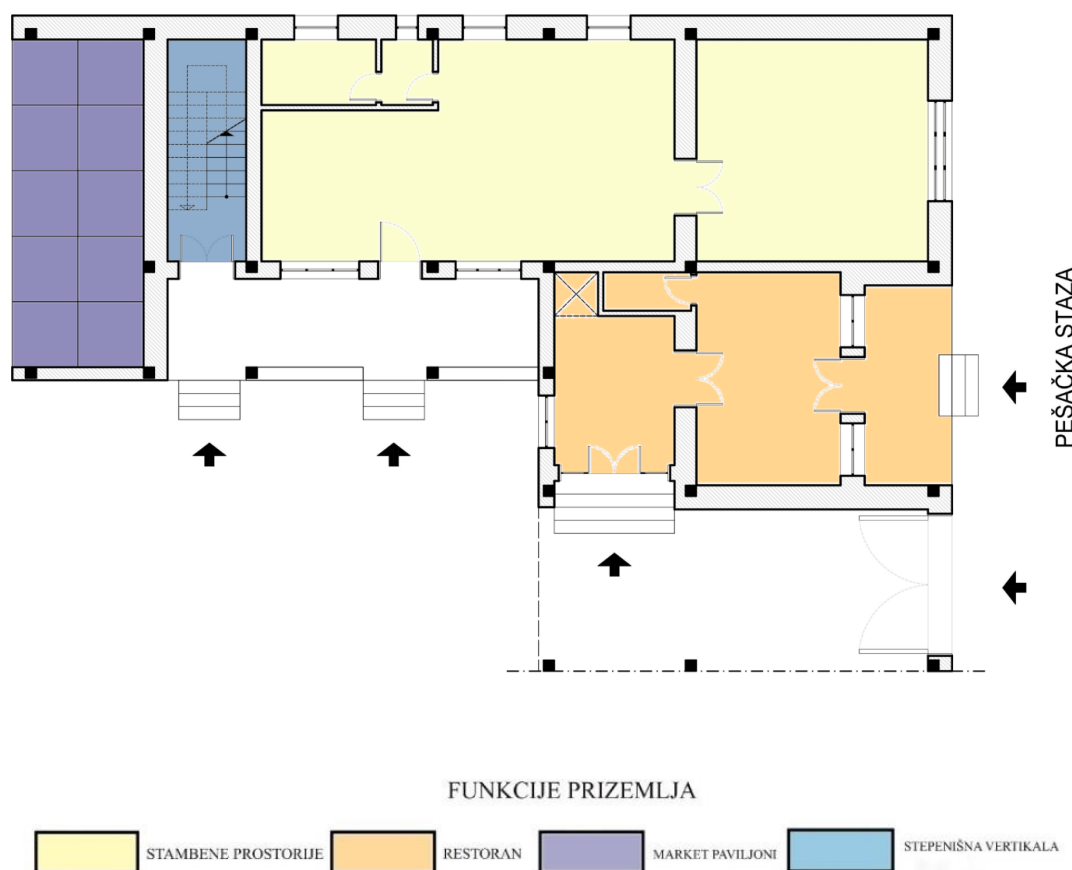


Slika 425: Prikaz osnove tradicionalne preke kuće u Gakovu i njene transformacije u studijski model OPS⁷¹⁷

Adekvatno osmišljen koncept toplotnog zoniranja prostora prizemlja studijskog modela OPS je ostvaren jasnom podelom na četiri različite, međusobno odvojene, funkcionalne zone (slika 426 i 427). Stambene prostorije vlasnika domaćinstva zauzimaju središnji deo prizemlja, zadržavajući osnovne funkcije kuhinje i glavne spavaće sobe. Spajanjem kuhinje, trpezarije i dnevne sobe u jednu zajedničku prostoriju, zatvoreni tip plana se zamenjuje otvorenim u ovom delu. U objektima stambene namene prednost se upravo daje otvorenom tipu plana jer se eliminisanjem unutrašnjih pregradnih zidova obezbeđuje prirodna osvetljenost prostora i većih dubina od 6 m, kao i veća mogućnost unakrsnog provetranja. Otvaranjem trema i eliminisanjem pregradnih zidova u stambenom delu studijskog modela OPS poboljšava se

⁷¹⁷ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

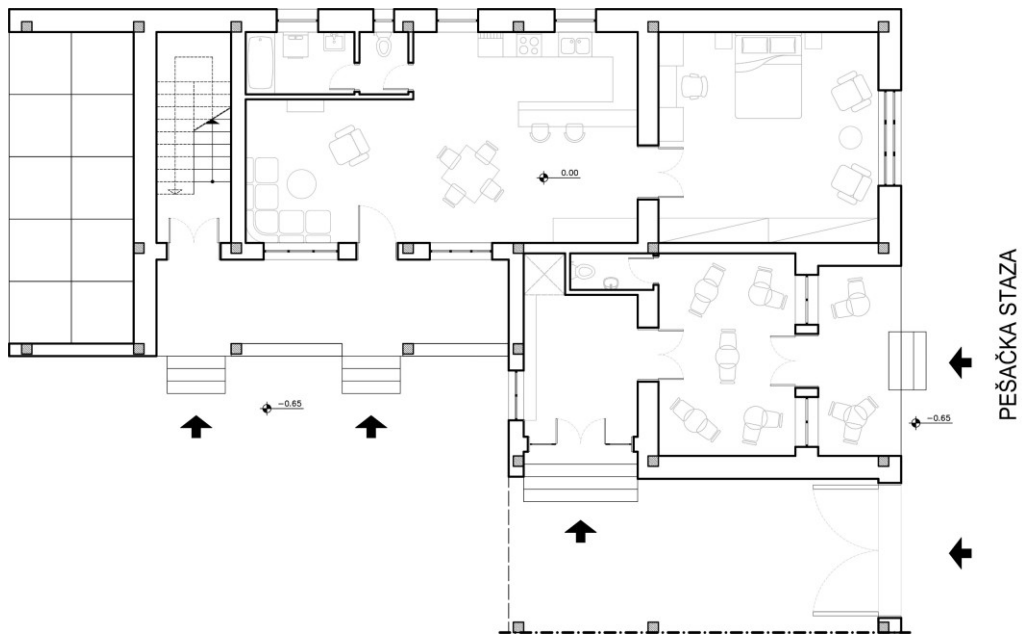
osvetljenost prostorije kuhinje i omogućava poprečna ventilacija. Restoran za promociju i degustaciju poljoprivrednih proizvoda zauzima prostorije prizemlja orijentisane ka ulici kako bi se posetiocima obezbedio direktan pristup sa pešačke staze (slika 426 i 427). Za svaku funkcionalnu zonu je formiran poseban ulaz čime se obezbeđuje maksimalna privatnost i veća funkcionalnost prostora. U nekadašnjoj komori planirana je prostorija za smeštanje mobilnih paviljona, odnosno štandova na kojima se izlažu proizvodi za prodaju na marketu. Između nje i stambene zone formirana je stepenišna vertikalna koja vodi u prostorije laboratorije na spratu, a istovremeno predstavlja i tampon zonu između različitih funkcija prizemlja (slika 426 i 427). Zaposlenima u laboratoriji obezbeđen je poseban ulaz iz dvorišta, sa novoformiranog trema. Prostor sprata, odnosno potkrovlja je podeljen na dve različite funkcionalne zone, proizvodnu površinu zelenog krova u okviru staklenika i laboratoriju za preradu poljoprivrednih proizvoda (slika 428 i 429).



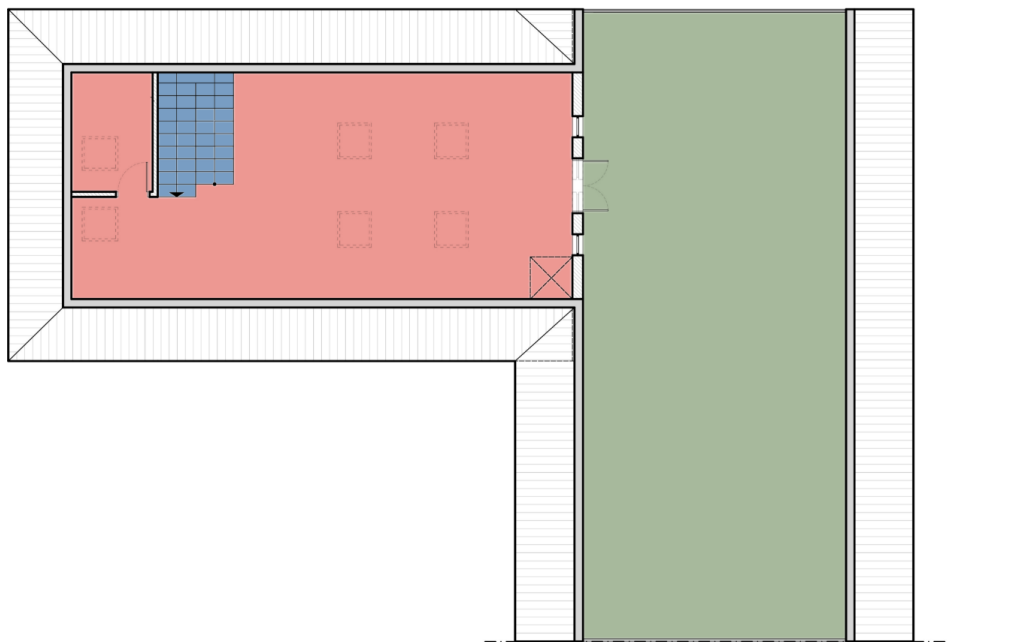
Slika 426: Funkcionalna organizacija prizemlja studijskog modela OPS⁷¹⁸



⁷¹⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 427: Osnova prizemlja studijskog modela OPS⁷¹⁹



FUNKCIJE SPRATA

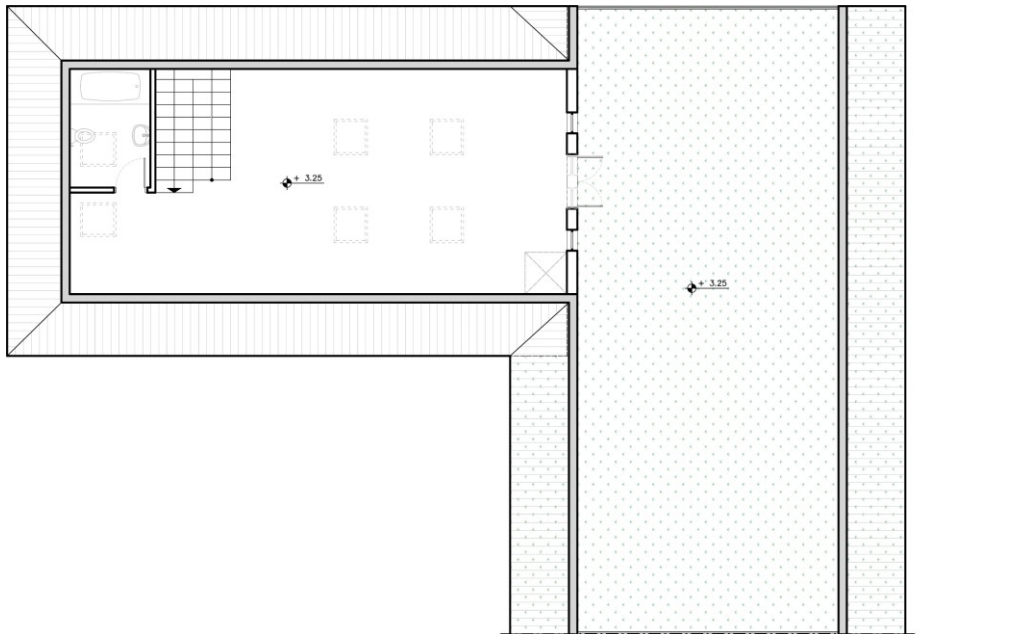


Slika 428: Funkcionalna organizacija sprata-potkrovlja studijskog modela OPS⁷²⁰



⁷¹⁹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁷²⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

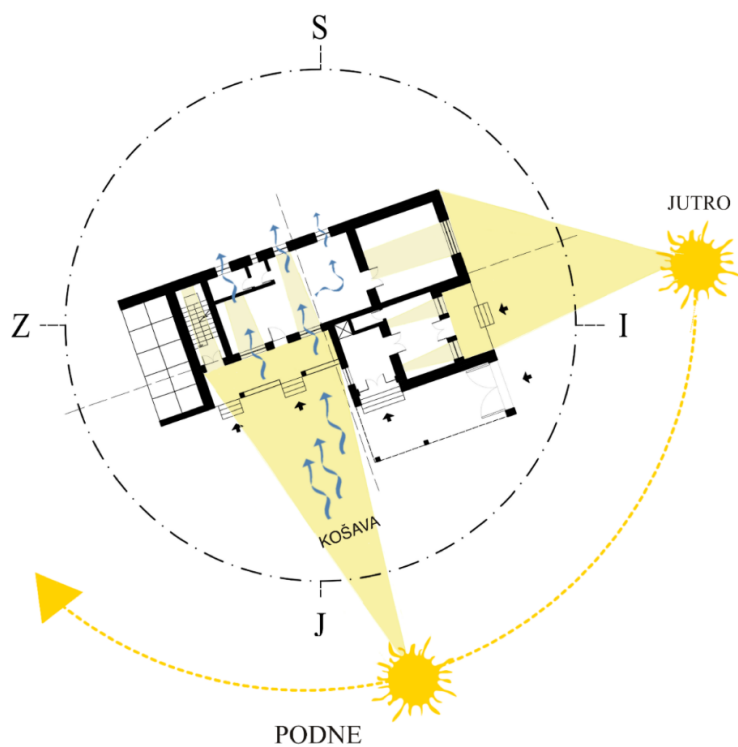


Slika 429: Osnova potkrovlja studijskog modela OPS⁷²¹

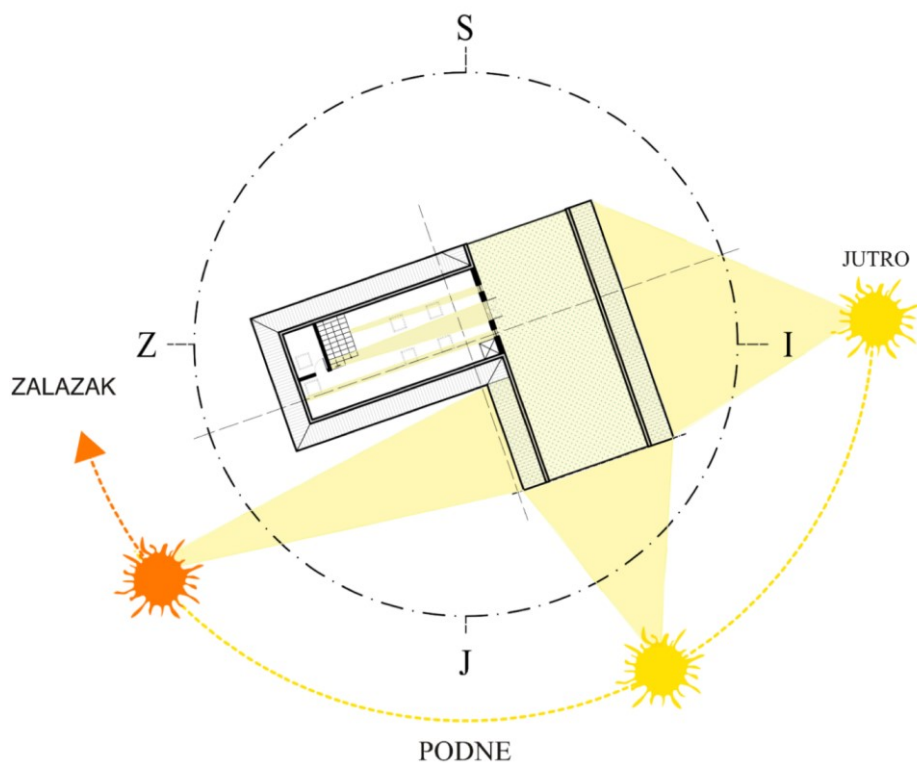
Ponovnim otvaranjem nekadašnjeg trema duž jugoistočne fasade i uspostavljanjem otvorenog tipa plana u stambenom delu prizemlja ostvaruje se bolja osvetljenost prostorija kuhinje i više pasivnih solarnih dobitaka (slika 430). Zadržavanjem postojećih otvora sa visokim parapetima na severozapadnoj fasadi i formiranjem novih prozora na jugoistočnoj omogućava se prirodno unakrsno provetravanje (slika 430). Stambena funkcionalna zona prizemlja studijskog modela OPS ima povoljnu orijentaciju koja obezbeđuje velike količine toplotnih dobitaka. Prostorije kuhinje, trpezarije i dnevne sobe imaju prozore formirane ka jugoistoku, dok je spavaća soba orijentisana ka severoistoku (slika 430). Restoran za promociju i degustaciju poljoprivrednih proizvoda je orijentisan ka ulici i ima formirane prozorske otvore ka severoistoku čime mu je obezbeđena velika količina pasivnih solarnih dobitaka i osvetljenosti u toku jutarnjih časova, kada je otvoren (slika 430). Prostorije u prizemlju koje zahtevaju najmanje toplote i sunčeve svetlosti, stepenišna vertikalna i prostor za smeštaj mobilnih paviljona, su orijentisane ka jugozapadu i predstavljaju neku vrstu tampon zone koja štiti stambeni deo od nepotrebnih gubitaka toplote (slika 430).

Povoljna orijentacija zelenog krova za uzgoj biljaka u okviru staklenika ka čak tri različite strane sveta, severoistoku, jugoistoku i jugozapadu, omogućava njegovu osvetljenost tokom celog dana i u velikoj meri povećava pasivne solarne dobitke potrebne za efikasno funkcionisanje primenjenog kombinovanog sistema pasivnog solarnog grejanja (slika 431). Prostorije laboratorije za preradu poljoprivrednih proizvoda u potkrovlju studijskog modela OPS imaju formirane manje otvore ka severoistoku i krovne prozore koji obezbeđuju dovoljnu količinu osvetljenosti i toplote tokom celog dana, kao i poprečnu ventilaciju (slika 431).

⁷²¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.



Slika 430: Prikaz uticaja orijentacije prostorija na solarne dobitke, osvetljenje i prirodnu ventilaciju prizemlja studijskog modela OPS⁷²²



Slika 431: Prikaz uticaja orijentacije prostorija na solarne dobitke i osvetljenje potkrovlja studijskog modela OPS⁷²³

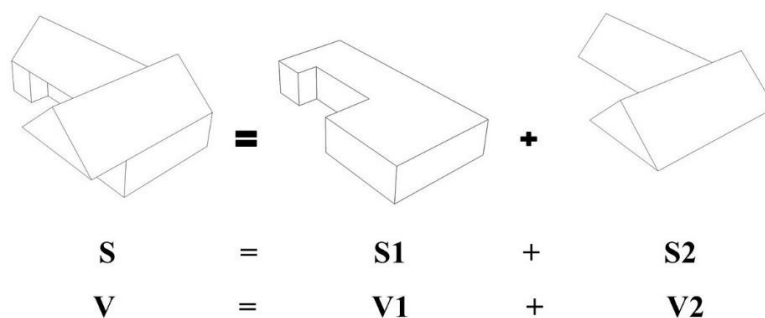
⁷²² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁷²³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

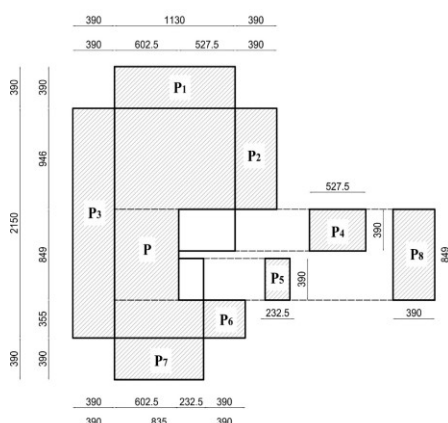
Forma objekta

Forma studijskog modela OPS zadržava trodimenzionalni oblik predmetne tradicionalne preke kuće u Gakovu koji predstavlja razvijenu osnovu oblika latiničnog slova „L“ u visini prizemlja i potkrovlja. Budući da je formirana samo jedna proizvodna površina zelenog krova, visina i spratnost objekta ostaju iste. Jedina izmena koja je sprovedena na studijskom modelu je smanjenje visine prizemlja i povećanje visine potkrovlja, što ne utiče na promenu površine omotača i zapremine, odnosno vrednost faktora oblika f_0 , kao merodavne veličine kompaktnosti njene forme. Proširenjem bočnog krila za 40 cm ka unutrašnjosti dvorišta, površina omotača i zapremina objekta se proporcionalno povećavaju. Ponovnim formiranjem nekadašnjeg trema menja se vrednost ukupne zapremine objekta. Na osnovu izvedenog proračuna faktora oblika prilikom valorizacije bioklimatskih karakteristika predmetne kuće u Gakovu (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije) i dobijene vrednosti $f_0 = 0.61 \text{ m}^{-1}$, utvrđeno je da se njena forma odlikuje velikom kompaktnosti koja doprinosi manjim toplotnim gubicima i većoj energetskej efikasnosti objekta.

Slika 432 prikazuje izometrijsko telo pojednostavljenog oblika studijskog modela OPS čija se forma može podeliti na geometrijska tela kvadra i prizme. Matematički proračun razvijene površine omotača S i zapremine V koju ona obuhvata, kao i proračun faktora oblika f_0 studijskog modela OPS prikazani su na slikama 433, 434 i 435.



Slika 432: Izometrijski prikaz podele forme studijskog modela OPS⁷²⁴



$$S_1 = P + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8$$

$$P = 11.3 \text{ m} \times 9.46 \text{ m} + 6.025 \text{ m} \times 8.49 \text{ m} + 8.35 \text{ m} \times 3.55 \text{ m}$$

$$P = 106.9 \text{ m}^2 + 51.15 \text{ m}^2 + 29.64 \text{ m}^2$$

$$P = 187.69 \text{ m}^2$$

$$S_1 = 187.69 \text{ m}^2 + 11.3 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} + 9.46 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} + 21.5 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} + 5.275 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} + 2.325 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} + 3.55 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} + 8.35 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} + 8.49 \text{ m} \times 3.9 \text{ m}$$

$$S_1 = 187.69 \text{ m}^2 + 44.07 \text{ m}^2 + 36.89 \text{ m}^2 + 83.85 \text{ m}^2 + 20.57 \text{ m}^2 + 9.067 \text{ m}^2 + 13.85 \text{ m}^2 + 32.56 \text{ m}^2 + 33.11 \text{ m}^2$$

$$S_1 = 461.66 \text{ m}^2$$

$$V_1 = P \times h$$

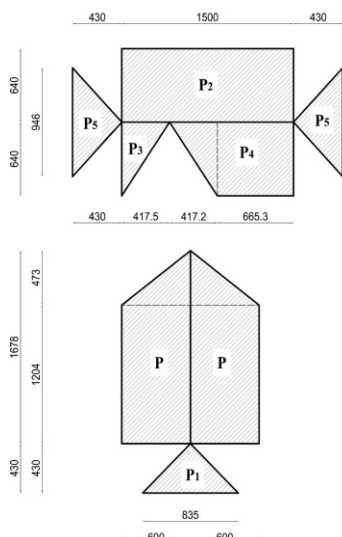
$$V_1 = 187.69 \text{ m}^2 \times 3.9 \text{ m}$$

$$V_1 = 731.99 \text{ m}^3$$

Slika 433: Proračun površine S_1 i zapremine V_1 studijskog modela OPS⁷²⁵

⁷²⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁷²⁵ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.



$$S_2 = 2 \times P + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + 2 \times P_5$$

$$P = 12.04 \text{ m} \times 6 \text{ m} + (6 \text{ m} \times 4.73 \text{ m})/2$$

$$P = 72.24 \text{ m}^2 + 14.19 \text{ m}^2$$

$$P = 86.43 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 2 \times 86.43 \text{ m}^2 + (8.35 \text{ m} \times 4.3 \text{ m})/2 + 15 \text{ m} \times 6.4 \text{ m} + (4.175 \text{ m} \times 6.4 \text{ m})/2 + (6.653 \text{ m} \times 6.4 \text{ m} + (4.172 \text{ m} \times 6.4 \text{ m})/2) + 2 \times (9.46 \text{ m} \times 4.3 \text{ m})/2$$

$$S_2 = 172.86 \text{ m}^2 + 17.95 \text{ m}^2 + 96 \text{ m}^2 + 13.36 \text{ m}^2 + (42.58 \text{ m}^2 + 13.35 \text{ m}^2) + 2 \times 20.34 \text{ m}^2$$

$$\underline{S_2 = 396.78 \text{ m}^2}$$

$$V_2 = V_{2a} + V_{2b}$$

$$V_2 = P_1 \times h_a + P_5 \times h_b$$

$$V_2 = 17.95 \text{ m}^2 \times 16.78 \text{ m} + 20.34 \text{ m}^2 \times 15 \text{ m}$$

$$V_2 = 301.201 \text{ m}^3 + 305.1 \text{ m}^3$$

$$\underline{V_2 = 606.301 \text{ m}^3}$$

Slika 434: Proračun površine S_2 i zapremine V_2 studijskog modela OPS⁷²⁶

$$S = S_1 + S_2 = 461.66 \text{ m}^2 + 396.78 \text{ m}^2 = 858.44 \text{ m}^2$$

$$V = V_1 + V_2 = 731.99 \text{ m}^3 + 606.301 \text{ m}^3 = 1338.3 \text{ m}^3$$

$$f_0 = S/V$$

$$f_0 = 858.44 \text{ m}^2 / 1338.3 \text{ m}^3$$

$$\underline{f_0 = 0.64 \text{ 1/m}}$$

Slika 435: Proračun ukupne površine, zapremine i faktora oblika studijskog modela OPS⁷²⁷

Na osnovu izvedenog proračuna dobijena je vrednost faktora oblika studijskog modela OPS, $f_0 = 0.64 \text{ m}^{-1}$, što je za 0.03 više od S/V faktora postojeće predmetne kuće u Gakovu ($f_0 = 0.61 \text{ m}^{-1}$). Bez obzira na minimalno povećanje njegove vrednosti, faktor oblika ostaje i dalje manji od donje granice optimalnog S/V faktora za porodične kuće koji se kreće od $0.8 - 1.0 \text{ m}^{-1}$ ⁷²⁸. Iz tog razloga zaključujemo da se formirani studijski model OPS odlikuje formom velike kompaktnosti, što doprinosi manjim toplotnim gubicima, odnosno većoj energetskej efikasnosti objekta.

Na slikama 436, 437, 438, 439, 440 i 441 prikazan je izgled primenjenog studijskog modela OPS na predmetnoj kući u Gakovu. Ilustracije jasno prezentuju koncept modela koji je formiran sinergijom postojećih bioklimatskih karakteristika i dodatno primenjenih strategija i sistema pasivne solarne arhitekture i savremenih tehnologija obnovljivih izvora energije. Slike 436 i 437 predstavljaju izgled ulične fasade studijskog modela OPS iz perspektive pešaka i na njima se jasno očitava uspešno ostvarena interpolacija između susednih objekata, bez ugrožavanja međusobnih odnosa i uličnog kontinuiteta.

⁷²⁶ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁷²⁷ Izvor ilustracije i proračuna: autor Stanišić J.

⁷²⁸ Lylykangas, K.: *Shape Factor as an Indicator of Heating Energy Demand*, 15. Internationales Holzbau-Forum, Nemačka, 2009.



Slika 436: Ulična fasada studijskog modela OPS⁷²⁹

Na slici 437 prikazan je direktan pristup otvorenom delu restorana za promociju prerađenih poljoprivrednih proizvoda sa pešačke staze.



Slika 437: Ulična fasada i pristup restoranu studijskog modela OPS⁷³⁰

⁷²⁹ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁷³⁰ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

Slika 438 prikazuje izgled dvorišne fasade studijskog modela OPS i međusobni odnos sa susednom dvojnog prekom kućom koja se nalazi na istoj parceli. Položaj susednog objekta ne utiče na insolaciju dvorišne fasade.



Slika 438: Izgled dvorišne fasade studijskog modela OPS⁷³¹

Na slici 439 je prikazan pogled na formirani market i mobilne paviljone-šandove za prodaju poljoprivrednih proizvoda u okviru zadnjeg dela parcele studijskog modela OPS.



Slika 439: Market studijskog modela OPS⁷³²

⁷³¹ Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.

⁷³² Izvor ilustracije (rendera): crtež autora Stanišić J.



Slika 440 i 441: Izgled bočne severozapadne fasade studijskog modela OPS⁷³³

Infrastruktura

Podzemne vode na relativno plitkom nivou ispod površine zemlje, kao i postojeći sopstveni infrastrukturni sistem vodosnabdevanja u Gakovu u velikoj meri doprinose mogućnosti formiranja i instalacije geotermalnih pumpi za proizvodnju energije u okviru formiranog studijskog modela OPS. Objekti se u naselju vodom snabdevaju sistemom pumpi i izgrađenih bunara odakle se vrše vodozahvati. Iz tog razloga je vrlo lako izvodljivo proširenje postojeće vodovodne mreže što bi omogućilo instalaciju geotermalne pumpe za snabdevanje potrebnom energijom za grejanje i hlađenje objekta. Budući da se toplota za grejanje dobija iz geotermalnog izvora energije, solarne i energije biomase, kao i primenom sistema pasivnog solarnog dobitka, u okviru studijskog modela OPS planirano je rušenje postojećeg dimnjaka. Primenom opisanih savremenih tehnologija obnovljivih izvora energije u velikoj meri bi se smanjila potrošnja električne energije. Pored toga se ugrađuje i sistem za sakupljanje kišnice i otpadnih voda što bi predstavljalo početni korak i inicijativu u sprovođenju plana definisanog *Generalnim planom regulacije naseljenog mesta Gakovo*⁷³⁴ za izgradnju separatnog sistema za prikupljanje i evakuisanje otpadnih voda u Gakovu. Sakupljena voda iz rezervoara se potom koristi za navodnjavanje proizvodne površine zelenog krova i za ispiranje toaleta.

Struktura zgrade i njenog omotača

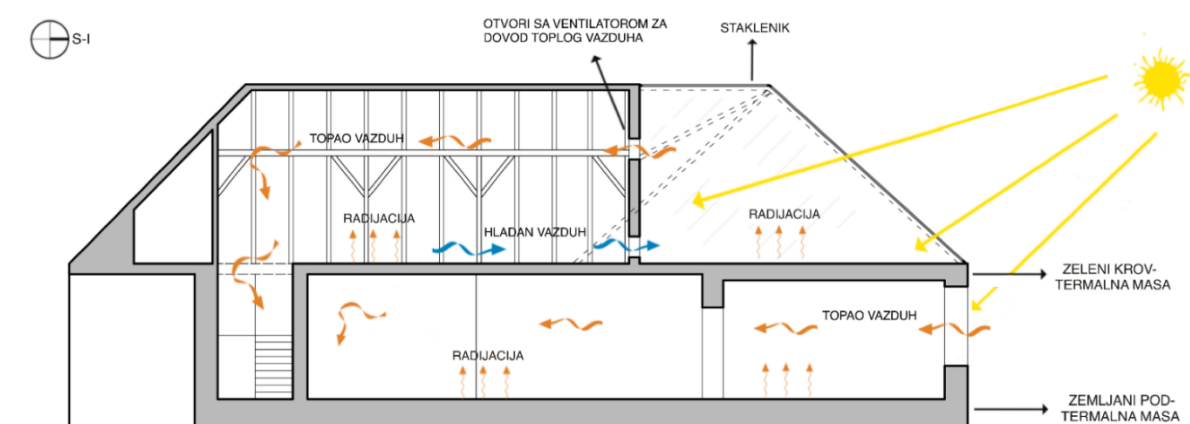
Postojeći masivni konstruktivni sistem predmetne kuće u Gakovu se zamenjuje skeletnim u okviru formiranog studijskog modela OPS. Skeletni sistem je fleksibilniji u pogledu mogućnosti adaptacije unutrašnjih prostorija i objekta u celini novim planiranim funkcionalnim jedinicama. Otvoreni tip plana stambenog dela OPS je formiran upravo zahvaljujući skeletnoj konstituciji građevine. Pored toga se omogućava oblikovanje modularne strukture OPS čime se osigurava mogućnost umnožavanja i reprodukovanja modula, odnosno povećanje kvadrature objekta za buduće potrebe čime se produžava i njegov životni vek. Za izradu stubova, kao novih konstruktivnih elemenata koristi se ista drvena građa koja je korišćena za izradu rogova i drvenih greda.

⁷³³ Izvor ilustracija (rendera): crteži autora Stanišić J.

⁷³⁴ *Plan generalne regulacije naseljenog mesta Gakovo 2008-2028. godine*, Javno preduzeće za prostorno i urbanističko planiranje Urbanizam i zaštitu spomenika kulture, 2008.

U formiranom studijskom modelu OPS zadržava se tradicionalna materijalizacija građevinskih elemenata predmetne kuće u Gakovu sa određenim minimalnim izmenama u strukturi slojeva konstruktivnih sklopova kako bi se poboljšale njihove energetske karakteristike. Opeka starog formata, tzv. „švapska cigla“, koja se u vreme gradnje predmetne kuće proizvodila u staroj gakovačkoj ciglani se zadržava kao osnovni građevinski materijal studijskog modela OPS. Stara podna konstrukcija izrađena od nabijene zemlje se takođe zadržava u OPS, budući da je proračun energetskih karakteristika prilikom valorizacije predmetne kuće pokazao da sklop zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije). Pored formiranog zelenog krova, pod od nabijene zemlje takođe preuzima ulogu termalne mase u okviru primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja. Zemlja predstavlja homogenu termalnu masu koja ima sposobnost termoregulacije okoline. Ona prikuplja i apsorbuje toplotu tokom dana zimi, a potom je noću emituje u unutrašnji prostor kuće, zagrevajući ga. U letnjem periodu zemlja noću apsorbuje hladnoću kojom tokom dana osvežava prostor. Postojeća tradicionalna međuspratna konstrukcija, tzv. „vitlovana“ tavanica, predmetne kuće u Gakovu se takođe zadržava u okviru studijskog modela jer je proračun energetskih performansi pokazao da sklop zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije).

Slika 442 prikazuje podužni presek formiranog studijskog modela OPS na kome je ilustrovan primenjeni kombinovani sistem direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja. Očuvani elementi poda od nabijene zemlje i postojeće vitlovane tavanice u studijskom modelu OPS se, pored zelenog krova, takođe ponašaju kao termalne mase koje apsorbuju toplotu tokom dana, a noću zagrevaju unutrašnji prostor radijacijom. Iz tog razloga se u velikoj meri povećavaju solarni dobici i efikasnost samog sistema, kao jedne od dodatno primenjenih strategija bioklimatske arhitekture. Staklene površine iznad zelenog krova su orijentisane ka severoistoku, jugoistoku i jugozapadu čime se osigurava velika količina sunčevog zračenja u toku celog dana.

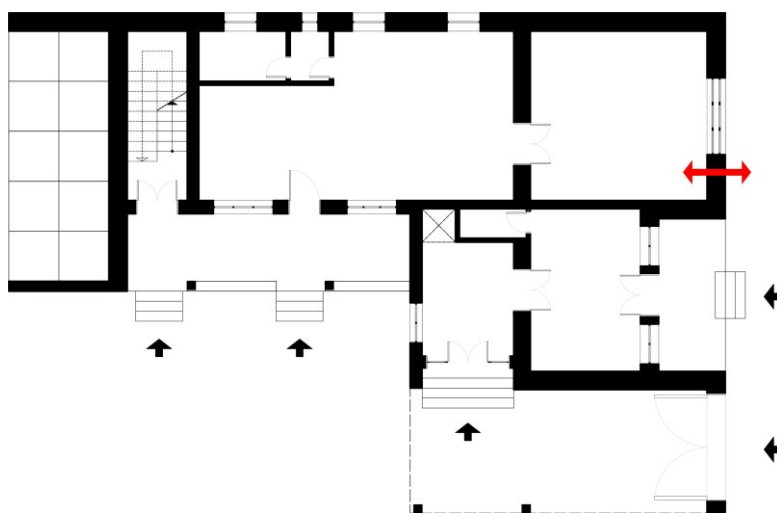


Slika 442: Sistem direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja u studijskom modelu OPS⁷³⁵

⁷³⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

ZIDNI ELEMENTI

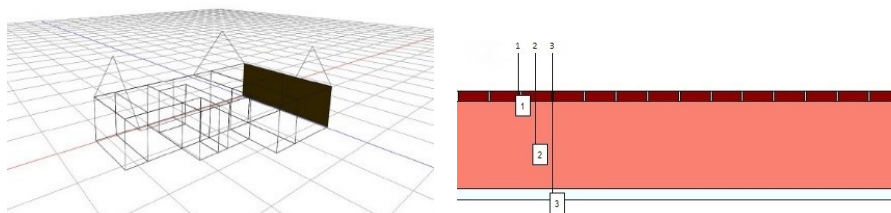
U oblikovanom studijskom modelu OPS zadržava se opeka starog formata postojećih zidnih elemenata predmetne kuće u Gakovu, kao osnovni materijal od kog su građeni. Budući da je proračun energetskih performansi za spoljašnji zid debljine 50 cm, izvršen prilikom valorizacije predmetne kuće (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije), pokazao da sklop ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti, potrebno je izvršiti određene izmene u strukturi slojeva. Iz tog razloga se debljina sloja obloge od blatnog maltera sa plevom povećava sa 3 cm na 5.5 cm sa svake strane, odnosno zid se dodatno premazuje sa još dva sloja, čime se ukupna debljina spoljašnjeg zida povećava na 55 cm. Proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa U [$W/(m^2K)$] za novi spoljašnji zid debljine 55 cm izvršen je pomoću softvera Knaufterm3d. Pozicija predmetnog zida za koji se vrši proračun obeležena je na osnovi prizemlja studijskog modela OPS (slika 443).



Slika 443: Pozicija spoljašnjeg zida studijskog modela OPS za koji se vrši proračun⁷³⁶

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od opeke starog formata $d=55$ cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 50: Relevantni podaci za novi spoljašnji zid od opeke starog formata⁷³⁷



Slika 444: Grafički prikaz pozicije predmetnog zida u 3d modelu OPS i strukture slojeva⁷³⁸

⁷³⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁷³⁷ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁷³⁸ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5.5	Blatni malter sa plevom	212.5	1620.625	0.0696	10
2	44	Opeka puna	1200	920	0.47	5
3	5.5	Blatni malter sa plevom	212.5	1620.625	0.0696	10

Tabela 51: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva novog predmetnog zida⁷³⁹

Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi zid od opeke starog formata:

Osnovni $U = 0.373 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.373 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{\max}$, sklop zadovoljava

Slika 445: Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi predmetni zid pomoću softvera Knaufterm3d⁷⁴⁰

Proračun koeficijenta prolaza toplote je pokazao da povećanje debljine sloja blatnog maltera sa plevom, kao građevinskog materijala kojim su se oblagali stari zidovi od naboja tradicionalnih vojvođanskih kuća, poboljšava termoizolacione karakteristike spoljašnjeg zidnog elementa što doprinosi većoj energetskej efikasnosti objekta u celini.

Rušenjem postojećih spoljašnjih zidova koji su izgrađeni u određenom periodu od opeke poznatog formata kako bi se pregradio i zatvorio trem u kući, ponovo se formira otvoreni deo trema u studijskom modelu OPS. Zid koji je nekada bio pregradni sada postaje spoljašnji i predstavlja deo termičkog omotača objekta. Iz tog razloga je potrebno izvršiti proračun koeficijenta prolaza toplote za novi spoljašnji zid kako bi se utvrdile njegove energetske karakteristike. Postojeći pregradni zidni element je građen od jednog sloga opeke starog formata, premazan je slojem blatnog maltera i ukupne je debljine 35 cm. Budući da u studijskom modelu OPS on postaje spoljašnji zid i deo termičkog omotača, potrebno je poboljšati njegove energetske karakteristike, odnosno termoizolacione sposobnosti. Iz tog razloga se oblaže dodatnim slojem blatnog maltera sa plevom čime se ukupna debljina novog predmetnog zida povećava na 40 cm. Proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$] za novi spoljašnji zid debljine 40 cm izvršen je pomoću softvera Knaufterm3d. Pozicija predmetnog zida za koji se vrši proračun obeležena je na osnovi prizemlja studijskog modela OPS (slika 446).

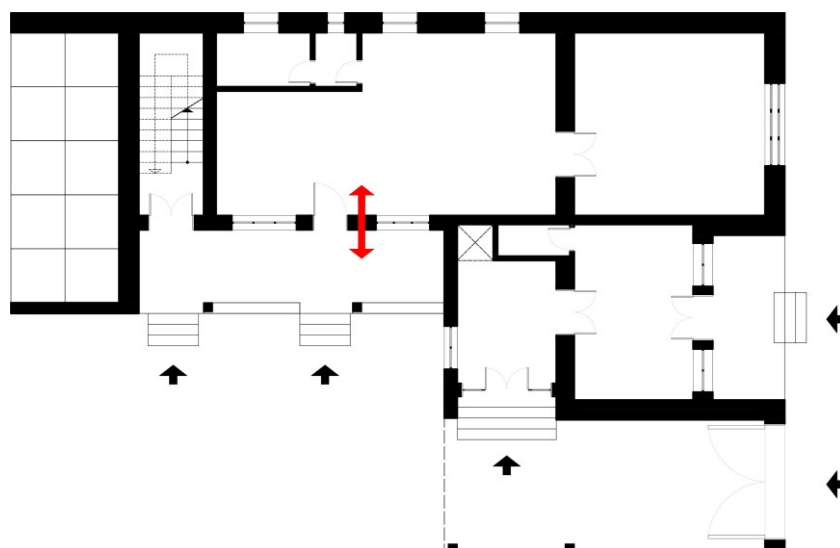
Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Zid od opeke starog formata d=40 cm	Spoljašnji zid, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tabela 52: Relevantni podaci za novi spoljašnji zid od opeke starog formata⁷⁴¹

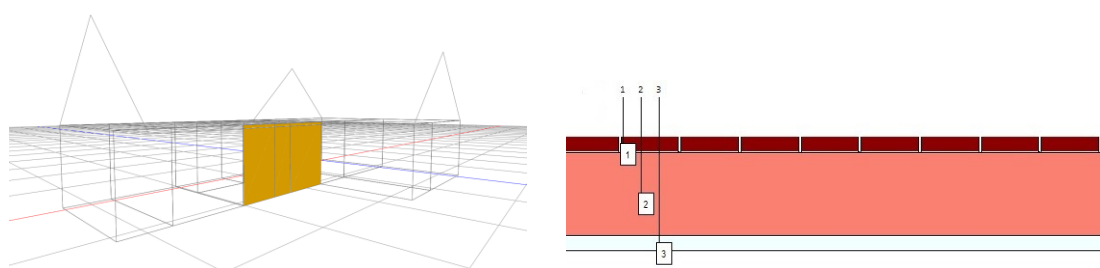
⁷³⁹ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁷⁴⁰ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

⁷⁴¹ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d



Slika 446: Pozicija spoljašnjeg zida studijskog modela OPS za koji se vrši proračun⁷⁴²



Slika 447: Grafički prikaz pozicije predmetnog zida u 3d modelu OPS i strukture slojeva⁷⁴³

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5.5	Blatni malter sa plevom	190.47	1632	0.0628	10
2	29	Opeka puna	1200	920	0.47	5
3	5.5	Blatni malter sa plevom	190.47	1632	0.0628	10

Tabela 53: Dimenzije i toplotne karakteristike slojeva novog predmetnog zida⁷⁴⁴

Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi spoljašnji zid od opeke starog formata:

Osnovni

$$U = 0.394 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0.394 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}, U < U_{\max}, \text{ sklop zadovoljava}$$

Slika 448: Proračun koeficijenta prolaza toplote za novi spoljašnji zid pomoću softvera Knaufterm3d⁷⁴⁵

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$] za novi spoljašnji zid od opeke starog formata, ukupne debljine 40 cm, vidimo da je povećanje debljine sloja

⁷⁴² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

⁷⁴³ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

⁷⁴⁴ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

⁷⁴⁵ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

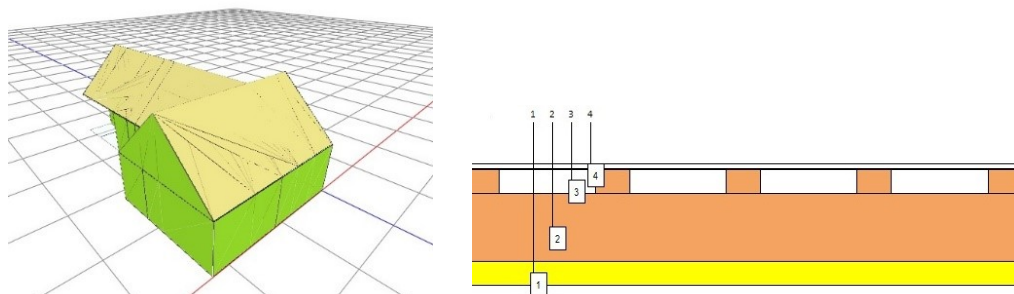
blatnog maltera sa plevom poboljšalo njegove termoizolacione karakteristike i da sklop zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti.

KROV

Krovnna konstrukcija predmetne kuće u Gakovu koja predstavlja klasičnu drvenu konstrukciju stolice, sa drvenim elementima rogova, raspinjačom, tavanjačama i slemenom zadržava se u formiranom studijskom modelu OPS. Krovne ravni strmog nagiba, pod uglom od 45° , doprinose manjim toplotnim gubicima i većim solarnim dobitcima tokom zimskog perioda. Proračun energetske karakteristika za krovnu konstrukciju koji je izvršen prilikom valorizacije predmetne kuće (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije) pokazao je da sklop ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti. U grejanom prostoru tavana studijskog modela OPS smeštena je laboratorija za preradu poljoprivrednih proizvoda usled čega je potrebno poboljšati termoizolacione karakteristike krovnog pokrivača kako bi se sprečili nepotrebni gubici toplote. Iz tog razloga se sa unutrašnje strane krovne konstrukcije postavljaju dodatni izolacioni slojevi kamene i staklene mineralne vune koje se odlikuju velikim kapacitetom apsorbovanja i zadržavanja toplote što im daje prednost u odnosu na druge termoizolacione materijale. Pored toga, ovi materijali sprečavaju prekomerno zagrevanje prostora leti, poboljšavaju kvalitet unutrašnjeg vazduha i predstavljaju adekvatnu zvučnu izolaciju. Krovni pokrivač se zahvaljujući novoj strukturi sklopa ponaša kao termalna masa koja zimi apsorbuje toplotu tokom dana, dok noću zagreva unutrašnji prostor oslobađanjem sakupljene toplote. Proračun koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa U [$W/(m^2K)$] za novi sklop krovne konstrukcije studijskog modela OPS izvršen je pomoću softvera Knaufterm3d.

Oznaka sklopa	Tip konstrukcije	Relevantni parametri
Krovnna konstrukcija d=25 cm	Kosi krov, deo termičkog omotača	$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Tabela 54: Relevantni podaci za proračun novog sklopa krovne konstrukcije studijskog modela OPS⁷⁴⁶



Slika 449: Grafički prikaz pozicije krovne konstrukcije u 3d modelu OPS i nove strukture slojeva⁷⁴⁷

⁷⁴⁶ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J, prema podacima iz softvera Knaufterm3d

⁷⁴⁷ Izvor ilustracija: izrađene u softveru Knaufterm3d od strane autora Stanišić J.

n.	d (cm)	Opis	ρ	c	λ	μ
1	5	Staklena mineralna vuna	60	840	0.032	1
2	14	Bor, smreka (10 cm) + Kamena mineralna vuna (90 cm)	145	965	0.0437	7.9
2	5	Drvene letvice + vazdušni sloj	143.51	1282.5	0.4066	18.88
3	1	Crep	1900	880	0.99	40

Tabela 55: Dimenzije i toplotne karakteristike novih slojeva krovne konstrukcije⁷⁴⁸

Proračun koeficijenta prolaza toplote za novu krovnu konstrukciju:

Osnovni $U = 0.198 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.198 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U < U_{\max}$, sklop zadovoljava

Slika 450: Proračun koeficijenta prolaza toplote za novu krovnu konstrukciju pomoću softvera Knaufterm3d⁷⁴⁹

Na osnovu izvršenog proračuna koeficijenta prolaza toplote U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$] za novu krovnu konstrukciju studijskog modela OPS dobija se konačna vrednost $U = 0.198 \text{ W/m}^2\text{K}$, što je manje od maksimalne dozvoljene vrednosti za sklopove krova, definisane Pravnikom o EE zgrada RS, koja iznosi $U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Iz toga zaključujemo da se postavljanjem dodatnih izolacionih slojeva staklene i kamene mineralne vune poboljšavaju termoizolacione karakteristike krova a samim tim povećava i energetska efikasnost objekta u celini.

Zadržavanjem tradicionalnog oblika dvovodnog krova predmetne kuće u Gakovu na studijskom modelu OPS omogućeno je postavljanje fotonaponskog krovnog crepa umesto velikih solarnih panela, koji objekat snabdeva potrebnom solarnom energijom iz obnovljivog izvora. Ovakav, tzv. „solarni“ krov čine fotonaponske ćelije ugrađene u crepove koji imaju oblik i boju klasičnog tradicionalnog krovnog pokrivača i neprimetno se uklapaju čime formirani model OPS i u ovom segmentu ostaje u skladu sa okruženjem. Osim toga, solarni crepovi pružaju bolju izolaciju i trajaju duže od klasičnih.

FENESTRACIJA

Prozorski otvori predstavljaju značajan deo termičkog omotača kuće i mesta najveće razmene toplote sa okolinom. Budući da su prilikom formiranja i oblikovanja studijskog modela OPS sprovedene funkcionalne i dimenzionalne modifikacije prostorija predmetne kuće u Gakovu, potrebno je izvršiti određene korekcije celokupne fenestracije. Proračun koeficijenta prolaza toplote U_w , koji je određen za prozorske otvore prilikom valorizacije predmetne kuće (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije), pokazao je da vrsta stakla ne zadovoljava savremene zahteve energetske efikasnosti transparentnih površina termičkog omotača zgrade. U svrhu poboljšanja toplotnih karakteristika celokupnog termičkog omotača u studijskom modelu OPS planirana je zamena staklenih površina na postojećim i novo formiranim prozorima. Obzirom da je objekat na susednoj parceli pozicioniran tako da se samo delimično oslanja na

⁷⁴⁸ Izvor tabelarnog prikaza: Proračun u softveru Knaufterm3d

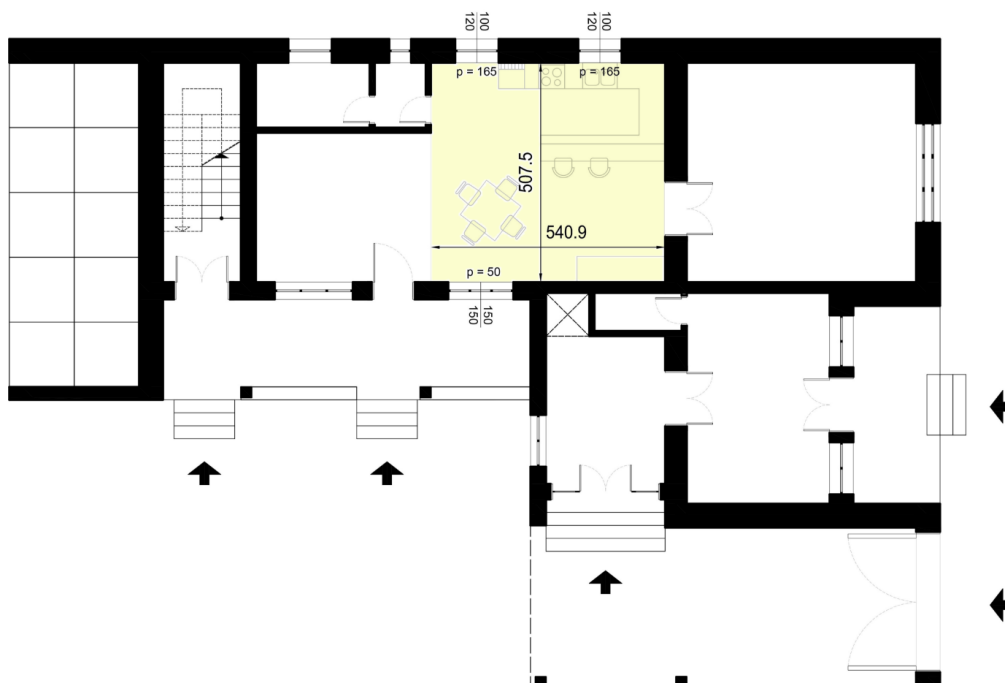
⁷⁴⁹ Izvor proračuna: Softver Knaufterm3d

severozapadnu fasadu predmetne kuće, osim postojećih, pruža se mogućnost integracije dodatnih prozora manjih dimenzija, „hvatača vetra“, na većoj visini sa ciljem ostvarivanja prirodne poprečne ventilacije stambenih prostorija. Visoki parapeti i relativno male dimenzije ovih prozora obezbeđuju potrebnu privatnost. Nekadašnja glavna dnevna soba kojoj je u studijskom modelu OPS dodeljena funkcija spavaće sobe ostaje istih dimenzija i površine prozora, budući da je proračun prilikom valorizacije (poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije) pokazao da prozori obuhvataju 16,17 % površine poda, što se nalazi u okviru granica koje su određene standardom da veličina prozora treba da obuhvati 10 do 20% poda.

Prostorije prizemlja

KUHINJA I TRPEZARIJA

Kuhinja i trpezarija, zajedno sa dnevnom sobom čine jednu prostoriju u okviru otvorenog tipa plana stambenog dela OPS. Otvoreni tip plana i postojeći visoki prozori na severozapadnoj fasadi omogućavaju ostvarenje prirodne poprečne ventilacije. Iz tog razloga je na suprotnom, novom spoljašnjem, jugoistočnom zidu trpezarije formiran novi prozor svetlarnik dimenzija 150 cm x 150 cm, na niskom parapetu visine 50 cm. Otvaranjem pojedinačnih okvira svetlarnika omogućeno je regulisanje ventilisanja prostora po potrebi. Na slici 451 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama postojećih i novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda zajedničke prostorije kuhinje i trpezarije.



Slika 451: Pozicija i veličina prozora kuhinje i trpezarije studijskog modela OPS⁷⁵⁰

⁷⁵⁰ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun površina prozora:

Pp (površina poda prostorije) = 5.409 m x 5.075 m = 27.45 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora kuhinje i trpezarije treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 27.45 m² = 15/100 x 27.45 m² = 4.12 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 4.12 m².

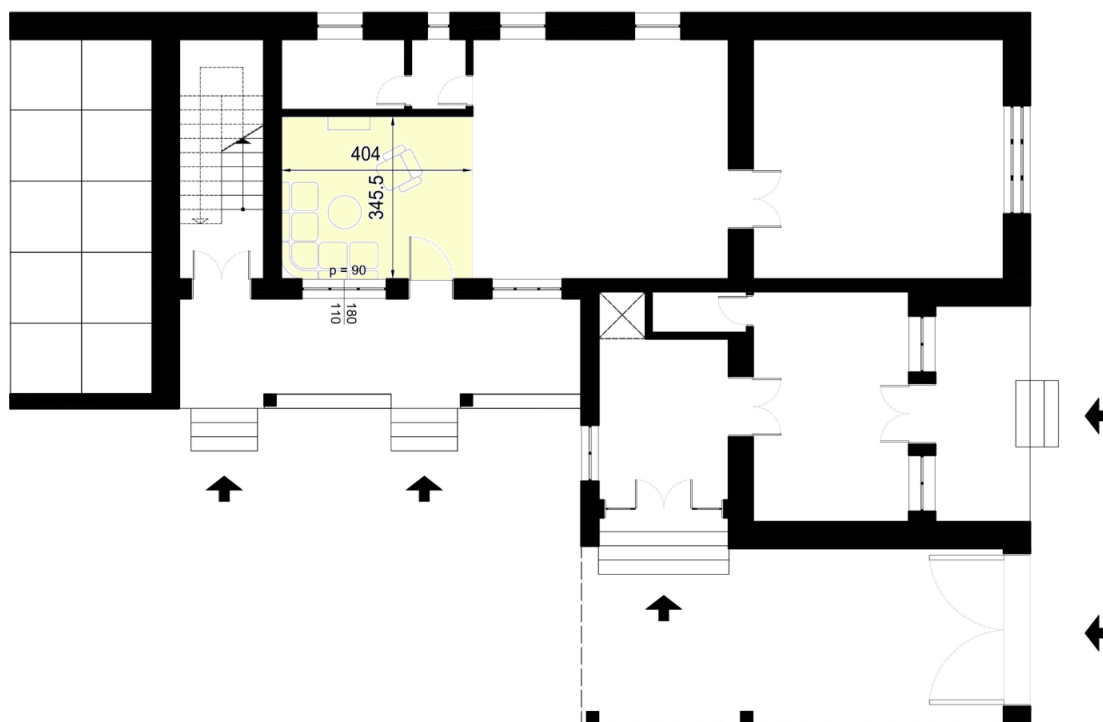
Budući da površina postojećih prozora iznosi 2.4 m², novo formirani prozori treba da imaju ukupnu površinu 1.72 m².

Iz tog razloga se dodaje novi prozor-svetlarnik na jugoistočnoj fasadi na niskom parapetu visine 50 cm, dimenzija 1.5 m x 1.5 m = 2.25 m². Svetlarnik omogućava bolje osvetljenje i više pasivnih solarnih dobitaka iz jugoistočnog pravca.

Ukupna površina prozora sada iznosi 2.4 m² + 2.25 m² = 4.65 m².

DNEVNA SOBA

Na slici 452 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije dnevne sobe.



Slika 452: Pozicija i veličina prozora dnevne sobe studijskog modela OPS⁷⁵¹

⁷⁵¹ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 4.04 m x 3.455 m = 13.96 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora dnevne sobe treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

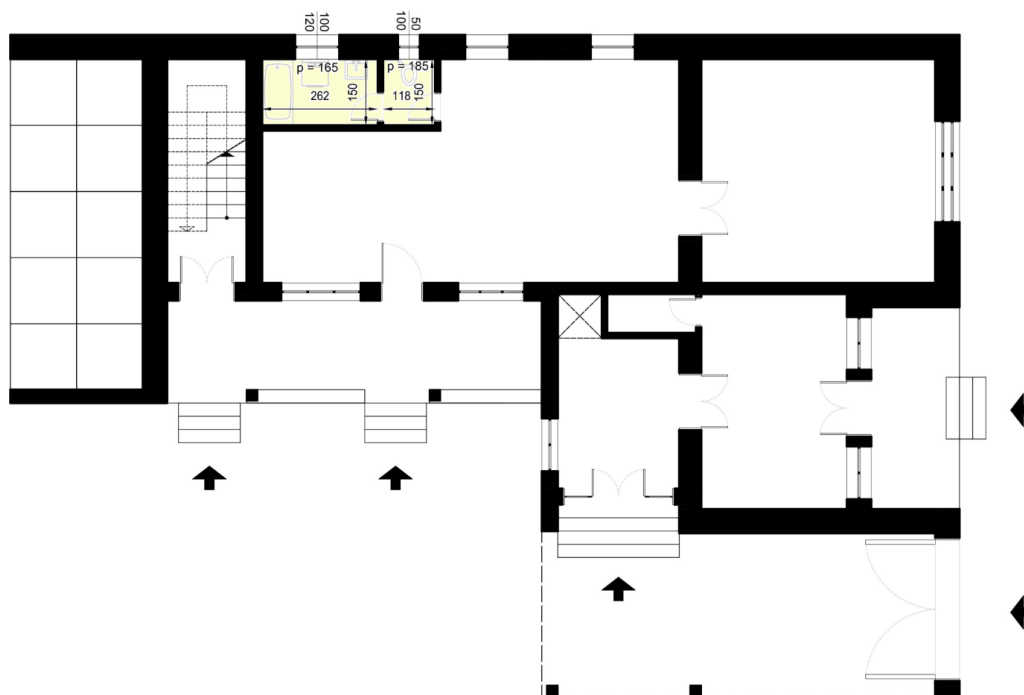
15% od 13.96 m² = 15/100 x 13.96 m² = 2 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 2 m².

Na jugoistočnoj fasadi dnevne sobe formira se novi trokrilni prozor na parapetu visine 90 cm, dimenzija 1.8 m x 1.1 m = 1.98 m², što je približno 2 m².

KUPATILO

Kupatilo koje je formirano u okviru stambenog dela prizemlja studijskog modela OPS podeljeno je na dva dela (slika 453). Na slici 453 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama postojećih i novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije kupatila.



Slika 453: Pozicija i veličina prozora kupatila studijskog modela OPS⁷⁵²

TOALET

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 1.5 m x 1.18 m = 1.77 m²;

⁷⁵² Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Računanjem da ukupna površina prozora toaleta treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

$$15\% \text{ od } 1.77 \text{ m}^2 = 15/100 \times 1.77 \text{ m}^2 = 0.265 \text{ m}^2.$$

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 0.265 m².

U prostoriji toaleta postavlja se novi prozor na visokom parapetu 185 cm, dimenzija 1 m x 0.5 m = 0.5 m².

KUPATILO

Proračun površina prozora:

$$P_p \text{ (površina poda prostorije)} = 1.5 \text{ m} \times 2.62 \text{ m} = 3.93 \text{ m}^2;$$

Računanjem da ukupna površina prozora kupatila treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

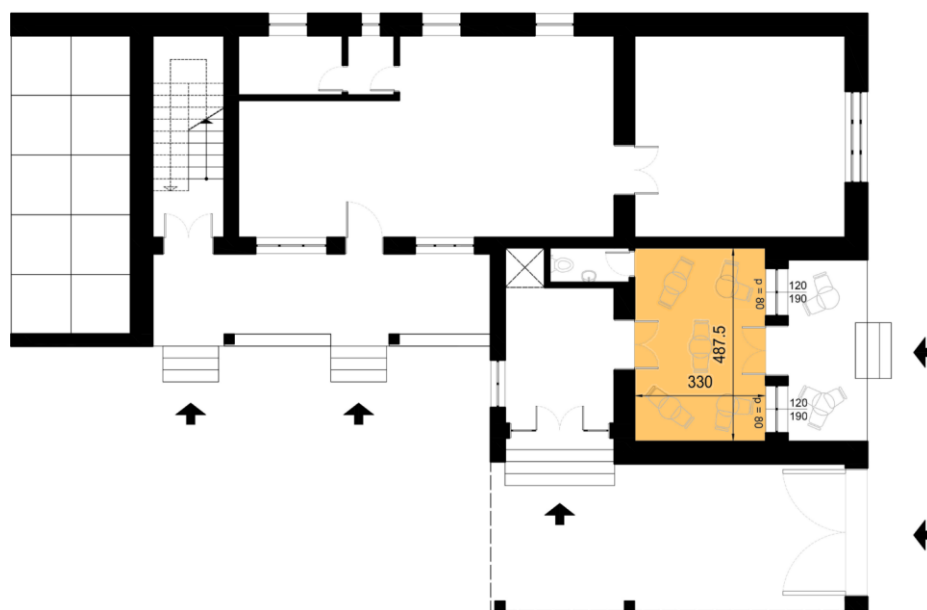
$$15\% \text{ od } 3.93 \text{ m}^2 = 15/100 \times 3.93 \text{ m}^2 = 0.59 \text{ m}^2.$$

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 0.59 m².

U prostoru kupatila zadržava se postojeći prozor na visokom parapetu visine 165 cm, dimenzija 1 m x 1.2 m = 1.2 m².

RESTORAN

Na slici 454 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije restorana.



Slika 454: Pozicija i veličina prozora restorana studijskog modela OPS⁷⁵³

⁷⁵³ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 3.3 m x 4.875 m = 16.08 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora restorana treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

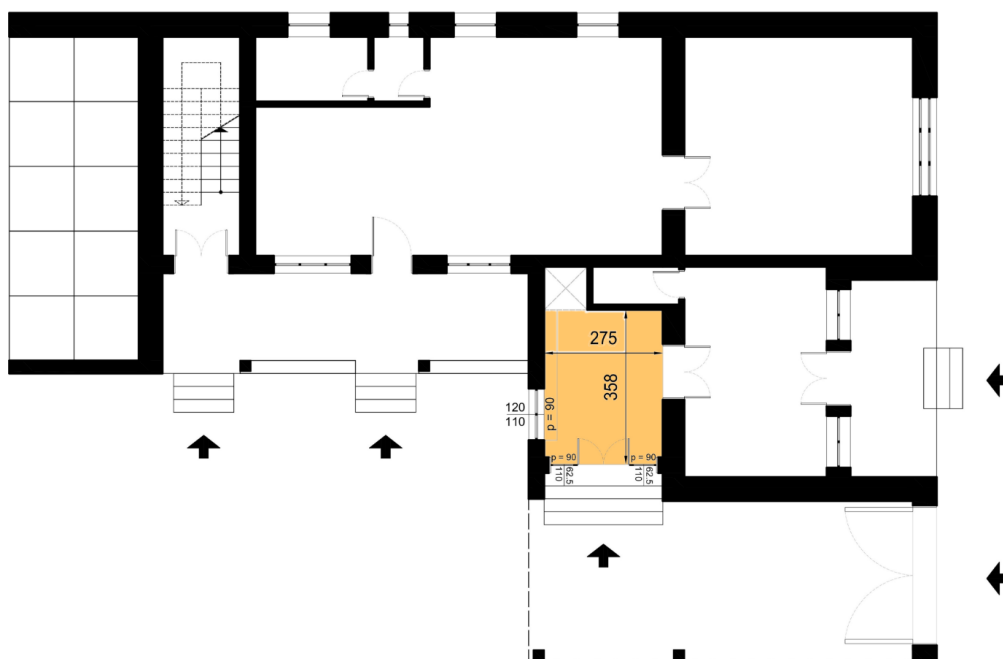
15% od 16.08 m² = 15/100 x 16.08 m² = 2.4 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 2.4 m².

U unutrašnjem delu prostorije restorana, na severoistočnoj fasadi formiraju se dva nova dvokrilna prozorska otvora, na parapetima visine 80 cm, dimenzija 1.2 m x 1.9 m = 2 x 1.2 m x 1.9 m = 4.56 m².

HODNIK

Na slici 455 je prikazana osnova prizemlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama postojećih i novih prozorskih otvora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije hodnika, odnosno ulaznog dela restorana.



Slika 455: Pozicija i veličina prozora hodnika studijskog modela OPS⁷⁵⁴

Proračun površina prozora:

P_p (površina poda prostorije) = 3.58 m x 2.75 m = 9.85 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora hodnika treba da obuhvati 15% površine poda dobija se sledeći rezultat:

15% od 9.85 m² = 15/100 x 9.85 m² = 1.48 m².

Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 1.48 m².

⁷⁵⁴ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

U prostoriji hodnika se zadržavaju dva postojeća prozorska otvora u okviru ulaznih vrata, dimenzija 0.625 m x 1.1 m. Površina postojećih prozora iznosi $2 \times 0.625 \text{ m} \times 1.1 \text{ m} = 1.375 \text{ m}^2$.

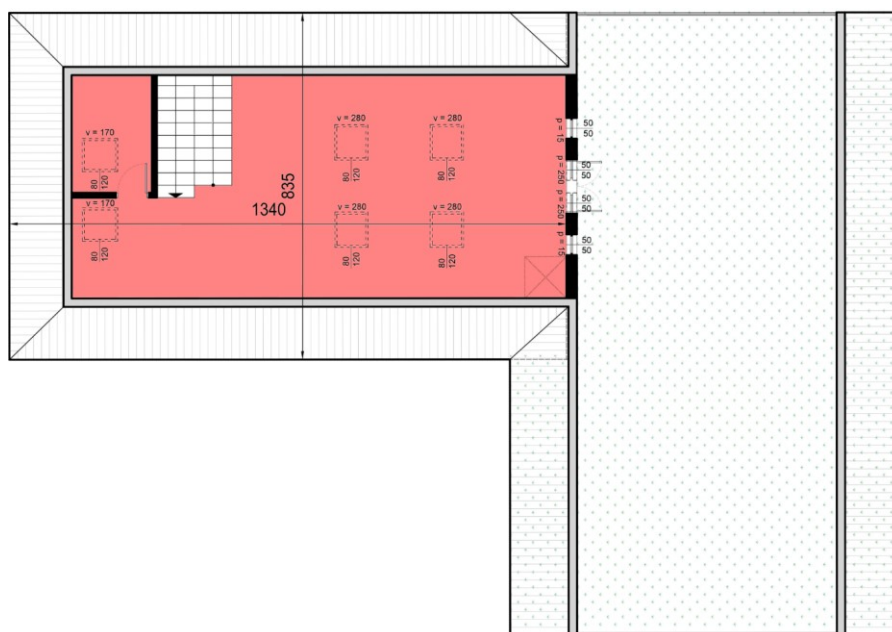
Na jugozapadnoj fasadi prostorije hodnika formira se novi prozor na parapetu visine 90 cm, dimenzija 1.2 m x 1.1 m = 1.32 m².

Ukupna površina prozora prostorije hodnika sada iznosi $1.375 \text{ m}^2 + 1.32 \text{ m}^2 = \underline{2.695 \text{ m}^2}$.

Prostorije potkrovlja

LABORATORIJA

Prostor potkrovlja predmetne kuće u Gakovu zauzimaju prostorije laboratorije za preradu poljoprivrednih proizvoda u okviru studijskog modela OPS. Radi bolje osvetljenosti, više pasivnih solarnih dobitaka toplote i mogućnosti ostvarivanja prirodne poprečne ventilacije prostora, formiraju se krovni prozori na visini iznad konstrukcije krovne stolice, na obe suprotne krovne ravni (slika 456). Na ovaj način krovni prozori su postavljeni tačno pod pravim uglom u odnosu na pravac kretanja dominantnih vetrova Košave i Severca što doprinosi adekvatnoj unakrsnoj ventilaciji. Osim krovnih prozora, na severoistočnoj fasadi u potkrovlju se postavljaju i prozori malih dimenzija na niskim i visokim parapetima, kao elementi primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja. Na slici 456 je prikazana osnova potkrovlja studijskog modela OPS sa označenim dimenzijama novih prozora, potrebnih za proračun njihove ukupne površine u odnosu na površinu poda prostorije laboratorije. Korisna površina potkrovlja računa se množenjem ukupne površine poda sa koeficijentom 0.6.



Slika 456: Pozicija i veličina krovnih prozora laboratorije studijskog modela OPS⁷⁵⁵

⁷⁵⁵ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

Proračun površina prozora:

Pp (površina poda prostorije) = 13.4 m x 8.35 m x 0.6 = 67.134 m²;

Računanjem da ukupna površina prozora laboratorije u potkrovlju treba da obuhvati minimalnih 10% površine poda dobija se sledeći rezultat:

10% od 67.134 m² = 10/100 x 67.134 m² = 6.7 m².

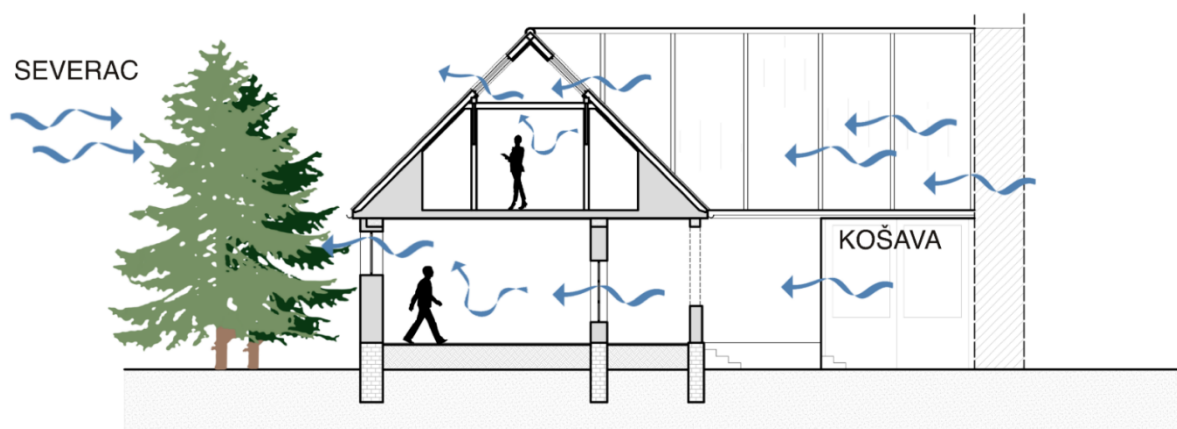
Ukupna površina prozora prostorije treba da bude 6.7 m².

U sklopu primenjenog sistema pasivnog solarnog grejanja, na severoistočnoj fasadi, koja deli prostor staklenika i laboratorije, postavlja se četiri nova prozorska otvora, dimenzija 50 cm x 50 cm, na parapetima visine 15 cm i 250 cm. Ovi visoki i niski prozori omogućavaju dovod toplog vazduha iz staklenika u unutrašnjost laboratorije i odvod hladnog vazduha u suprotnom pravcu, čime se u velikoj meri povećava efikasnost primenjenog sistema. Ukupna površina prozora severoistočne fasade iznosi 4 x 0.5 m x 0.5 m = 1 m².

U laboratoriji je planirano postavljanje 6 novih krovnih prozora, dimenzija 0.8 m x 1.2 m. Ukupna površina krovnih prozora iznosi 6 x 0.8 m x 1.2 m = 5.76 m².

Ukupna površina novih prozorskih otvora prostorije laboratorije u potkrovlju sada iznosi 1 m² + 5.76 m² = 6.76 m².

Formiranim sistemom fenestracije zajedno sa planiranim novim pejzažnim uređenjem u studijskom modelu OPS ostvarena je prirodna poprečna ventilacija prostorija prizemlja i potkrovlja. Prirodna unakrsna ventilacija smanjuje potrebu za veštačkim hlađenjem u letnjem periodu čime se znatno smanjuju troškovi energije (slika 457).



Slika 457: Ostvarena poprečna ventilacija prostorija u studijskom modelu OPS kombinacijom pejzažnog uređenja i fenestracije⁷⁵⁶

Tabela 56 prikazuje energetske osobine novoformiranih sklopova konstruktivnih elemenata omotača studijskog modela OPS. Dobijene vrednosti koeficijenta prolaza toplote U [W/m²K], na osnovu izvršenog proračuna pomoću softvera Knaufterm3d, pokazuju vidno poboljšanje

⁷⁵⁶ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

toplotnih karakteristika celokupnog omotača u odnosu na analiziranu i valorizovanu predmetnu kuću u Gakovu (Tabela 38, poglavlje 9.2.3. doktorske disertacije).

Tabela 56: Karakteristike sklopova termičkog omotača studijskog modela OPS

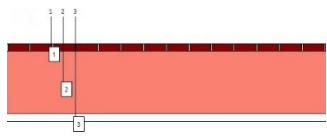
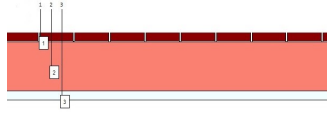
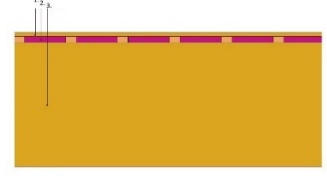
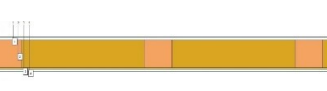
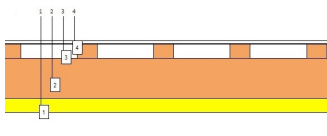
Br.	Sklop	d (cm)	Struktura slojeva	U _{max} [W/m ² K]	U [W/m ² K]	
1.	Spoljni zid	55	1. Blatni malter 5.5 cm 2. Opeka starog formata 44 cm 3. Blatni malter 5.5 cm		0.4	0.373
2.	Spoljni zid	40	1. Blatni malter 5.5 cm 2. Opeka starog formata 29 cm 3. Blatni malter 5.5 cm		0.4	0.394
3.	Pod na tlu	65	1. Daske za pod 2 cm 2. Podkonstrukcija 3 cm 3. Nabijena zemlja 60 cm		0.4	0.296
4.	Međuspratna konstrukcija	25	1. Blatni malter 2 cm 2. Vitlovana tavanica 20 cm 3. Ploče od trske 1 cm 4. Blatni malter 2 cm		0.9	0.651
5.	Krovna konstrukcija	25	1. Staklena mineralna vuna 5 cm 2. Bor, smreka (10 cm) + Kamena mineralna vuna (90 cm) 14 cm 3. Drvene letvice + vazdušni sloj 5 cm 4. Biber crep 1 cm		0.2	0.198

Tabela 56: Karakteristike sklopova termičkog omotača studijskog modela OPS⁷⁵⁷

⁷⁵⁷ Izvor tabelarnog prikaza: autor Stanišić J., prema podacima iz softvera Knaufterm3d

Izvršena studija transformacije konkretnih primera valorizovanih kuća u studijski model OPS potvrđuje i dokazuje mogućnost očuvanja bioklimatske arhitekture tradicionalnih vojvođanskih kuća u savremenoj arhitekturi, kao inicijalnog koraka u planiranju novih objekata koji će poštovati tradiciju i identitet i u potpunosti biti u skladu sa postojećim okruženjem. Korišćenjem potencijala vojvođanske teritorije za upotrebu tehnologija obnovljivih izvora energije, kao i primenu savremenih bioklimatskih strategija, ostvaruje se poboljšanje energetske efikasnosti pojedinačnih objekata kao i celokupne ruralne zajednice.

12. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I ZAKLJUČCI

Istraživanje koje je sprovedeno u okviru disertacije predstavlja interdisciplinarni pristup složenoj temi i problemu depopulacije seoskih područja i stagnacije u razvoju tradicionalne vojvođanske ruralne arhitekture. Identifikacijom bioklimatskih elemenata tradicionalnih seoskih kuća u Vojvodini, u kojima se ogleda i prepoznatljivi identitet celokupnog regiona, definisan je njihov značaj i vrednost, te istraživanje ima nameru da podigne svest o nužnosti njihovog očuvanja, obnove, kao i primene u savremenoj praksi. Metodom modelovanja formiran je studijski model Objekta poljoprivrednog sistema (OPS) čije oblikovanje ima za cilj prezentovanje i sagledavanje racionalne mogućnosti negovanja i ponovne upotrebe bioklimatskih karakteristika tradicionalnog ruralnog graditeljskog nasleđa Vojvodine u savremenom održivom kontekstu lokalnih ruralnih zajednica i prirodnog okruženja.

12.1. OSNOVNI REZULTATI I ZAKLJUČCI ISTRAŽIVANJA

Teorijski segment disertacije, koji obuhvata definisanje problema i predmeta istraživanja, pruža uvid u razvojni proces tradicionalnih vojvođanskih kuća, kao i razloge i uzroke njihove degradacije i stagnacije, kao logične i direktne posledice aktuelnih procesa urbanizacije i depopulacije ruralnih područja. Jedan od značajnih rezultata istraživanja teorijskog dela disertacije predstavlja sistematizacija i identifikacija svih postojećih tipologija tradicionalnih vojvođanskih seoskih kuća na jednom mestu. Na osnovu detaljne analize dostupne građe i literature, kao i terenskog istraživanja i sagledavanja, identifikovano je ukupno 6 različitih tipologija ruralne stambene arhitekture u Vojvodini:

1. Tipologija kuća na osnovu načina gradnje i primenjenih materijala;
2. Tipologija kuća na osnovu oblika osnove i prostornog rasporeda;
3. Tipologija kuća na osnovu odnosa kuće i okućnice;
4. Tipologija kuća na osnovu odnosa kuće prema ulici;
5. Tipologija kuća na osnovu nacionalnosti vlasnika kuće;
6. Tipologija kuća na osnovu načina privređivanja vlasnika.

Sve navedene tipologije su prikazane i obrazložene tekstualno i grafički, potkrepljene šematskim ilustracijama, koje je priredio autor. Sistematizacija postojećih tipologija predstavlja ključan segment istraživanja, kao instrument za odabir adekvatne tipologije za ispitivanje i valorizaciju bioklimatskih elemenata pojedinačnih tipova tradicionalnih vojvođanskih kuća.

U delu istraživanja, koje se bavi obrazloženjem i tumačenjem pojmova i značenja energetske efikasne i bioklimatske arhitekture i njihove međusobne koleracije, definisani su urbanistički i arhitektonski parametri bioklimatskog oblikovanja, odnosno energetske kriterijumi pasivnog standarda, na osnovu kojih je sprovedena analiza i valorizacija pažljivo odabranih konkretnih primera tradicionalnih vojvođanskih kuća. Analizom sadržaja građe zakonskih okvira identifikovane su odredbe i propisi koji se odnose na aktuelne savremene zahteve stepena postizanja energetske efikasnosti u graditeljstvu i stambenoj arhitekturi, kako bi formirana strategija disertacije efikasno odgovorila i uskladila se sa postojećim uslovima i predikcijama za budućnost.

Prikazana i obrazložena studija slučaja precizno odabranih primera projekata iz savremene prakse ukazuje na značaj i zastupljenost primene principa ruralne tradicionalne arhitekture različitih civilizacija na moderni bioklimatski dizajn i ima važnu ulogu u definisanju i oblikovanju studijskog modela OPS u okviru disertacije.

Nakon rezimiranja dosadašnjih istraživanja i saznanja o bioklimatici tradicionalne vojvođanske arhitekture, sprovedena je detaljna i opsežna valorizacija urbanističkih i arhitektonskih parametara bioklimatskog planiranja i oblikovanja tri konkretna primera tradicionalnih vojvođanskih kuća. Pažljivom selekcijom odabrani su tipični, reprezentativni primeri jedne od postojećih, prethodno identifikovanih, tipologija vojvođanske arhitekture, tipologije čiji se tipovi razlikuju po međusobnom odnosu kuće i okućnice.

Na osnovu sprovedene valorizacije, utvrđeno je da su ruralne tradicionalne vojvođanske kuće u velikoj meri usklađene sa svojim prirodnim okruženjem i da sadrže značajne komponente i elemente bioklimatskog oblikovanja i pasivnog solarnog dizajna, čime je osnovna postavljena hipoteza disertacije potvrđena. Rezultati ispitivanja i valorizacije pojedinačnih primera tradicionalnih vojvođanskih kuća pokazuju da su u većoj meri u skladu sa bioklimatskom arhitekturom sledeći urbanistički i arhitektonski parametri:

1. **Konfiguracija terena** ravničarske nizije Vojvodine, koja omogućava adekvatnu orijentaciju kuća u odnosu na sunce i strane sveta, bez stvaranja zaklona;
2. **Klimatski aspekti** zastupljene umereno-kontinentalne klime, koja predstavlja potencijal za oblikovanje bioklimatske arhitekture;
3. **Kompaktna i homogena ortogonalna morfološka struktura** austrougarskog planiranja prostora seoskih naselja, koja obezbeđuje povoljnu orijentaciju i odnose između objekata;
4. **Organizacija kućišta** sa nizanem sadržajnih jedinica po dubini prostranih parcela, koja poboljšava mogućnost pasivnih solarnih zahvata;
5. **Povoljna orijentacija** kuća u odnosu na strane sveta i adekvatan položaj u odnosu na sunce i dominantne vetrove;
6. **Odnosi sa susednim objektima**, koji su pozicionirani na adekvatnom rastojanju, obezbeđujući neometanu insolaciju i velike količine pasivnih solarnih dobitaka toplote;
7. **Forma objekta** sva tri analizirana primera se odlikuje velikom kompaktnosti, koja doprinosi većoj energetskej efikasnosti kuće u celini, što je utvrđeno matematičkim proračunom faktora oblika f_o ,

dok parametri:

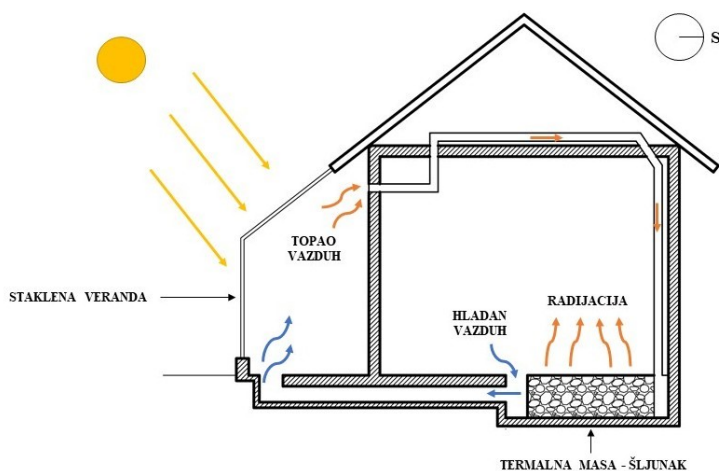
1. **Vegetacija-pejzažna arhitektura**;
2. **Funkcionalna organizacija prostora**;
3. **Infrastruktura** i
4. **Struktura zgrade i njenog omotača**

pokazuju delimičnu usklađenost i podudarnost sa bioklimatskim aspektima.

Postojeće ulično listopadno zelenilo ruralnih područja Vojvodine u velikoj meri doprinosi poboljšanju bioklimatske arhitekture tradicionalnih vojvođanskih kuća, obezbeđujući zaštitu od buke i pregrejavanja unutrašnjih prostorija u toku letnjih meseci, dok zimi, kada ovo drveće gubi svoju krošnju, sunčevi zraci nesmetano prolaze do objekata, povećavajući pasivne solarne dobitke. **Vegetacija i pejzažno uređenje** se razlikuje u okviru pojedinačnih parcela, te iz tog

razloga neke kuće nemaju formirano adekvatno zelenilo, kao element bioklimatske arhitekture, koji ima funkciju regulisanja svetlosnog, toplotnog, izolacionog i efekta vetro barijere.

Funkcionalna organizacija prostora svih tipova tradicionalnih vojvođanskih kuća se odlikuje zatvorenim tipom plana sa adekvatno formiranim toplotnim zoniranjem prostora, što predstavlja jednu od pasivnih tehnika bioklimatskog oblikovanja, koja ima ulogu sprečavanja nepotrebne razmene toplote grejanih prostorija sa okolinom, odnosno redukcije toplotnih gubitaka. Sa druge strane, istraživanje je pokazalo da većina vojvođanskih seoskih kuća nema ostvarenu prirodnu unakrsnu ventilaciju unutrašnjih prostorija, budući da je podužna fasada, koja je pozicionirana na granici sa susednom parcelom, po pravilu uvek slepa, bez prozorskih otvora, radi zaštite privatnosti stanara. Određeni tipovi prostorija, koje su se tradicionalno gradile kao obavezni delovi funkcionalne organizacije prostora vojvođanskih kuća, u okviru istraživanja pokazuju značajan doprinos poboljšanju bioklimatske arhitekture. Negrejani prostori tavana i komore preuzimaju ulogu tampon zona, koje redukuju nepotrebnu razmenu toplote sa okolinom, odnosno sprečavaju neželjene toplotne gubitke. Trem, kao tradicionalni element vojvođanske seoske kuće, u istraživanju pokazuje multifunkcionalni karakter bioklimatskog oblikovanja. U zavisnosti od pozicije i orijentacije, može imati ulogu u sprečavanju pregrevavanja prostorija leti, ublažiti efekat vetra na toplotne gubitke zimi, doprineti ostvarenju poprečne ventilacije prostorija, dok zastakljeni trem preuzima ulogu elementa tehnike pasivnog solarnog grejanja, sistema staklene verande (slika 458).



Slika 458: Prikaz moguće uloge trema tradicionalne vojvođanske kuće u sistemu staklene verande, tehnike pasivnog solarnog grejanja⁷⁵⁸

Struktura zgrade i njenog omotača je složen arhitektonski parametar bioklimatskog oblikovanja koji je u okviru disertacije sistematski analiziran kod pojedinačnih primera tradicionalnih vojvođanskih kuća. Prilikom odabira uzoraka naročito se vodilo računa da istraživanje obuhvati sve tipove postojeće tradicionalne materijalizacije konstruktivnih elemenata, kako bi se kao rezultat ispitivanja dobio sveobuhvatni uvid u njihove pozitivne i negativne energetske karakteristike. Nakon izvršenih proračuna koeficijenta prolaza toplote, U [W/m^2K], u softveru Knaufterm3d, i sprovedene analize energetskih performansi svih konstruktivnih sklopova, utvrđeno je da određeni elementi tradicionalne vojvođanske kuće,

⁷⁵⁸ Izvor ilustracije: crtež autora Stanišić J.

sačinjeni od tradicionalne materijalizacije naboja, čerpića, blatnog maltera i trske, u većoj meri zadovoljavaju savremene zahteve energetske efikasnosti, definisane Pravilnikom o EE zgrada RS⁷⁵⁹. Konstruktivni sklopovi izrađeni od opeke starog i novog formata, cementnog maltera, kao i vrsta stakla na prozorskim otvorima pokazali su se kao neadekvatni, odnosno ne zadovoljavaju savremene zahteve energetske efikasnosti. Važno je napomenuti da pozitivne karakteristike tradicionalnih vojvođanskih građevinskih materijala, naboja, čerpića i blatnog maltera, zavise i od njihovog sastava, vrste zemlje koja se koristi, procenta primesa koje se dodaju prilikom izrade materijala, kao i od tipa konstruktivnog elementa kuće u čijem se sastavu upotrebljavaju. Ispitivanje pokazuje da tradicionalna materijalizacija strukture konstruktivnog omotača vojvođanskih kuća, koja podrazumeva upotrebu lako dostupnih održivih materijala iz neposrednog okruženja, ima brojne pozitivne energetske karakteristike i u velikoj meri doprinosi poboljšanju bioklimatskih aspekata, te je iz tog razloga preporučljiva njihova primena i u savremenoj arhitekturi.

Rezultati ispitivanja i valorizacije ukazuju na značajno prisustvo bioklimatskih elemenata u oblikovanju tradicionalnih vojvođanskih kuća, ali i velike potencijale za njihovo poboljšanje i unapređenje, odnosno primenu dodatnih strategija pasivnog solarnog dizajna i bioklimatske arhitekture. Pored toga, utvrđeno je da ruralna područja Vojvodine poseduju do sada neiskorišćene potencijale prirodnih resursa i obnovljivih izvora energije koji mogu imati značajnu ulogu i primenu u adekvatnom održivom arhitektonskom i urbanističkom planiranju i projektovanju, čime je potvrđena druga hipoteza disertacije.

Posredstvom formiranog studijskog modela Objekta poljoprivrednog sistema (OPS), prikazana je mogućnost primene bioklimatskih principa izgradnje tradicionalnih vojvođanskih kuća u ruralnoj arhitekturi budućih savremenih rešenja. Studijski model OPS, kao jedinstvena i opšta strategija koja bi omogućila oživljavanje ruralnih zajednica, vrednovanjem, podsticanjem i očuvanjem tradicionalnog arhitektonskog nasleđa u Vojvodini, predstavlja priliku za sprečavanje daljih migracija sa sela, obezbeđujući uslove za život i rad u održivoj zajednici, očuvanjem poljoprivrede unutar ruralnih granica. OPS takođe stvara nova radna mesta za ruralno stanovništvo u okviru „programa poljoprivredne zajednice“, kao i mogućnosti obrazovanja za mlade ljude u selima kako ne bi odlazili u gradove. Selo se na neki način "urbanizuje" i približava gradskom načinu života. OPS nudi pomirenje između tradicionalnog i modernog i uspostavlja sinergiju i harmoniju sela i grada. Oživljavanje ruralne tradicije i ponovno korišćenje bioklimatske arhitekture tradicionalnih vojvođanskih kuća u savremenom modelu OPS može sprečiti devastaciju i nestanak lokalnih seoskih zajednica i sačuvati ih u novom obliku koji je istovremeno u skladu sa lokalnim okruženjem i uslovima savremenog društva. Adekvatna upotreba tehnologija obnovljivih izvora energije na ovim objektima pružila bi priliku ostvarivanja potpuno energetske nezavisnih stambenih jedinica.

Studijski model OPS se u oblikovanju oslanja na postojeću, prethodno ispitanu i valorizovanu, tipologiju tradicionalne vojvođanske arhitekture, tipologiju na osnovu odnosa kuće i okućnice. Detaljnom analizom pojedinačnih urbanističkih i arhitektonskih parametara, formirani su opšti tipovi modela OPS, koji su izvedeni i prilagođeni određenim tipovima

⁷⁵⁹ Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 61/2011, 2011.

tradicionalne vojvođanske kuće pomenute tipologije, a u izgradnji polaze od očuvanja analiziranih i valorizovanih bioklimatskih elemenata, poštujući tradiciju i identitet. Primenom dodatnih tehnika pasivnog solarnog dizajna i tehnologija obnovljivih izvora energije na studijskom modelu OPS, poboljšava se energetska efikasnost svake kuće u celini. Formirani opšti tipovi studijskog modela čine moguću novu tipologiju stambene ruralne vojvođanske arhitekture, kao jedan od značajnih rezultata istraživanja, čime je potvrđena četvrta hipoteza istraživanja disertacije (tabela 57).

Tabela 57: Tipologija studijskog modela OPS


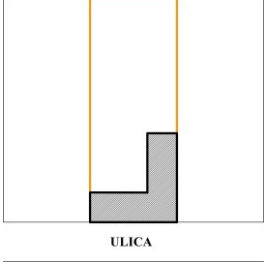
<p>a.</p> <p><i>“Kuća na brazdu”</i></p> 	<p>b.</p>  <p>ULICA</p>	<p>c.</p>  <p>ULICA</p>	<p>d.</p>  <p>ULICA</p>
<p><i>“Dužna kuća”</i></p> 	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>
<p><i>“Preka kuća”</i></p> 	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>	 <p>ULICA</p>



Tabela 57: Nova tipologija vojvođanske ruralne stambene arhitekture – tipologija studijskog modela OPS⁷⁶⁰

U poglavlju 11 disertacije, kroz temeljnu analizu pojedinačnih parametara bioklimatskog oblikovanja, prikazana je moguća transformacija tri, prethodno analizirana, primera tradicionalnih vojvođanskih kuća u odgovarajući tip studijskog modela OPS, čime je potvrđena treća hipoteza istraživanja: mogućnost primene bioklimatskih principa izgradnje tradicionalnih vojvođanskih kuća u ruralnoj arhitekturi budućih savremenih rešenja. Očuvanjem i negovanjem postojećih bioklimatskih elemenata svake transformisane kuće, kao inicijalnog koraka u formiranju savremenog studijskog modela OPS, a potom i njihovim unapređenjem i implementacijom dodatnih strategija pasivnog solarnog dizajna, prikazana je mogućnost reinterpretacije i revitalizacije tradicionalnog arhitektonskog nasleđa vojvođanskih ruralnih područja u energetske efikasan savremeni kontekst.

Polazeći od prethodno afirmisanih urbanističkih i arhitektonskih bioklimatskih elemenata, primena koncepta studijskog modela OPS na konkretnim primerima odabranih kuća obuhvata i unapređenje i poboljšanje uočenih nedostataka bioklimatskog oblikovanja pojedinačnih parametara:

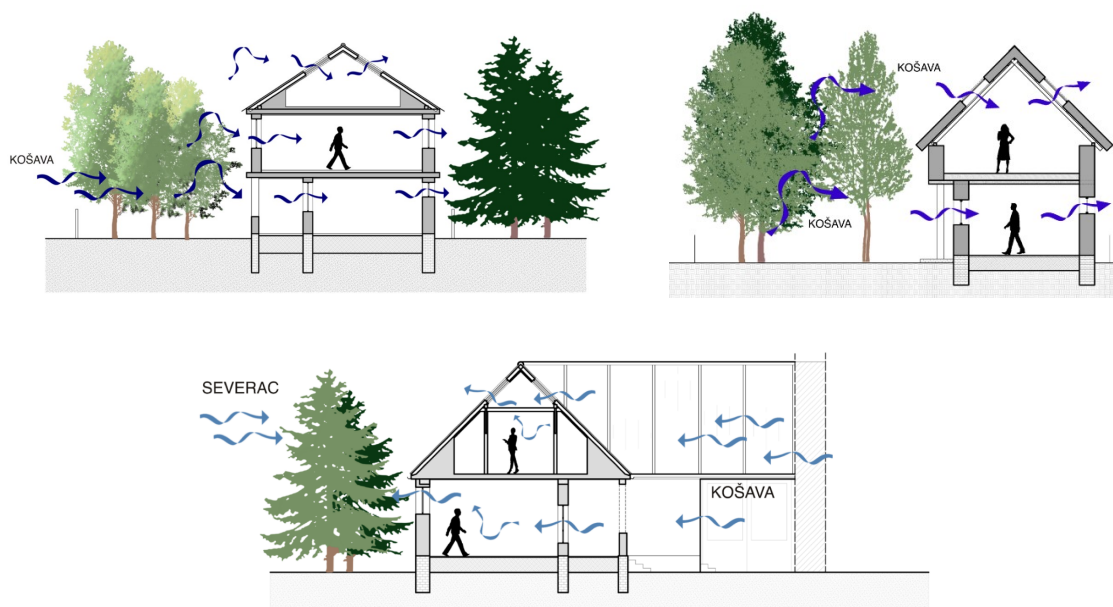
1. **Forme objekta** – Povećana kompaktnost oblika kod dva od tri primera transformisanih vojvođanskih kuća, čime se povećava njihova energetska efikasnost u celini;
2. **Vegetacija – pejzažna arhitektura** – Planiranjem adekvatnog pejzažnog uređenja u okviru parcele poboljšani su bioklimatski aspekti svake pojedinačne kuće;
3. **Funkcionalna organizacija prostora** – Uvođenjem otvorenog tipa plana i drugih minimalnih izmena u pojedinim toplotnim zonama transformisanih kuća povećava se

⁷⁶⁰ Izvor tabelarnog prikaza i ilustracija: autor Stanišić J.

efikasnost, funkcionalnost i mogućnost prirodne ventilacije, u okviru postojećih gabarita;

4. **Inrastruktura** – Izmene u infrastrukturi postojećih tradicionalnih kuća obuhvataju primenu tehnologija obnovljivih izvora za snabdevanje objekta potrebnom energijom za grejanje, hlađenje i pripremu tople vode, kao i sistema za sakupljanje kišnice kojom se navodnjavaju proizvodne površine zelenih krovova;
5. **Struktura zgrade i njenog omotača** – Neinvazivnim modifikacijama u strukturi slojeva pojedinačnih konstruktivnih sklopova poboljšane su energetske karakteristike i performanse postojećih tradicionalnih kuća.

Kombinacijom uspostavljenog otvorenog tipa plana u pojedinačnim toplotnim zonama, nove fenestracije na suprotnim fasadama i novoplaniranog zelenila u okviru parcela, ostvarena je prirodna unakrsna ventilacija unutrašnjih prostorija svakog pojedinačnog studijskog modela, odnosno svake transformisane tradicionalne vojvođanske kuće (slika 459, 460 i 461).



Slika 459, 460 i 461: Grafički prikazi uspostavljene prirodne poprečne ventilacije prostorija u pojedinačnim studijskim modelima OPS: 1) kuće na brazdu, 2) dužne kuće i 3) preke kuće

Primenom specifične strategije kombinovanog sistema direktnog i indirektnog pasivnog solarnog grejanja na studijskom modelu OPS svake transformisane kuće, u velikoj je meri intenziviran efekat bioklimatskog oblikovanja na efikasnost energetske performansi, posredstvom elemenata:

1. Optimalne orijentacije zelenih krovova proizvodnih površina u okviru staklenika;
2. Termalne mase adekvatno materijalizovanih konstruktivnih sklopova;
3. Pravilnog dimenzionisanja i pozicioniranja prozorskih otvora.

Kombinacijom adekvatno formiranih elemenata primenjene tehnologije povećava se količina pasivnih solarnih dobitaka toplote, odnosno uspostavlja se sistem pasivnog solarnog grejanja unutrašnjih prostorija, čime se znatno smanjuje količina energije potrebne za grejanje (tabela 58).

Tabela 58: Grafički prikaz sistema pasivnog solarnog grejanja na studijskom modelu OPS

	<p><i>kuća u Vojci</i></p>
	<p><i>kuća u Ruskom Krsturu</i></p>
	<p><i>kuća u Gakovu</i></p>

Tabela 58: Grafički prikaz kombinovanog direktnog i indirektnog sistema pasivnog solarnog grejanja na studijskom modelu OPS svake transformisane vojvođanske kuće⁷⁶¹

Prikazana, obrazložena i grafički ilustrovana transformacija tri analizirane seoske kuće u formirani studijski model OPS predstavlja konačni cilj disertacije, koji potvrđuje mogućnost praktične primene osnovne strategije istraživanja: primene bioklimatskih principa izgradnje tradicionalnih vojvođanskih kuća u savremenoj arhitekturi.

⁷⁶¹ Izvor tabelarnog prikaza i ilustracija: autor Stanišić J.

12.2. ZNAČAJ DOBIJENIH REZULTATA SA TEORIJSKOG I PRAKTIČNOG STANOVNIŠTVA

Sa teorijskog stanovišta, značaj rezultata istraživanja se ogleda u:

1. Preciznoj i sistematičnoj analizi aktuelnog problema depopulacije vojvođanskih sela, kao i detekciji razloga i uzroka čija je direktna posledica stagnacija u razvoju tradicionalne vojvođanske ruralne arhitekture. Ovaj deo disertacije ukazuje na nužnost pronalaženja načina i uspostavljanja adekvatne strategije za revitalizaciju degradiranih seoskih kuća i oživljavanje vojvođanskih ruralnih zajednica;
2. Predloženoj strategiji disertacije za sprečavanje dalje depopulacije seoskih područja očuvanjem, negovanjem i ponovnom upotrebom postojećih bioklimatskih aspekata tradicionalnih vojvođanskih kuća u savremenoj arhitekturi, kako bi se kreirale energetske nezavisne, održive ruralne zajednice u Vojvodini, kao teoriji koja je i praktično obrazložena i ilustrovana posredstvom formiranja studijskog modela OPS;
3. Mogućnosti primene i sprovođenja teorijskog segmenta predložene strategije i u drugim civilizacijama širom sveta, odnosno mogućnosti savremene interpretacije bioklimatskih tradicionalnih arhitektonskih oblika i kod drugih naroda i kultura;
4. Aktiviranju i razvijanju svesti o potrebama učenja iz prošlosti, odnosno o potrebi razmatranja i preispitanja mogućnosti primene održivih principa i metoda bioklimatske tradicionalne ruralne arhitekture u savremenoj, čime bi se ostvarila sinergija tradicionalnog i modernog;
5. Podsticanju razmišljanja o formiranju energetski efikasnih objekata samom arhitekturom i elementima oblikovanja još tokom početnih faza projektovanja.

Sa praktičnog stanovišta, rezultati istraživanja imaju poseban značaj za vojvođansku seosku arhitekturu, kao predmeta istraživanja. Sprovedena valorizacija konkretnih primera ukazuje i potvrđuje značajno prisustvo bioklimatskih elemenata u oblikovanju tradicionalnih vojvođanskih kuća. Nakon valorizacije izvršena je studija mogućnosti reinterpretacije ovih elemenata u savremenom modelu OPS, kako bi se prikazale i obrazložile beneficije praktične primene predložene strategije. Predložena strategija formiranog studijskog modela OPS je predstavljena i obrazložena metodom istraživanja po dizajnu, koji, pored teorijske, ima i praktičnu primenu, budući da je moguće sprovesti energetske obnovu i rekonstrukciju tradicionalnih vojvođanskih seoskih kuća prateći obrasce obrazložene i afirmisane u disertaciji. Pored toga, rezultati istraživanja mogu imati značaj i za revitalizaciju nekih drugih ruralnih lokaliteta, čije su arhitektonske i ambijentalne vrednosti srodne tradicionalnim vojvođanskim.

12.3. MOGUĆNOSTI I PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA

Predloženi pravci daljih istraživanja obuhvataju:

1. Ispitivanje mogućnosti primene formirane strategije i studijskog modela OPS na drugim tipovima tradicionalnih kuća, kako ruralne, tako i gradske vojvođanske arhitekture;
2. Valorizaciju bioklimatskih aspekata drugih tradicionalnih arhitektonskih obrazaca, na osnovu utvrđene metodologije i definisanih kriterijumima u okviru disertacije;
3. Oblikovanje sličnih modela savremene arhitekture koji se oslanjaju na tradicionalne bioklimatske aspekte i započinju od njih u izgradnji;
4. Razvijanje i unapređenje formiranog studijskog modela OPS bioklimatskim oblikovanjem i primenom tehnologija obnovljivih izvora energije, sa ciljem dostizanja statusa zgrade sa nultom potrošnjom energije kod tradicionalnih vojvođanskih seoskih kuća;
5. Istraživanje novih metoda postizanja energetske efikasnosti zgrade samom arhitekturom i bioklimatskim oblikovanjem urbanističkih i arhitektonskih elemenata, čime bi se redukovala upotreba i ugradnja dodatnih uređaja radi uspostavljanja toplotnog, svetlosnog i zvučnog komfora unutrašnjih prostorija.

IZVORI I LITERATURA

KNJIGE:

1. Aladžić V., Vujnović Prčić, G., Grlica M., Vaš G.: *Građansko društvo i arhitektura u Subotici od 1867. do 1914.*, Subotica 1995-97.
2. Berardi, Umberto: *Moving to sustainable buildings: Paths to adopt green innovations in developed countries*, Versita Discipline: Art, Music, Architecture, London, Velika Britanija, 2013.
3. Bajić T., Manić B.: *Socijalno stanovanje u Srbiji pred izazovima klimatskih promena: Da li arhitektonsko-urbanistički konkursi ohrabruju inovativnost*, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2010.
4. Bauer M., Mösle P., Schwarz M.: *Green Building – Guidebook for sustainable architecture*, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2010.
5. Baker N., Steemers K.: *Energy and Environment in Architecture – A technical design guide*, Taylor and Francis Group, London and New York, 2000.
6. Cvijić J.: *Balkansko poluostrvo i južnoslovenske zemlje*, Zavod za udžbenike, Beograd, 1966.
7. Čupurdija B.: *Stambena arhitektura subotičkih salaša, majura i poljoprivrednih kombinata, Panonska kuća*, Prometej, Beograd, 1993.
8. Čurčić S.: *Atlas naselja Vojvodine*, knjiga I i II, Matica srpska, Novi Sad, 2014.
9. Deroko A.: *Narodno neimarstvo*, Srpska akademija nauka, Beograd, 1968.
10. Deroko A.: *Foklorna arhitektura u Jugoslaviji*, Naučna knjiga, Univerzitet u Beogradu, Privredni pregled, Beograd, 1964.
11. Društvo urbanista Beograda: *Budućnost razvoja naselja u svetlu klimatskih promena*, Beograd, 2011.
12. Desideri U., Asdrubali F.: *Handbook of Energy Efficiency in Buildings*, Butterworth-Heinemann, 2018.
13. Denzer A.: *The Solar House: Pioneering Sustainable Design*, Rizzoli International Publications, 2013.
14. Đekić M.: *Graditeljstvo Vojvodine-kuća kao spomenik kulture*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.
15. Đokić V., Lazović Z.: *Uticaj klimatskih promena na planiranje i projektovanje*, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2011.
16. Đokić V.: *VERNACULAR ARCHITECTURE, From tradition to the future*, Srpski arhitektonski časopis, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet, 2016.
17. Đurđević M.: *Ekološka čitanka*, Narodna biblioteka Srbije, Beograd, 2015.
18. *European handbook on Community supported agriculture, Sharing experiences*, Community Supported Agriculture for Europe project, Beč, jun 2013.
19. Findrik R.: *Kuća i Stan na Selu u Srbiji u Drugoj Polovini XVIII Veka, Prema Svedočenjima Savremenika*, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture, Saopštenja XVI, Beograd, 1984. (103-118).
20. Findrik R.: *Narodna Arhitektura - Putevi Čuvanja i Zaštite*, Društvo konzervatora Srbije, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture, Beograd, 1985.
21. Findrik R.: *O Narodnom graditeljstvu u Srbiji, njegovom čuvanju i zaštiti*, Saopštenja XIII, Beograd, 1981. (295-303).
22. Findrik R.: *Prenosive građevine u narodnoj arhitekturi*, Glasnik Etnografskog Muzeja 50, Beograd, 1986. (101-111).

23. Folić-Kurtović N.: *Razvoj arhitekture, Kulturno nasleđe Vojvodine*, Zavod za kulturu Vojvodine, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture Petrovaradin, Novi Sad, 2008.
24. Frank Lloyd Wright: *The Natural House, Bramhall House*, novembar 1974.
25. Grabrijan D.: *Razvojni put naše savremene kuće*, Građevinska knjiga, Beograd, 1973.
26. Ginder E.: *Vojvođanske seoske kuće od naboja: materijal, konstrukcija i izvođenje*, PČESA, Novi Sad, 1996.
27. Gaćeša N.: *Agrarna reforma i kolonizacija u Bačkoj*, Novi Sad, 1968.
28. Gaćeša N.: *Agrarna reforma i kolonizacija u Banatu*, Novi Sad, 1972.
29. Gaćeša N.: *Agrarna reforma i kolonizacija u Sremu*, Novi Sad, 1975.
30. Gernot, Minke: *Building with Earth; Design and Technology of a Sustainable Architecture*, Birkhaeuser, 2006.
31. Garg H., P., Prakash J.: *Solar energy – Fundamentals and Applications*, The McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, 2000.
32. Garcia L., D.: *Bioclimatic homes in Galicia*, Istraživačka studija stipendirana od strane Ministarstva za obrazovanje i nauku, Španija, 2008.
33. Hasanbegović R.: *Seoske kuće i stanovanje u Srbiji*, Etnografski muzej, Beograd, 1969.
34. Howard E.: *Garden cities of tomorrow*, Swan Sonnenschein & Co., Ltd, Paternoster Square, London, 1902.
35. Jankulov B.: *Pregled kolonizacije Vojvodine u XVIII i XIX veku*, Novi Sad, 1961.
36. Jovanović Popović M., Ignjatović D., Radivojević A., Rajčić A.: *Atlas porodičnih kuća Srbije*, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2010.
37. Jovanović-Popović M.: *Energetska optimizacija zgrada u kontekstu održive arhitekture, Faza 1: Analiza strukture građevinskog fonda*, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2003.
38. Jovanović-Popović M.: *Energetska optimizacija zgrada u kontekstu održive arhitekture, Faza 2: Mogućnosti unapređenja energetske karakteristika građevinskog fonda*, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2005.
39. Jokilehto J.: *A history of architectural conservation*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999.
40. Kojić B.: *Stara gradska i seoska arhitektura u Srbiji*, Prosveta, Beograd, 1940.
41. Kojić B.: *Seoska arhitektura i rurizam*, Građevinska knjiga, Beograd, 1958.
42. Kojić B.: *Arhitektura srpskog sela. Šumadija i Pomoravlje. Razvoj od XVIII veka do danas*, Beograd, Tehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, 1941.
43. Kojić B.: *Seoski atari*, Zbornik Arhitektonskog fakulteta, 2, 101-110, 1956.
44. Kojić B.: *Poljoprivredna arhitektura, Projektovanje privrednih i industrijskih zgrada*, Narodna knjiga, Beograd, 1957.
45. Kojić B.: *Novija seoska kuća u Srbiji*, Glasnik etnografskog muzeja, Knjiga 1, Beograd, 1950.
46. Kojić B.: *Arhitektonsko uređenje sela*, Beograd, 1960.
47. Kojić B.: *Stari balkanski gradovi, varoši i varošice*, ICS, IAUS, Beograd, 1976.
48. Kojić B.: *Razvoj kuće i kulture stanovanja u selima Srbije*, Glasnik etnografskog muzeja, Knjiga 44, Beograd, 1980.
49. Kojić B., Simonović Đ.: *Seoska naselja Srbije*, Izdavačko-informativni centar studenata, Beograd, 1975.
50. Krunić J.: *Baština gradova srednjeg Balkana*, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture SR Srbije, Beograd, 1996.
51. Kršev B.: *Upporedne karakteristike agrarnih reformi u Vojvodini u XX veku*, monografska studija, Fakultet za pravne i poslovne studije, Novi Sad, 2011.
52. Krstić P.: *Arhitektonske konstrukcije 1*, Naučna knjiga, Beograd, 1981.

53. Klaus D.: *Tehnologija ekološkog građenja – Osnove i mere, Primeri i ideje*, JASEN, Beograd, 2009.
54. Kosorić V.: *Ekološka kuća*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
55. Kosanović S.: *Ekološki ispravne zgrade – Uvod u planiranje i projektovanje*, Biblioteka Akademija, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2009.
56. Kuppaswamy I.: *Sustainable Architectural Design: An overview*, Routledge, 2015.
57. Kasparas P.: *Achieving a nearly zero-energy building (nZEB) status for a residential house in Finland*, Jugoistočni Univerzitet primenjenih umetnosti u Finskoj, 2017.
58. Lukić M.: *Solarna arhitektura*, Naučna knjiga, Beograd, 1994.
59. Levy M. E., Evans D., Gardstein C.: *The Passive Solar Construction Handbook*, Rodale Press, Pennsylvania, 1983.
60. Le Corbusier: *Poem of the Right Angle (Le Poeme De L'Angle Droit)*, Hatje Cantz, 2012.
61. Le Corbusier: *The Athens Charter*, Grossman Publishers, 1973.
62. Mileker S.: *Povesnica slobodne kraljevske varoši Vršca I, Vršac: Gradski muzej Vršac, Istorijiski arhiv u Pančevu*, 2005.
63. Marić I., Pucar M., Dimitrijević B.: *Klimatske promene i izgrađeni prostor – Politika i praksa u Škotskoj i Srbiji*, IAUS, Beograd, 2013.
64. Mitrović M.: *Ruralna sociologija*, Sociološko udruženje Srbije, 1998.
65. Mitrović M.: *Sela u Srbiji, promene strukture i problemi održivog razvoja*, Republički zavod za statistiku, Beograd, 2015.
66. Milković V.: *Ecological houses*, TIM-NT '90, Novi Sad, 1991.
67. Marjanović D.: *Vojvodina—nasleđe od zemlje*, Post master projekat: Ecole Nationale Supérieure d'Arch., Grenoble., 2010.
68. Maldini S.: *Enciklopedija arhitekture*, Intergraf Beograd, 2008.
69. Marković Ž. D.: *Socijalna ekologija*, Zavod za udžbenike, Beograd, 2015.
70. Mišić M.: *Bioklimatska arhitektura*, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, Niš, 2009.
71. McLennon J.: *The Philosophy of Sustainable Design*, New England: Ecotone Press, 2004.
72. Mazria E.: *The passive solar energy book*, Rodale press, Pennsylvania, 1979.
73. Majumdar M.: *Energy-efficient buildings in India*, The Energy and Resources Institute TERI, 2009.
74. Miazzo F.: *Farming the city: food as a tool for today's urbanization*, Cities Magazine and Trancity, Holandija, 2013.
75. Miklos L., Špinerova A.: *Landscape-ecological Planning LANDEP*, Springer Nature Switzerland AG, 2019.
76. Moonen P., Dorer V. i dr: *Urban physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand*, Frontiers of Architectural Research, 197-228 str., Science Direct, 2012.
77. Novaković S.: *Selo*, Srpska književna zadruga, Beograd, 1965.
78. Novaković S.: *Istorija i tradicija*, SKZ, Beograd, 1982.
79. Nikolić R.: *Stanovi u lesu u Vojvodini*, Zbornik Matice srpske za društvene nauke 11, Novi Sad, 1958.
80. Orlić – Pešić M.: *Seoska kuća u Sremu, mogućnosti njene zaštite*, rukopis, Zavod za zaštitu spomenika kulture, Sremska Mitrovica
81. Petrović Z.: *Kuća koja raste*, AF, Beograd, 1981.
82. Petrović B.: *Stare srpske kuće kao graditeljski podsticaj*, GK, Beograd, 1997.
83. Petrović B.: *Kuća kao otisak trajanja*, GK, Beograd, 2003.
84. Popović D. J., Sečanski Ž.: *Građa za istoriju naselja u Vojvodini od 1695. do 1796.*, Istorijisko društvo u Novom Sadu, Novi Sad, 1936.

85. Popović D. J.: *Vojvodina u tursko doba, Vojvodina I*, Istorijsko društvo u Novom Sadu, Novi Sad, 1939.
86. Pavlović M.: *Srpsko selo 1945-1952: otkup*, Institut za savremenu istoriju, Beograd, 1997.
87. Pavlović D.: *Narodno graditeljstvo na Balkanu*, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture SR Srbije, Beograd, 1987.
88. Peruničić B.: *Postanak i razvitak baština na području Subotice od 1686. godine*, Beograd: Srpska Akademija nauka, 1958.
89. Pušić Lj.: *Grad, društvo, prostor: Sociologija grada*, Zavod za udžbenike, Beograd, 2015.
90. Pušić Lj.: *Urbanistički razvoj gradova u Vojvodini u XIX i prvoj polovini XX veka*, Matica srpska, Novi Sad, 1987.
91. Pušić Lj.: *Grad - znaci vremena*, Matica srpska, Prometej, Novi Sad, 1991.
92. Petrović B., Rašković I.: *Tradicija-Tranzicija-Upotreba nasleđa u arhitekturi*, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, IAUS, Beograd, 2011.
93. Pešić D., Veselinović D. i dr.: *Rečnik ekologije i zaštite životne sredine*, Građevinska knjiga, Beograd, 2006.
94. Pucar M., Pajević M., Jovanović-Popović M.: *Bioklimatsko planiranje i projektovanje*, Beograd, 1994.
95. Pucar M., Nenković-Rizić M.: *Prostorni, ekološki, energetske i društveni aspekti razvoja naselja i klimatske promene*, Monografija, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 2016.
96. Perlin J., Butti K.: *A golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology*, Chesire Books, London, 1980.
97. Ribar M.: *Savremeni rurizam*, Univerzitet u Beogradu, Centar za multidisciplinirane studije, Beograd, 1988.
98. Radivojević R.: *Sociologija naselja*, FTN, Novi Sad, 2004.
99. Radović R.: *Fizička struktura grada*, IAUS, Beograd, 1972.
100. Robert M., Zarzah S.: *The Regen Village*, Institut za tehnologiju, Marsejski Univerzitet, 2016/2017.
101. Rudolfsky B.: *Architecture Without Architects: A short story to Non-Pedigreed Architecture*, Albuquerque: University of New Mexico Press, 1987.
102. Stefanović A.: *Kuća i pokućstvo u severnom Banatu*, rad vojvođanskih muzeja 18 – 19, Novi Sad, 1969 – 70.
103. Simonović Đ.: *Uređenje seoskih teritorija i naselja*, Naučna knjiga, Beograd, 1980.
104. Simonović Đ.: *Sistemi seoskih naselja u užoj Srbiji*, IAUS, Beograd, 1976.
105. Simonović Đ.: *Seoski stan*, PS-AF, sveska 53, Beograd, 1980.
106. Simonović Đ., Ribar M.: *Uređenje seoskih teritorija i naselja: urbanizacija sela*, IBI-Inženjering i projektovanje, Beograd, 1993.
107. Stevanović Đ.: *Industrijalizacija poljoprivrede i budućnost sela*, Zavod za proučavanje sela, Beograd, 2008.
108. Sabo Žombor: *Stepski grad*, Subotica: Kentaur i Sabo Žombor, 2002, str 81 – 86.
109. Stančić D.: *Novi Sad od kuće do kuće*, Zavod za zaštitu spomenika kulture Novog Sada, Novi Sad, 2005.
110. Stevović S., Vasilski D.: *Održiva arhitektura*, Biblioteka Educatio, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2010.
111. Srejski D.: *Lepenski Vir-Nova praistorijska kultura u Podunavlju*, Srpska Književna Zadruga, Beograd, 1969.

112. Smith F.P.: *Architecture in climate of change: A guide to sustainable design*, Amsterdam-Boston-Heidelberg-London-New York-Oxford-Paris-San Diego-San Francisco-Singapore-Sydney-Tokyo: Architectural press, 2005.
113. Sassi P.: *Strategies for sustainable architecture*, Taylor & Francis e-Library, 2006.
114. Sue, Roaf: *Eco House – A design guide*, 2001.
115. *The Green House-New Directions in Sustainable Architecture*, Princeton, 2005.
116. Vuković G.: *Terminologija kuće i pokućstva u Vojvodini*, Filozofski fakultet – Institut za južnoslovenske jezike, Novi Sad, 1988.
117. Vuletić N.: *Narodno graditeljstvo u Vojvodini, Građa za proučavanje spomenika kulture Vojvodine X*, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture Vojvodine, Novi Sad, 1981.
118. Veljanović Z.: *Mišićevo (1925 – 1996)*, Subotica: Istorijski arhiv Subotica, 1996.
119. Vuksanović-Macura Z., Drobnjaković M. i dr.: *Kojić Branislav: Prostor u selu, selo u prostoru*, katalog, Geografski institut „Jovan Cvijić“ SANU, Beograd, 2017.
120. Zbašnik S. M.: *Pasivna kuća*, SUN ARH, Zagreb, 2009.
121. Živković N.: *Narodno graditeljstvo – spomenik kulture danas*, Zavod za zaštitu spomenika kulture Beograda, Beograd, 2007.

NAUČNI I STRUČNI RADOVI, ČLANCI I PRAVILNICI:

1. Aladžić V.: *Razvoj sela u Vojvodini*, Beograd, 2007.
2. Arnautović A. D., Tica G.: *Održivo urbanističko planiranje*, stručni rad, 2017., internet izvor: <http://enerese.np.ac.rs>
3. Athmani W., Sriti L.: *Impact of passive cooling techniques on the thermal behavior of residential buildings in hot and arid regions -An experimental study*, J. Build. Mater. Struct. 5: 74-85, 2018.
4. *Agenda 21*, Deklaracija o životnoj sredini i razvoju, Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED), Rio de Ženeiro, 1992.
5. Bojanić B.: *Da li je narušen koncept Vrtnog grada – urbanizam i arhitektura u Proforskoj koloniji*, naučni rad, Arhitektura i Urbanizam magazin, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, br. 36, str. 27-35, 2012.
6. Benis K., Reinhart C., Ferrão P., *Building-Integrated Agriculture (BIA) In Urban Contexts: Testing A Simulation-Based Decision Support Workflow*, Konferencija: Building Simulation 2017, San Francisco, USA, 2017.
7. *Direktiva o energetske performansi zgrada (EPBD)*, Službeni list Evropske unije, 2018.
8. Đorđević Z.: *Sustainability lessons from the past: Rammed earth architecture in Vojvodina, Srbija*, Zbornik radova sa prve međunarodne konferencije o očuvanju nabijene zemlje, Restapia 2012, Valensija, Španija, 21–23 jun, 2012.
9. Đokić V.: *Morfološka istraživanja u urbanizmu*, Arhitektura i urbanizam, br. 20-21, str. 61-72, 2007.
10. Evropski savet prostornih planera: *Spatial planning & energy - Young planners workshop*, ECTP-CEU young planners workshop, Brisel, 2014.
11. *Gradjevinski pravilnik gradske opštine Subotice*, Subotica: Gradska štamparija i knjigoveznica, 1938.
12. Gupta N., G. N. Tiwari: *Review of passive heating/cooling systems of buildings*, Energy Science and Engineering, septembar, 2016.

13. Giada G., Caponetto R., Nocera F.: *Hygrothermal Properties of Raw Earth Materials: A Literature Review*, Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, MDPI-Sustainability 2019, 11, 5342, Basel, Switzerland.
14. Hovanj L.: *Građevinski inženjer Subotice: Karolj Lipot Kovač*, Rukovet 10-11-12, Subotica: NIO Subotičke novine, 1995., 27-29.str.
15. Idham C. N.: *Javanese vernacular architecture and environmental synchronization based on the regional diversity of Joglo and Limasan*, naučni rad, Frontiers of Architectural Research, br. 7, str. 317-333, 2018.
16. Jones L.W.: *The hinterland reconsidered American sociological review*, vol.20, no. 1, 1955.
17. Jabareen Y. R.: *Sustainable urban forms, their typologies, models and concepts*, Planning Education and Research časopis, 26, str. 38-52, 2011.
18. Kaushik G., Chel A.: *Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building*, Alexandria Engineering Journal, 2017.
19. Kekanović M., Šumarac D. i dr.: *Tradicionalni materijali kao rešenje za građenje u novom vremenu klimatskih poremećaja*, 7. Internacionalna konferencija: Savremena dostignuća u građevinarstvu, Subotica, Srbija, april 2019.
20. Lylykangas K.: *Shape Factor as an Indicator of Heating Energy Demand*, 15. Internationales Holzbau-Forum, Nemačka, 2009.
21. Mamuzić R.: *Naseljavanje i kultura stanovanja u vojvođanskim naseljima 18. i 19. veka*, Glasnik etnografskog muzeja 37, str. 65 – 96, Beograd, 1974.
22. Marić I.: *Savremena interpretacija tradicionalnih arhitektonskih obrazaca u seoskoj arhitekturi*, Arhitektura i urbanizam, br. 12-13, str. 25-37.
23. Milašin N., Spasić N., Vujošević M., Pucar M.: *Održivi prostorni urbani i ruralni razvoj Srbije*, Zbornik radova naučnog skupa, IAUS, Beograd, 2004.
24. Milić B.: *Tradicionalna vojvođanska kuća – nastanak i razvoj*, odlomak iz knjige „Banat je kao priča“, Istorijski arhiv Zrenjanin, NIP Zrenjanin, 2011.
25. Miloradović N.: *Arhitektura i urbanizam neolitskog naselja Lepenski vir u svetlu energetske efikasnosti u zgradarstvu*, prezentacioni rad izložen u Inženjerskoj Komori Srbije, Beograd, 18.05.2015.
26. Minić N., Knežević M. i dr.: *Metode unapređenja energetske efikasnosti u zgradarstvu*, Synthesis, Internacionalna naučna konferencija It istraživačkog sektora, Energetska efikasnost i distribuirani sistemi, 2015.
27. Medveđ T., Marčić M.: *Narodna arhitektura u Vojvodini*, stručni članak, <http://www.slovackizavod.org.rs>
28. Magnoli G.C., Bonani L.A., Khalaf R., Fox M.: *Designing a DNA for responsive architecture: a new built environment for social sustainability*, MIT Media Lab. <http://architecture.mit.edu>, 2006.
29. *Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada*, SI. Glasnik RS, br. 61/2011.
30. Spalević A.: *Mogućnosti za razvoj ruralnog područja u Republici Srbiji*, Geografski institut Jovan Cvijić, SANU, Zbornik radova, 2009.
31. Simić I., Mihajlov V.: *Prostorno-morfološki potencijali razvoja manjih naselja u Vojvodini prema konceptu „zelenog grada“*, Arhitektura i Urbanizam, br. 43, str. 35-44, 2016.
32. Šijaković I.: *Sociologija sela*, www.scribd.com
33. Trifković M., Marinković G.: *Uređenje i obnova seoskih naselja u postupku komasacije*, naučni rad, Zbornik radova, 2010.
34. Todorović M., Čokić M.: *Deep Energy Refurbishment of an Old Traditional Village House to Approach Zero Fossil Energy and Healthy IEQ Status*, REHVA, Svetski kongres Clima 2016, Aalborg.

35. Todorović M.: *Harmonized Rural & Urban Sustainable Development To Preserve Natural & Cultural Heritage-Via Renewable Energy Sources, Energy Efficiency & BPS*, 3. Internacionalna konferencija ENERGY in BUILDINGS, 2014.
36. Ulmer G.: *Vlastelinsko naselje Aleksandrovo*, Subotica: NIP Subotičke novine, 1999. str, 10.
37. Vasić M., Turnšek Branko A.J.: *Prilog analizi seoskog arhitektonskog nasleđa*, Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, br. 20, Niš 2004, str.131.-146.
38. Vukadinović A., Radosavljević J. i dr.: *Mere za poboljšanje energetske efikasnosti*, Tehnika-naše građevinarstvo, vol. 69, br. 3, str. 409-414, 2015.
39. *Zakon o uslovima za izgradnju stambenih zgrada na selu*, Službeni glasnik SR Srbije, br 36, Beograd, 28.08.1965. 853-854.

DOKTORSKE DISERTACIJE:

1. Aladžić V.: *Uticao Zakonodavstva na prostorni razvoj Subotice od XVIII veka do druge polovine XX veka*, doktorska disertacija u rukopisu, Beograd, 2007.
2. Đerčan B.: *Sistemi naselja u Sremu*, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad, 2014.
3. Kostreš M.: *Urbano-ruralne veze i odnosi između naselja*, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, 2012.
4. Košić K.: *Ruralni turizam Vojvodine i održivi razvoj*, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.
5. Lovec V.: *Energetske performanse tradicionalne vojvođanske kuće od naboja*, Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2018.
6. Reba D.: *Urbana morfologija i ulični sistemi vojvođanskih naselja*, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, 2005.
7. Silađi Maria I.: *Transformacija javnih prostora banatskih sela u Vojvodini od XVIII do XXI veka*, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2015.
8. Videnović A.: *Obnova centara u ruralnim područjima*, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2017.

MAGISTARSKÉ TEZE:

1. Jakšić Ž.: *Transformacija vojvođanske kuće u tip gradskog stana*, Arhitektonski fakultet u Beogradu, Beograd, 1996.
2. Konstantinović D.: *Interakcija arhitekture i sistema unutrašnjeg komfora: promene i razvoj odnosa na primerima poslovnih zgrada*, Arhitektonski fakultet, Beograd, 2009.
3. Reba D.: *Ulica - element strukture i identiteta*, Orion Art, Beograd, 2010.
4. Vukajlov Lj.: *Identitet građene sredine-teorijske osnove i praktični primer Novog Sada*, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1998.

KORIŠTENA DOKUMENTACIJA:

1. *Tehnički crteži i ostala dokumentacija kuće u selu Vojka i Ruski Krstur*, Pokrajinski Zavod za zaštitu spomenika kulture Petrovaradin, Štrosmajerova 22, 21131 Petrovaradin
2. *Tehnički crteži i ostala dokumentacija kuće u selu Vojka*, Zavod za zaštitu spomenika kulture Sremska Mitrovica, Svetog Dimitrija 10, 22000 Sremska Mitrovica
3. *Plan generalne regulacije naseljenog mesta Gakovo 2008-2028. godine*, Javno preduzeće za prostorno i urbanističko planiranje Urbanizam i zaštitu spomenika kulture, 2008.

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
БИОКЛИМАТСКА АРХИТЕКТУРА ТРАДИЦИОНАЛНИХ ВОЈВОЂАНСКИХ КУЋА – ПРИМЕНА У САВРЕМЕНОЈ РУРАЛНОЈ АРХИТЕКТУРИ
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за архитектуру и урбанизам
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Докторске академске студије
1. Опис података
<p>1.1 Врста студије</p> <p><i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i></p> <p>Докторска дисертација:</p> <p>У оквиру докторске дисертације извршена је аналитичка и рачунска студија валоризације енергетских критеријума пасивног стандарда (урбанистичких и архитектонских параметара биоклиматске архитектуре) традиционалних војвођанских кућа. Поред тога, спроведена је експериментална студија моделовања Објекта Пољопривредног Система (ОПС), како би се приказале могућности примене биоклиматских елемената традиционалних војвођанских кућа у савременој архитектури.</p> <p>1.2 Врсте података</p> <p>а) квантитативни б) <u>квалитативни</u></p> <p>1.3. Начин прикупљања података</p> <p>а) анкете, упитници, тестови</p> <p>б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи</p> <p>в) генотипови: навести врсту _____</p> <p>г) административни подаци: републички статистички подаци, документација Завода за заштиту споменика културе Нови Сад</p> <p>д) узорци ткива: навести врсту _____</p> <p>ђ) снимци, фотографије: снимци и фотографије добијени теренским испитивањем на локацији одабраних примера кућа</p> <p>е) текст: текстуални подаци из разних научних истраживања и архитектонских пројеката</p> <p>ж) мапа: урбанистичке мапе руралних простора Војводине</p> <p>з) остало: помоћу софтвера Кнауфтерм3д прикупљени су подаци о енергетским перформансама конструктивних склопова традиционалних војвођанских кућа, који чине део резултата истраживања</p>

1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

- a) Excel фајл, датотека _____
- b) SPSS фајл, датотека _____
- c) **PDF фајл, датотека- AutoCad, Word софтвери - .pdf**
- d) **Текст фајл, датотека - Word - .docx**
- e) **JPG фајл, датотека - Lumion11, Sketchup, Morpholio, Knaufterm3d софтвери - .jpg**
- f) **Табеле, датотека – Knaufterm3d, Word**

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

- a) број варијабли _____
- б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) _____

1.3.3. Поновљена мерења

- a) да
- б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

- a) временски размак измедју поновљених мера је _____
- б) варијабле које се више пута мере односе се на _____
- в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

- a) **Да**
- б) **Не**

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

- a) **експеримент**, навести тип: **студијско моделовање**
- б) **корелационо истраживање**, навести тип: **посматрање, анализа и рачунско испитивање**
- ц) **анализа текста**, навести тип: **аналитичка**
- д) остало, навести шта _____

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

Правилник о енергетској ефикасности зграда, СИ. Гласник РС, бр. 61/2011.

Директива о енергетским перформансама зграда (ЕПБД), Службени лист Европске уније, 2018.

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да **Не**

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) Колики је број недостајућих података? _____
б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да **Не**
в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података
-

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Квалитет добијених података је контролисан тако што су добијени резултати истраживања упоређивани са одговарајућим правилницима, стандардима и истраживањима из области енергетске ефикасности и биоклиматске архитектуре

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

/

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у Репозиторијум докторских дисертација на Универзитету у Новом Саду и НаРДуС репозиторијум.

3.1.2. URL адреса: <https://www.cris.uns.ac.rs/searchDissertations.jsf>, <https://nardus.mpn.gov.rs/>

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а) **Да**
б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
в) **Не**

Ако је одговор не, навести разлог _____

*3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.
Образложење*

3.2. Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? _____

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3. Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? _____

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да **Не**

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да **Не**

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да **Не**

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да **Не**

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
- б) Подаци су анонимизирани
- ц) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

а) јавно доступни

- б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области
- ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Лиценца број 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Јована Станишић, мејл адреса: jovana.stanistic87@gmail.com

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Јована Станишић, мејл адреса: jovana.stanistic87@gmail.com

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Јована Станишић, мејл адреса: jovana.stanistic87@gmail.com