

**УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУНУМ
БЕОГРАД
ДЕПАРТМАН ПОСЛЕДИПЛОМСКИХ СТУДИЈА**

**ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ НА ОБЈЕКТИМА
У ЈАВНОМ СЕКТОРУ
ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА**

**Ментор
др Предраг Поповић, ванр. проф.**

**Кандидат
Зоран Д. Живковић
број индекса: 465019/2010**

Београд, 2018.

Комисија која је прегледала рад
под насловом
ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ НА ОБЈЕКТИМА
У ЈАВНОМ СЕКТОРУ
и одобрила одбрану:

Председник: др Милован Станишић, редовни професор
Председник Универзитета Сингидунум у Београду

Ментор и члан: др Предраг Поповић, ванредни професор
Технички факултет Универзитета Сингидунум у Београду

Члан: др Мирослав Радојичић, редовни професор
Факултет Техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу



*„Ако желите разумјети универзум, размишљајте
о енергији, фреквенцији и вибрацији.“*

Никола Тесла

ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ НА ОБЈЕКТИМА У ЈАВНОМ СЕКТОРУ

РЕЗИМЕ

Чињеница је да се, према различитим изворима, у зградама у Србији троши 45-50% укупно произведене и добијене енергије. Да би се смањила потрошња енергије у зградама, током протеклих деценија, у развијеним европским земљама афирмисани су и имплементирани ригиднији прописи о термичкој заштити. Временом је и тежиште ових прописа промењено, па се прешло са утврђивања и ограничавања вредности појединачних термичких карактеристика елемената зграде, на дозвољену потрошњу енергије по јединици површине.

Кјото протоколом, Европска унија се обавезала на смањење емисије CO₂ за 8% до 2012. године. Како би се овај циљ остварио предузете су бројне мере и акције на смањењу потрошње енергије у зградама. И даље остају отворена питања, најчешће недовољно јасна за нестручну јавност, везана за губитке енергије у сложеним системима као што су зграде, конструкције и везе које се у њима јављају, које су реално апстрактне и невидљиве. Предложени интегрисани систем примењен на јавним зградама, који их чини енергетски ефикасним, а који ће бити представљен у овом раду, односи се на коришћење савремених технологија:

- примени термовизијског снимања зграда,
- употреби савремених материјала у циљу ефикасне термичке заштите зграда.

Потенцијал који пружа енергетска ефикасност је огроман¹, јер се уштеда енергије остварује како на страни произвођача, на самом извору, у постројењу (прерада угља, нафте, гаса и производња, преношење и дистрибуција електричне и топлотне енергије), тако и на страни корисника, на самом крају ланца експлоатације (употреба енергије у домаћинствима, саобраћају и индустрији). Због недовољног разумевања и неприхватања појма енергетске ефикасности, од стране јавности у ширем смислу, у пракси тај потенцијал остаје у великој мери неискоришћен, односно, тако занемарен (до сада) се артикулише као „далека“ амбиција друштва.

Да би се интегрисани систем мера на зградама применио и учинио их енергетски ефикасним, сваком објекту потребно је приступити као засебном пројекту и независном проблему, уважавајући утврђене, сада већ познате, принципе, а затим адекватно управљати, са аспекта концепта управљања грађевинским пројектима. Бројне ризике, који се намећу касније у извођачком смислу, треба предвидети и усвојити као императивну и доследну филозофију управљачког менаџмента, будући да ће се углавном ове мере и принципи односити на објекте у процесу енергетске санације, дакле највећи посао ће бити усмерен према постојећим објектима.

Кључне речи: одрживи развој, термовизијско снимање, енергетска ефикасност, обновљиви извори енергије

¹www.aler.rs

ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC SECTOR BUILDINGS

ABSTRACT

The fact is that, according to various sources, the buildings in Serbia consumes 45-50% of energy produced and received. To reduce energy consumption in buildings, in recent decades, developed countries have affirmed and implemented rigid regulations on thermal protection. Over time, the focus of these regulations changed and to move away from defining and limiting the value of certain thermal properties of the building elements, the power consumption of energy per unit area.

Kyoto Protocol, the EU committed itself to reducing CO₂ emissions by 8% to 2012. year. In order to achieve this goal has undertaken numerous measures and actions to reduce energy use in buildings. There remain open questions, often not clear enough for unskilled Releases related to energy loss in complex systems such as buildings, structures and relationships that developed within them, that are really abstract and invisible. The proposed integrated system is applied to public buildings to make them more energy efficient, which will be presented in this paper refers to the use of modern technology:

- applying thermovision recording of buildings,
- use of modern materials for efficient thermal protection of buildings.

Potential of providing energy efficiency is huge, because it achieves energy savings as the supply side, at the source, the plant (processing of coal, oil, gas, generation, transmission and distribution of electricity and heat), and on the user side, the the end of the chain of exploitation (the use of energy in households, transport and industry). Due to the lack of understanding and accepting the concept of energy efficiency of the public at large, in practice, this potential remains largely untapped, that is so neglected (so far) is articulated as „distant“ ambition society.

To be an integrated system of measures applied to buildings and made them energy efficient, each object must be accessed as a separate project and independent problem, taking into account the set of the now famous, principles, and properly managed, in terms of the concept of management of construction projects. A number of risks that are imposed after the performative sense, should also be provided as an imperative to adopt a consistent philosophy of control and management, as they will be mostly these measures and principles apply to objects in the process of energy recovery, so most work will be directed towards existing buildings.

Keywords: sustainable development, thermography, energy efficiency, renewable energy

САДРЖАЈ

Резиме са кључним речима (на српском језику)
Резиме са кључним речима (на енглеском језику)

| | |
|---|----|
| I УВОД | 1 |
| 1.1. Предмет и полазишта рада | 1 |
| 1.2. Значај и актуелност | 3 |
| 1.3. Циљеви истраживачког рада | 5 |
| 1.4. Претпоставке истраживања | 6 |
| 1.5. Задачи истраживања..... | 6 |
| 1.6. Методе истраживачког рада | 7 |
| 1.7. Структура рада..... | 7 |
| II ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ, ПРАКСА И РЕГУЛАТИВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ | 9 |
| 2.1. Дефиниција појма енергетска ефикасност | 9 |
| 2.2. Потреба друштва за енергетском ефикасношћу..... | 10 |
| 2.3. Енергетска ефикасност у зградарству у Србији | 12 |
| 2.4. Правни и институционални оквир у области енергетске ефикасности | 13 |
| 2.4.1. Зградарство и реализовани пројекти на јавним зградама у Србији..... | 15 |
| 2.5. Енергетски биланс Републике Србије у 2017. години | 17 |
| 2.6. Европска комисија (питања из упитника, извештаји европске комисије за 2010. и 2017. годину) | 19 |
| 2.7. Баријере за повећање енергетске ефикасности..... | 22 |
| III САВРЕМЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЗГРАДАРСТВУ | 24 |
| 3.1. Савремени фасадни изолациони системи код контактних фасада | 24 |
| 3.2. Енергетски ефикасне контактне фасаде | 26 |
| IV ПРИМЕЊЕНО ИСТРАЖИВАЊЕ У ЈАВНИМ ЗГРАДАМА | 27 |
| 4.1. Препоруке и решења | 27 |
| 4.2. Опис истраживања..... | 27 |
| 4.3. Примена термовизијског снимања у функцији анализе топлотних губитака фасадног омотача..... | 28 |
| 4.3.1. Дефинисање параметара енергетских перформанси омотача..... | 29 |
| 4.3.2. Параметари који утичу на методу термовизијског снимања | 30 |
| 4.4. Обрада добијеног термограма | 32 |
| 4.4.1. Извештајни софтвери | 32 |
| 4.4.2. Истраживачки софтвери | 32 |
| 4.4.3. Доступни алати за анализу термограма..... | 33 |
| 4.5. Компаратитна анализа моделованих и измерених температурних вредности | 34 |
| 4.6. Елаборат грађевинске физике | 35 |
| 4.6.1. Опис локације | 36 |
| 4.6.2. Анализа инсолације (сенки) | 40 |
| 4.7. Извештај о термографском снимању..... | 49 |
| 4.7.1. Сегмент кровне терасе | 50 |

| | |
|---|------------|
| 4.7.2. Сегмент фасаде | 52 |
| 4.7.3. Препуст изнад терасе са хоризонталним олуком | 54 |
| 4.7.4. Завршни зид јединице - ограда терасе | 56 |
| 4.7.5. Сегмент фасадног зида..... | 58 |
| 4.7.6. Сегмент обраде ентеријера фискултурне сале..... | 60 |
| 4.8. Закључна разматрања..... | 62 |
| 4.9. Конструкција зграде пре интервенције (по склоповима) | 63 |
| 4.9.1. Приступ прорачуну провере летње стабилности и провере кондензације..... | 63 |
| 4.10. Интервенција 1..... | 86 |
| 4.11. Интервенција 2..... | 109 |
| 4.12. Економско-финансијски показатељи оправданости истраживања | 132 |
| 4.12.1. Пример енергетске санације на једном објекту..... | 132 |
| | |
| V СМЕРНИЦЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТОМ | |
| „А ШТА МОЖЕ ЗИМА МЕНИ ...?“ | 135 |
| 5.1. Реализација истраживања | 135 |
| 5.2. Грађевински пројекти | 137 |
| 5.3. Управљање ризицима у грађевинским пројектима | 138 |
| 5.4. Предлог измена националне регулативе у области енергетске ефикасности у зградарству..... | 140 |
| | |
| ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА | 144 |
| | |
| ЗАКЉУЧАК | 148 |
| | |
| СЛИКЕ (списак)..... | 151 |
| ТАБЕЛЕ (списак)..... | 151 |
| ГРАФИКОНИ (списак) | 152 |
| | |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 154 |
| | |
| ПРИЛОЗИ | 157 |
| СПИСАК СКРАЋЕНИЦА, ОЗНАКА И СИМБОЛА | 157 |
| ПРИЛОГ 2. ПИСМА О НАМЕРАМА - Учешће у пројекту „А шта може зима мени?“ | 159 |
| 2.1. Писмо о намерама - SIEMENS | 159 |
| 2.2. Писмо о намерама - HENKEL | 160 |
| 2.3. Писмо о намерама - KNAUF INSULATION | 161 |
| 2.4. Писмо о намерама - ERAGON..... | 162 |

УВОД

1.1. Предмет и полазишта рада

Као последица повећања потреба све бројније популације на планети, расла је потреба за енергијом. „Прљаве“ технологије, недовољна и лоша примена заштите у производним процесима су активирале и проблеме угрожавања животне средине. Свакодневно су последице све видљивије и лако уочљиве.

Неконтролисано експлоатацијом, исцрпљивањем понуђених ресурса, развијени свет се трудио, углавном, да профитира, а земље у развоју да достигну „перјанице“ тог технолошког развоја. Традиционална политика, па тиме и енергетска политика, је морала да претрпи промене и еволуира у складу са напретком и иновираним растућим потребама човечанства.

Од изузетног глобалног значаја данас је константна потреба за растућом количином енергије.

Посматрајући ово питање треба дефинисати повезаност циљева одрживог развоја УН који подразумевају смањење сиромаштва, са једне, те осигурање приступа доступној, сталној, одрживој енергији, са друге стране. А као императив се намеће и хитна акција у борби против климатских промена и могућих несагледивих последица које од њих настају.

Енергетско „сиромаштво“ држава, односно немогућност занављања постојећих (ограничених) система и примена нових технологија, јасно је, најпре погађа осетљиве групе становноштва, старије особе, сиромашне и немоћне, децу... Цена енергије није само она коју плаћамо, кроз њено коришћење по некој јединици мере, укупну цену чине енергетски трошкови данас и краткорочна и дугорочна давања сутра.

Ако се фокусирамо на савремену архитектонску праксу, у последњих тридесетак година, питање енергетске ефикасности се у свету поставља као једно од битнијих, када говоримо о интервенцијама код нових, и свакако код постојећих објеката. Спроведена истраживања у земљама ЕУ која су публикована у оквиру познатих „Зелених папира - Према Европској стратегији за сигурност снабдевања енергијом“ (*The Green Paper „Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply“*) истичу податак да се у зградама троши готово 40% укупне енергије на нивоу Уније, те да се без одређених активности, у домену смањења потрошње енергије, не може очекивати развој друштва, које је ЕУ са својим чланицама и зацртала.

Код нас, сагласно националној стратегији, а затим и према Трећем Акционом плану за енергетску ефикасност РС², држава је сагледала и јасно дефинисала потребу рационалног коришћења квалитетних енергената. Осим тога, поменути планом се прецизира и повећање енергетске ефикасности у процесу производње, код дистрибуције и код корисника. Дакле, концепт коришћења чисте енергије са регулаторно ограниченим коришћењем према типу и старости објекта и природи корисника, поприма карактер и размишљање попут - европског.

²„Сл. гласник РС“ бр. 1/2017

Сагледавањем стратешког оквира, под појмом унапређења енергетске ефикасности у зградарству употребом савремених, интегрисаних технологија, на чему ће овај рад бити фокусиран, подразумева се читав низ практичних активности које имају за циљ смањење потрошње енергије. За корисника, те активности значе да се услови комфора не мењају, односно да се само могу побољшати. Досадашњи „инвеститор“ уштеде енергије је била углавном држава, својим или средствима наменских кредитних линија. Та улагања нису довољна, обзиром да је сегмент уштеде енергије био деценијама, из више разлога, запуштен. Иако, постоји регулаторна могућност да се уштеда енергије и њена примена у доброј мери повери стручним компанијама, и да тако уступљена активност за те компаније постане „посао“, као у свету, до сада до тога није дошло. ESCO (*Energy Service Company*) концепт (у даљем: ESCO³) у Србији је још увек у повоју и није препознат као квалитетан и дугорочан посао, јер за компаније или инвестиционе фондове на нашем тржишту није до краја регулаторно уређен, високопрофитан или дефинисан као „*easy money*“⁴ посао, иако за то постоје квалитетна инострана знања и до сада примењиван *know how*.

Када говоримо о енергетској ефикасности, појам енергетска ефикасност се начешће везује за два могућа и очекивана значења, од којих се једно односи на уређаје (просте наменске потрошаче), а друго на понашања и мере од стране произвођача, потрошача и крајњег корисника.

Код првог значења, под енергетски ефикасним уређајем (најчешће „беле технике“ и осветљења) сматра се онај који има мали губитак приликом трансформације енергије, што је јасно.

Када је реч о мерама енергетске ефикасности у непосредној примени у зградарству, под енергетском ефикасношћу постојећих зграда, подразумева се пројектовано, интегрисано интервенисање (оптимално применљиво) у поступку и процесу енергетске санације на самој згради у циљу смањења потрошње енергије, остварења бољег комфора и унапређења животне средине, најчешће микро окружења.

Без обзира да ли је реч о техничким или нетехничким мерама, или променама у понашању код „произвођача“ енергије или код финалног корисника, све подразумевају минимално исти, или виши, степен оствареног комфора и стандарда корисника простора.

Врло је битно истаћи да се предвиђене мере морају посматрати интегрисано, и у фази пројектовања и касније у процесу извођења радова, док је њихова непосредна фазна примена и имплементација на самој згради, контролисана и могућа.

Када се говори о зградарству (резиденцијалном и комерцијалном), најчешће практичне мере које се непосредно предузимају у циљу смањења губитака енергије и повећања енергетске ефикасности, код изградње нових, а посебно код реконструкције, односно енергетске санације, постојећих зграда, су:

- примена интегрисаног, свеобухватног пројектовања за уштеде током целог животног циклуса у новим или реконструисаним (енергетски санираним) зградама,

³Чл. 5, ст. 1, тч. 4, Закон о ефикасном коришћењу енергије, „Сл. гласник РС“, бр. 25/2013

⁴*Easy money* - лако зарађен или стечен новац

- уградња квалитетне термичке изолације простора који се греје,
- замена дотрајале столарије у просторима које се греју, (са двоструким или троструким пакетима стакла и вишекоморним профилима (пет и више профила) од различитих постојећих материјала: ПВЦ, алуминијум, дрво или комбинација материјала) уз коришћење специјалних ниско-емисионих стакала кад год је то прикладно,
- уградња одговарајућих спољних уређаја за засењивање на отворима окренутим ка југу,
- уградња вертикалних уређаја за засењивање (ролетне, жалузине) на отворима окренутим према истоку и западу,
- препројектовање система прозора и уградња контроле бљеска и других одговарајућих система,
- пројектовање простора са побољшаним условима дневне светлости,
- препројектовање спољних простора према биоклиматским критеријумима, са контролисаним микроклимом у канцеларијама и другим комерцијалним зградама и уградња напредних („паметних“) система за управљање енергијом,
- пројектовање и уградња одговарајућих система за хлађење,
- коришћење даљинског грејања за стамбене блокове или комплексе зграда,
- коришћење и/или уградња система са фотонапонским ћелијама на кровове зграда, фасадне зидове, спољне просторе итд.,
- додавање/интеграција пасивних соларних система на постојеће зграде,
- уградња мерних уређаја за потрошњу енергије,
- замена „прљавих“ необновљивих енергената - „чистим“ обновљивим,
- замена енергетски неефикасних потрошача ефикаснијим,
- примена урбанистичког планирања за очување енергије.

Побољшање „ефикасности“ зграда, пре свега код оптималног, ефикасног утрошка енергије, примена напредних технологија, учешће алтернативних, обновљивих горива, уз регулаторно остварене и усаглашене границе и нивое загађења, у великој мери смањује и емисију гасова са ефектом стаклене баште. У питању је још један бенефит за друштво.

Конекција (енергетска ефикасност - „зелена енергија“ - заштита животне средине) је неминовност, обзиром да енергетска ефикасност не даје само, као резултанту, остварен комфор тиме и угођај корисника, већ у ширем смислу она представља и квалитет добијене енергије, односно њено посредно, финално учешће у квалитету живота и људи који нису непосредни „профитери“ смањене употребе енергије.

1.2. Значај и актуелност

Република Србија је, у складу са прихваћеним тенденцијама за повећањем енергетске ефикасности у зградарству је, и лаички посматрано, у видном закашњењу у односу на већину земаља Европске уније, па и свог окружења у неким елементима.

Конкретни кораци учињени су 2009. године када је доношењем Закона о планирању и изградњи, први пут поменут појам енергетске ефикасности, као и потреба за енергетском сертификацијом зграда. У августу 2011. године, ступили су на снагу нови прописи (Правилници) о енергетској ефикасности зграда и начину издавања сертификата о енергетским карактеристикама зграда, тзв. *енергетских пасоша*.

Када се говори о архитектонској пракси, садашњи тренутак је усмерен ка питањима енергетске ефикасности, како са аспекта теоретских поставки, тако и са аспекта утврђивања и дефинисања перформанси објеката, базираној на процедури сертификације путем издавања „сертификата енергетских перформанси“ (*Energy Performance Certificates - EPC*).

У већини европских земаља те процедуре су везане за методе прорачуна, док се саме провере квалитета извођења базирају на постојању посебних процедура, уредби и непосредном стручном надзору од стране инжењерског кадра.

У домаћој пракси, одавно је у примени принцип сертификације зграда, као и база података издатих „пасоша“ у ресорном министарству, док питању валоризације изведеног стања (енергетске санације зграде) није посвећена посебна пажња.

Посматрајући локални тренутак, значај предмета овог истраживања огледа се у теоретско-практичном оквиру, и може се препознати кроз:

- утврђивање методолошког начина испитивања енергетских карактеристика фасадног омотача јавних зграда употребом термовизијског снимања, који је усаглашен са реалним потребама праксе,

- увођење методе термовизијског снимања као обавезне, у практичној примени верификације квалитета фасадног омотача јавних зграда (код новоизграђених и код енергетски санираних јавних зграда),

- класификацију недостатака омотача јавних зграда исказаних преко утврђених енергетских карактеристика,

- предлог реалних могућности улагања за приватни капитал (применом ESCO концепта и уз могућност примене Закона о јавно-приватном партнерству и концесијама (у даљем: Закон о ЈПП⁵)).

Теоретски оквир значаја овог истраживања се карактерише и видом друштвеног значаја, где се, пре свега, сагледава потенцијал промене досадашње праксе верификације квалитета, уз његово усаглашавање са трендовима и европском регулативом, што као резултату има дефинисање и увођење новог профила стручњака, односно потребу за њиховом одговарајућом едукацијом.

Практични оквир се односи на конкретне препоруке и процедуре које би омогућиле адекватну примену методе уз јасно дефинисање уочених практичних недостатака, кроз измену и допуну актуелних подзаконских аката.

На самом почетку истраживања, вишедеценијски помињан, приказ „енергетског расипништва“ представља просечну укупну специфичну годишњу потрошњу за зграде са даљинским грејањем и припремом топле воде (ПТВ) у стамбеним зградама у Србији и у нумеричком смислу та бројка је већа од 200kWh/m². Поређења ради, у развијеним европским земљама је потрошња и испод 60kWh/m² годишње.

⁵„Сл. гласник РС“ бр. 88/2011, 15/2016 и 104/2016

Дакако, у развијеним земљама приступ и разумевање енергетске ефикасности, примене и потрошње, најпре квалитетно добијене енергије, је вишедеценијски. Мерења су показала да је у јавним зградама код нас, услед небриге, овај податак и драстичнији. Овај поразан показатељ је приморао, пре свега домаћег законодавца, да најпре интензивира активности на достизању регулаторних стандарда који важе у земљама Европске уније (ЕУ). Дакле, усклађеност и хармонизација, те прилагодљивост прописа је, у првом кораку, императив, односно представља увод према решавању проблема енергетске неефикасности код свих потрошача, у индустрији, саобраћају и домаћинствима.

Овај рад и проведено истраживање даје приказ неких аспеката енергетске ефикасности, теоријски приступ, осврт на европску и националну регулативу, али и апликативно, кроз студију случаја - стање и могућу примену интегрисаног система пројектовања на социјалним објектима Градске управе града Београда.

Ужи предмет истраживања овог рада, представљаће примена концепта енергетске ефикасности у јавном сектору⁶ на примеру предшколских зграда који се налазе у оквиру предшколских установа Градске управе града Београда.

1.3. Циљеви истраживачког рада

Један од највећих потенцијала за уштеду енергије се и, логично, налази код највећег потрошача - у зградама. Међутим, процес трансформације постојећих зграда „обједињеном“ енергетском санацијом, у оне које су комфорне, безбедне и енергетски ефикасне, са смањеном потрошњом, је захтеван посао.

Циљ овог истраживања је потврда исправности теорије да је, у будућем времену, кључ одрживог развоја друштва енергетска ефикасност, уз посебно дефинисану и планирану уштеду енергије у зградарству у јавном сектору, употребом и применом обновљивих извора енергије уз могуће учешће капитала правних лица, предузетника или фондова, којима би такво улагање представљало одрживо и дугорочно пословање.

Посебан циљ истраживања односи се на изабрани пример, објекте Градске управе града Београда и примену концепта енергетске ефикасности и друштвено одговорног планирања и понашања.

У функцији ових циљева, је и дефинисање процедуре примене посебног термовизијског снимања, као првог корака, у конкретним условима:

- приступа и начина фотографисања (односа целина, принцип дефинисања зона испитивања),
- прецизно одређивање зона са недостацима на згради (метод верификације и непосредног уочавања проблема на самој згради),
- прецизна нумеричка презентација добијених резултата.

Иза тога, фокус овог рада је и у примени савремених материјала, у свакако, оптимално интегрисаним системима, те њихове примене код енергетске санације јавних објеката.

⁶Чл. 5, ст. 1, тч. 18, Закон о ефикасном коришћењу енергије, „Сл. гласник РС“, бр. 25/2013

Један од циљева представља и предлог аутора за измену и унапређење подзаконских аката који третирају проблематику методологије и извештајних докумената унутар Методологија ОПГ4 и ОПГ5.

У овом истраживању које третира јавне, социјалне објекте, допринос се огледа и у уочавању значаја енергетске ефикасности и потребе за рационалном и ефикасном употребом енергије од стране савременог, урбано решеног и едукованог друштва, односно у адекватном и оптималном приступу енергетског менаџмента у будућности.

1.4. Претпоставке истраживања

Ово истраживање је усмерено на три претпоставке (хипотезе), од којих је једна главна, а две помоћне:

Главна хипотеза X1: Савремене технологије и њихова процедурална, интегрисана примена, представљају значајан инструмент код, енергетски ефикасног функционисања јавних објеката, уз очекивану максималну уштеду енергије и финансијских средстава за корисника.

Помоћна хипотеза X2: Енергетска ефикасност доноси троструку корист друштву: енергетске уштеде, смањење пратећих трошкова и смањење емисије штетних гасова.

Помоћна хипотеза X3: Концепт енергетске ефикасности у директној је вези са концептом заштите животне средине и концептом одрживог развоја.

1.5. Задаци истраживања

Посматрајући претпоставке истраживања, основни задаци истраживања су постављени и сумирају се после избора посматраних објеката, следећим ставкама:

1. Дефинисање правила самог процеса термографског снимања у циљу добијања реалних резултата, и то:

- начина и времена (термина) извођења снимања,
- одређивања довољне и потребне прецизности према предметном објекту снимања,
- управљање према климатским условима снимања (временски утицаји),
- начина формирања слике целине објекта и његовог тренутног стања,
- начина препознавања и дефинисања уочених недостатака на објекту,
- начина процене утицаја добијених недостатака,
- начина одређивања енергетских перформанси посматраног и сниманог јавног објекта.

2. Класификација добијених термограма са објашњењима перформанси и њихових нумеричких показатеља, како би предложени избор материјала и грађевинских (термичких) система, новог енергента и примењених технологија био адекватан и финансијски одржив за инвеститора у - уштеду енергије.

1.6. Методе истраживачког рада

Узимајући у обзир специфичности проучаваног предмета истраживања, као и претходно наведене циљеве и задатке, коришћене су методе како би били задовољени основни методолошки захтеви - систематичност, објективност и поузданост.

Овај рад ће бити у анализи допуњен верификованим сазнањима и искуствима иностраних и домаћих аутора, односно сазнањима о савременој производној и извођачкој пракси у рационалној примени.

Извршено је испитивање јавног објекта као репрезентативног узорка дефинисаног у току процеса истраживања, термовизијским снимањем и контролним снимањима бесконтактним и, када је то било могуће, контактним методама.

Такође, математичким моделирањем карактеристичних склопова уз помоћ савремених симулационих софтвера, у коначном, доказује се и уштеда енергије и финансијских средстава у поступку и након извршене енергетске санације⁷ на посматраној јавној згради.

1.7. Структура рада

Након уводног бављења значајем и полазиштем, у наставку се дефинишу циљеви истраживања, утврђују претпоставке које ће се доцније доказивати, а затим и основни задаци предметног истраживања. Предвиђена методологија, као и приступ истраживању, уз доследно и прецизно сагледавање чињеница, модела и потреба коначно дају резултату у виду реално доступног и остваривог предлога решења.

У оквиру другог поглавља представља се пракса и регулатива када је у питању енергетска ефикасност у Републици Србији, уз успостављање паралеле са Европском унијом. Поглавље представља пројекте енергетске ефикасности реализоване у Србији.

У трећем поглављу обрађују се савремене технологије које могу бити заступљене у интегрисаној примени на објектима од јавног значаја. Материјали који су предложени представљају само једну од могућих „комбинација“ које би пројектант могао да примени. Предложени системи, материјали и технологије, који ће бити представљени и у самом прорачуну грађевинске физике (са својим карактеристикама) третирају решавање проблема на фасади и крову објекта, те у самом извору топлоте, у котларници.

Четврто поглавље бави се непосредно прорачуном грађевинске физике, уз коришћење термовизије, како методе дијагностиковања, наменског јавног објекта, који је само један од 50(педесет) јавних објеката за смештај предшколске деце у граду Београду, који није прикључен на даљински систем грејања и нема ту могућност, кроз елаборат енергетске ефикасности. Представљено истраживање, симболичног назива - „*А шта може зима мени...?*“⁸, је и својеврсна иницијатива аутора и позив надлежнима на системско решавање овог градског проблема. Назив овог пројекта је симболичан, али је он прихваћен и од стране

⁷Чл. 2, ст. 1, тч. 23, Правилник о енергетској ефикасности зграда, „Сл. гласник РС“, бр. 61/2011

⁸Зимска песма - Јован Јовановић Змај (прим. аут. - стих из песме)

четири компаније које су дале свој прихват и на тај начин наговестила и учешће, својим - писмом о намерама, која се налазе у Прилогу 7. овог рада.

Наредно, пето поглавље се бави концептом управљања поменутиим истраживањем, као будућим пројектом друштвено одговорне локалне заједнице описаном у претходном поглављу.

На крају се налазе дискусија резултата, закључна размишљања, одговарајући прилози, као и списак референтне литературе.

II ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ, ПРАКСА И РЕГУЛАТИВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Ако сагледавамо енергетски сектор на националном нивоу, јасно је да у циљу правилног и јасног дефинисања морамо обухватити не само економски, па и производни, него и социјални и еколошки аспект.

Када је у питању сектор енергетике, у овом тренутку, односно окружењу, проблем енергетског снабдевања, односно енергетске сигурности⁹ се намеће као централно питање, па је и сасвим јасно да је енергетска ефикасност, за доносиоце одлука - секундарни проблем. Неизвесност снабдевањем конвенционалним енергентима, у будућем времену, и стратешки изналажење нових и сигурних решења, као и уштеда свих видова енергије уз примену савремених технологија и материјала приликом енергетске санације постојећих објеката, представља сигуран пут енергетске безбедности једне земље.

Док су извори снабдевања фосилним енергентом у постепеном опадању, а глобални снабдевачи „по гранама“ дефинисани, надметање „енергетских сила“ за оскудним ресурсима у свету се извесно појачава уз неминовну опасност од избијања озбиљнијих сукоба. Претерана зависност од фосилних горива, нарочито природног гаса и нафте, као извора енергије чини многе државе, пре свега индустријски развијене, рањивим, чак и на најмање поремећаје у снабдевању, без обзира да ли су настали услед терористичких напада, или као резултат политичких чинаца или међународних спорова. Иако поједине земље, захваљујући природним ресурсима и могућностима, настоје да се преусмере на употребу и коришћење обновљивих извора енергије, превладава потреба за координираним међународним напорима у изналажењу решења за нове претње по регионалну, па и глобалну енергетску безбедност, посебно по питању безбедности енергетске инфраструктуре, као што су нафтна складишта, нафтне платформе, прерађивачки капацитети, транспортери енергената - танкери, нафтоводи, гасна складишта и гасоводне мреже.

Са друге стране, природни фактори, све екстремније временске (не)прилике, подразумевају да је смањење емисија штетних гасова све значајнији безбедносни захтев, посебно у оним крајевима који су већ погођени сиромаштвом, глађу и социјалном и политичком нестабилношћу. Такође, масовне изнуђене миграције услед погоршаних климатских услова и ратних дејстава представљају једну од најопаснијих и потенцијално дестабилизирајућих претњи.

2.1. Дефиниција појма енергетска ефикасност

Енергетска ефикасност у зградарству представља низ могућих и рационално (појединачно или интегрисано) примењених мера које као резултату имају смењење потрошње енергије. Пројектоване и примењене мере¹⁰ имају за циљ подизање комфора за све кориснике у објекту.

⁹Чл. 3, ст. 1, тч. 1, Закон о ефикасном коришћењу енергије, „Сл. гласник РС“, бр. 25/2013

¹⁰Чл. 5, ст. 1, тч. 23, Закон о ефикасном коришћењу енергије, „Сл. гласник РС“, бр. 25/2013

Многе од мера, у/или на објекту, у циљу смањења потрошње енергије може да изведе и сам корисник, без посебних пројектантских решења. (замена светиљки, рационално коришћење уређаја, уградња терморегулационих вентила на грејним телима...)

У циљу рационалног коришћења енергије, а тиме и повећања енергетске ефикасности најчешће примењиване мере су:

- коришћење обновљивих извора енергије код јавних и резиденцијалних корисника,
- уградња ефикасних потрошача (светиљки, котлова...),
- уградања и употреба квалитетних фасадних и кровних система на објекту,
- замена лоше спољашње столарије на објекту,
- уградња терморегулационих уређаја који лимитирају потрошаче енергије.

Познато је да најшира група корисника познаје и поистовећује енергетску ефикасност код стамбених и јавних објеката, најчешће са уградњом одговарајуће термоизолације и замене столарије.

Међутим, постоји и читав низ мера које се користе у другим гранама, у индустрији или саобраћају, које нису блиске најширој групи корисника.

Ово истраживање ће дати акценат пре свега на мере (и њихово унапређење) које се примењују у зградарству, а које су свакако грађанима, па и инвеститорима, најбитније и најприменљивије.

2.2. Потреба друштва за енергетском ефикасношћу

Енергетска ефикасност је неодвојива од заштите животне и радне средине, односно изворно се може рећи да је енергетска ефикасност директно у функцији заштите природе и очувања човековог, микро и макро, окружења. Слободно се може истаћи да је енергетска ефикасност у свету постала носилац одрживог развоја и реални и незаобилазни фактор опстанка друштва и економског развоја.

Као што је већ раније поменуто, укупна просечна специфична потрошња енергије за стамбене зграде са даљинским системом грејања и ПТВ (*припрема топле воде*) у Србији је већа од 200kWh/m² годишње, док у развијеним европским земљама износи и испод 60kWh/m². Овај податак о потрошњи из 2010. године, када је ово истраживање и започето, је индикативан и довољно „зрео“. И тадашње и садашње размишљање стручне јавности је истоветно - вишеструко увећана потрошња забрињава и опомиње. Евидентно је да ова „расипничка“ чињеница, која је у неким сегментима потрошње и драстичније изражена, приморава надлежне да интензивирају активности и изједначе се са стандардима који важе у земљама ЕУ.¹¹ Тај процес је захтеван и није лак и скоро да је неодвојив од незаобилазних мера које је у будућем времену потребно спровести код заштите животне средине.

Јавне и комерцијалне зграде углавном нису, због приступа и небриге од стране власника, у фокусу прорачуна потрошње. У овом тренутку јавни сектор је више окренут планирању потреба буџетског новца да „изгура“ зиму са својим, расположивим енергентом,

¹¹Шумарац, Д. Енергетска ефикасност зграда у Србији - стање и перспективе. Термотехника, 36(1), 11-29, 2010.

(и евентуално отклони „неочекивани“ квар на систему) него да изнађе новац и „ангажује“ га за примену мера енергетске ефикасности, или се, опет, чини да је то само ствар појединаца (ентузијаста) у неким локалним самоуправама или институцијама, који фигурирају као локални енергетски менаџери¹². Енергетска уштеда још увек није питање које би „приморало“ државу, као власника свог јавног и пословног простора, да реагује на прави начин.

Истраживање које је спровела Светска банка 2012. године, даје нам следеће резултате кроз приказане табеле¹³:

| р.б | Зграде | Укупна површина (мил. m ²) | Потенцијал уштеде енергије (% потрошње зграде) | Потенцијал уштеде енергије (% потрошње финалне енергије) | Потенцијал укупне уштеде енергије (у ktоe) ¹⁴ |
|-----|--|--|--|--|--|
| I | Стамбене | 190,00 | 39,00 | 10,6 | 1.102 |
| II | Јавне | | | | |
| | Здравство | 4,00 | 47,00 | 0,5 | 43 |
| | Образовање | 11,25 | 44,00 | 0,7 | 86 |
| | Зграде са канцеларијама са јавним функцијама | 12,00 | 47,00 | 0,8 | 114 |
| III | Пословне | 18,00 | 48,00 | 3,2 | 247 |
| | Укупно | 235,20 | | 15,8 | 1.592 |

Табела 1. Просечна процена уштеда према типу зграде у РС¹⁵

| Зграде | Површина (m ²) | Грејање | | Струја | | Укупно | |
|---------------|----------------------------|-------------------|------------|-------------------|-----------|-------------------|--------------|
| | | милиона € годишње | ktоe/год. | милиона € годишње | ktоe/год. | милиона € годишње | ktоe/год. |
| Канцеларије | 12.000.000 | 70 | 100 | 41 | 58 | 110,4 | 158,2 |
| Болнице | 4.000.000 | 46 | 67 | 14 | 20 | 60,2 | 86,2 |
| Школе | 11.250.000 | 90 | 129 | 8 | 12 | 98,8 | 141,6 |
| Укупно | 27.250.000 | 206 | 296 | 63 | 90 | 269,4 | 386,0 |

Табела 2. Процењена вредност енергетске потрошње и трошкови у зградама јавног сектора¹⁶

¹²Чл. 5, ст. 1, тч. 9, Закон о ефикасном коришћењу енергије, „Сл. гласник РС“, бр. 25/2013

¹³Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Светска банка (World bank), 2012.

¹⁴Еквивалентна нафта: 1тоe = 41,868GJ = 11,63MWh

¹⁵Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Светска банка, (World bank), стр.8, 2012.

¹⁶Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Светска банка, (World bank), стр.9, 2012.

| Сектор | Укупна површина (мил. m ²) | Просечно улагање (€/m ²) | Укупно улагање (x10 ⁹ €) |
|---|---|---|--|
| Зграде са канцеларијама за обављање јавних функција | 27,5 | 46,8 | 0,562 |
| Болнице | 3,5 | 49,2 | 0,197 |
| Школе | 10,0 | 38,3 | 0,431 |
| Пословни сектор | 18,0 | 70,9 | 1,276 |
| Стамбени сектор | 190,0 | 33,5 | 6,373 |
| Укупно | 249,0 | 45,4 | 8,839 |

Табела 3. Потребна улагања у сектору и укупно улагање¹⁷

Напомена: Из табела се јасно види да су трошкови употребе енергије на годишњем нивоу код корисника у јавним зградама 269,4 милиона евра, док трошкови за пословне и стамбене зграде достижу бројку од 404 милиона евра.

Слично истраживање и закључке је дала и немачка организација за техничку сарадњу GIZ, 2016. године. Према њеним проценама уз проведено истраживање у 169 градова и општина Србије, у преко 16.000 јавних зграда попут школа и вртића има и огромног потенцијала за енергетске уштеде.¹⁸

2.3. Енергетска ефикасност у зградарству у Србији

Укупну потрошњу енергије је могуће остварити изградњом нових зграда које имају утврђене стандарде енергетске потрошње, које је законодавац и утврдио. И то је у овом тренутку са, регулаторно утврђеним, енергетским разредом „С“ и - изводљиво. Међутим, захтевнији посао у будућем времену ће бити енергетска санација постојећих објеката. Када се говори о стамбеним зградама, потпуно је јасно, да грађани то неће моћи да остваре без одговарајућих државних субвенција, као што се то ради у земљама ЕУ. Дакле, све док за државу енергетска ефикасност не буде у жижи интересовања или бар у високом приоритету, неће бити ни адекватног и дугорочног решења. До тада, усваја се потребна регулатива, обучавају се нови, тржишту потребни, кадрови и ради извођење које не представља опсежну акцију, односно финансијски је подржано и контролисано, кроз институције система, недовољним (државним) финансијским инструментима¹⁹ или страним подршкама и кредитним линијама.

Данас је пред Србијом и целим регионом низ отворених питања када је реч о енергетској безбедности, и неопходно је да регион постигне договор, па тим и утврди и заједничку енергетску политику. За нашу државу је то и примена принципа хармонизације и усаглашавања са моделима и политикама ЕУ.

Сведоци смо да је за подручје Балкана у фокусу интензивно трагање за додирним тачкама кроз заједничке пројекте и интерконеције, пре свега гасне.

¹⁷Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, Коначни извештај, Светска банка, (World bank), стр.10, 2012.

¹⁸GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), Енергетска ефикасност у зградарству, 2016.

¹⁹Чл. 5, ст. 1, тч. 47, Закон о ефикасном коришћењу енергије, Сл. гласник РС“, бр. 25/2013

„Израда енергетског пасоша зграде, има за циљ трајно смањење енергетских потреба при пројектовању, изградњи и коришћењу нових зграда, затим санацији и реконструкцији постојећих“.²⁰

2.4. Правни и институционални оквир у области енергетске ефикасности

Примена одговарајућих мера енергетске ефикасности у домаћинствима и зградарству, јасно је, води ка најважнијим уштедама енергије за грађане. Да би се промовисале енергетски ефикасне зграде, и да би се успоставили модели енергетске ефикасности и применили минимални захтеви у погледу енергетских перформанси зграда, у домаћој регулативи препознају се уводне промене, које воде ка новим законима и прописима (правилницима) - као и глобални приступ на пољу смањења потрошње енергије.²¹

Рационално и ефикасно коришћење енергије и енергената доскора није био предмет ни једног законског акта у Републици Србији (до 2013. год.), односно њихова усклађеност са Директивама ЕУ није постојала.

Ако се посматрају инструменти политике који се могу користити за подстицање повећања енергетске ефикасности и који морају бити уређени, то су:

- 1. Законска регулатива.**
- 2. Економске мере.**
- 3. Истраживање и развој.**
- 4. Информисање и образовање.**
- 5. Подаци и статистика.**

Најпре, Закон о енергетици из 2004. године препознаје значај енергетске ефикасности у секторима производње и потрошње енергије кроз дефинисану енергетску политику.

Доношењем Закона о енергетици из 2004. године²² Агенција за енергетску ефикасност је реоснована са правним статусом специјалне организације. Задатак агенције је био да спроводи и предлаже активности у циљу повећања енергетске ефикасности и повећаног коришћења обновљивих извора енергије, укључујући и припрему техничких и других прописа.

Међутим, Агенција за енергетску ефикасност прекида свој рад 2013. године, а њен рад наставља Одсек за обновљиве изворе и енергетску ефикасност у оквиру Министарства енергетике, развоја и заштите животне средине РС.

²⁰Дамњановић, З. Штрбац, Н. Михајловић, И. & Стојановић, Г. Примена термовизије при мерењу енергетске ефикасности у зградарству. Енергетске технологије, 7(2), 9-15, 2010.

²¹Schütt, W. & Дрпић, М. Нови прописи за сектор зградарства. Техника - Квалитет, стандардизација и метрологија, 10(6), 13-18, 2010.

²²Закон о енергетици, „Сл. гласник РС“, бр. 84/2004 и 145/2014

Закон о планирању и изградњи²³ из 2009. године уважава значај енергетске ефикасности објеката. Обавеза унапређења енергетске ефикасности објеката дефинисана је у фази пројектовања, извођења, коришћења и одржавања (члан 4. Закона), тако да се прописана енергетска својства утврђују издавањем *Сертификата о енергетским својствима објеката тзв. енергетским пасошем зграде*.

Са 2009. годином уважен је значај енергетске ефикасности објеката.

Осим Агенције за енергетску ефикасност, као тела, Влада Републике Србије је 2010. године покренула и „Национални програм енергетске ефикасности“ у оквиру Министарства науке и заштите животне средине.

Република Србија основа пет центара за енергетску ефикасност, лоцираних у Београду, Новом Саду, Нишу, Крагујевцу и Краљеву. Задатак регионалних центара је био да обезбеде спровођење регионалних програма непосредно, на терену.

У марту 2012. године, после трогодишње дебате и усаглашавања, донесен је Закон о ефикасној употреби енергије, који је прецизирао и формирање Фонда за енергетску ефикасност од 2014. године, али не и прецизно модел пуњења Фонда. Формирање Фонда за енергетску ефикасност је била планирана (нужна) иницијална мера за отпочињање процеса и подстицаје конкретних акција

Циљ доношења Закона је био да се створи амбијент који подстиче одговорно, рационално и дугорочно одрживо коришћење енергије.

Паралелна активност је и да држава мора да постепено потпуно либерализује тржиште енергије и енергената. То је и учињено новоизгласаним Законом о енергетици, 2011. године. Тиме су се створили услови за привлачење и заинтересованост слободног инвестиционог капитала за пројекте повећања енергетске ефикасности. До тренутка потпуне либерализације тржишта енергената и електричне енергије, државни подстицаји су неопходни за реализацију идеје повећања енергетске ефикасности. План је био да се овим путем постепено остваре и интегришу целине енергетике у систем ЕУ, који је прихваћен потписивањем Уговора о оснивању енергетске заједнице југоисточне Европе, 2006. године.

Колико је до сада урађено и заиста упоредиво са мерама и законском регулативом ЕУ?

Коначно, наша земља је донела три Акциона плана о енергетској ефикасности који су имали јасно дефинисане циљеве:

1. 2010-2012: уштеда **1.5%** финалне енергије у 2008. (са предвиђеном уштедом: 0.1254 Mtoe)
Остварена уштеда до 2012: 1,22% или око 81,5% од планираних уштеда
2. 2013-2015: **3.5%** финалне енергије у 2008. (са предвиђеном уштедом: 0.2952 Mtoe)
3. 2010-2018: **9%** финалне енергије у 2008. (са предвиђеном уштедом: 0.7524 Mtoe)

²³Закон о планирању и изградњи, „Сл. гласник РС“, бр. 72/2009, 81/2009, 64/2010, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014 и 145/2014

2.4.1. Зградарство и реализовани пројекти на јавним зградама у Србији

Ако је потребно да реалније сагледамо слику потрошача у нашој земљи треба узети у обзир и удео одређеног енергента, односно начин загревања код нас. Према табели 4. начини загревања зграда у Републици Србији су следећи: 26% укупне површине се загрева из система даљинских грејања и локалних котларница са централним грејањем (14% из даљинских система и 12% из локалних котларница), 14% из електроенергетског система, 10% из система природног гаса и 50% укупних површина користи чврста горива у локалним пећима (угаљ, огревно дрво, биомаса из пољопривреде, отпад и др.).

| Начин загревања зграда у Републици Србији | |
|--|------------|
| Пећи на чврсто гориво | 50% |
| Даљинско грејање | 14% |
| Електрична енергија | 14% |
| Локалне котларнице | 12% |
| Природни гас | 10% |

Табела 4. Начин загревања зграда у РС²⁴

„Средње годишње специфичне потрошње енергије за објекте грејане из система даљинског грејања и локалних котларница износе: за стамбене зграде 171kWh/m², за нестамбене зграде 194kWh/m², за припрему топле воде у стамбеним зградама 55kWh/m² а у нестамбеним зградама 12kWh/m². То даје средњу специфичну потрошњу топлоте за грејање и припрему топле воде у стамбеним и нестамбеним зградама сведену на 1m² нето површине од 228kWh/m².

Потрошња енергије у зградарству Србије (јавни и приватни сектор) у потрошњи финалне енергије износи 36%, што је више од индустрије и саобраћаја појединачно (2009). Потрошња електричне енергије у зградарству је око 60%.

Средње годишње специфичне потрошње енергије за грејање објеката који користе остале начине загревања износе: за објекте грејане електричном енергијом 130kWh/m², природним гасом 230kWh/m² и из локалних пећи на чврста горива 57kWh/m².²⁵

Број домаћинстава која се греју на електричну енергију износи 15% од укупног броја, а само за грејање потроши се 24% од укупне потрошње електричне енергије у свим домаћинствима.

„Стамбени, комерцијални и сектор јавних услуга бележили су стални раст у последњих неколико деценија, и то нарочито у изградњи свих типова објеката: стамбених, комерцијалних и комбинованих - вишенаменских објеката.“²⁶

Приватне, домаће и иностране инвестиције у урбаним центрима Србије резултирале су трактивним развојем, посебно у виду комбинованих вишенаменских објеката –

²⁴Агенција за енергетску ефикасност РС, 2007.

²⁵Стојиљковић, М. & Тодоровић, М. Основе енергетског билансирања зграде, Обука за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности зграда, Инжењерска комора Србије, 2013

²⁶Тодоровић, М. Ећим, О. & Мартиновић, И. Избор прилаза унапређења енергетске ефикасности и одрживости зиданих зграда. Материјали и конструкције, 53(4), 5-27, 2010.

комерцијалних са пословним, продајним и луксузним стамбеним површинама са уграђеним системима грејања, вентилације и климатизације великог инсталисаног капацитета. Међутим, неки од тих објеката пројектовани су у складу са најстрожијим стандардима енергетске ефикасности ЕУ и у том смислу су постали репер у региону (нпр. центар Ушће, иако је цео објекат застакљен, има грејно оптерећење мање од 50kWh/m² годишње). Ова тенденција присутна је у најновијим објектима и просечна потрошња топлотне енергије у новим објектима је до 100kWh/m² годишње.²⁷

С друге стране, просечна годишња потрошња топлотне енергије у већини постојећих објеката у градским срединама Србије значајно је већа, и то чак 2 до 3 пута већа него у новим објектима. Стамбени објекти који су изграђени током седамдесетих и осамдесетих година прошлог века, у периоду најинтензивнијег раста стамбеног фонда, карактеришу се претераном потрошњом финалне, посебно топлотне енергије. Будући да су ове зграде изграђене без или са неадекватном термоизолацијом, оне данас представљају највећи проблем у погледу потрошње енергије у Србији. Ови објекти се даље карактеришу предимензионираним инсталацијама система грејања и котловима или топлотним подстанцима.

У оквиру стратешког програма Енергетска ефикасност у зградарству, који је требао да допринесе повећању енергетске ефикасности и смањењу потрошње енергије у стамбеном и терцијарном сектору, АЕЕ Републике Србије је у 2005. и 2006. години реализовала пројекат *Енергетска ефикасност у јавним зградама - демонстрациони пројекти*.

Активности овог Пројекта спроводене су уз финансијску подршку ЕУ, преко Европске агенције за реконструкцију (ЕАР), која је у облику неповратне финансијске помоћи Србији обезбедила посебан фонд за унапређење енергетске ефикасности у зградарству у износу од 1,65мил.€.

Године 2004. објављен је јавни позив са суфинансирање демонстрационих пројеката на повећању ЕЕ у јавним зградама локалне самоуправе. По овом позиву примљено је 58 пријава. Након техничке и финансијске оцене пројеката ангажованих, квалификованих и искусних експерата, и након одобрења од ЕАР-а, Агенција је закључила 16 уговора са општинама којима је додељена донација.

Структура одабраних јавних објеката је: седам школа, две предшколске установе, три административне зграде, један објекат културе и три здравствена објекта.

Корисник донације је управљао пројектом под надзором АЕЕ, која је уједно обезбеђивала подршку локалним самоуправама у свим корацима имплементације: припреми тендерске документације, процесу оцене достављених понуда, у поступку процедуре уговарања, припреме техничких и потребних финансијских извештаја.

²⁷Тодоровић, М. First NEEAP/BS - National Energy Efficiency Action Plan/Building Sector 2009-2018, Study Report and NEEAP-BS for the Republic of Serbia Ministry of Mining and Energy, IRG, Washington, June 2010.



Слика 1. Реализовани демонстрациони пројекти²⁸

У оквиру овакве организације пројекта Агенција је, као копотписник са Министарством рударства и енергетике, уговорила различите консултантске услуге са Заједничким подухватом фирми BDSP из Лондона и Енергопројект-Ентел из Београда од којих је једна од најважнијих, у смислу верификације пројекта, мерење потрошње топлотне енергије за грејање пре и после примене изабраних пакета мера енергетске санације објекта уз праћење достигнутог комфора за крајње кориснике. Такође, Светска банка је у оквиру пет пројеката за Србију, у јуну 2007. године одобрила и пројекат за унапређење енергетске ефикасности у школама и болницама. За овај пројекат је обезбеђено додатних 28 мил. УС долара и то делом из зајма по EBRD условима у износу од 18 мил. УС долара, и делом из кредита по концесионалним IDA условима у износу од 10 мил. УС долара. Ово је омогућило Влади да ратификацијом уговора у Скупштини Србије оствари оригинални циљ пројекта и да настави са унапређењем ефикасности коришћења енергије кроз: рехабилитацију система грејања у Клиничком центру Ниш и реконструкцију 17 објеката унутар Клиничког центра, унапређење осветљења у школама, унапређење енергетске ефикасности у око десет социјалних установа, као што су домови за незбринуту децу, домови за стара лица и установе за децу са посебним потребама, као и унапређење енергетске ефикасности у шездесетак школа и болница широм Србије.

2.5. Енергетски биланс Републике Србије у 2017. години

„Енергетски биланс представља документ којим се утврђују годишњи износи енергије и енергената за уредно и сигурно снабдевање корисника енергије“.²⁹

Планирана производња енергетског сектора у 2017. години ће износити 0,761Mтое, представља 4% више од процењене потрошње енергетског сектора од 0,735Mтое у претходној години.³⁰

²⁸http://www.gradjevinarstvo.rs/ТекстДетаљиURL/Агенција_за_енергетску_ефикасност_%E2%80%93_Енергетска_ефикасност_у_зградарству.aspx?ban=820&текстид=213 датум приступа 17. мај 2011. год.

²⁹Енергетски биланс Републике Србије за 2017. годину, стр. 1. („Службени гласник РС“ бр. 110/2016)

³⁰Енергетски биланс Републике Србије за 2017. годину, стр. 12. („Службени гласник РС“ бр. 110/2016)

У 2017. години планирани губици у преносу и дистрибуцији ће износити 0,629Мтое, што је за 7% више у односу на протеклу годину, када су губици у преносу и дистрибуцији износили 0,590Мтое.³¹

Укупна финална енергија која је расположива потрошњу планирана је на 9,047Мтое или за 1,4% више у односу на 2016. годину када је укупна потрошња финалне енергије износила 8,935Мтое.³²

„Газпром је крајем новембра 2017. године објавио да је потрошња гаса у Србији до 15. новембра достигла потрошњу из 2016. године када је испоручено 1,75 милијарди кубних метара. Тржишта, која су на траси гасовода Турски ток, показала су растући апетит за руским гасом у периоду од 1. јануара до 15. новембра 2017. године.

Испоруке Турској су повећане за 21,7% (4,4 милијарде кубних метара) у односу на исти период прошле године, Грчкој за 12,1%, Бугарској за 7,1%, Мађарској за 24,4%, а Србији за 26,7%.“³³

Колико је гас енергент будућности показују и инвестиционе активности чланица ЕУ које граде терминале за смештај течног гаса, па је тако и Свиноујшћу у Пољској 2015. године пуштен у рад терминал за течни гас, капацитета пет милијарди кубних метара годишње. Касније је Варшава саопштила да тај терминал и гасовод који ће повезати Пољску са норвешким налазиштем омогућавају земљи да буде независна од испорука гаса „са истока“.

Поред Пољске, улогу другог извора уласка горива у Европу у оквиру новог гасног коридора треба да игра Хрватска. Почетком јула током „Самита три мора“ у Варшави, хрватски гасни оператер „Плинакро“ потписао је с „Гас системом“ споразум о сарадњи. Гасни терминал на острву Крк још није изграђен, али је планирано да буде пуштен у рад 2019. или 2020. године.

Регасификациони капацитет новог терминала биће прво око 10 милијарди кубних метара годишње, а касније би могао да буде повећан на 15 милијарди кубних метара. Пошто је потреба саме Хрватске за природним гасом око три милијарде кубних метара, терминал ће бити оријентисан на извоз. За ове сврхе већ је изграђен нови гасовод из Хрватске ка Мађарској. Изградња још увек није започела, обзиром да је планирано се снабдевање врши течним гасом (увезеним) из САД. Ови планови још увек нису спроведени у дело.

Поново је у опцији и очекује се, крајем 2018. године, „европска дозвола“ за „Јужни ток“ са већ познатом трасом, који би могао да допрема гас са руских поља, још једним наставком из Турске, односно Бугарске, који се наставља према Мађарској, Словачкој и Аустрији. Србија могла да очекује гас преко ове трасе 2020. године.

³¹Енергетски биланс Републике Србије за 2017. годину, стр. 12. („Службени гласник РС“ бр. 110/2016)

³²Енергетски биланс Републике Србије за 2017. годину, стр. 12. („Службени гласник РС“ бр. 110/2016)

³³Новинска Агенција Гас (Русија), 17.11.2017. год. (извор: Танјуг, 19.11.2017. год.)

2.6. Европска комисија (питања из упитника, извештаји европске комисије за 2010. и 2017. годину)

Европски савет је 1993. године у Копенхагену дефинисао критеријуме за чланство у Европској унији, који гласе:

„Приступање ће се одржати чим држава преузме обавезе чланства испуњавањем економских и политичких услова.

Чланство подразумева:

- *да је земља кандидат постигла стабилност институција која гарантује демократију,*
- *владавину права, људска права и поштовање и заштиту мањина,*
- *постојање функционалне тржишне економије, као и способност да се носи са притиском конкуренције и тржишним снагама у оквиру Уније,*
- *способност земље кандидата да преузме обавезе чланства, које укључују и*
- *приврженост циљу политичке, економске и монетарне уније.“*

Дана 29. априла 1997. године Савет је дефинисао услове за земље Западног Балкана у оквиру Процеса о стабилизацији и придруживању.

У свом Мишљењу, дакле, европска Комисија ће анализирати захтев Србије на основу исказане способности земље да испуни одређене услове и критеријуме.

Како би Комисији биле пружене неопходне информације за спровођење ове детаљне анализе, републици Србији је овим путем предат списак свеобухватних питања. Када је у питању Упитник, на 181. страни поменутог документа, у одељку који се односи на *Енергетску ефикасност*, изложена су следећа питања:

37. Да ли имате или намеравате да израдите Национални акциони план енергетске ефикасности? Молимо вас да доставите следеће податке о временском оквиру Националног плана, секторима које обухвата и очекиване/постигнуте уштеде. Уколико имате постављене циљеве о националној енергетској ефикасности/уштедама, молимо вас да доставите информације о начину на који су дефинисани и њиховим мерама?

38. Молимо вас да нам пружите информације о текућим и планираним законодавним и незаконодавним мерама промовисања енергетске ефикасности (о врсти ових мера, расположивом буџету, итд.). Да ли постоји неки закон о енергетској ефикасности?

39. Које институције су надлежне или ће бити надлежне за мониторинг и спровођење мера и програма енергетске ефикасности?

40. Да ли сте успоставили било какав систем подстицања уштеде енергије и побољшања енергетске ефикасности (као што су програми сертификата о уштеди енергије или добровољни споразуми са енергопривредом или другим учесницима)?

41. Постоје ли било какве мере за унапређење енергетске ефикасности у јавном сектору и искористите њихове примерне улоге (нпр. јавна набавка енергетске ефикасности)?

42. Постоје ли било какви програми подршке (финансијске, фискалне или друге) за:
а) побољшање енергетске ефикасности објеката;

б) побољшање енергетске ефикасности у индустрији и домаћинствима;

в) побољшање енергетске ефикасности транспорта.

43. Постоји ли било каква политика која се залаже за унапређење развоја компанија за енергетске услуге (КЕУ) или за спровођење уговора о енергетском учинку од стране потрошача енергије?

44. Да ли имате неки законски пропис на снази који захтева и тиме обезбеђује да крајњи корисници електричне енергије, природног гаса, даљинског грејања и/или хлађења и топловода у вашој земљи буду опремљени индивидуалним мерачима који одражавају стварну потрошњу енергије?

45. Да ли имате неки законски пропис на снази који захтева и тиме обезбеђује да се наплата врши од стране дистрибутера енергије, оператера дистрибутивног система и компаније за малопродају енергије, на основу стварне потрошње енергије?

46. Да ли је национално законодавство усклађено са Еколошким дизајном и Директивама енергетског означавања, мерама за њихово спровођење и Уредбом о програму *Energy Star* стандарда за енергетску ефикасност производа? Да ли постоји план о обавезном енергетском означавању и да ли постоје минимални захтеви енергетске ефикасности за кућне апарате? Уколико не постоје, који су планови за њихово увођење и када? Које структуре сте предвидели за спровођење ових мера? Да ли је национално законодавство усклађено са Уредбом 1222/2009/ЕЗ о означавању гума у погледу ефикасности горива и других суштинских параметара, и уколико није, какви су планови у смислу усклађивања?

47. Да ли је енергетска ефикасност размотрена у грађевинским прописима?

48. Да ли постоје услови за испуњавање минималног енергетског учинка за поједине врсте објеката (нових и постојећих, стамбених и нестамбених)? Да ли имате неке ознаке енергетског учинка за објекте?

49. Да ли постоји нека политика или програм о унапређењу развоја нискоенергетских објеката? Да ли постоје одредбе које одређују минимални удео обновљивих извора енергије у снабдевању објеката енергијом?

50. Да ли постоје захтеви у погледу ефикасности односно мониторинга грејања, вентилације односно климатизације и расвете?

51. Да ли су подаци прикупљени у складу са природом и енергетским карактеристикама објеката?

52. Да ли ваше законодавство садржи икакве захтеве у погледу планова енергетске ревизије за крајње потрошаче енергије (нпр. предузеће, индустрија)?

53. Постоје ли политички оквири и програми подршке (финансијске, фискалне или друге) у погледу високоефикасне когенерације? Да ли имате планове за унапређење коришћења високоефикасне когенерације и обновљиве енергије у даљинском грејању и когенерацији?

После две године од потписивања, важно је напоменути део из *Извештаја Европске комисије о Србији за 2010. годину*.³⁴ У овом извештају се наводи да је мали напредак остварен на пољу енергетске ефикасности и обновљивих извора енергије. У јулу 2010. године, како се у Извештају наводи, усвојен је национални Акциони план о енергетској

³⁴Европска комисија, Радни документ особља комисије, Извештај о напретку Србије за 2010. годину који прати саопштење Комисије упућен европском парламенту и савету, Стратегија проширења и кључни изазови за 2010-2011. годину, Брисел, SEC(2010) 1330

ефикасности. Влада је усвојила подзаконске прописе о обновљивој енергији, претходне године, у новембру 2009. године. Ови прописи се посебно односе на привилеговане произвођаче електричне енергије, који укључују и мере стимулације (гарантоване откупне цене тзв. „*feed in*“ - тарифе у дванаестогодишњем периоду) за електричну енергију произведену из обновљивих извора енергије. (Напомена: Поменута тарифа за привилеговане произвођаче електричне енергије је ревидирана крајем 2012. године.)

Међутим, главни елементи правних тековина Европске уније о обновљивој енергији још увек се нису пренели кроз српску регулативу. Република Србија је започела да примењује правни оквир о енергетској ефикасности доношењем Закона о ефикасној употреби енергије, 15. марта 2013. године, о коме се, како је познато, дуго полемисало.

У јавности су познати проблеми који су настали у процесу добијања потребне документације за изградњу и пуштање у рад првих ветрогенератора, као и проблеми изградње мини хидроелектрана у заштићеним зонама.

Колико је урађено види се јасно, после седам година, у *Извештају Европске комисије за 2017. годину*, где се у само једном пасусу се наводи да је Србија требала да усвоји Трећи акциони план енергетске ефикасности енергетски до јуна 2016. Међутим, усвајање је у тренутку креирања извештаја Комисије ЕУ било још у току.

Трећи Акциони план за енергетску ефикасност Републике Србије је донесен у децембру 2016. године, на снази је од 06.01.2017. године. У њему је дефинисан циљ да се у 2018. години у финалној потрошњи енергије уштедети 9%. Постојећи закон о ефикасном коришћењу енергије и закон о енергетској ефикасности зграда је делимично у складу са европским Директивама. У извештају се тражи снажно јачање капацитета, посебно у Министарству рударства и енергетике, одељењу за енергетску ефикасност, те у грађевинској инспекцији. Фонд за енергетску ефикасност је постављен као део буџетске линије ресорног министарства, а његово тренутни опсег који износи око 1,2 милиона евра (за 2016. годину) је означен као недовољан да задовољи захтеве.

Под утицајем Извештаја Европске комисије, као и због вероватно сагледаних потреба Буџетски фонд за унапређење енергетске ефикасности за 2019. годину (према усвојеном Буџету РС за 2019. год.) биће „тежак“ 500 мил. РСД (око 4,22 милиона евра), колико је укупно износио у претходне четири године. (Напомена: У 2018. години Буџетски фонд износио је 125 милиона динара (око 1,06 милиона евра), док је у претходне три године у њему укупно било 400 милиона динара (око 3,38 милиона евра).

Најављено је, од стране ресорног Министарства, формирање Фонда за енергетску ефикасност који ће располагати са 10 милиона евра годишње и додатним средствима која ће одредити ЕУ.

До сада су мере енергетске ефикасности у Србији, у које је уложено 415 милиона динара (око 3,5 милиона евра), спроведене у 39 јавних објеката. (извор: Министарство рударства и енергетике РС)

2.7. Баријере за повећање енергетске ефикасности

Кључну баријеру представља нереалан паритет цена енергената и њихова нестабилност. Ово се најпре односи на цену електричне енергије у односу на остала горива, односно видљиво је да је цена електричне енергије „блиска“ и одржива за буџет најзаступљенијег корисника - грађана.

План Европске уније је био да направи јединствено европско тржиште електричне енергије и да оно почне са радом од 2020. године, а да се пре тога национална тржишта споје у регионална. Нове смернице утичу и на Србију, као земљу кандидата за чланство у Унији.

Јединствено европско тржиште тражи и ефикасна енергетска предузећа. Очекује се да ће предузећа тежиште своје активности морати да усмере на развој обновљивих извора енергије и регионално повезивање. Смернице Уније су јасне - треба подићи сигурност у преносу електричне енергије, а то јасно значи да би заједно са суседним земљама требало отклонити уска грла на далеководном преносу, затим укинути регулисане (социјално заштићене и привилеговане) цене струје и обезбедити већу заштиту сиромашних домаћинстава (израдом социјалних карата и субвенционисањем цене угроженим корисницима).

Када погледамо нашу слику чињеница је да домаћинства у Србији, последњих 20-ак година, имају најнижу цену електричне енергије у Европи, па и у региону. Нешто осетнији скок цене је видљив код правних лица и код јавних предузећа, али су они углавном усмерени на једног снабдевача - ЕПС Снабдевање, који и са подигнутом ценом представља најјефтинијег испоручиоца у региону.

Грађани Србије имају пет пута јефтинију струју него што се плаћа у Данској и Немачкој, односно око четири пута јефтинију у поређењу са грађанима Белгије.

„Домаћинства у Србији су трошила у просеку 385kWh електричне енергије месечно у периоду од јануара до маја 2017. године, а у просеку рачун је износио 2.562 динара без урачунатих накнада и пореза.“³⁵

Међутим, због тако ниске цене струје, потрошња у Србији у односу на Европу је вишеструка, будући да око 2,5 милиона домаћинстава у Србији потроши скоро пет пута више електричне енергије од европског просека.

Како је цена електричне енергије за већину корисника прихватљива, они немају интереса да улажу у „утопљавање“ својих зграда, већ им је циљ само да остану квалитетни клијенти који редовно плаћају утрошену електричну енергију, односно да брину о исправности, пре свега, својих грејних тела и уређаја беле технике.

*Закључак који се намеће је следећи: у условима поменутих ценовних политика и јасно израженог социјалног предуслова за њено формирање, једини интерес корисника је, да електричне енергије - **ИМА**, а не колико она заиста кошта, производно, односно тржишно!*

³⁵Податак ЕПС - Електропривреда Србије, Електрична енергија у Србији најјефтинија у Европи, Енергетски портал, (Извор. Блиц), 11.08.2017. год.

Уколико сагледамо концепт Владе РС истичем да је у Програму економских реформи за период од 2018. до 2020. године истакнуто у делу програма - 3.2 Област Реформа тржишта енергије и транспорта **„Спровођење мера енергетске ефикасности треба да има већи приоритет узимајући у обзир изузетно високу енергетску интензивност (велико трошење ЕЕ у јавном сектору и домаћинствима пре свега због грејања на електричну енергију) и развојне могућности на локалу.** Потребно је обезбедити већа средства и људске капацитете за рад Буџетског фонда за унапређење енергетске ефикасности односно сагледати модалитете за измену његовог правног статуса како би се омогућила примена већег броја механизма финансирања енергетске ефикасности. Потребно је увођење система енергетског менаџмента у приватном и јавном сектору, којим треба да буде обухваћено око 70% потрошње примарне енергије.

Енергетска постројења која имају високе емисије гасова са ефектом стаклене баште, у условима недовољног коришћења одрживих извора енергије (ОИЕ), негативно утичу на животну средину и здравље грађана. Изградња планираних ветроелектрана укупне снаге 500MW (до краја 2019. године) и других постројења која користе ОИЕ, допринеће повећању учешћа удела ОИЕ у бруто финалној потрошњи енергије од 27% у наредној 2020. години.

Потребно је успоставити цену електричне енергије тако да одражава трошкове регулисаних делатности (мрежарине), као и њене тржишне цене, без субвенционисаних производних трошкова. Цена електричне енергије у Србији је бар 30% нижа од цене у било којој другој земљи југоисточне Европе за сектор домаћинства. Адекватна дугорочна политика регулисаних цена, предвидљива за купце и инвеститоре, важна је за одржив развој енергетских система. Повећање цена електричне енергије у 2017. јесте корак ка достизању тржишног нивоа veleпродајне цене и оправданог нивоа цена дистрибуције и преноса ЕЕ. Постизање цене ЕЕ која јасно одражава трошкове такође је један од елементата који може да допринесе повећању енергетске ефикасности у Републици Србији (*Извештај ЕК о напретку Р. Србије 2016. стр. 54 и 55*)³⁶.

³⁶Програм економских реформи РС за период од 2018. до 2020. год.

III САВРЕМЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ И ПРИМЕНА У ЗГРАДАРСТВУ

„Улагања у обновљиве изворе енергије требало би да се повећају са око 305 милијарди УС долара (286 милијарди евра) у 2015. години на око 900 милијарди долара (845 милијарди евра) годишње између 2016. и 2030. године.

Развој нових технологија омогућио је да се драстично смање трошкови производње из обновљивих извора енергије. То је такође омогућило да тај сектор постане повољан избор за производњу енергије, иако су пале цене фосилних горива. Соларни панели су најбољи пример за то, њихова цена се преполовила од 2010. године и требало би да падне за још 60% у наредној деценији. Према проценама, најбржи раст ће имати капацитети и производња из фотонапонских соларних система. Кључну улогу ће имати развој батерија за складиштење струје, чији би капацитет могао да се повећа са једног гавата (GW) дневно на 250GW до 2030. године.“³⁷

„Индекс енергетске трилеме“ за 2016. годину (*Energy Trilemma Index*), који је недавно објавио *Светски енергетски савет*, рангира 130 земаља на основу три основна критеријума: енергетска сигурност, енергетска равноправност и одрживост животне средине. Учинак одређене земље у односу на „Индекс енергетске трилеме“ обухвата низ међусобно повезаних фактора укључујући развој технологије, тржишне снаге, институционалне аранжмане и корпоративне и потрошачке вредности.

Светски енергетски савет оценио је Србију најнижом оценом - оценом **D** - у области енергетске сигурности.

Међународна агенција за енергетику (IEA)³⁸ дефинише „енергетску сигурност“ на следећи начин - то је „способност непрекидног приступа енергетским изворима по подношљивој цени“.

Са друге стране, „Србија се по перформансама енергетског система попела за четири места, на 70. позицију међу 127 земаља“³⁹.

„Боље од Србије у региону су пласиране Албанија и Хрватска. У свету по енергетским перформансама предводи Швајцарска, док је од чланица ЕУ најбоље рангирана Шведска.“⁴⁰

3.1. Савремени фасадни изолациони системи код контактних фасада

Срце термички третиране фасаде код тзв. контактних фасада је термоизолациони слој или табла-плоча (у нашим условима најчешће од полистирена тзв. стиропол табла или од камене вуне).

³⁷International Renewable Energy Agency - IRENA (Међународна организација за обновљиву енергију), Република Србија је оснивач, 2009

³⁸International Energy Agency, (Република Србија није држава чланица)

³⁹Индекс перформанси глобалне енергетске архитектуре 2017, Светски економски форум (World Economic Forum)

⁴⁰Индекс перформанси глобалне енергетске архитектуре 2017, Светски економски форум (World Economic Forum)

Произвођачи фасадних завршних елемената термофасаде (лепкова и малтера), су узели на себе задатак да сачувају ово срце читавог система и пројектују и патентирају читаве фасадне системе, развојем у својим центрима. Избором квалитетних завршних материјала, у изабраном фасадном систему, обезбеђује се дуг животни век објекта са уграђеном термофасадом. У новије време гаранција које произвођачи дају, уз квалитетну уградњу од стране сертифицираних извођача, износи 10, 12 па и 15 година, за поједине врсте материјала. Развој и иновирање фасадних система је готово свакодневни процес. Читаве палете производа, које произвођачи, путем јаких маркетиншких кампања, избацују и промовишу су присутне на тржишту.

Понуда термоизолационих фасадних система је врло широка, конкуренција је оштра, па је потребно да савремени грађевински материјали задовоље строго постављене захтеве:

- малу запреминску масу, односно високу порозност,
- низак ниво упијања воде,
- проводљивост паре на задовољавајућем нивоу,
- одговарајућу чврстоћу на притисак (механичка својства),
- отпорност на смрзавање и утицаје мрза,
- отпорност на пожар,
- могућност рециклирања,
- прихватљиву тржишну цену.

Када се говори о избору одређеног (пројектованог) термоизолационог материјала, треба истаћи он има тесну везу са:

- анализом положаја објекта, односно елемената конструкције, у односу на непосредно окружење,
- анализом карактеристика термоизолационог материјала који се аплицира, у односу на остале материјале од којих је објекат изведен,
- анализом термичких, односно микроклиматских услова средине.

Уколико је избор термоизолационог материјала, који ће бити примењен на објекту, лош услед непознавања својстава, приликом примене и у процесу коришћења објекта, може доћи до:

- драстично смањеног ефекта термоизолационих својстава материјала,
- појаве пратећих (неповољних) ефеката, као што су:
 - а) влага (зати појава микроорганизама),
 - б) плесни и буђ на зидовима и плафонома,
 - в) љускање и отпадање завршних изолационих слојева (малтер, боја...).

У поступку пројектовања, за сваки објекат приликом изградње новог или енергетске санације постојећег, врло је битан правилан избор и завршног фасадног материјала, односно његова завршна фасадна обрада.

У овом истраживању ће такође бити описан и, за посматрани објекат, одбаран термоизолациони слој, који је минералног порекла. У питању је камена вуна, која је израђена као термоизолациона табла дим. 100 x 50cm.

3.2. Енергетски ефикасне контактне фасаде

Спољашњи зид без термоизолационог материјала делимично се зими хлади испод границе од 0°C. Долази до температурних напона, акумулација топлоте постаје мања и настају већи губици топлоте као и могуће штете услед смрзавања конструкције. Уколико спољашњи зид има фасадни термоизолациони систем држимо у позитивном температурном опсегу комплетне зидове и при условима смрзавања. Цео зид постаје акумулатор топлоте што практично значи да термички систем делује терморегулацијски и брине о удобности становања.

Код уградње, извођачи радова су са своје стране у обавези да се придржавају препорука о коришћењу система, као и да контролишу производе испоручене на градилишту према њиховој припадности одређеном систему. Саставни делови фасадног термоизолационог система (ETICS)⁴¹ са каменом вуном су: лепак за лепљење, изолациони материјал (камена вуна, типлови, лепак за армирање и глетовање), стаклена мрежица, профили (угаони са стакленом мрежицом, почетни, дилатациони, шпалетни и окапни), основни премаз и завршни (декоративни) слој фасадног малтера.

Фасадни термоизолациони систем може да се примењује на новим и на постојећим зидовима. Систем такође може да се примени и на хоризонталним или површинама под углом на којима није предвиђено задржавање воде. Систем није носећи конструктивни елемент и не доприноси стабилности зида на који је уграђен. Систем само може да допринесе трајности зида који је уграђен. Систем само може да допринесе трајности зида обезбеђујући појачану заштиту од утицаја атмосферилија.⁴²

⁴¹ETICS - је скраћеница за појам екстерна термална изолација некомпозитног система. Односи се на примењен фабрички направљен систем производа - термоизолациони фасадни систем.

⁴²Кузмановић, А. Ивановић, Р. Систем контактне фасаде, Грађевинска књига, Београд, стр. 14, 2008.

IV ПРИМЕЊЕНО ИСТРАЖИВАЊЕ НА ЈАВНИМ ЗГРАДАМА

4.1. Препоруке и решења

Ово истраживање даје прелиминарне препоруке у вези смањења потрошње енергије за 50 београдских вртића који нису прикључени (и немају могућност прикључења) на систем даљинског грејања, коришћењем пелета као енергента, уместо постојећег - лож уља. Такође се предлажу енергетски ефикасне мере и промене на објекту везане за израду квалитетне контактне фасаде, замене спољашњих отвора на објекту и постављање делова и елемената на постојећем котловском постројењу, чијом се заменом котао на течно гориво, претвара у котловско постројење чији је енергент дрвена биомаса - пелет.

На сваком појединачном објекту, вршиле би се три интервенције замене или уградње опреме, материјала или нове технологије (мере енергетске ефикасности):

1. Замена котлова и/или делова (тамо где је то технички изводљиво), који као енергент користе лож уље, са одговарајућим котловима, који као енергент користе дрвени пелет;

2. Израда контактне фасаде (изолатор - камена вуна) на сваком појединачном објекту;

3. Постављање - замена потребног броја спољашњих отвора на објекту.

Ово истраживање ће, давањем потребних препорука кроз две понуђене интервенције, уз детаљни прорачун и интеграцијом предложених мера, показати да вртићи града Београда могу бити савременији уз иницијалне додатне трошкове, који ће бити надокнађени значајним енергетским уштедама, те да је тај посао могуће поверити и ESCO компанији.

Данас у Београду постоји 15 предшколских установа и 337 дечјих вртића. Капацитети установа за смештај и дневни боравак предшколске деце у Београду, недовољни су и заостају за потребама, пре свега запослених родитеља. Потребне су инвестиције у отварање дечјих вртића у Београду. Новац неопходан за инвестицију овог типа може се обезбедити кроз уштеду у коришћењу постојећих објеката, као један од модела финансирања.

4.2. Опис истраживања

Све дечије установе за које постоје техничке могућности за прикључење на систем даљинског грејања или систем гасовода, на исте су и прикључене. За друге, где не постоје услови, неопходно је извршити реконструкцију постојећих котлова за прелазак на сагоревање предложеног еколошког горива - дрвног пелета.

У оквиру овог дела истраживања представљен је технички део и анализиран модел финансирања реализације, као и анализа управљања пројектом.

Циљ истраживања је да и послужи као својеврсна претходна студија оправданости потенцијала енергетске уштеде на дечијим вртићима у граду Београду. Пројекат ће анализирати и одредити исплативе мере које ће допринети аспекту уштеда, на постојећим

објектима, на начин који ће оптимизовати потрошњу енергије и симултано увести обновљив извор енергије - дрвени пелет.

Заинтересоване стране истраживања представљене су у табели, како следи:

| р.б | ЗАИНТЕРЕСОВАНЕ СТРАНЕ |
|-----|---|
| 1 | Град Београд - Градска управа |
| 2 | Грађани Београда |
| 3 | Заинтересована привредна друштва |
| 4 | Државне агенције и институције Републике Србије |

Табела 5. Заинтересоване стране за истраживање

4.3. Примена термовизијског снимања у функцији анализе топлотних губитака фасадног омотача

Анализа топлотних губитака фасадног омотача у директној је вези са облашћу грађевинске физике и одговарајућим законским прописима који је уређују.

Када, као први корак у поступку енергетског прегледа, анализирамо перформансе омотача зграде треба истаћи да је посебно важан однос рачунских и реалних карактеристика елемената омотача.

Математички модел који описује пролаз топлоте кроз фасадни омотач и проблеме који се тада јављају, пре свега, код линијских места, односно тачкастих губитака, представља поље вишедеценијског сталног истраживања и развоја симулационих метода како би се дошло до што реалнијих резултата.

У истраживању у оквиру израде своје докторске дисертације, А. Рајчић је развио софтверски пакет *KnaufTerm2*⁴³, који олакшава моделирање и визуелизацију енергетских (термичких) перформанси. Ово је битно, пре свих, пројектантима којима је омогућено да унапред сагледају ефекте приликом решавања проблема и оптималног предлога санације објекта (енергетске санације).

Овај софтверски пакет је коришћен у току овог истраживања.

У пракси се све више, осим симулација, и неодвојиво користи и термовизијско снимање. Термовизијско снимање се до седамдесетих година прошлог века користило за потребе војске и безбедносних структура, а тек у новије време добија своју пуну примену у цивилне сврхе. У последњих петнаестак година користи се у анализи топлотних губитака фасадних омотача, детекцији опасних зона у индустрији, код ризичних електро радова, у поступку стручног надзора у току и након извођења радова и сл.

⁴³Детаљнија анализа расположивих софтвера и основних одлика за 2D и 3D принципе моделовања се може наћи у дисертацији А. Рајчића „Методe пројектовања и симулације термичких мостова у архитектонским објектима“, Архитектонски факултет у Београду 2011. (Рајчић, 2011).

Европа прве прописе који регулишу област термовизије уводи 1983. године, а тек 1998. године уводи одговарајући стандард EN ISO 13187:1998 *Thermal performance of buildings*. Године 2008. је *Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes, Infrared method*, у називу SRPS EN 13187:2008 прихваћен и код нас. Овај стандард дефинише основне принципе и услове адекватног термовизијског снимања и даје основне смернице за примену методе.

Аутор овог истраживања је теоретска и практична знања о термовизијском снимању стекао од домаћих стручњака са Архитектонског факултета у Београду, који су од 2006. године носиоци *ITC infrared thermographer Level 1*, стечене након обуке у *ITC* центру у Шведској. Овај ниво обуке у Србији није још увек доступан.

У сврху припреме за израду ове дисертације вршен је и обиман истраживачки рад на терену, у градовима Ниш и Београд, у периоду 2009-2015, анализом различитих типова јавних зграда (анализирано је више од 50 јавних зграда) и проучаван је њихов термички омотач, као и тип и начин загревања. Аутор се такође бавио и стамбеним вишепородичним објектима, а као резултат поменутог истраживања објављено је једно двојезично монографско издање и изложба слика ауторског пројекта „Кровови Београда - реално решење“.

Такође, у истраживању су коришћени и софтверски пакети који су искључиво намењени анализи термовизијских слика, компаније Flir (USA): *FLIR Reporter Version 9.0 Professional*, као и *FLIR ThermaCam Image Builder*.

4.3.1. Дефинисање параметара енергетских перформанси омотача

„Методом термовизијског (IR) снимања омогућава се да се енергија „види“ и голим оком.“⁴⁴ Наиме, термовизија се базира на познатој чињеници да сва тела топлија од *апсолутне нуле*⁴⁵ емитују у зависности од своје температуре, одређену количину зрачења.

Нумеричка квантификација термограма је процес који се одвија према физичким законитостима, на основу интерног софтвера камере. Резултат процеса непосредног фотографисања карактеристичних делова објекта представља слика-термограм код кога је сваком детектованом пикселу додељена одговарајућа температурна вредност, коју је доступно и видљиво прочитати.

Поступак тумачења резултата би требало да је крајње једноставан и да се своди на просто читавање добијених вредности, међутим, управо је супротно. Проблем квантификативне анализе термограма у односу на квалитативну се, првенствено, огледа у правилном тумачењу добијених, односно измерених вредности, па је, проста обавеза да, приликом анализе, процене буду спроведене од стране обучених особа које своје знање потврђују одговарајућим лиценцама (ITC 2006).

⁴⁴Јовановић Поповић, М. Игњатовић, Д. Видети енергију, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, GTZ, Београд, стр. 3, 2011.

⁴⁵Најнижа могућа температура од које ништа не може бити хладније, јер тада у систему нема топлотне енергије $T=273,15^{\circ}\text{C}$

Потреба за разумевањем „шире слике“, тј. теоретског основа и утицајних фактора је нарочито изражена развојем технологије која је довела до значајног смањења цена опреме са неколико десетина хиљада на неколико хиљада евра, чиме је поступак примене постао доступан широј групи разнородних корисника, а тим и различитим неправилним тумачењима, касније и неадекватним закључцима. Управо лаичко квантификовање термограма може довести до заблуде и обезвредити целокупну дијагностичку методу.⁴⁶

4.3.2. Параметри који утичу на методу термовизијског снимања

Квалитетан снимак представља полазну тачку за спровођење процедура анализе карактеристика једног фасадног склопа, (примена упутства из стандарда SRPS EN 13187), уз поштовање свих неопходних термичких и климатских услова. За даљи правац истраживања, које се даље спроводи на основу термограма, неопходно је евидентирати климатске параметре, те параметре зрачења, као и пројектно-техничке карактеристике и карактеристичне детаље објекта који се анализира.

Уколико детаљно испитујемо и анализирамо утицаје климатских параметара на примену термовизије, јасније уочавамо значајне варијације добијених резултата, односно могућност неправилних или недовољно тачног тумачења⁴⁷.

Поменути аутори наглашавају неопходност веома прецизног евидентирања свих утицајних фактора, како визуелним, тако и термовизијским снимањем, а обавезно:

- температуре ваздуха,
- влажности ваздуха,
- јачине и правца ветра,
- емисивност снимане површине,
- геометријског фактора зрачења,
- интензитета сунчевог зрачења и временског трајања осунчаности,
- интензитета зрачења окружења,
- могућих локалних извора зрачења,
- постојања и временског трајања кишних падавина,
- постојања и количине снежних падавина итд.

Један од најважнијих параметара на основу којих дефинишемо понашање одређеног елемента термичког омотача је коефицијент пролаза топлоте - U . На основу њега можемо одредити температуре спољашњих и унутрашњих површина зидова према одговарајућим температурама ваздуха, Процесом термовизијског снимања можемо установити степен

⁴⁶Ferrarini, G. Cadelano, G. and Bortolin. A, Automatic thermografic scanning with the creation of 3D panoramic views of buildings, Thermosense Infrared Applications XXXVIII, 2016.

⁴⁷Lehmann, B. Ghazi Wakili, K. Frank, Th. Vera Collado, B. et al., Effects of individual climatic parameters on the infrared thermography of buildings, no. 110, pp. 29-42, 2013.

одступања или присутних дефеката. Процес зависи од великог броја утицајних фактора и није директан.

Коефицијент пролаза топлоте се прорачунава за сваки елемент термичког омотача посебно. Максималне дозвољене вредности су дате у *Правилнику о енергетској ефикасности зграда*, за новопроектване и за постојеће зграде.

Принцип прорачуна отпорности термичког омотача у зависности од његове структуре као и коефицијената пролаза топлоте дат је стандардом SRPS EN ISO 6946. Он у овом раду неће бити у целости анализиран, већ ће бити изложени само основни принципи и одређене карактеристике које имају утицаја на примену метода IR термографије.⁴⁸

Коефицијент пролаза топлоте се у општем случају израчунава - за нетранспарентни грађевински елемент једноставне хетерогености, сагласно стандарду SRPS EN ISO 13789 односно SRPS EN ISO 6946, на следећи начин:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum m x \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}} \text{ [W/m}^2\text{K]}, \text{ где је:}$$

R_{si} - унутрашњи отпор прелазу топлоте [m²K/W],

R_{se} - спољашњи отпор прелазу топлоте [m²K/W],

d_m - дебљина m-тог слоја зида [m],

λ_m - топлотна проводљивости m-тог слоја. [W/mK]

Вредност топлотне проводљивости је за велики број грађевинских материјала дата табеларно. У реалним условима он може варирати у зависности од температуре и влажности ваздуха, тако да се вредности добијене испитивањем на терену могу значајно разликовати од лабораторијских.

Ово питање код нас разматра и национални стандард SRPS EN ISO 10456:2012.⁴⁹ Постојеће зграде не морају испуњавати одреднице правилника уколико се на њима не интервенише. Уколико, међутим, приступамо процесу реконструкције, санације или енергетске обнове, обавезно је да елементе омотача на којима се врше интервенције ускладимо са одредбама правилника, где се налаже укупно повећање постојећег енергетског разреда за најмање један ниво.

Коефицијенти R_{si} и R_{se} представљају унутрашњи и спољашњи отпор прелазу топлоте. Они описују појаву размене топлоте између флуида (ваздуха) и чврсте површине (зида). Представљају реципрочну вредност коефицијента прелазу топлоте h који се дефинише као количина топлоте која се кроз 1m² јединице површине граничног слоја размени у временском интервалу од 1s за температурну разлику од 1K између тзв. „неометаног“ флуида и површине зида.

⁴⁸Правилник о енергетској ефикасности зграда, „Сл. гласник РС“ бр. 61/2011, стр. 35, 2011.

⁴⁹SRPS EN ISO 10456:2012. Грађевински материјали и производи - хигротоплотна својства-табеларне пројектне вредности и поступци за одређивање декларисаних и пројектних топлотних вредности

4.4. Обрада добијеног термограма

Термограм представља графички приказ процеса аквизиције долазног зрачења утврђеног сочивом камере, детекције зрачења и претварања енергије зрачења (посредним или директним начином) у сигнал и финално обраду сигнала у складу са предефинисаним калибрацијским вредностима уређаја. Термограм је финални „производ“ процеса снимања и у себи садржи, осим визуелне, и директне (радиометријске) или изведене (температурне) информације. Њих је касније могуће анализирати одговарајућим софтвером.

Геометријски, термограм је, у ствари, скуп појединачних пиксела у резолуцији која одговара резолуцији детектора, при чему се сваки пиксел карактерише, у оквиру раванске матрице, одговарајућим координатама (x , y), коме одговарају и измерене температурне вредности.

Уколико кренемо од хипотезе да је снимање изведено у складу са стандардом примењене методе, поступак анализе и тумачења снимка води ка примени алата који су на располагању, како у коришћеној апаратури-камери тако и код одговарајућих софтвера за анализу и обраду термограма.

Пракса познаје већи број софтвера који су доступни комерцијално, а обухват њиховог рада и примене зависи од намене и потребне прецизности испитивања, односно типа жељеног финалног извештаја.

Софтвере разликујемо, као:

- извештајне,
- истраживачке.

4.4.1. Извештајни софтвери

Уколико нам није потребна нека сложенија математичка анализа користићемо унапред алате који припадају тзв. извештајним (енг. *Reporting*) пакетима. Они се у ванлабораторијским и реалним условима и најчешће употребљавају. Овакви извештајни софтвери се могу поделити на две групе:

- једноставнији софтвери, који пружају основне и једноставније могућности анализе и извештавања од којих је у раду коришћен *Flir Quick Reporter ver. 1.2* (FLIR, 2009), и
- сложенији софтвери, који дају опсежније могућности анализе од којих је у овом раду коришћен *FLIR Reporter pro Ver 9* (FLIR, 2012).

4.4.2. Истраживачки софтвери

Истраживачки софтвери представљају групацију најквалитетнијих софтверских пакета који, осим целе палете предефинисаних алата за обраду термограма, пружају широке могућности које олакшавају сагледавање и тумачење.

То су могућност директне (у софтверу) или посредне (експортовањем у неком од формата) анализе радиометријских података који представљају нумеричку вредност измереног зрачења на основу прочитаног сигнала са детектора. Приступом овим необрађеним

(енг. *raw*) подацима обрађивачу се пружа могућност примене другачијих метода обраде сигнала од стандардних који су настали од самог уређаја мерења - камере.

Већина софтверских пакета је произведена од стране америчке компаније *FLIR*. У периоду од неколико година они се иновирају, било кроз унапређења или кроз обједињавање са другим компатибилним софтвером.

4.4.3. Доступни алати за анализу термограма

У истраживању перформанси, коришћени су алати у оквиру извештајних софтвера који нам пружају упоредиве нумеричке показатеље са прорачунским и симулационим методама.

Приликом анализе, стандардно се користе идентификације температурних вредности са термограма: у појединачној тачки, дуж правца (праволинијског, полигоналног и криволинијског), у оквиру површина (полигоналних или елиптичних кружних) и др. За сваки од дијагностичких алата можемо изабрати податак који желимо да прикажемо на термограму, од чега се најчешће користе: *температура, емисивност и рефлективност*. За потребе овог истраживања коришћени су хистограми очитаних температурних вредности дуж карактеристичне линије која одговара позицији анализираног склопа. Тако, на пример, специјализовани софтвер типа *Flir Reporter Building* из 2009. који је развијан за примену у зградарству, са посебним алатима везаним за откривање дефеката термоизолације и проблеме везане за орошавање, више не постоји у понуди. Софтверу *Flir Quick Reporter ver. 1.2* промењен је практично само назив (сада *FLIR Tools*), док је *Flir Image Builder ver. 5.0* (намењен спајању појединачних термограма у целину) постао део *FLIR Tools+* софтвера.

У савременим камерама, такође постоји и опција сликања конвенционалних фотографија, тако да је могуће извршити потпуно прецизна преклапања два графичка приказа, уз подешавање степена провидности како би се јасније уочили недостаци. Овај алат је нарочито применљив за снимања унутар објеката, која не зависе од доба дана, док је за снимања са спољашње стране, која се врше у вечерњим часовима или рано ујутро најчешће неприменљив, те је неопходно поново посетити локалитет у одговарајућим условима за фотографисање. У циљу поједностављења праћења добијених резултата, уобичајена пракса је да се приказују термовизијски и конвенционални снимци у геометријској корелацији, како би се једноставније могли извући одговарајући закључци о перформансама, односно како би се јасније идентификовале зоне које би требало испитати другим методама. У овом истраживању коришћена је камера која пружа могућност снимања и конвенционалних фотографија.

Припрема термограма за даљу анализу, у смислу регулисања температурног опсега, је извршена уз помоћ софтвера, како би се добиле визуелно упоредиве слике. На овај начин се избегава графички приказ у коме се нереално наглашавају поједине зоне термограма, а који може резултирати погрешним тумачењима. Примењеним поступком се не врши квантитативна корекција вредности, тј. оне, за сваки пиксел термограма, остају непромењене. Усклађивање је извршено према препорукама дефинисаним у оквиру метода *QualiTermo*⁵⁰. (*Tanner et al. 2011*)

⁵⁰Tanner, C. Lehmann, B. Frank, T. Wakili, K.G. A proposal for standardized thermal images, 2013.

Анализа карактеристика фасадних склопова применом термовизијског снимања је дата кроз упоредни приказ термограма и фотографија. На њима је назначен анализирани правац који је коресподентан симулираном пресеку.

Очитавања температурних вредности дуж назначеног правца су дата на графиконима. У циљу једноставнијег сагледавања односа измерених вредности, које су приказане на графиконима са условима важећим у тренутку снимања, дефинисани су и битни параметри, који се претходно уносе у софтвер камере. Ови параметри укључују: температуру ваздуха споља и унутра, влажност ваздуха, удаљење од посматраног фасадног склопа као и рефлектовану температуру.

Овде је потребно, још једанпут, нагласити да се под рефлектованом температуром подразумева, у ствари, квантификована количина зрачења која долази до фасадног склопа (пакета) од стране окружења. Квантификација је извршена према препорукама за испитивање омотача зграда дефинисаним у стручној литератури (FLIR 2006).

4.5. Компаративна анализа моделованих и измерених температурних вредности

Да би добили што реалније стање омотача, по завршеном термовизијском снимању, неопходно је извршити адекватну проверу и квантификацију добијених резултата. У оквиру стандарда SRPS EN 13187, који дефинише процедуре приликом коришћења методе примене термовизијског снимања, дато је следеће:

„У циљу утврђивања да ли су уочене варијације у термоизолационим карактеристикама омотача неодговарајуће неопходно је поредити термограм са претпостављеном температурном дистрибуцијом утврђеном на основу пројектних карактеристика омотача а на основу утицаја у време снимања. Претпостављена температурна дистрибуција се може утврдити на основу приложених „референтних“ термограма, прорачуна и других испитивања.“ (SRPS EN 13187, стр. 4)

Уколико пратимо препоруке, долазимо до закључка да би најадекватније било користити методу референтних термограма и на основу истих извршити непосредну (директну) компарацију.

Практична примене овог поступка сагледава и проблем расположивости (постојања) референтних термограма, нарочито, за конкретан предмет истраживања, односно за предметни фасадни омотач. Јасније, кориснику је потребан каталог термограма огромног броја фасадних склопова, снимљених на терену или лабораторијским условима, уз прецизна мерења утицајних фактора.

Такав каталог би морао да обухвати све „актуелне“ фасадне склопове, који јесу стандардна решења и на којима не одлази до одступања перформанси, али и „атипичне“ склопове, који имају познате недостатке или оштећења.

Ако се осврнемо на типове конструкција који се јављају у пракси и извођачке (познате) грешке у њиховој реализацији које доводе до атипичних перформанси, закључујемо да је готово немогуће израдити овакав каталог, који би поједноставио компарацију.

Развијени метод оцене карактеристика фасадних омотача се стога, базира на коришћењу комбинације поступка нумеричке симулације карактеристичних склопова и анализе термограма. Резултати се користе као референтни за оцену перформанси.

Термовизијским снимањем се сагледава апсолутно реално стање фасадног омотача, са свим грешкама тумачења, а симулацијама се дефинишу теоретске вредности линијских и површинских пролаза топлоте, односно схеме дистрибуције температурних вредности. На овакав начин се могу вршити снимања у реалним условима, на терену, уз минимална мерења два параметра: рефлековану количину зрачења и температуру ваздуха.

За предмет истраживања и објашњење поступка је узет низ карактеристичних детаља фасадног омотача. Приликом процене перформанси целокупног омотача, неопходно је идентификовати све карактеристичне склопове и извршити њихова снимања, а затим и симулације.

4.6. Елаборат грађевинске физике⁵¹

(АРХИТЕКТОНСКО-ГРАЂЕВИНСКИ ДЕО)

Грађевинска физика се појавила крајем 20. века, подржавајући, тада занимљиву везу, између сервисног инжењеринга, примењене физике и грађевинске технике. Грађевинска физика истражује део природне науке која се најпре односи на карактеристике зграда и њихову унутрашњу и спољну средину.

Покрива јединствену мешавину физике, преноса топлоте и масе, аеродинамике, науке о материјалима, метеорологије, грађевинске технологије, хумане психологије и социологије живљења.

Та дисциплина допуњује и подржава технику сервисирања зграде, формализујући многе аспекте рада за које су инжењери за сервисирање зграда већ позвани да их обављају. „Иновирана“ грађевинска физика пружа алате за анализу топлотних и енергетских карактеристика делова зграде који традиционално нису сматрани системима за сервисирање зграде, већ су били занемарени, као што су омотач и оквир.

Објект ПУ Вождовац, вртић „Невен“, (адреса: ул. Мајска бр. 9, Кумодраж, Београд) није изабран случајно, већ је сам објект, обзиром на садржаје које пружа, изазов, односно, постојеће архитектонско решење, је потребно третирати у смислу интервенција на омотачу објекта, по свим фасадним и кровним површинама, а потребно је извести мере енергетске санације и на фискултурној сали која је у оквиру објекта. Дакле, ради се о атипичном објекту, који ће једноставно имати веће трошкове интервенција, од класичних објеката београдских предшколских установа.

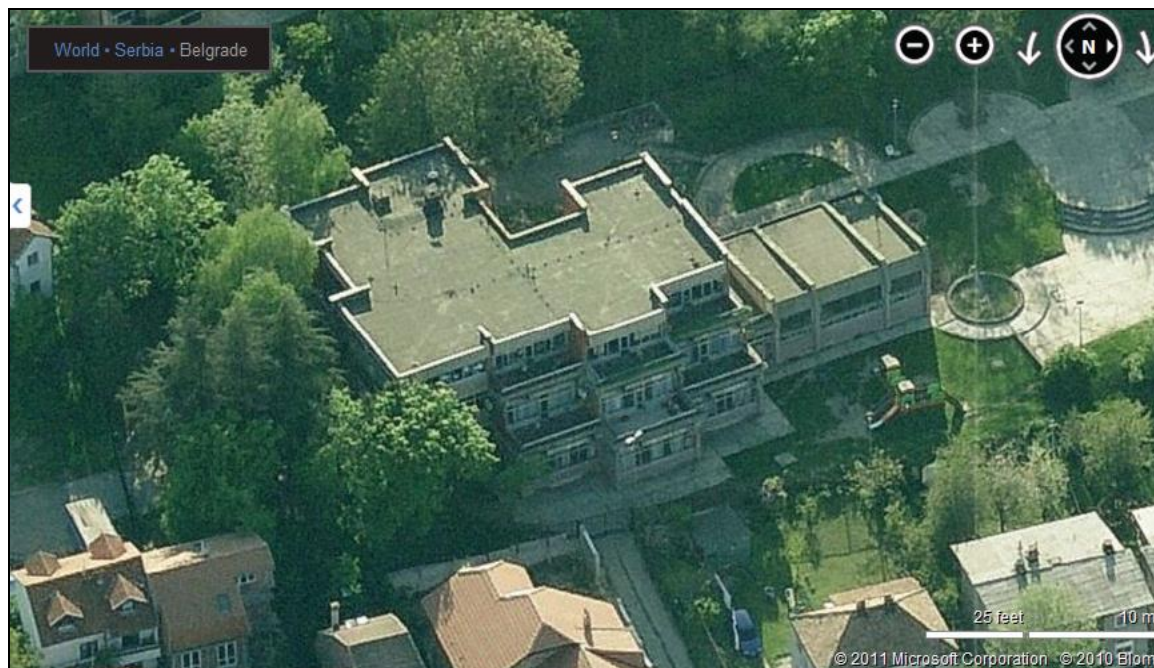
⁵¹Правилник о енергетској ефикасности зграда и Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда, „Сл. гласник РС“ бр.61/2011.

4.6.1. Опис локације

Терен на коме је пројектован и изведен вртић је у благом паду према истоку, тако да је висинска разлика између екстремне нивелете на северној и јужној страни парцеле око 2,0m. Приказ локације је дат на сликама 4.1-4.8, илустрован **Bing** сателитским снимцима.



Слика 2.1. Поглед са истока (шири кадар)



Слика 2.2. Поглед са истока (ужи кадар)



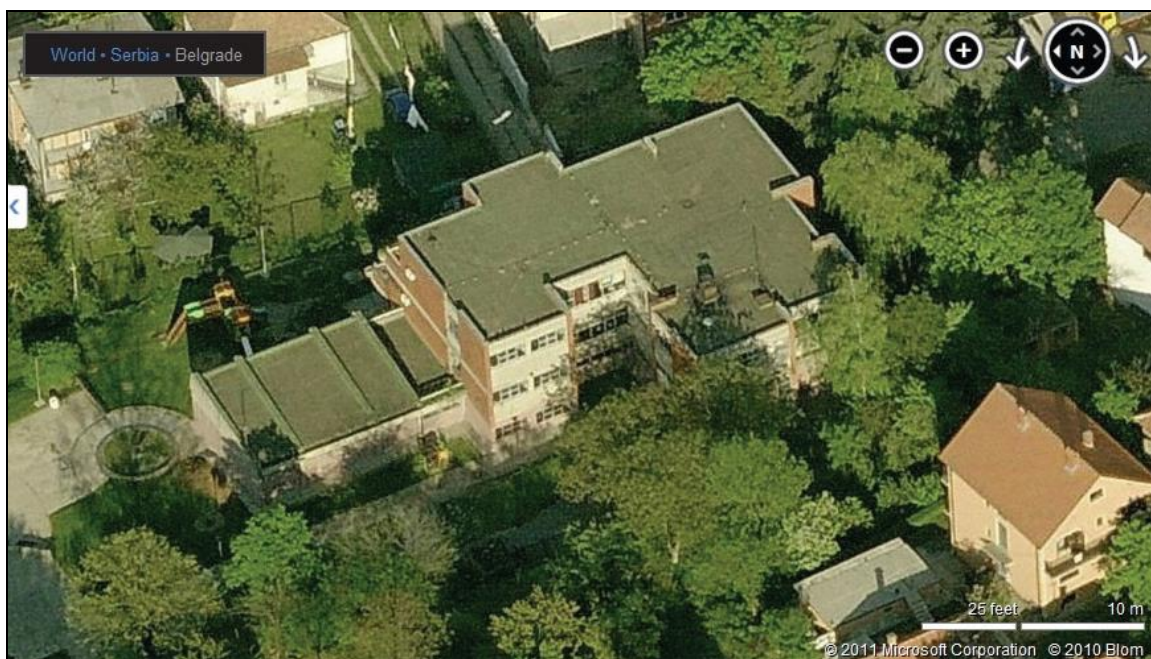
Слика 2.3. Поглед са југа (шири кадар)



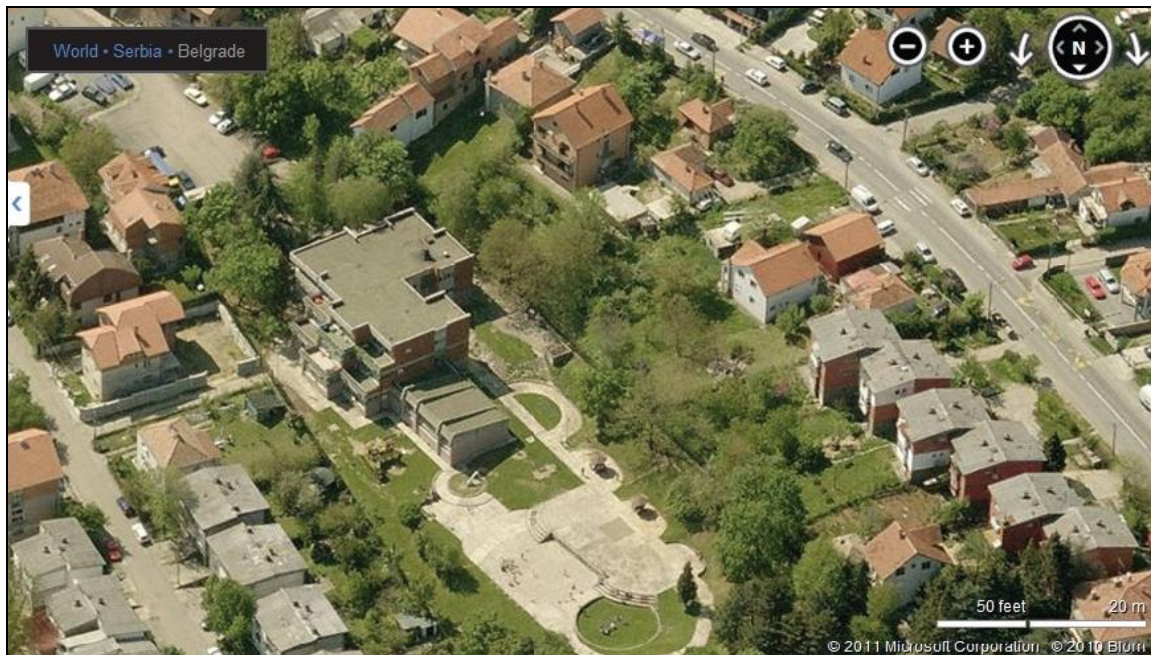
Слика 2.4. Поглед са југа (ужи кадар)



Слика 2.5. Поглед са запада (ужи кадар)



Слика 2.6. Поглед са запада (ужи кадар)



Слика 2.7. Поглед са севера (шири кадар)



Слика 2.8. Поглед са севера (ужи кадар)

4.6.2. Анализа инсолације (сенки)

У односу на параметре локације, у оквиру истраживања, урађена је анализа инсолације, односно анализа сенки, како би се квантификовао утицај постојеће околне вегетације на осенчење предметног објекта, те сагледале сопствене и бачене сенке на самој згради.

За анализу је искоришћен *Google SketchUp 8 - SHADING Tools Plugin v1.0*.

Имајући у виду да Елаборат енергетске ефикасности према садашњим захтевима Правилника о енергетској ефикасности зграда третира и лимитира енергију потребну за грејање зграда, анализирана су два критична периода у току зимске сезоне, на дан 21. децембра и 21. марта, у интервалима од по 1 сат, од изласка до заласка сунца.

Слике (илустрације) су дате са погледима на изабрани објекат из четири позиције: источни, јужни, западни и северни поглед.

На основу ове анализе се може закључити следеће:

- Фасаде објекта се не поклапају у потпуности са странама света (постоји инклинација од око 30°), али ће у приложеном елаборату, због апроксимација које су дефинисане Правилником о енергетској ефикасности, ово одступање бити занемарено, те ће се појединачне оријентације позиција свести на најближе од 4 основне оријентације;

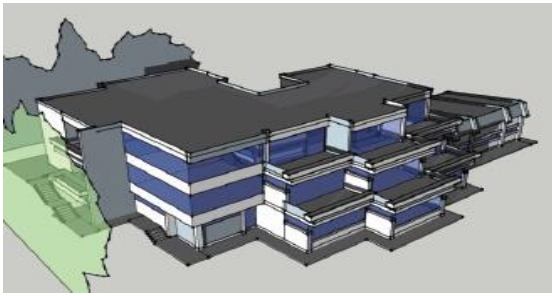
- Источна фасада, у корпусу објекта се може сматрати за делимично осенчену услед бачених сенки које су последице степенасте организације волумена (простора дечјих учионица) у основи. У односу на вертикалну раван, осенчење је елиминисано, због доброг позиционирања у односу на трећу димезију, односно повлачења виших етажа у односу на ниже, чиме се уједно формирају терасе (равни кровови) над учионицама. Са пројектанског аспекта, груписање главних садржаја, као и њихово отварање према падини, за последицу има и велике застакљене површине, које су дискретним кровним препустима заштићене од утицаја сунца у летњим месецима, а добро изложене благотворном утицају ниског, „зимског“ Сунца;

- Јужна фасада вртића, која је заправо приступна фасада, је осенчена, првенствено као последица постојеће вегетације (дрвећа);

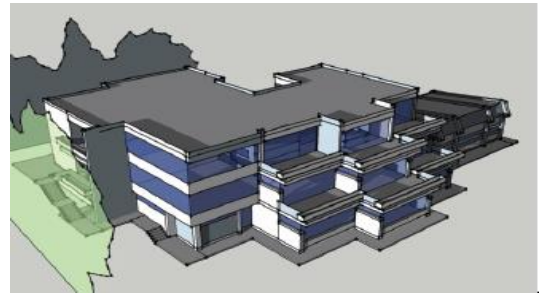
- Западна фасада, као и цео потез „задње фасаде“ је релативно слабо осунчан, односно значајно је осенчен као последица конфигурације терена (који се у том делу благо уздиже), као и разуђености основе у тој зони, са веома израженим сенкама;

- Северна фасада је по природи своје оријентације осенчена;

- Волуметријски, вртић се састоји од корпуса веће висине, у коме су смештајни и сервисни садржаји, знатно нижег корпуса, у коме је и фискултурна сала. Ова сала је позиционарана на северном делу објекта, те је због тога, као и због изражене висинске разлике у овим корпусима у израженом осенчењу.



21.децембар, 07:30, поглед са истока



21.децембар, 08:30, поглед са истока



21.децембар, 09:30, поглед са истока



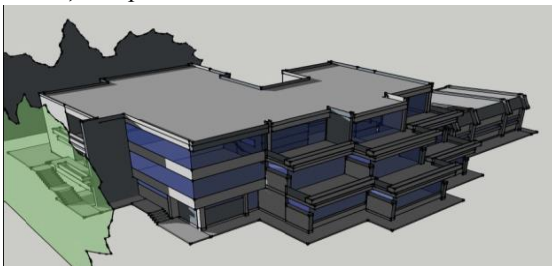
21.децембар, 10:30, поглед са истока



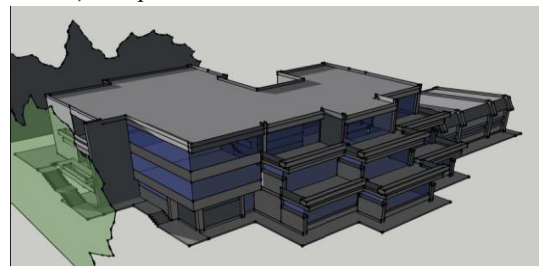
21.децембар, 11:30, поглед са истока



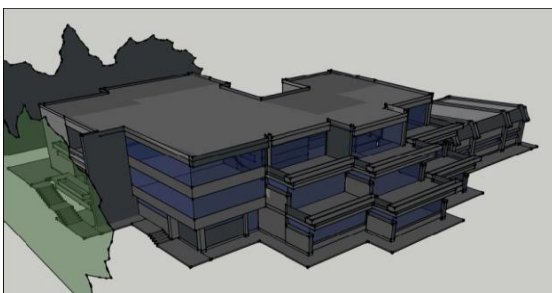
21.децембар, 12:30, поглед са истока



21.децембар, 13:30, поглед са истока

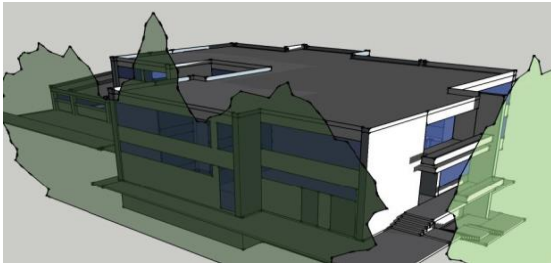


21.децембар, 14:30, поглед са истока

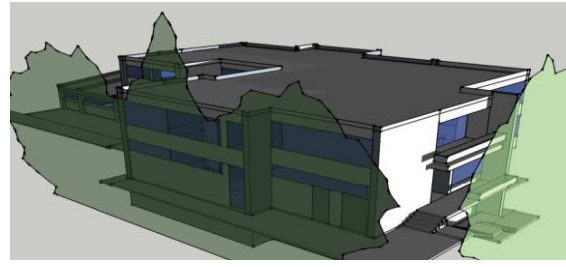


21.децембар, 15:30, поглед са истока

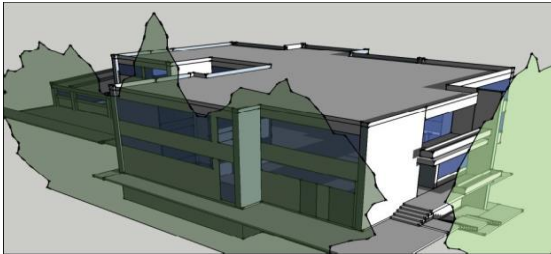
Слика 3.1-9. Осенчење објекта на дан 21.децембра, поглед са истока



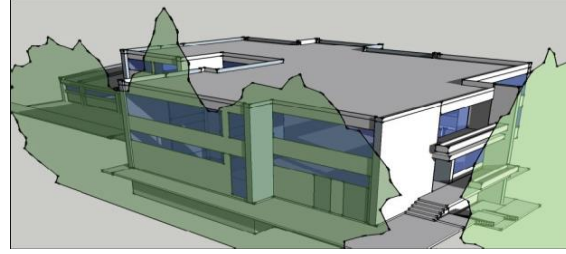
21.децембар, 07:30, поглед са југа



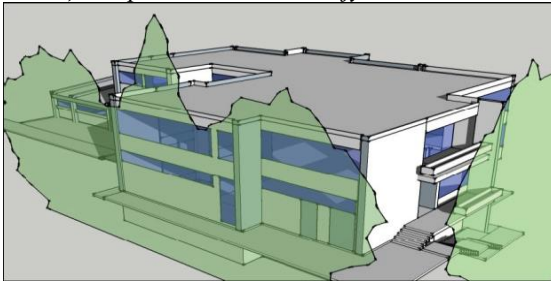
21.децембар, 08:30, поглед са југа



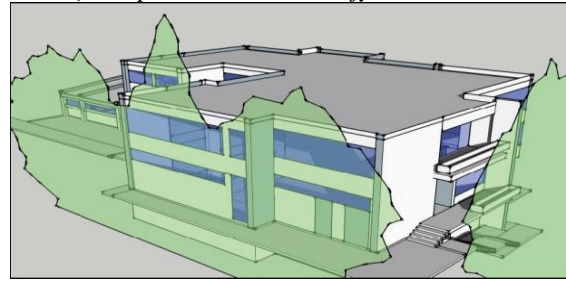
21.децембар, 09:30, поглед са југа



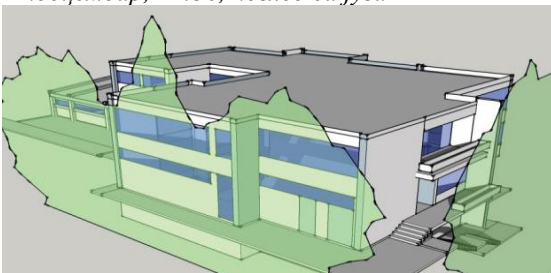
21.децембар, 10:30, поглед са југа



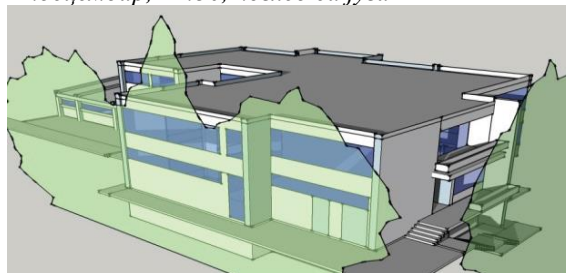
21.децембар, 11:30, поглед са југа



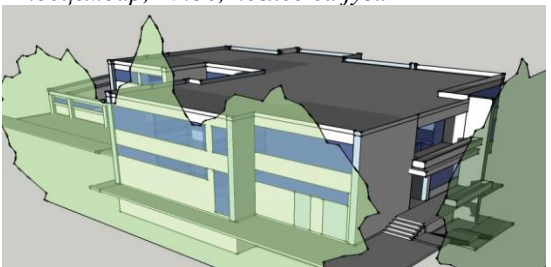
21.децембар, 12:30, поглед са југа



21.децембар, 13:30, поглед са југа

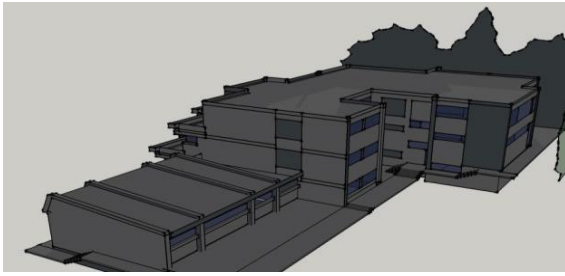


21.децембар, 14:30, поглед са југа

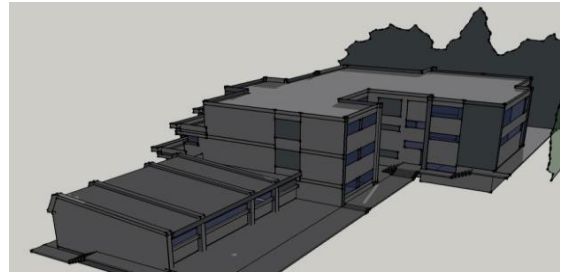


21.децембар, 15:30, поглед са југа

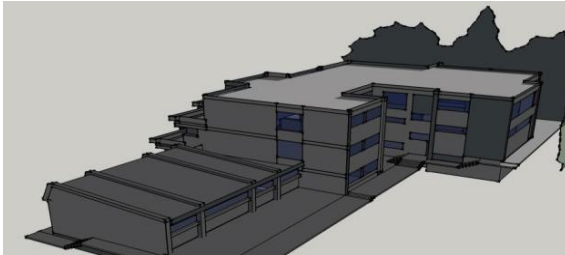
Слика 4.1-9. Осенчење објекта на дан 21. децембра, поглед са југа



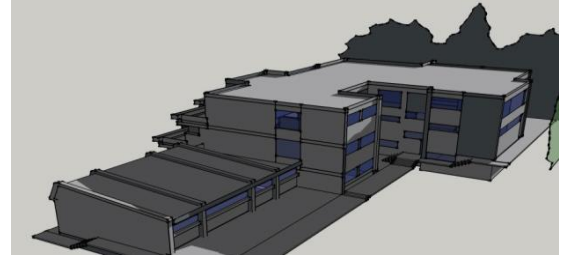
21.децембар, 07:30, поглед са запада



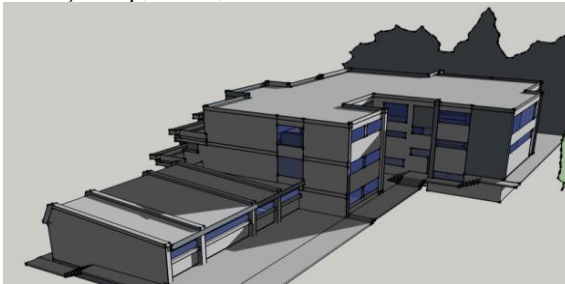
21.децембар, 08:30, поглед са запада



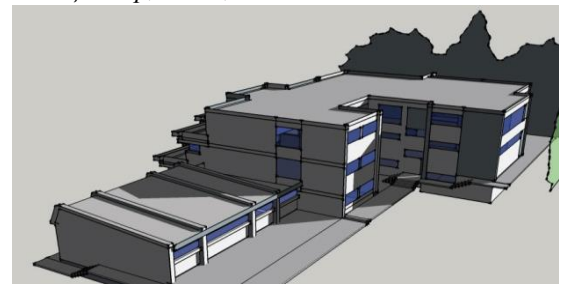
21.децембар, 09:30, поглед са запада



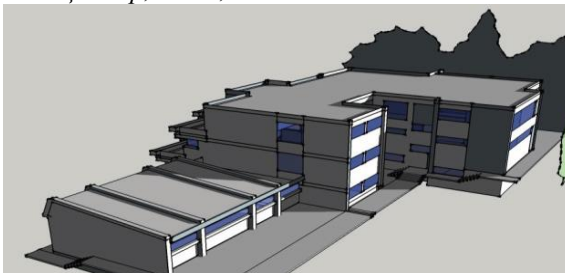
21.децембар, 10:30, поглед са запада



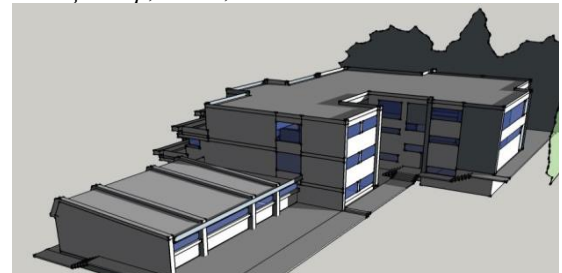
21.децембар, 11:30, поглед са запада



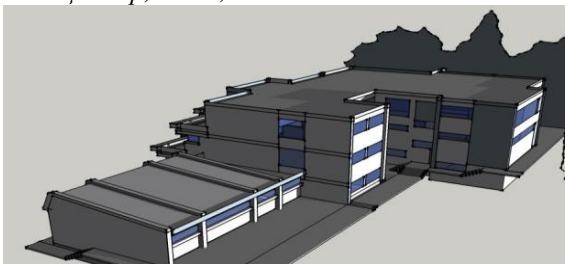
21.децембар, 12:30, поглед са запада



21.децембар, 13:30, поглед са запада

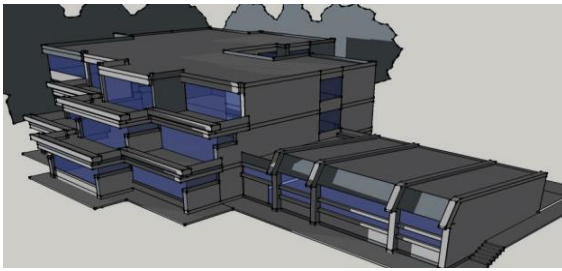


21.децембар, 14:30, поглед са запада

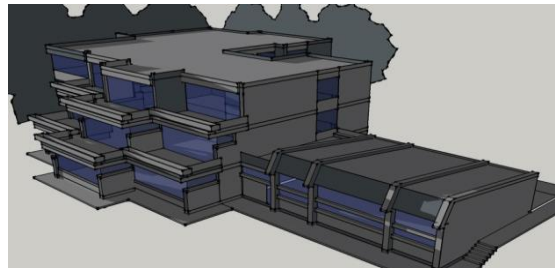


21.децембар, 15:30, поглед са запада

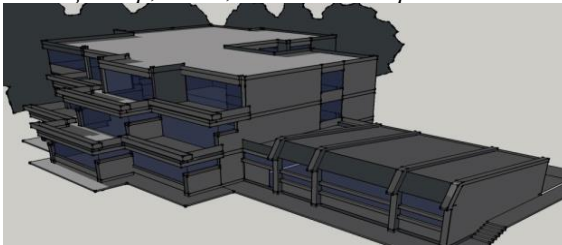
Слика 5.1-9. Осенчење објекта на дан 21. децембра, поглед са запада



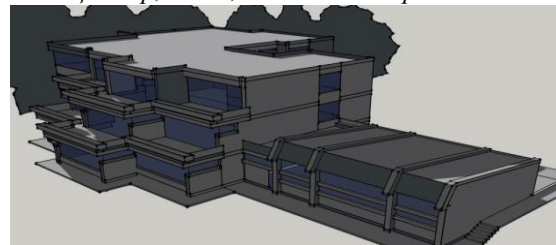
21. децембар, 07:30, поглед са севера



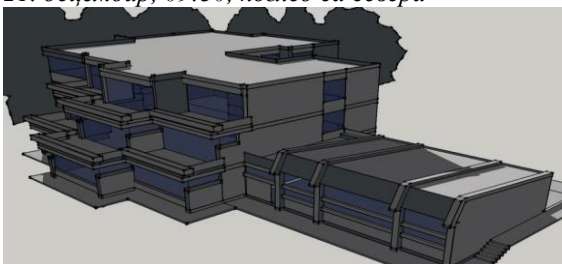
21. децембар, 08:30, поглед са севера



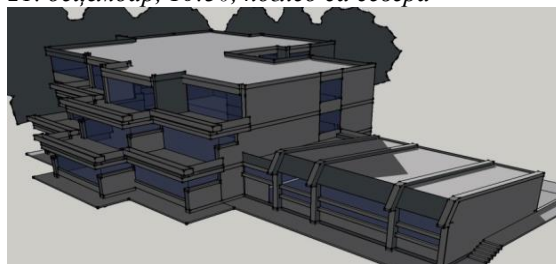
21. децембар, 09:30, поглед са севера



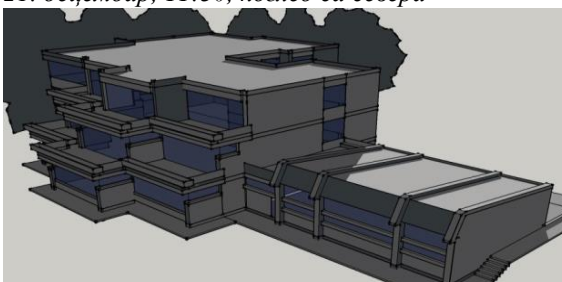
21. децембар, 10:30, поглед са севера



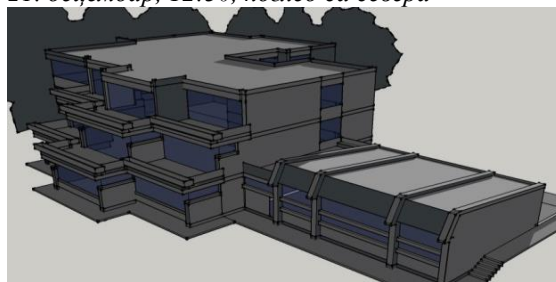
21. децембар, 11:30, поглед са севера



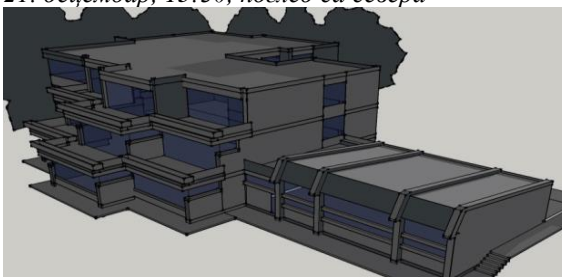
21. децембар, 12:30, поглед са севера



21. децембар, 13:30, поглед са севера

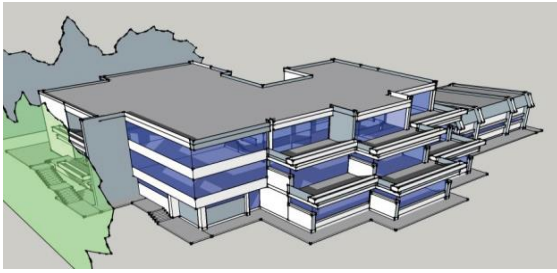


21. децембар, 14:30, поглед са севера

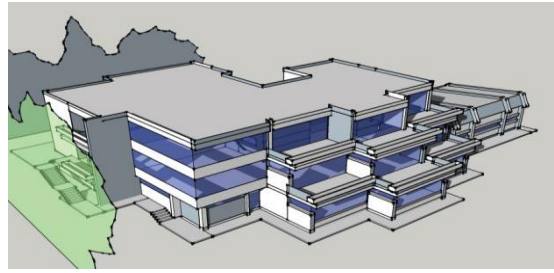


21. децембар, 15:30, поглед са севера

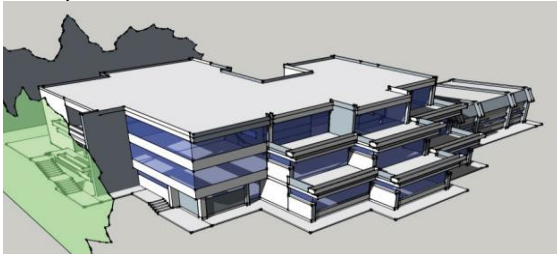
Слика 6.1-9. Осенчење објекта на дан 21. децембра, поглед са севера



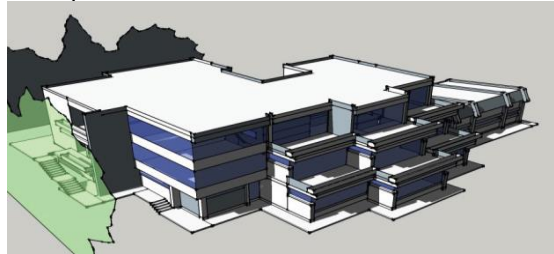
21.март, 07:30, поглед са истока



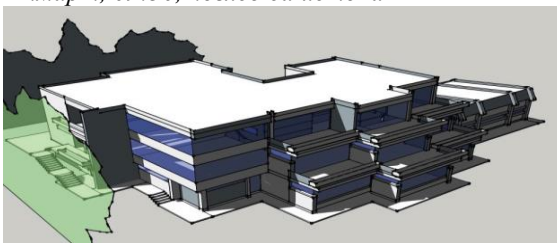
21.март, 08:30, поглед са истока



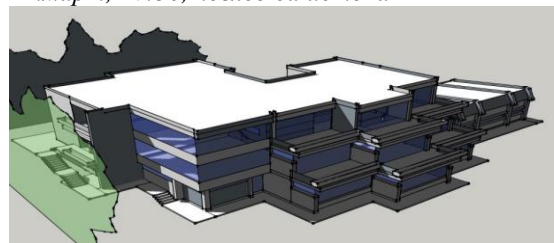
21.март, 09:30, поглед са истока



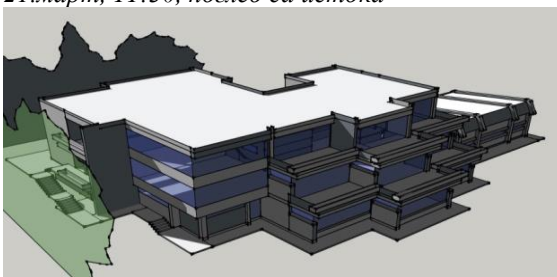
21.март, 10:30, поглед са истока



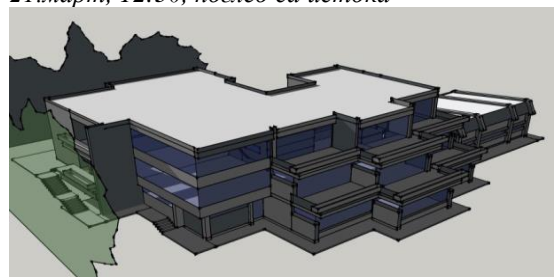
21.март, 11:30, поглед са истока



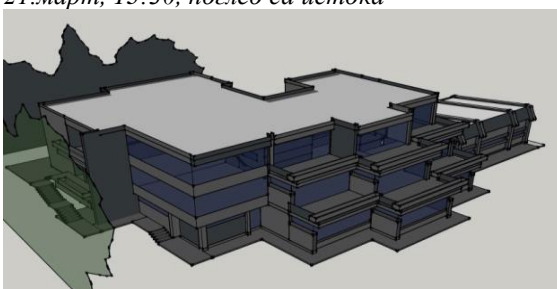
21.март, 12:30, поглед са истока



21.март, 13:30, поглед са истока

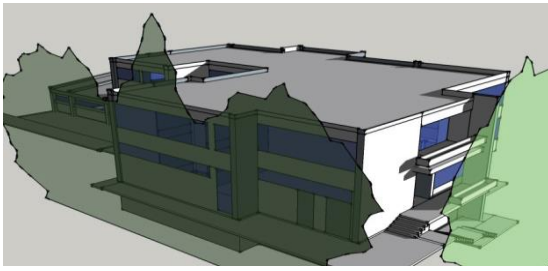


21.март, 14:30, поглед са истока

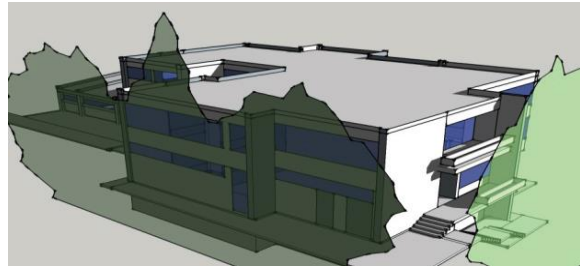


21.март, 15:30, поглед са истока

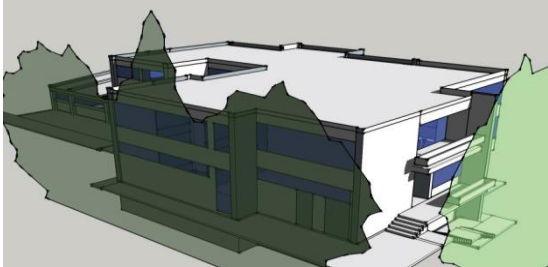
Слика 7.1-9. Осенчење објекта на дан 21. марта, поглед са истока



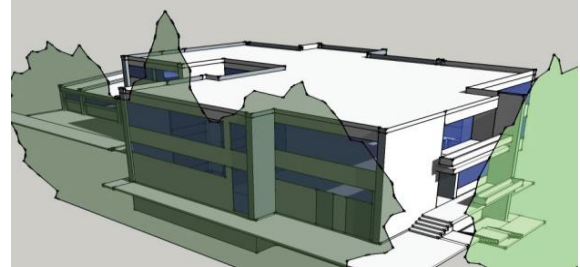
21.март, 07:30, поглед са југа



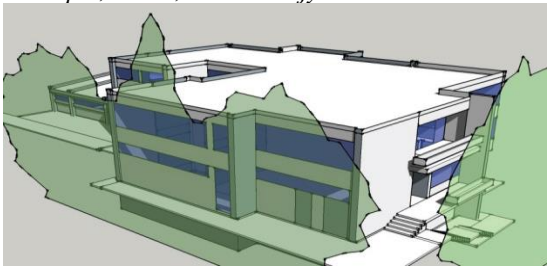
21.март, 08:30, поглед са југа



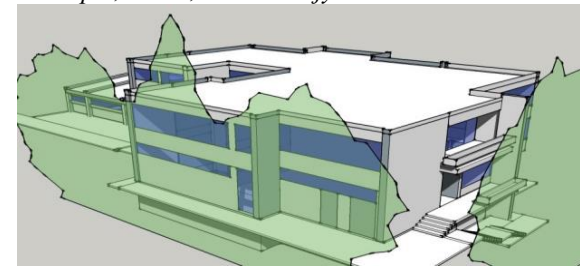
21.март, 09:30, поглед са југа



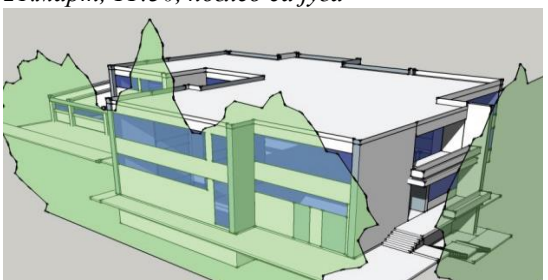
21.март, 10:30, поглед са југа



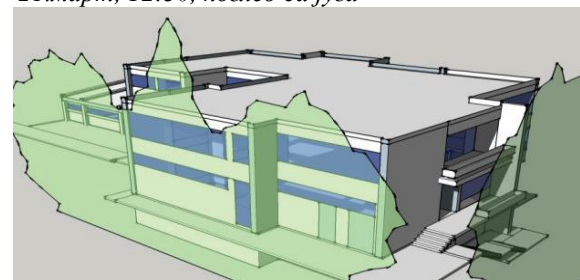
21.март, 11:30, поглед са југа



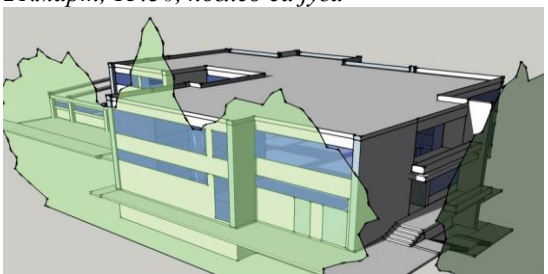
21.март, 12:30, поглед са југа



21.март, 13:30, поглед са југа

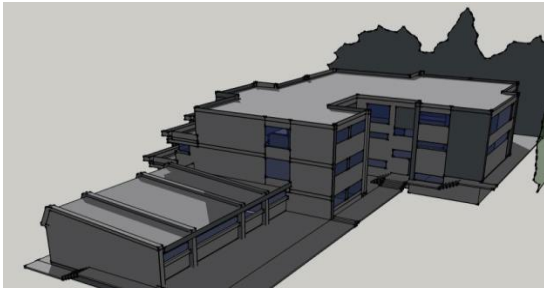


21.март, 14:30, поглед са југа

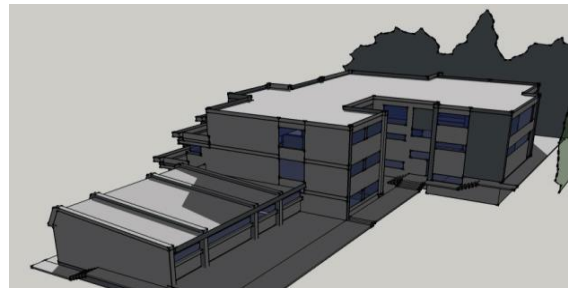


21.март, 15:30, поглед са југа

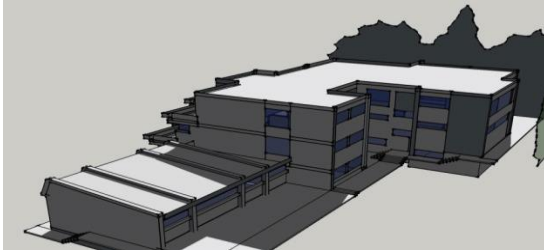
Слика 8.1-9. Осенчење на дан 21. марта, поглед са југа



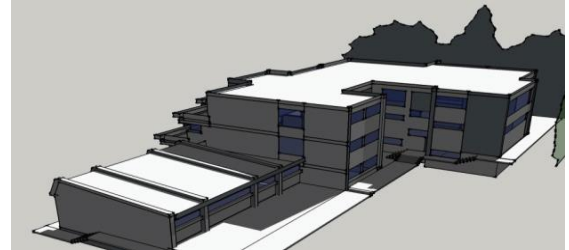
21.март, 07:30, поглед са запада



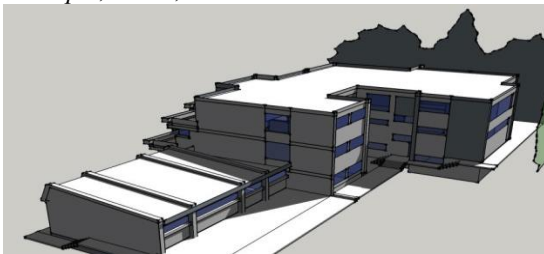
21.март, 08:30, поглед са запада



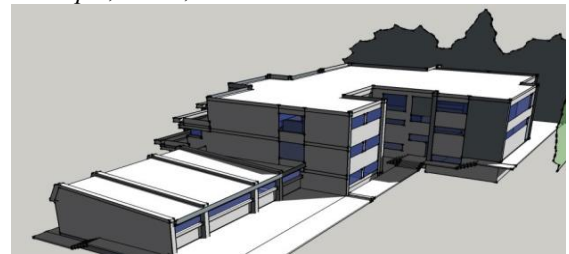
21.март, 09:30, поглед са запада



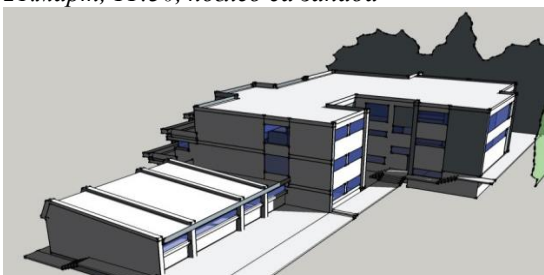
21.март, 10:30, поглед са запада



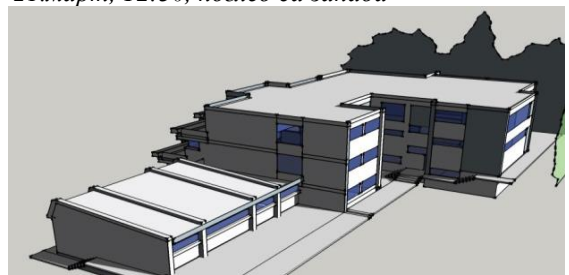
21.март, 11:30, поглед са запада



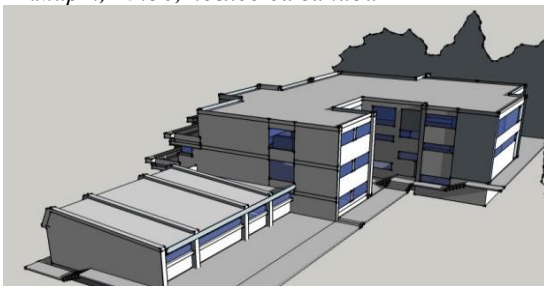
21.март, 12:30, поглед са запада



21.март, 13:30, поглед са запада

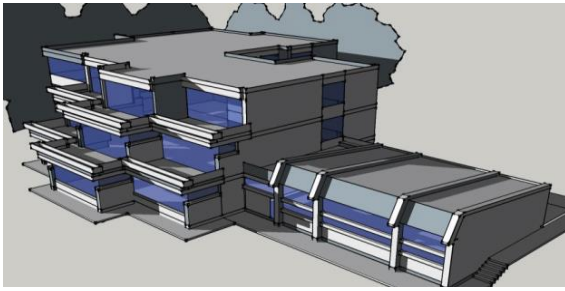


21.март, 14:30, поглед са запада

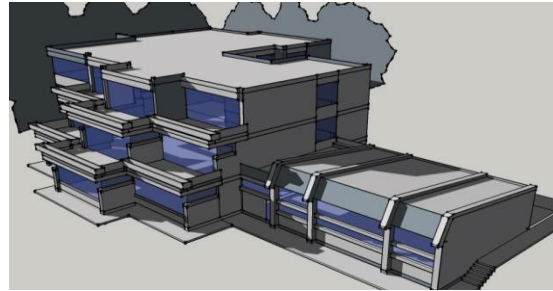


21.март, 15:30, поглед са запада

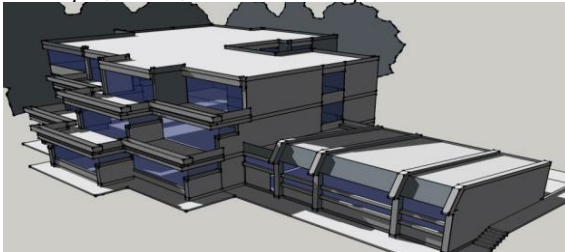
Слика 9.1-9. Осенчење објекта на дан 21. марта, поглед са запада



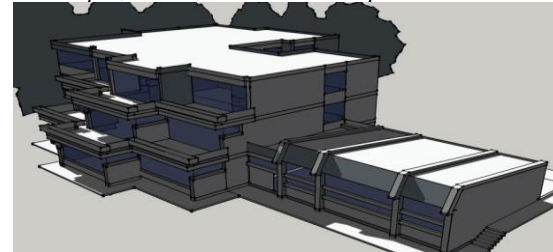
21. март, 07:30, поглед са севера



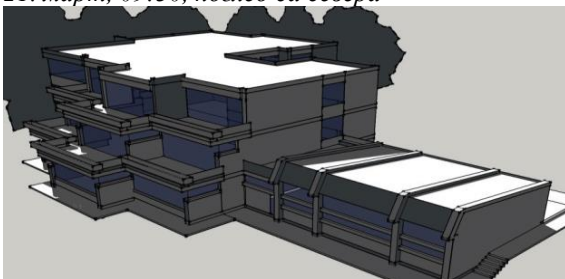
21. март, 08:30, поглед са севера



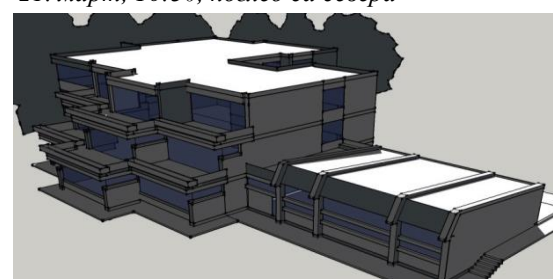
21. март, 09:30, поглед са севера



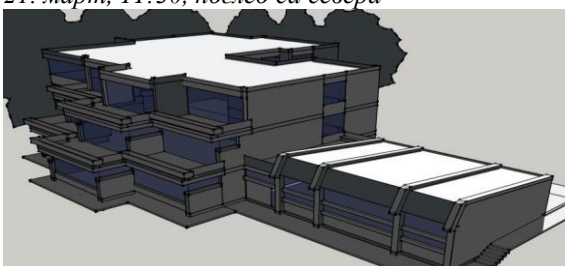
21. март, 10:30, поглед са севера



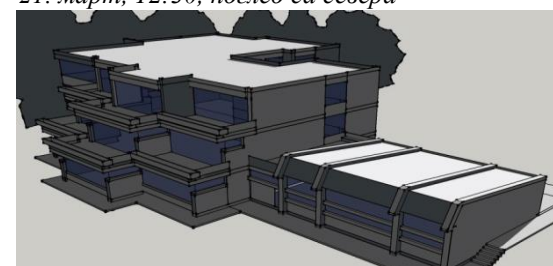
21. март, 11:30, поглед са севера



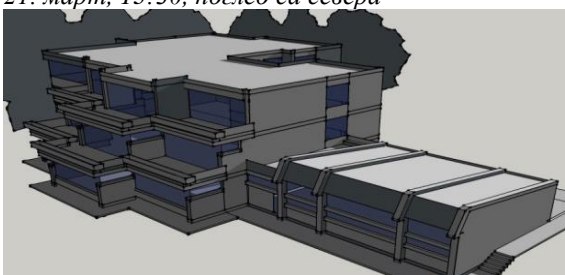
21. март, 12:30, поглед са севера



21. март, 13:30, поглед са севера



21. март, 14:30, поглед са севера



21. март, 15:30, поглед са севера

Слика 10.1-9. Осенчење објекта на дан 21. марта, поглед са севера

4.7. Извештај о термографском снимању

Снимање извршено: 27.01.2012. год.

Општи подаци о температурним условима:

Спољашња температура: 0°C

Унутрашња температура: 20°C

Температурна разлика Δt : 20°C

Временски услови: Променљиво облачно, са снегом

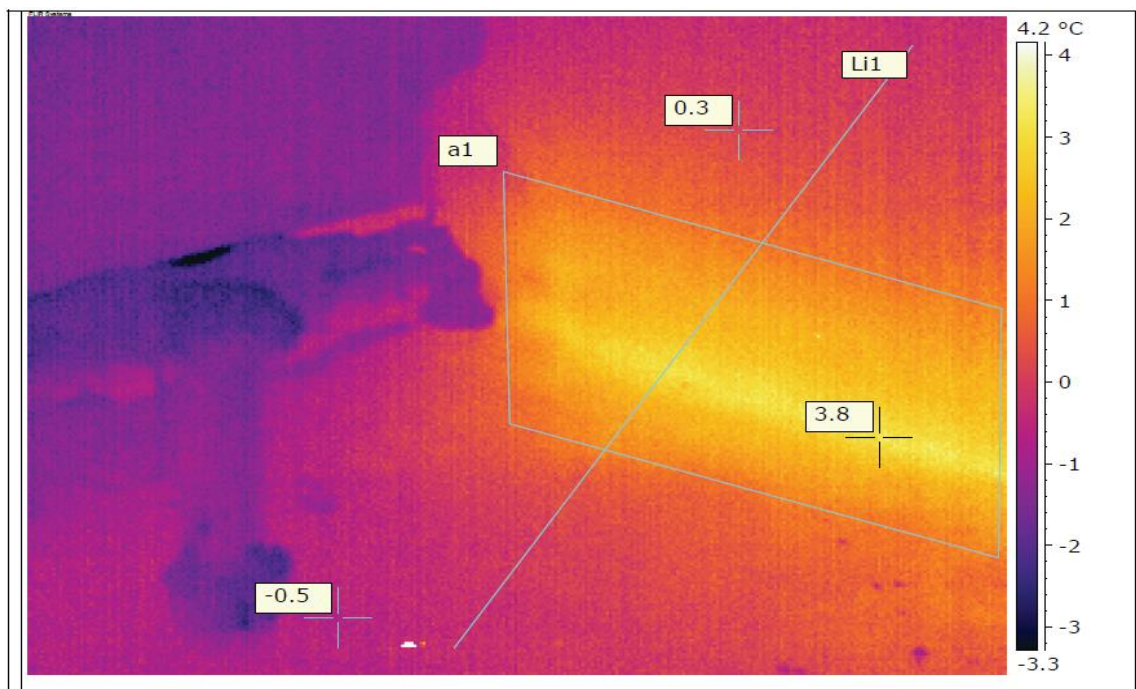
Предмет снимања: Комбинована дечја установа „Невен“, Кумодраж, Београд

Анализа елемената термичког омотача објекта

Објекат спратности Су+П+1, на покренутом терену.

За сваки од снимљених карактеристичних детаља (сегмената) ће бити дата, осим термовизијског снимка и стандардна (упоредна) фотографија предметног детаља, а све у циљу лакшег разумевања и уочавања недостатака на објекту и израде адекватне анализе.

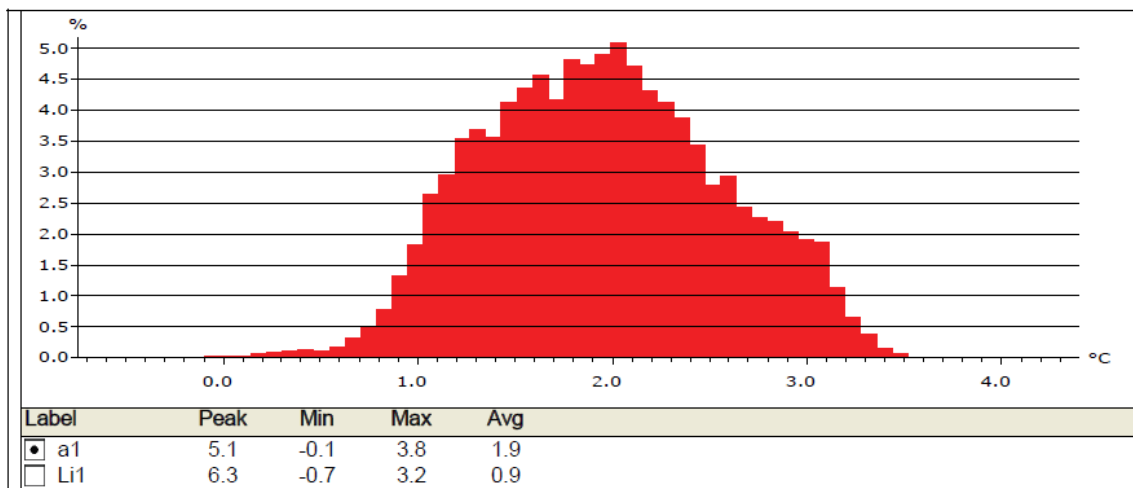
4.7.1. Сегмент кровне терасе



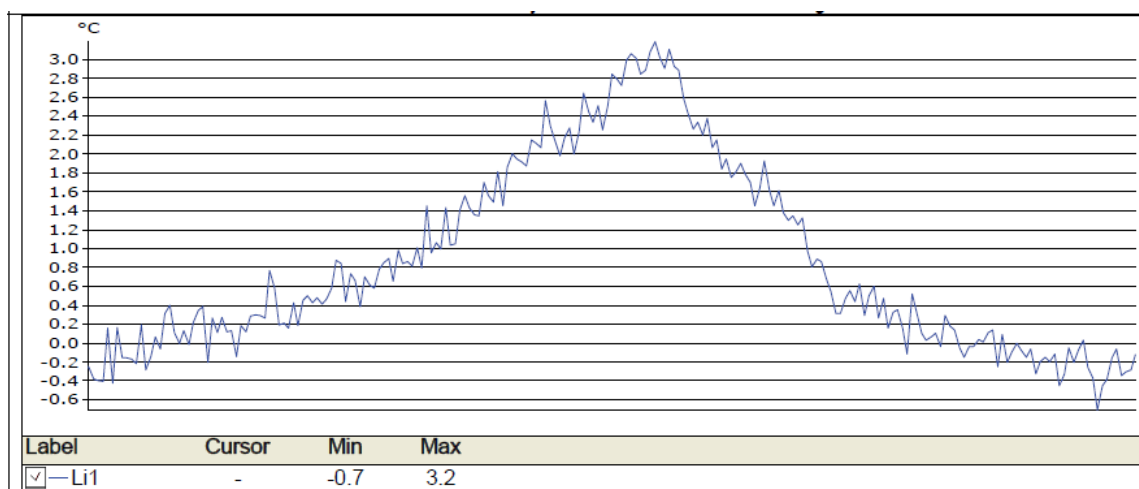
Слика 11.1. Термовизијски снимак сегмента кровне терасе



Слика 11.2. Фотографија сегмента кровне терасе



Графикон 1.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



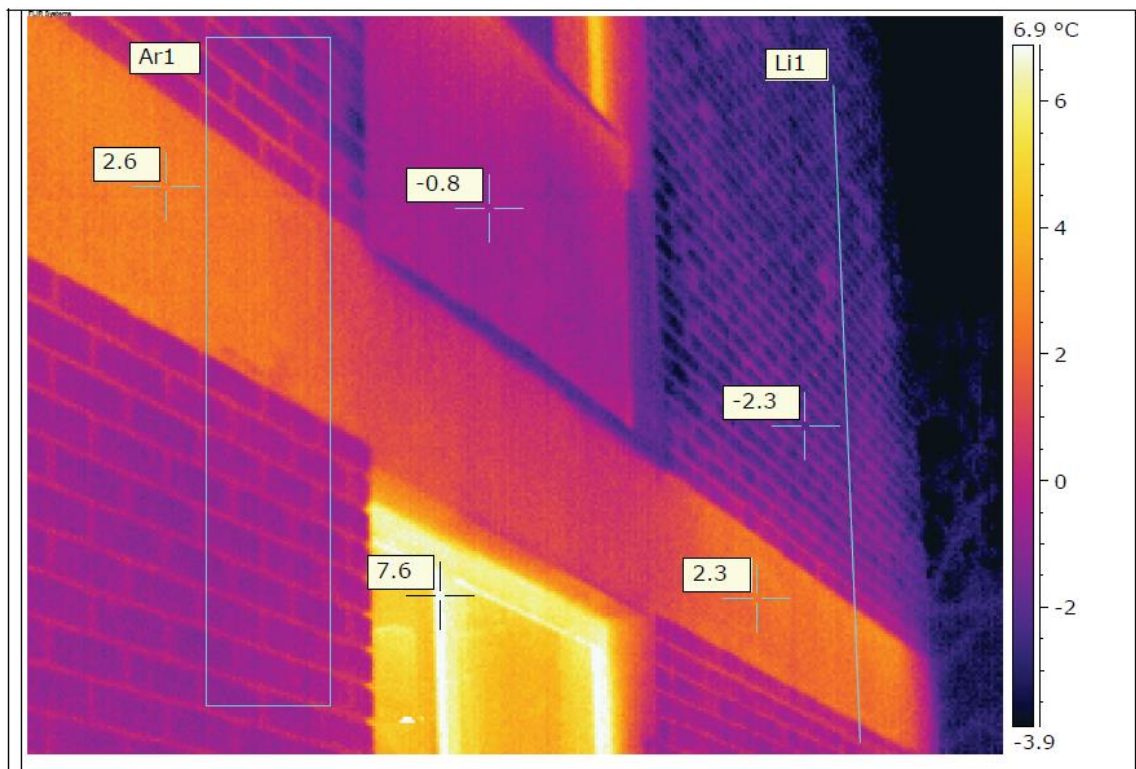
Графикон 1.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Сегмент кровне терасе (анализа)

На сегменту кровне терасе јасно је уочљив неизоловани део споја армирано-бетонског серклажа и кровне плоче која је изолована. Линијска дистрибуција губитака и опадање интензитета зрачења по вертикали указују на локални проблем везан за спој конструктивних елемената као и на одсуство изолације вертикалног бетонског назидка.

Максимална температура на споју је 3.8°C (у зони споја са међуспратном конструкцијом), док је просечна температура неизоловане зоне (гледано површински - горњи графикон 1.1) 2°C , односно промена раста температуре се креће од -0.5°C до 3.2°C (гледано дуж карактеристичних линија - доњи графикон 1.2), што јасно локализује критичну зону споја.

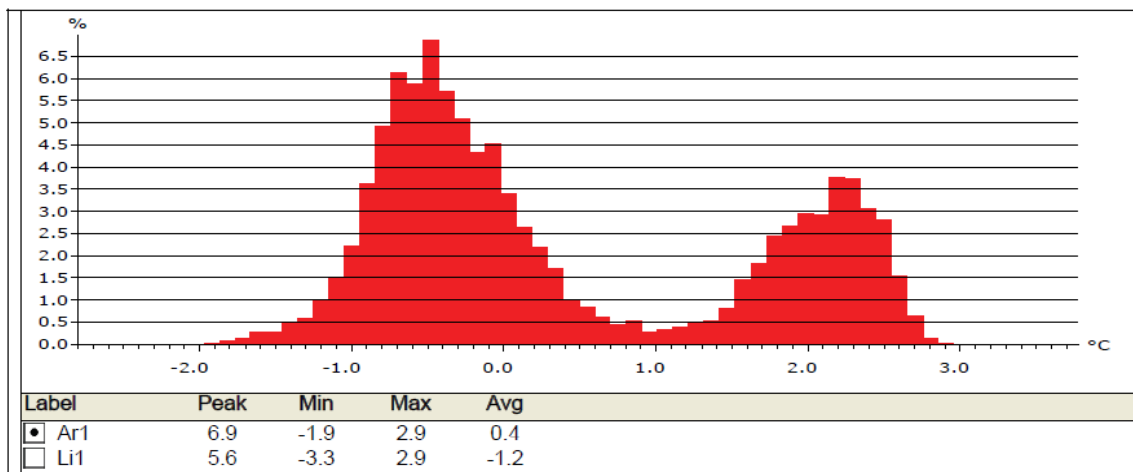
4.7.2. Сегмент фасаде



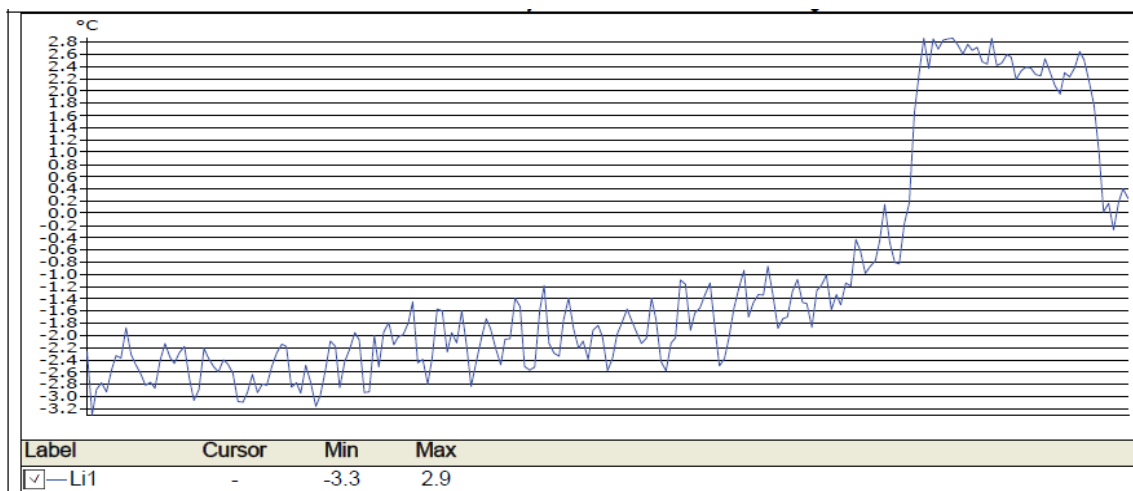
Слика 12.1. Термовизијски снимак сегмента фасаде



Слика 12.2. Фотографија сегмента фасаде



Графикон 2.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



Графикон 2.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Сегмент фасаде (анализа)

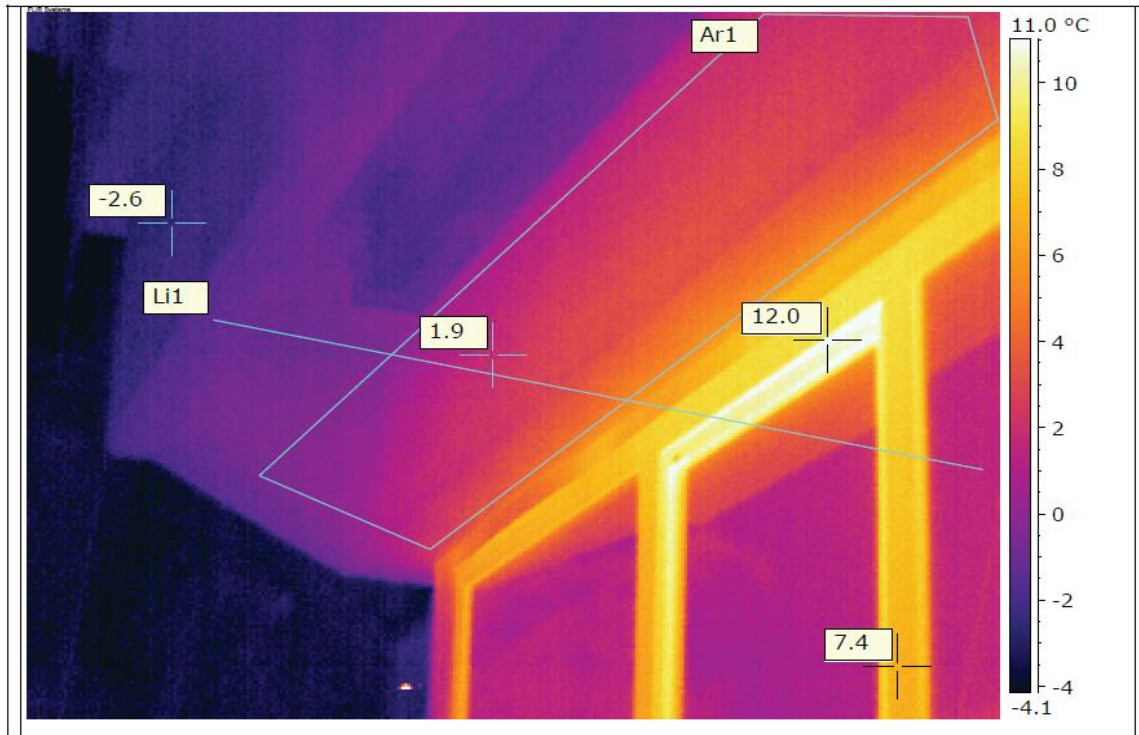
Јасно је уочљива разлика између армирано-бетонских видних хоризонталних серклажа и делова фасадног платна обложеног фасадном опеком. Температурна разлика од приближно око 5°C указује на приметно боље термичке перформансе делова са опеком (могуће као евентуална последица постојања термоизолационог слоја у саставу зида што би требало, услед непостојања техничке документације утврдити даљим истражним радовима).

Бетонске хоризонтале (серклажи) су слабијих перформанси од парапетних делова што поново указује на њихов различити састав уз видно боље перформансе парапетних делова. (могуће постојање термичке изолације)

Фасадна столарија је изведена у виду једноструких прозора од алуминијума и показује значајне губитке са измереним температурама од 7.6°C, што је незадовољавајуће.

Спојеве парапетних делова и хоризонталних серклажа нису добро опшивени (приметно квашење) што има негативне последице и по термичке перформансе тог дела омотача и утиче на његову трајност.

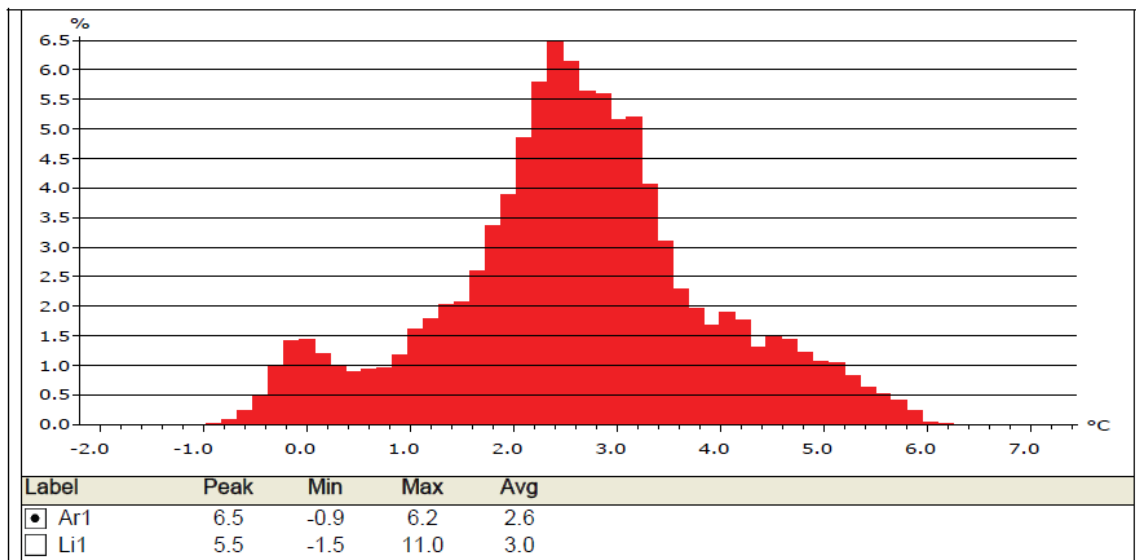
4.7.3. Препуст изнад терасе са хоризонталним олуком



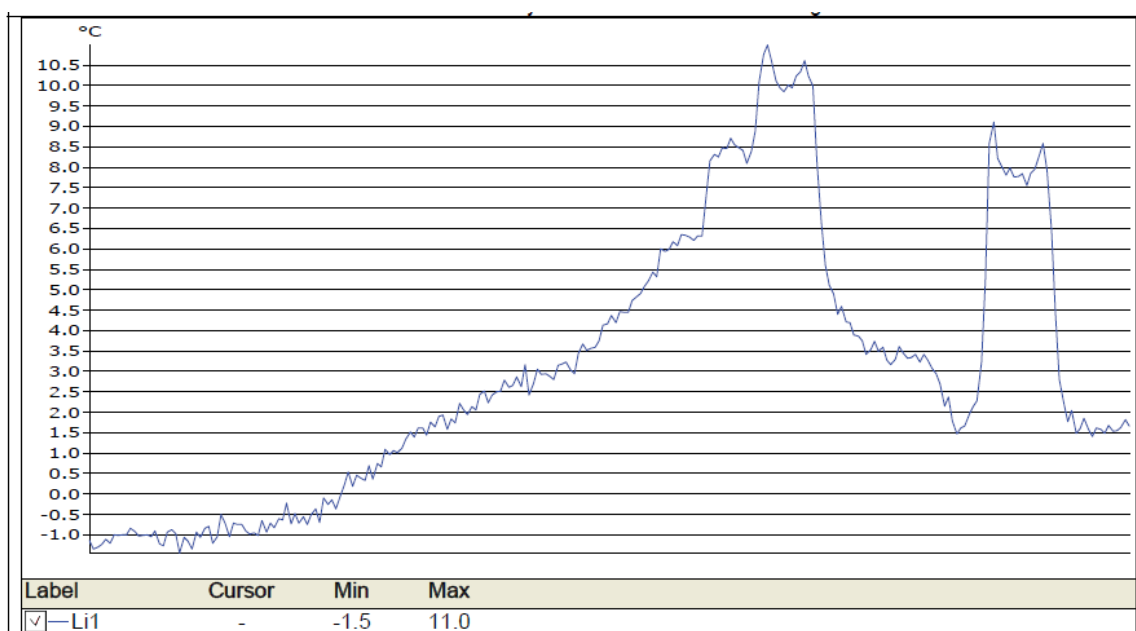
Слика 13.1. Термовизијски снимак препуста изнад терасе са хоризонталним олуком



Слика 13.2. Фотографија препуста изнад терасе са хоризонталним олуком



Графикон 3.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



Графикон 3.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

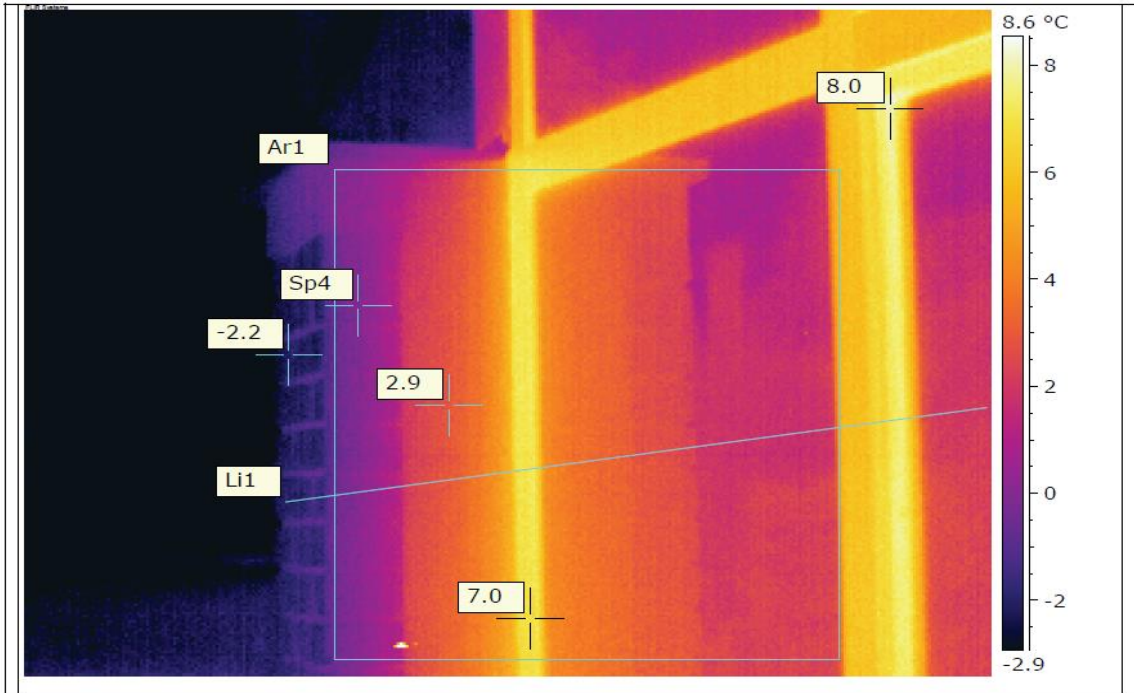
Препуст изнад терасе са хоризонталним олуком (анализа)

На термограму је јасно уочљива зона губитака топлоте на споју алумијумске браварије и армирано бетонског натпрозорника (греде), са посебно лошим перформансама отварајућег крила (температура од 12°C).

Армирано бетонски хоризонтални елементи су изведени без термичке изолације (измерене просечне температуре од 2.6°C - горњи графикон 3.1).

Линијски гледано уочљиви су скокови температуре на алуминијумским профилима и нарочито, на месту прозора (доњи графикон 3.2).

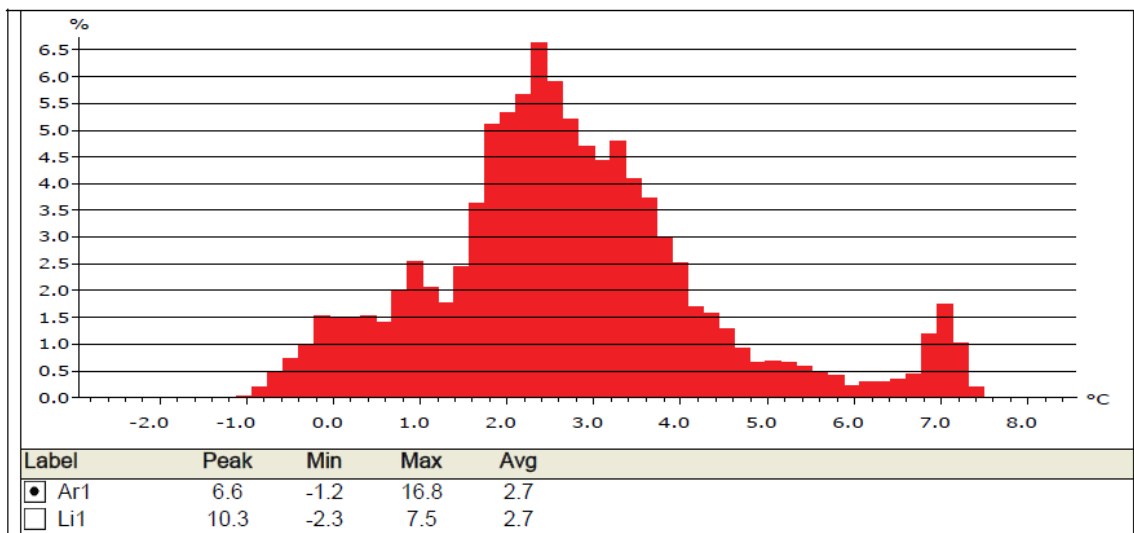
4.7.4. Завршни зид јединице - ограда терасе



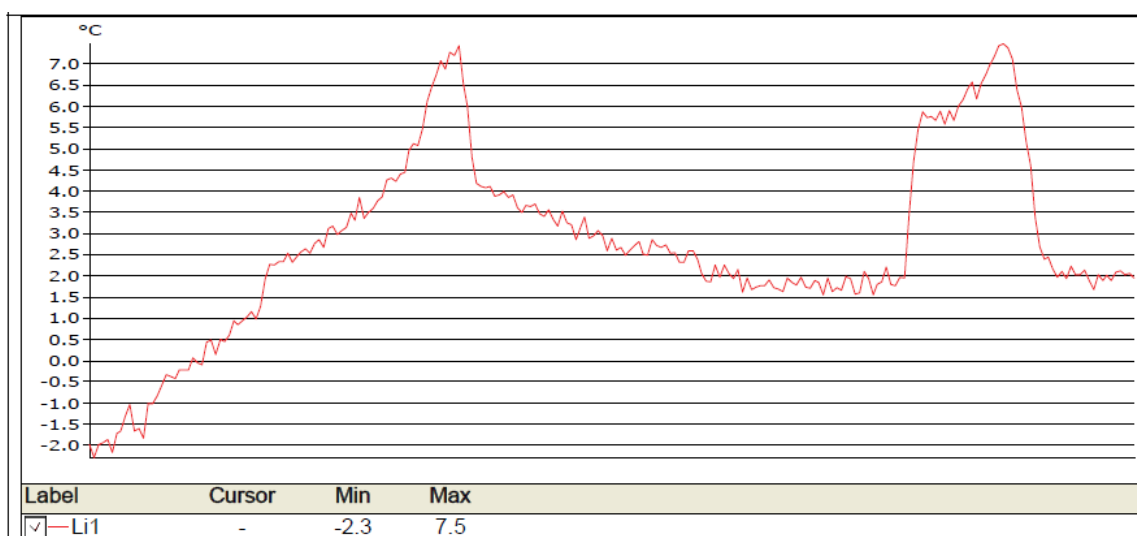
Слика 14.1. Термовизијски снимак завршног зида јединице - ограда терасе



Слика 14.2. Фотографија завршног зида јединице - ограда терасе



Графикон 4.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



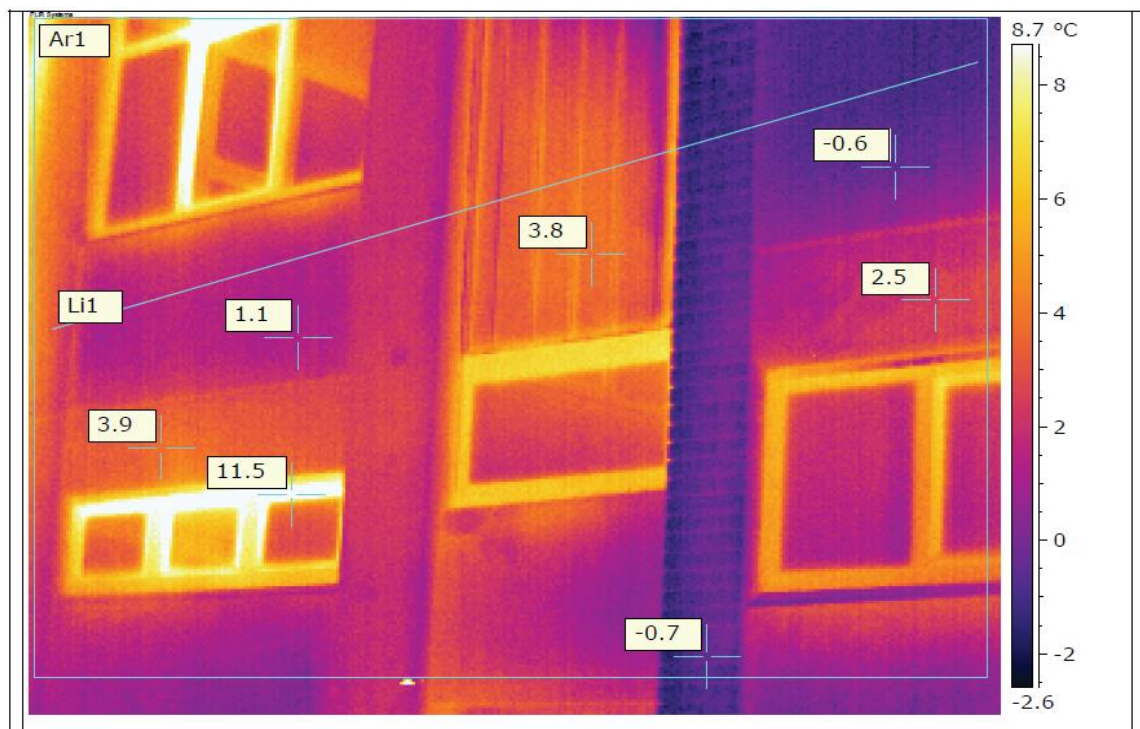
Графикон 4.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Завршни зид јединице - ограда терасе

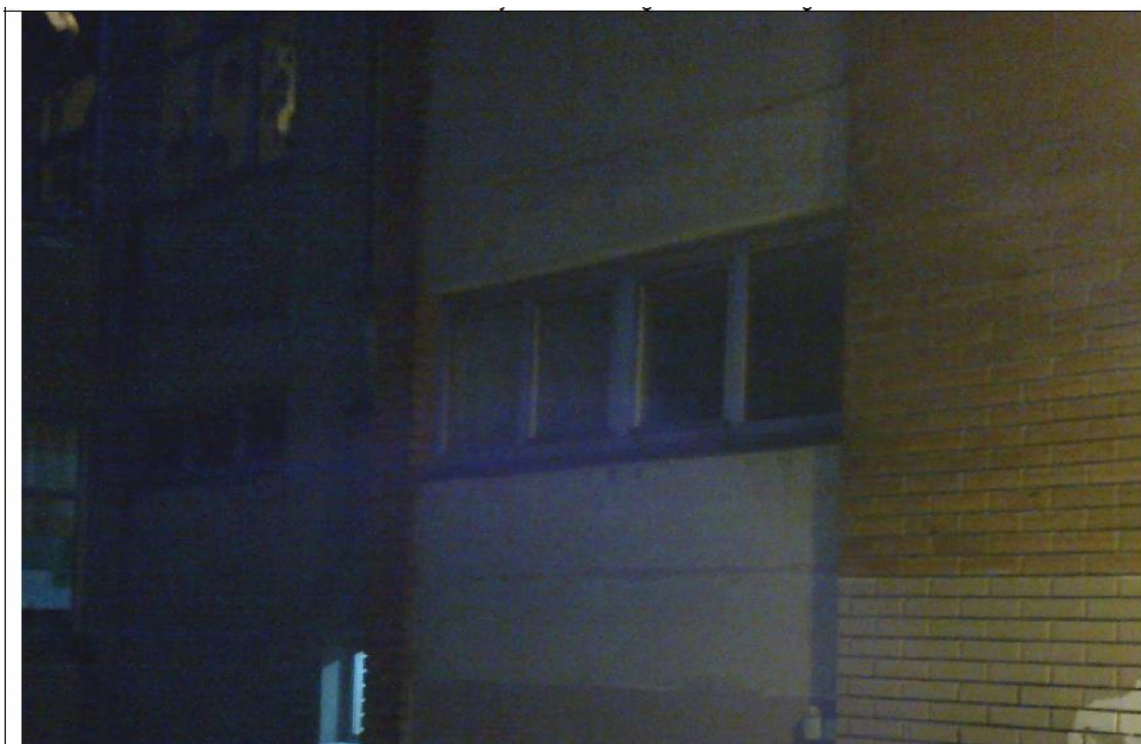
На термограму је јасно уочљива разлика између армирано бетонских делова и оних обложених фасадном опеком, који показују боље термичке карактеристике (температурна разлика од 5°C).

Најизраженији губици топлоте се јављају на алуминијумској браварији, где је веома изражено одавање топлоте на местима отварајућих крила (измерене вредности од 8°C - јасно уочљиво на доњем графикону 4.2).

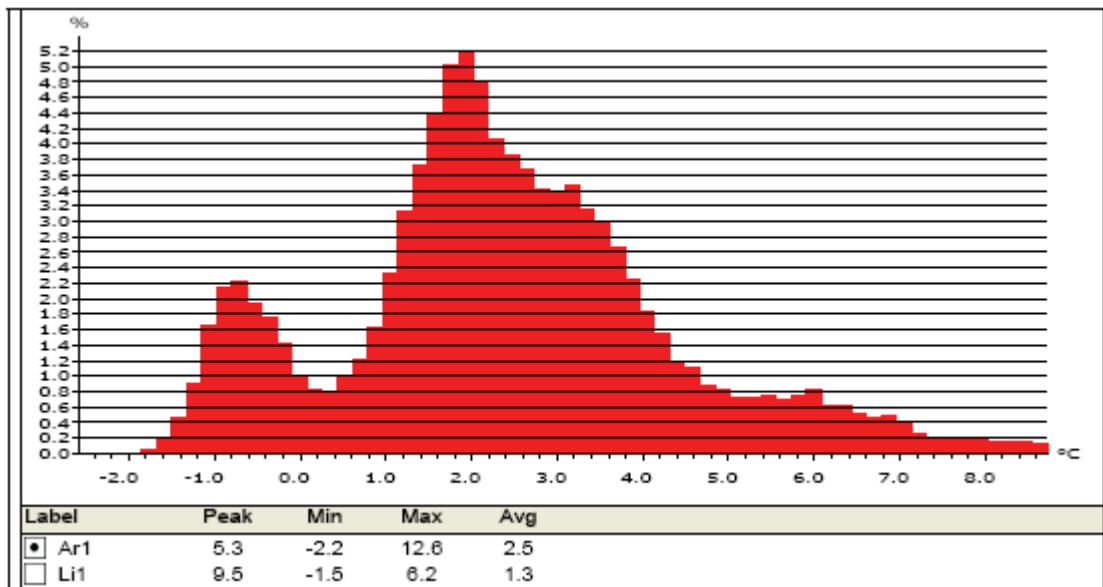
4.7.5. Сегмент фасадног зида



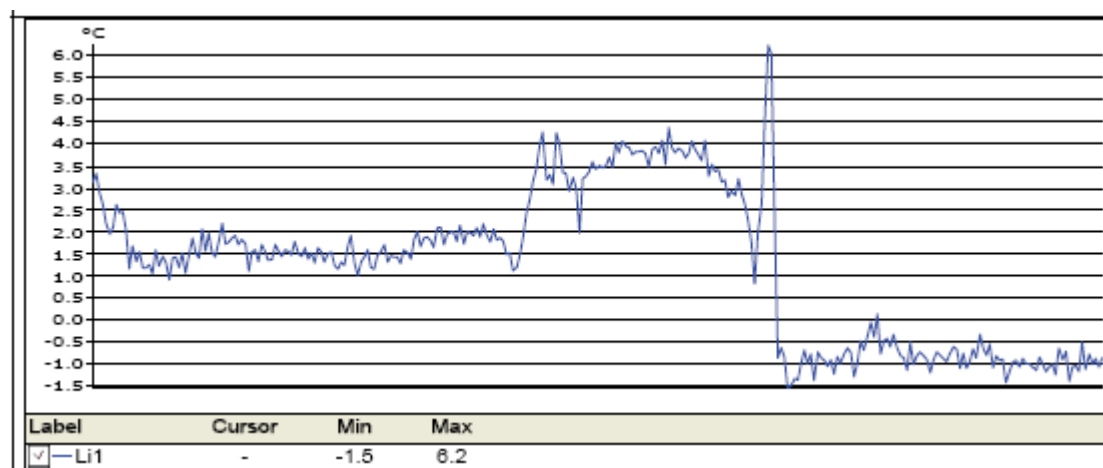
Слика 15.1. Термовизијски снимак сегмента фасадног зида



Слика 15.2. Фотографија сегмента фасадног зида



Графикон 5.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



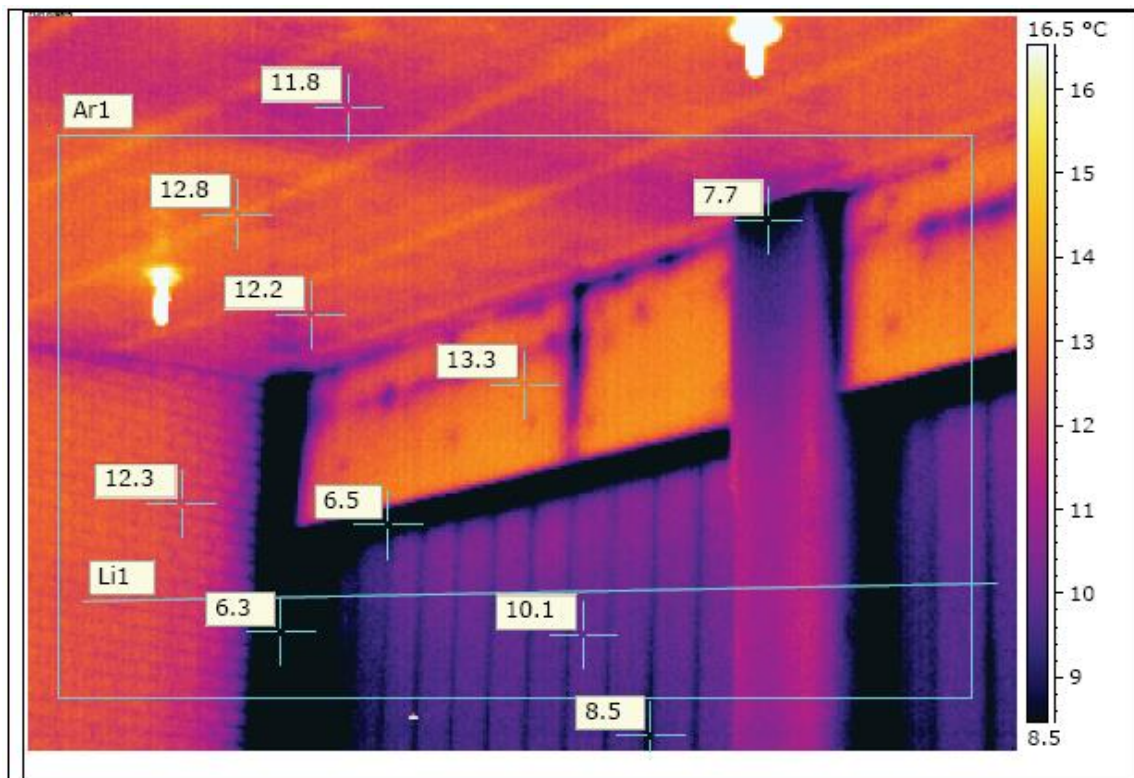
Графикон 5.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Сегмент фасадног зида (анализа)

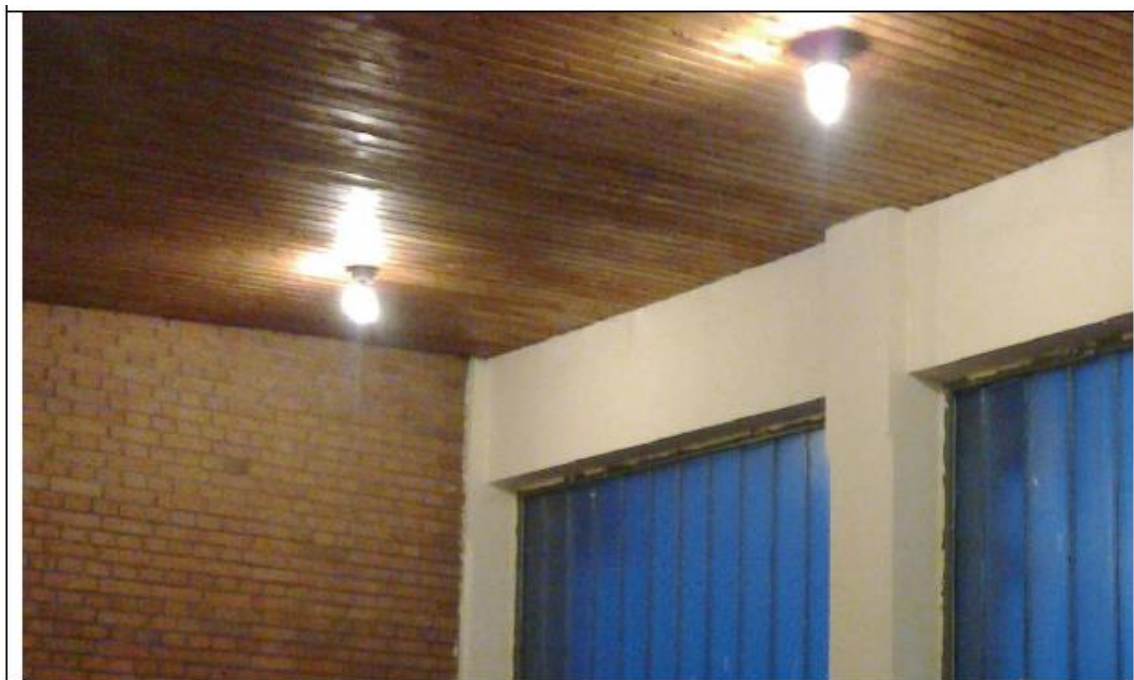
На термограму сегмента фасадног зида су приметне различите перформансе делова фасаде у зависности од примењеног склопа односно материјала. Најизраженији губици се јављају на алуминијумској браварији (измерене температурне вредности од 11.5°C). Зоне натпрозорних греда (измерене вредности од 3.9°C) су готово истоветних термичких перформанси као и делови застакљени „профилит“ стаклом (измерене вредности од 3.8°C) што указује на одсуство термоизолације док су у зони парапета уочене боље перформансе (измерене вредности од 1 , односно -0.6°C) што упућује на постојање неке врсте изолације.

На доњем графикону су јасно уочљиве перформансе армирано бетоноског парапета (леви сегмент графикона просечних температура око 1.5°C), потом „профилит“ стакла (средишњи сегмент графикона просечних температура око 3.5°C) и део, претпостављам изолованог парапета (десни сегмент графикона просечних измерених вредности од -1°C).

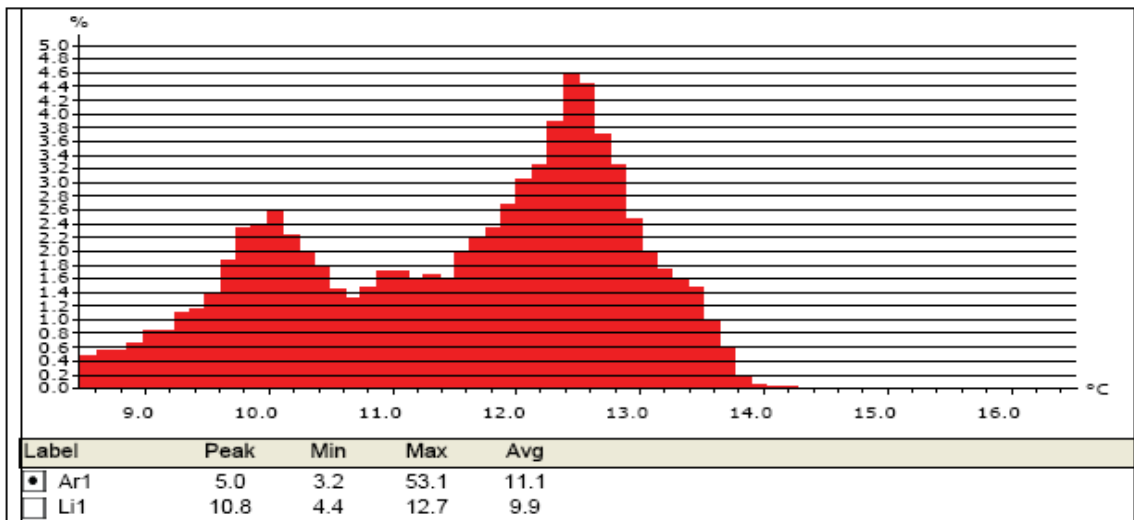
4.7.6. Сегмент обраде ентеријера фискултурне сале



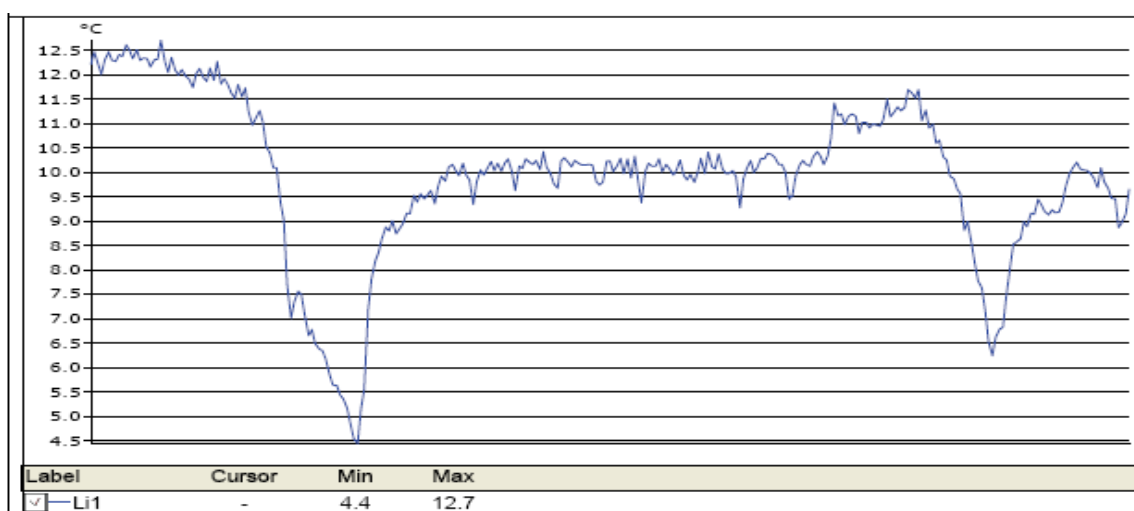
Слика 16.1. Термовизијски снимак сегмента ентеријера фискултурне сале



Слика 16.2. Фотографија сегмента ентеријера фискултурне сале



Графикон 6.1. Дистрибуција вредности у означеном региону



Графикон 6.2. Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца

Сегмент обраде ентеријера фискултурне сале (анализа)

На термограму сегмента ентеријера фискултурне сале уочљива је разлика у квалитету термичких перформанси елемената, са температурним одступањима и до 5°C.

Плафон од ламперије затвара ваздушни простор испод носећих греда, вероватно без додатне изолације, те је јасно уочљива подконструкција (вероватно метална - линијски правци температурних вредности од 12.8°C) односно правац пружања армирано бетонских носача (управо на стуб - температурних вредности од 11.8°C) што приметно одступа од остатка плафона (измерених вредности од 12.2°C).

Армирано-бетонски стубови у зони фасадног зида са изразито лошом термичком карактеристиком (измерене вредности од 6.3°C).

„Профилит“ стакло је постављено у челичном раму, директно ослоњеном на бетонске елементе, без изолације што резултира лошом перформансом и ниским температурним читавањем од 6.5°C.

На линијском графикону се јасно уочавају места изразитих губитака на армирано бетонским деловима (падови температуре) али је интересантно да се могу уочити и лоши спојеви „профилит“ стакла (средишњи део графикона б.2).

4.8. Закључна разматрања

Снимање је извршено камером **Flir B20**, у стандардним условима, 27. јануара 2012. године.

Објекат је сниман током поподневних часова при облачном дану (занемарљив утицај директног сунчевог зрачења).

Снимљене карактеристике, као и температурна читавања потичу искључиво од термичких карактеристика објекта и могу се сматрати веродостојним показатељима њихових перформанси, осим у зони застакљења где су изражене рефлексије окружења.

Објекат је саграђен 1977. године, за који није пронађена одговарајућа пројектно-техничка документација, на основу које би се установила структура и карактеристике склопова који формирају термички омотач. Према званично измереним подацима, објекат има корисну површину од 1.522m².

Вртић је пројектован као масиван објекат, у армирано-бетонској конструкцији, са масивним армирано бетонским зидовима, гредама и плочама.

Објекат комбиноване дечје установе је материјализован као структура са хетерогеним омотачем од различитих материјала: армираног бетона, фасадне опеке односно застакљен лошом алуминијумском браваријом и „профилит“ стаклом.

Најизраженији губици топлоте се јављају на елементима застакљења и могу се сматрати у потпуности незадовољавајућим са аспекта данашњих стандарда из области грађевинске физике. Последица лошег квалитета ових делова омотача је и могући незадовољавајући субјективни осећај приликом боравка у простору, иако су реална читавања температуре у просторијама у границама пројектованих, за овај тип објекта.

Делови фасаде од армираног бетона се јављају као двојаки: стубови односно греде (серклажи) са неадекватним термичким перформансама и као парапетне испуне са делимично бољим термичким перформансама (уз евентуално постојање „скривене“ изолације), али и даље незадовољавајућим у контексту постојеће регулативе.

Сегменти омотача материјализовани фасадном опеком показују најбоље термичке карактеристике што нас упућује на евентуално постојање изолације (или мирујућег ваздушног слоја), што се без даљих истражних радова не може потврдити.

Извештај је сачињен у циљу оцене стања објекта термовизијским снимањем на терену, без консултовања техничке документације и може се посматрати као полазиште за доношење одлука о интервенцијама на унапређењу перформанси објекта.

4.9. Конструкција зграде пре интервенције (по склоповима)

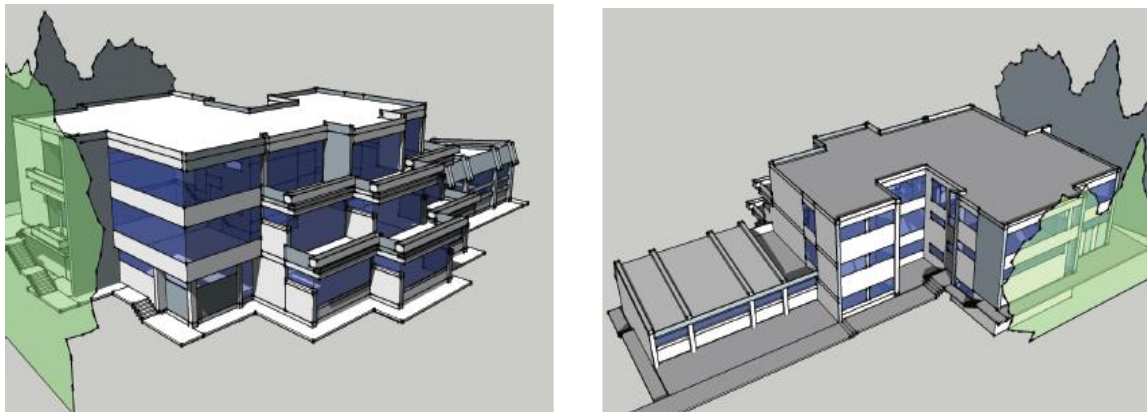
ПОДАЦИ О ОБЈЕКТУ

Тип зграде : Постојећа зграда

Намена зграде : Нестамбена зграда (транспарентне површине $\leq 30\%$)

Намена зграде (Енергетски разред) : Зграде намењене здравству и социјалној заштити

ИЛУСТРАЦИЈА 1



ПОДАЦИ О ЛОКАЦИЈИ

(На основу Табеле 3.3.4.1 и Табеле 6.3 Правилника за ЕЕЗ)

Референтно место : Београд

Спољна пројектна температура за грејање $T_e = -12.1^\circ\text{C}$

Унутрашња пројектна температура $T_i = 20^\circ\text{C}$

Спољна просечна температура у грејном периоду $T_{pr} = 5.6^\circ\text{C}$

Просечна температурна разлика за грејање, $\Delta T = T_i - T_{pr} = 14.4$

Број дана грејања, $ND = 175$

Број степен дана, $HDD = 2520$

Спољна пројектна температура за дифузију $T_{e,dif} = -5^\circ\text{C}$

Број дана влажења : 60

Број дана исушења : 90

УТИЦАЈ ВЕТРА

(На основу Табеле 3.4.2.1 и Табеле 3.4.2.2 Правилника за ЕЕЗ)

Стамбене зграде са више станова и природном вентилацијом

Умерено заклоњен положај

Број изложених фасада : >1

4.9.1. Приступ прорачуну провере летње стабилности и провере кондензације

У оквиру Правилника о енергетској ефикасности зграда (у даљем: Правилник о ЕЕЗ), у прилогу 3 дефинисани су основни принципи грађевинске физике зграде:

- топлотна заштита зграде,

- топлотна акумулативност и
- дифузија водене паре.

Ови принципи су незаобилазни при пројектовању, изградњи, реконструкцији (ревитализацији), односно енергетској санацији зграда или делова зграда.

Провера летње стабилности конструкције обухвата проверу могућности конструкције (провераваног склопа) у погледу акумулације спољашње топлоте у току летњег периода, а према унапред задатим параметрима.

Поменути Правилником о ЕЕЗ, једна од мера за обезбеђење топлотног комфора у објекту је препоручена употреба *термичке масе објекта*.

Термичка маса представља делове термичког омотача (склопова) и структуре зграде према примењеном (уграђеном) материјалу у одговарајућој дебљини која омогућава акумулацију топлоте.

Код масивних (вишеслојних) конструкцијских елемената уграђени сваки слој материјала ће:

- најпре, апсобовати (прихватити) део добијене топлоте и на тај начин повећати своју температуру,
- касније ће пренети топлоту на следећи уграђени слој.

На овај начин акумулирана топлота у елементу конструкције се касније емитује, са неком временском разликом, у зависности од топлотне проводљивости слоја.

Прорачун топлотне акумулативности нетранспарентних спољних грађевинских елемената зграда⁵² (спољни зидови, кровови) за летњи период врши се за следеће величине:

- фактора пригушења амплитуде осцилације температуре, v и
- кашњења осцилације температуре, η .

За ове величине су прописане најмање дозвољене вредности, те се на основу ових вредности, према утврђеном прорачуну у складу са Правилником о ЕЕЗ, дефинише да ли испитивани склоп (елемент конструкције) задовољава одговарајуће услове термике, односно услове грађевинске физике и предвиђеног комфора или - не.

Под дифузијом водене паре подразумева се појава кретања молекула водене паре са места веће концентрације ка месту ниже концентрације, са тежњом да се успостави равнотежа, односно равномерна концентрација.

За прорачун дифузије водене паре, сва градови и насељена места у Србији су подељена у две зоне, према задатим рачунским вредностима температуре и релативне влажности спољњег ваздуха, на: ЗОНУ А и ЗОНУ Б.

За период исушења се за обе поменуте зоне, према Правилнику о ЕЕЗ, узима за:

1. Зону А - дозвољено трајање исушења износи 90 дана,
2. Зону Б - дозвољено трајање исушења износи 60 дана.

⁵²Стандард SRPS U.J5.530, Топлотна техника у грађевинарству - прорачун фактора пригушења осцилација температуре и прорачун кашњења осцилација температуре кроз спољашње преграде зграда у летњем периоду

На основу срачунатих вредности парцијалних притисака водене паре на границама између појединих слојева конструкције (елемента) и на основу вредности притисака засићења (који се добијају помоћу познатог распореда температура кроз конструкцију), може се нацртати *дијаграм дифузије*.

На овом дијаграму се уочавају две исцртане линије:

- линија притисака засићења и
- линија парцијалних притисака.

У зависности од положаја ових линија могу наступити три карактеристична случаја дифузије водене паре:

1. линија притисака засићења и линија парцијалних притисака се не секу, што значи да не долази до кондензације водене паре унутар конструкције,
2. линија притисака засићења и линија парцијалних притисака се додирују (секу) у једној тачки, што значи да долази до кондензације у једној равни унутар конструкције, и та раван се зове раван кондензације,
3. линија притисака засићења и линија парцијалних притисака се секу у две тачке, што значи да долази до кондензације у зони унутар конструкције, и та зона се зове зона кондензације.

Дифузија водене паре израчунава се за спољне грађевинске конструкције и конструкције које се граниче са негрејаним просторијама, осим за конструкције које се непосредно граниче са тереном (под на тлу, укопани зидови, укопане таванице).

Све грађевинске конструкције зграде морају бити пројектоване и изграђене на начин да се водена пара у пројектним условима на њиховим површинама не кондензује.

Зграда мора бити пројектована и изграђена на начин да се код наменског коришћења водена пара која због дифузије продире у грађевинску конструкцију, не кондензује.

У случају да дође до кондензације водене паре у конструкцији, она се након рачунског периода исушивања мора сасвим ослободити из грађевинске конструкције.

Влага која се кондензује у конструкцији не сме довести до оштећења грађевинских материјала (корозија, појава буђи, осипање и распад материјала).

Већина грађевинских материјала је порозна, долази и до влажења у унутрашњости због упијања кондензоване воде.

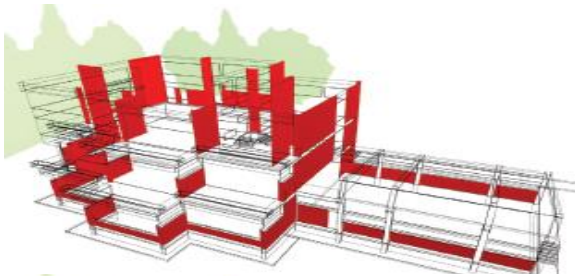
Повећање влажности грађевинских материјала се даље одражава на промену осталих својства материјала:

- топлотна проводљивост,
- механичке карактеристике,
- трајност.

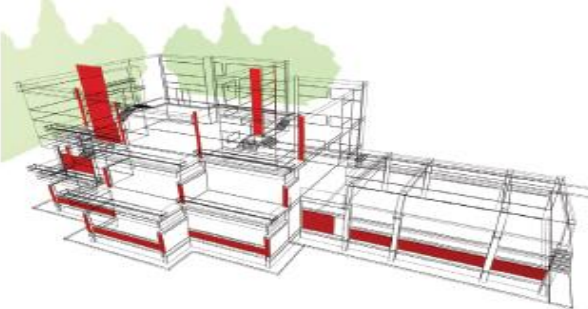
Ознака склопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид

$U=0.809W/m^2K$, $U_{max}=0.4W/m^2K$, Склоп НЕ задовољава; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

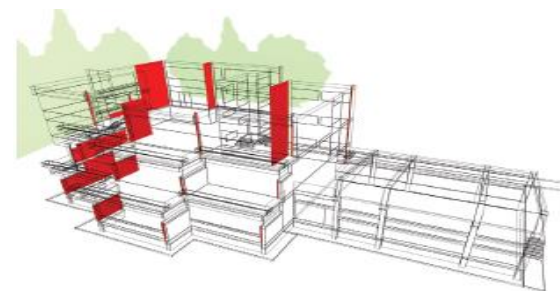
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



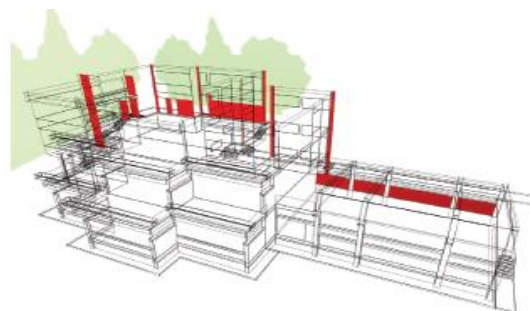
СВЕ оријентације
Површина склопа,
 $A=557.21m^2$



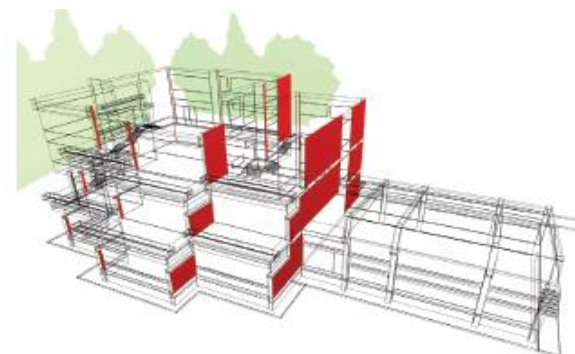
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=104.99m^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=174.32m^2$

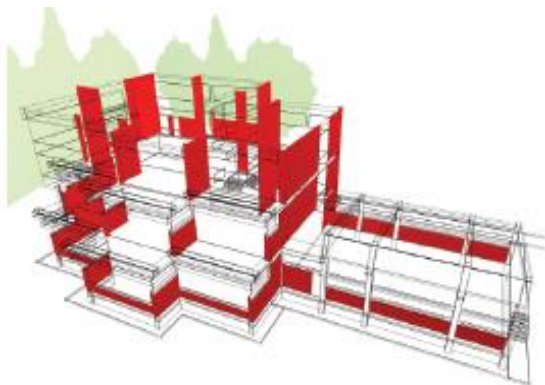


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=104.46m^2$

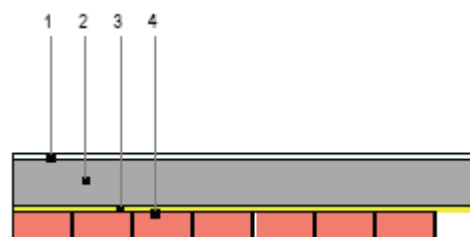


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа $A=173.44m^2$

Ознака склопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид



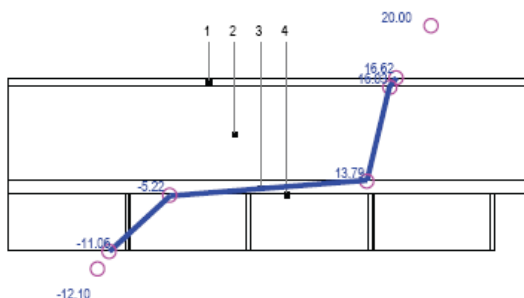
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=557.21\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=15$
 $\eta_{\min}=7$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.809\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d (cm) | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|--------|---|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,0 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 20,00 | 1260,00 | 0,041 | 35,0 |
| 4 | 12 | Опека шупља (25 cm) + Продужни кречни малтер (1 cm) | 1415,40 | 925,00 | 0,533 | 4,6 |

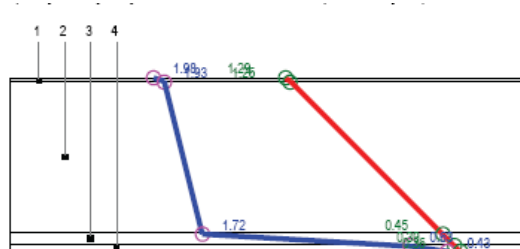
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|---|------|-------|--------|--------|-------|----|------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 3,38 | 16,62 | 2,63 | 17,37 | / | 1,98 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,60 | 16,03 | 0,47 | 16,91 | / | 1,93 | 1,26 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 2,23 | 13,79 | 1,74 | 15,17 | / | 1,72 | 0,45 | 14,0 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 19,01 | -5,22 | 14,81 | 0,36 | / | 0,63 | 0,39 | 1,05 | 0,27 | 0,20 | 1,28 |
| 4 | 12 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 0,23 | 5,84 | -11,06 | 4,55 | -4,19 | / | 0,43 | 0,36 | 0,55 | 7,10 | 1,60 | 7,10 |
| | | Прелаз | 0,04 | 1,04 | / | 0,81 | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 3,78 | / |
| | | Укупно | 1,24 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 14,57 | / |

Графикон температура - 1



Графикон дифузије - 1

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 112.6 \geq v_{\min} = 15$, задовољава

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10.4 \geq \eta_{\min} = 7$, задовољава

Провера кондензације

Нема кондензације: -

Провера коефицијента пролаза топлоте

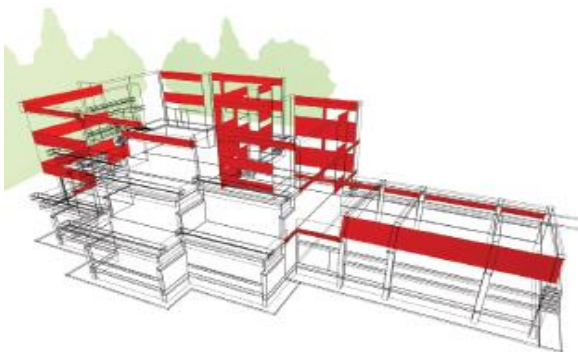
$U=0.809\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ** задовољава !

(Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

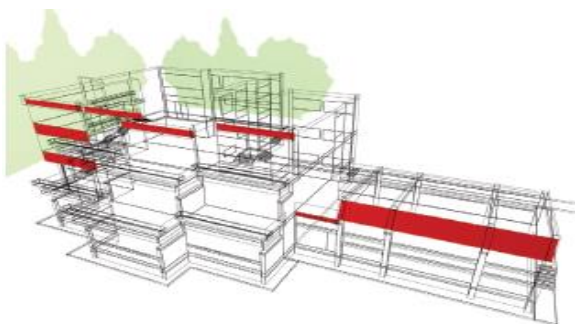
Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид

$U=0.989\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, Склоп **НЕ** задовољава; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

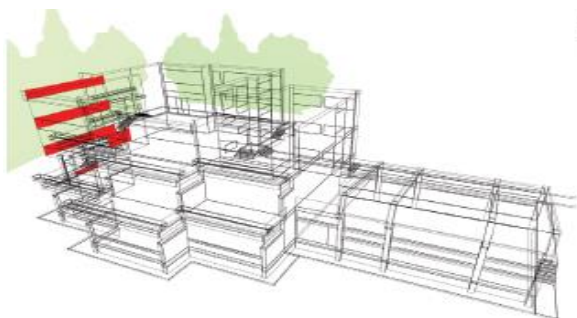
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



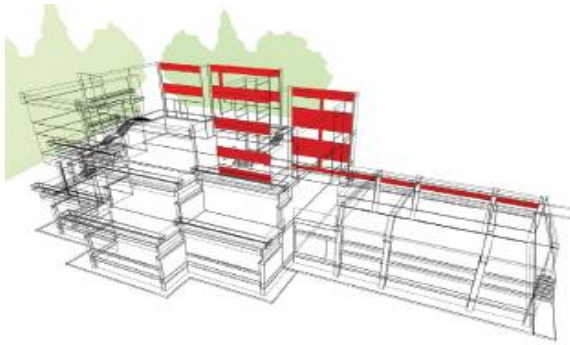
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=291.05\text{m}^2$



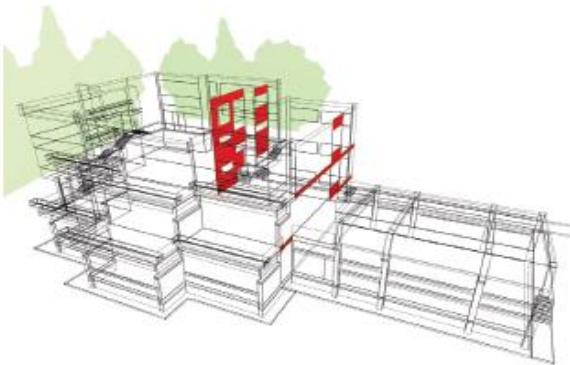
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=56.96\text{m}^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=41.30\text{m}^2$

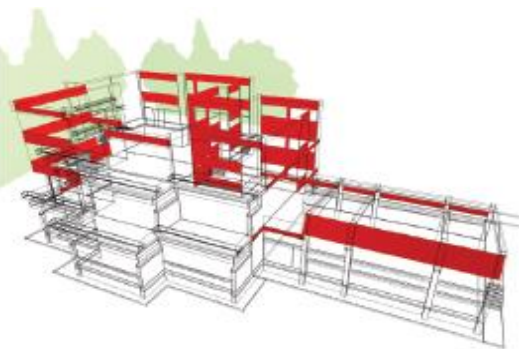


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=113.27 \text{ m}^2$



Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=79.52 \text{ m}^2$

Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид



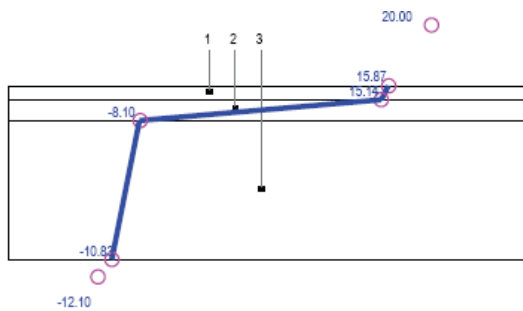
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=291.05 \text{ m}^2$
 $R_{si}=0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $v \text{ min}=15$
 $\eta \text{ min}=7$
 $U \text{ max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.989 \text{ W/m}^2\text{K}$



| п.б. | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|------|------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,0 |
| 2 | 3 | Полистирен плоче | 20,00 | 1260,00 | 0,041 | 35,0 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

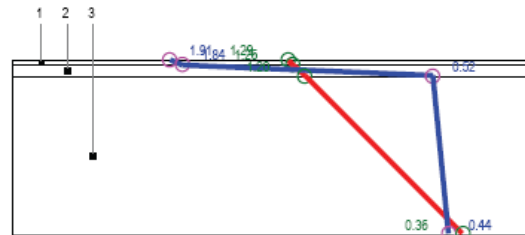
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|------------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 4,13 | 15,87 | 3,22 | 16,79 | 0,35 | 1,98 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,73 | 15,14 | 0,57 | 16,22 | 0,06 | 1,93 | 1,26 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 23,24 | -8,10 | 18,10 | -1,88 | 0,20 | 1,72 | 0,45 | 1,05 | 0,27 | 0,20 | 1,19 |
| 3 | 20 | Бетон | 0,09 | 2,73 | -10,83 | 2,13 | -4,01 | 1,10 | 0,63 | 0,39 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| | | Прелаз | 0,04 | 1,27 | / | 0,99 | / | 0,20 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 2,18 | / |
| | | Укупно | 1,01 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 4,69 | / |

Графикон температура - 2



Графикон дифузије- 2

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz2

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 37.0 \geq v.min = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 6.0 \geq \eta.min = 7$, **НЕ задовољава**

Провера кондензације

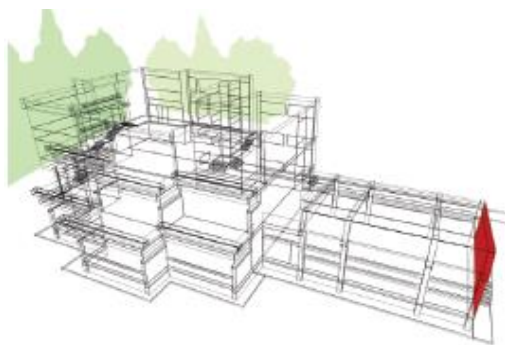
Кондензација у слоју 2; 73,1 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.989W/m^2K$, $U_{max}=0.4W/m^2K$, $U > U_{max}$: Склоп **НЕ задовољава !**

(Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Fz - сала, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=49.66m^2$

$R_{si}=0.13m^2K/W$

$R_{se}=0.04m^2K/W$

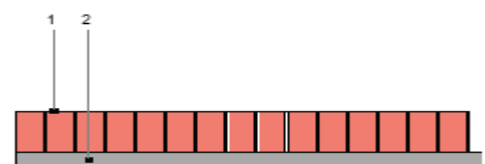
$v_{min}=15$

$\eta_{min}=7$

$U_{max}=0.4W/m^2K$

$F_x=1$

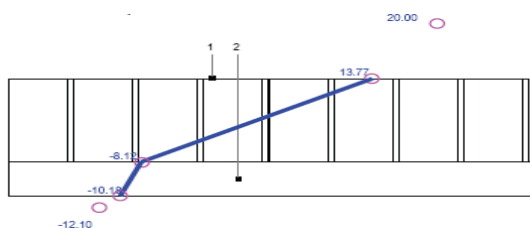
$U=1.493W/m^2K$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 25 | Опека шупља (12cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 1430,80 | 930,00 | 0,547 | 5,20 |
| 2 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

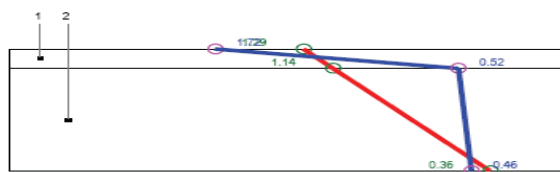
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|---|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 6,23 | 13,77 | 4,85 | 15,15 | 0,43 | 1,72 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 25 | Опека шупља (12cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 0,46 | 21,90 | -8,12 | 17,05 | -1,90 | 0,07 | 0,52 | 1,14 | 1,31 | 7,25 | 3,31 | 7,25 |
| 2 | 10 | Бетон | 0,04 | 2,06 | -10,18 | 1,60 | -3,51 | 1,32 | 0,46 | 0,36 | 7,00 | 20,10 | 0,86 | 18,77 |
| | | Прелаз | 0,04 | 1,92 | / | 1,49 | / | 0,09 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 4,18 | / |
| | | Укупно | 0,67 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 19,35 | / |

Графикон температура - 3



Графикон дифузије - 3

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz - сала

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 33.9 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 11.5 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

Провера кондензације

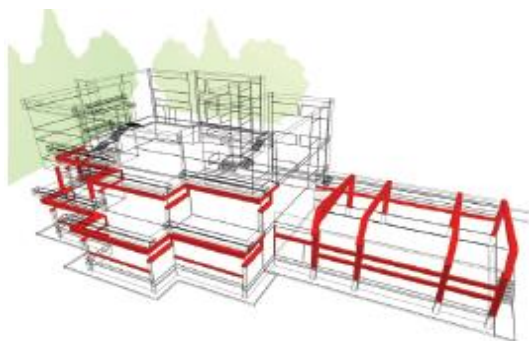
Кондензација у слоју 1; 66,8 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 1.493 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава !**

(Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Fz - бет., конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A = 217.1 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

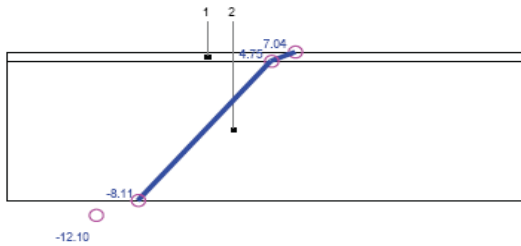
$U = 3.106 \text{ W/m}^2\text{K}$



| п.б. | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|------|------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 30 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

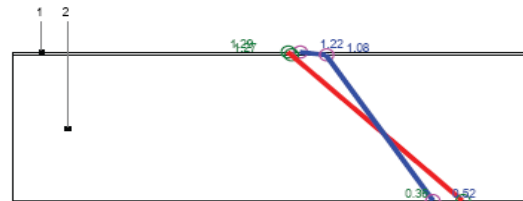
| п б | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|-----|------|------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 12,26 | 7,04 | 10,09 | 9,91 | 0,62 | 1,22 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 2,29 | 4,75 | 1,79 | 8,12 | 1,20 | 1,08 | 1,27 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 30 | Бетон | 0,13 | 12,86 | -8,11 | 10,02 | -1,89 | 0,07 | 0,52 | 0,36 | 21,00 | 20,10 | 2,59 | 20,10 |
| | | Прелаз | 0,04 | 3,99 | / | 3,11 | / | 0,05 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 2,84 | / |
| | | Укупно | 0,32 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 7,51 | / |

Графикон температура - 4



Графикон дифузије - 4

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz - бет.

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 12.8 \geq v_{\min} = 15$,

НЕ задовољава

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 7.8 \geq \eta_{\min} = 7$, **НЕ задовољава**

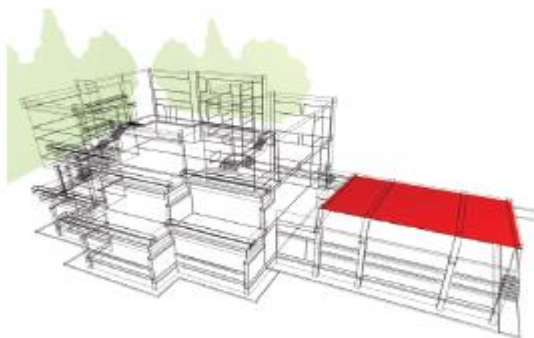
Провера кондензације

Кондензација у слоју 0,1; 20,1 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 3.106 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Kk1, конструкција типа 7 - Кос кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A = 131.12 \text{ m}^2$

$R_{si} = 0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$

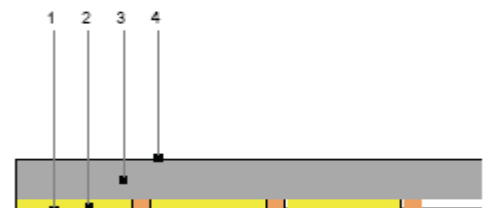
$v_{\min} = 15$

$\eta_{\min} = 7$

$U_{\max} = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x = 1$

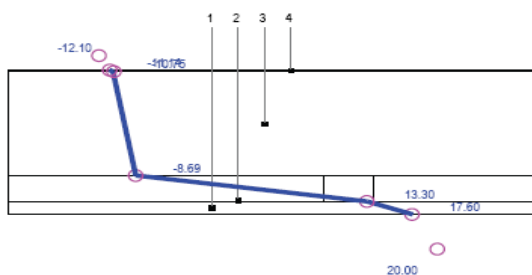
$U = 0.749 \text{ W/m}^2\text{K}$



| р.б. | d cm | ОПИС | ρ (kg/m³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|------|------|--|-----------|-----------|----------|---------|
| 1 | 2,5 | бор, смрека | 550,00 | 2090,00 | 0,140 | 70,00 |
| 2 | 5 | Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm) | 162,10 | 1012,40 | 0,055 | 10,50 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 4 | 0,3 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 1140,90 | 1517,30 | 0,185 | 1279,10 |

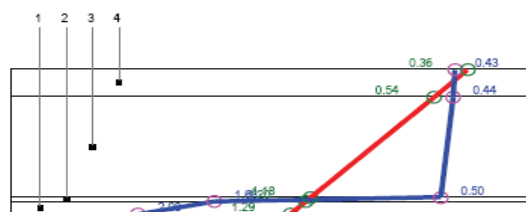
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|--|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 2,40 | 17,60 | 1,87 | 18,13 | 0,26 | 2,08 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2,5 | бор, смрека | 0,18 | 4,30 | 13,30 | 3,35 | 14,78 | 0,40 | 1,68 | 1,21 | 1,75 | 3,41 | 0,61 | 4,15 |
| 2 | 5 | Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm) | 0,92 | 21,99 | -8,69 | 17,12 | -2,34 | 1,18 | 0,50 | 1,18 | 0,53 | 0,80 | 0,74 | 0,99 |
| 3 | 20 | Бетон | 0,09 | 2,07 | -10,75 | 1,61 | -3,95 | 0,06 | 0,44 | 0,54 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 4 | 0,3 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 0,02 | 0,38 | -11,14 | 0,30 | -4,25 | 0,01 | 0,43 | 0,36 | 3,84 | 4,82 | 0,08 | 15,49 |
| | | Унутра | 0,04 | 0,96 | / | 0,75 | / | 0,03 | / | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 3,15 | / |
| | | бор, смрека | 1,34 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 9,35 | / |

Графикон температура - 5



Графикон дифузије - 5

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Kk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 53.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 9.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

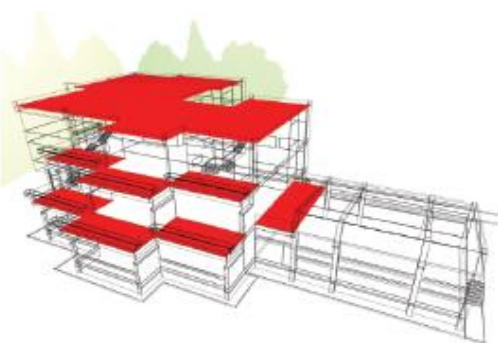
Провера кондензације

Кондензација у слоју 2,3; 50,0 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.749\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава**! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Rk1, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=694.58\text{m}^2$

$R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

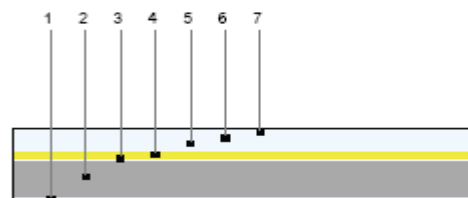
$v_{\min}=25$

$\eta_{\min}=10$

$U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

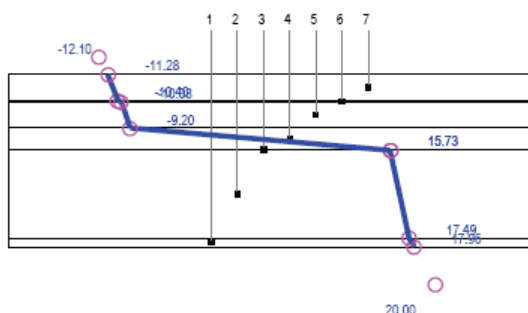
$U=0.637\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1080,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | 2700,00 | 940,00 | 203,000 | 800000,00 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,00 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,00 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |

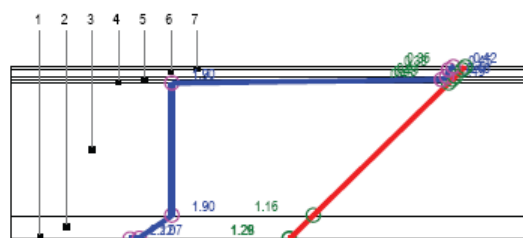
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|------------------------------|------|------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 2,04 | 17,96 | 1,59 | 18,41 | 1,12 | 2,12 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни Кречни малтер | 0,02 | 0,47 | 17,49 | 0,37 | 18,04 | 0,14 | 2,07 | 1,28 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 1,76 | 15,73 | 1,37 | 16,67 | 0,56 | 1,90 | 1,16 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | / | / | 15,73 | / | 16,67 | 0,12 | 1,90 | 0,45 | 80,00 | 192,94 | / | 20,10 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 1,22 | 24,9 | -9,20 | 19,41 | -2,74 | / | 0,49 | 0,43 | 2,00 | 0,31 | 0,37 | 0,79 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,88 | -10,08 | 0,68 | -3,43 | / | 0,46 | 0,41 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,48 |
| 6 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,33 | -10,40 | 0,26 | -3,68 | 0,40 | 0,45 | 0,38 | 4,20 | 4,90 | 0,08 | 9,31 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,88 | -11,28 | 0,68 | -4,36 | / | 0,42 | 0,36 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 13,82 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,82 | / | 0,64 | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 3,75 | / |
| | | Укупно | 1,57 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 14,24 | / |

Графикон температура - б



Графикон дифузије - б

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Rk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 205.6 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10.0 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

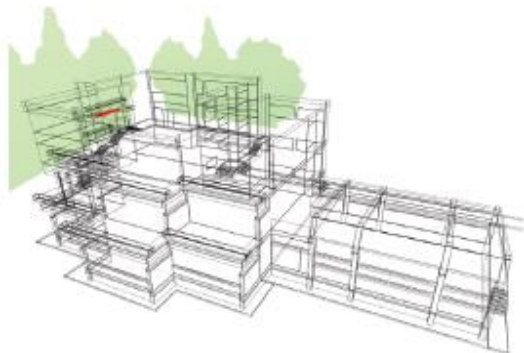
Провера кондензације

Нема кондензације : -

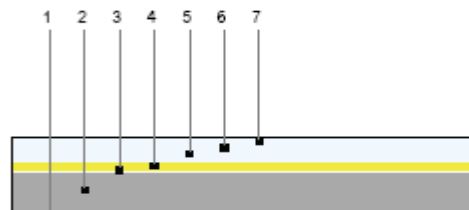
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.637\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Rk2, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



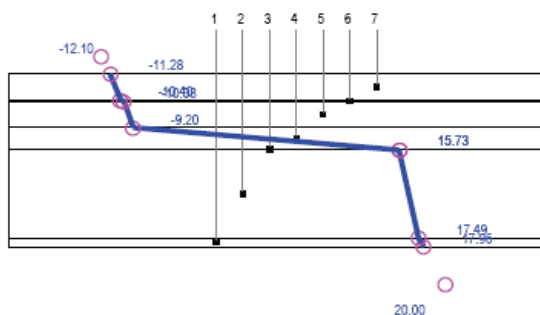
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=5.52\text{m}^2$
 $R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=25$
 $\eta_{\min}=10$
 $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.637\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1080,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | 2700,00 | 940,00 | 203,000 | 800000,00 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,00 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1240,00 | 0,190 | 1400,00 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |

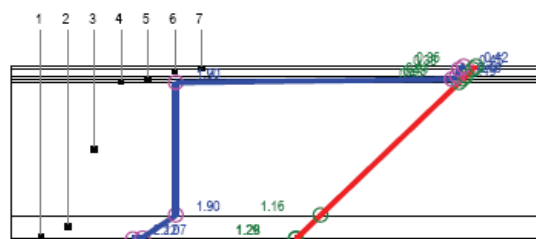
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|---------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 2,04 | 17,96 | 1,59 | 18,41 | 1,12 | 2,12 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,47 | 17,49 | 0,37 | 18,04 | 0,14 | 2,07 | 1,28 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 1,76 | 15,73 | 1,37 | 16,67 | 0,56 | 1,90 | 1,16 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | / | / | 15,73 | / | 16,67 | 0,12 | 1,90 | 0,45 | 80,00 | 192,94 | / | 20,10 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 1,22 | 24,93 | -9,20 | 19,41 | -2,74 | / | 0,49 | 0,43 | 2,00 | 0,31 | 0,37 | 0,79 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,88 | -10,08 | 0,68 | -3,43 | / | 0,46 | 0,41 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,48 |
| 6 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,33 | -10,40 | 0,26 | -3,68 | 0,40 | 0,45 | 0,38 | 4,20 | 4,90 | 0,08 | 9,31 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,88 | -11,28 | 0,68 | -4,36 | / | 0,42 | 0,36 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 13,82 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,82 | / | 0,64 | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 3,75 | / |
| | | Укупно | 1,57 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 14,24 | / |

Графикон температура - 7



Графикон дифузије - 7

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Rk2

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 205.6 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10.3 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

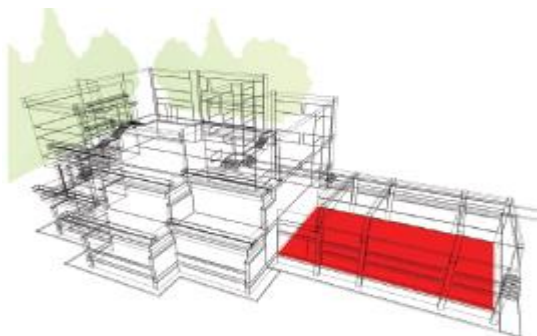
Провера кондензације

Нема кондензације : -

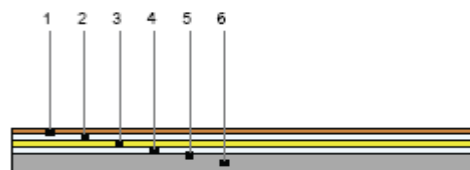
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.637\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Pt1, конструкција типа 21 - Под на тлу



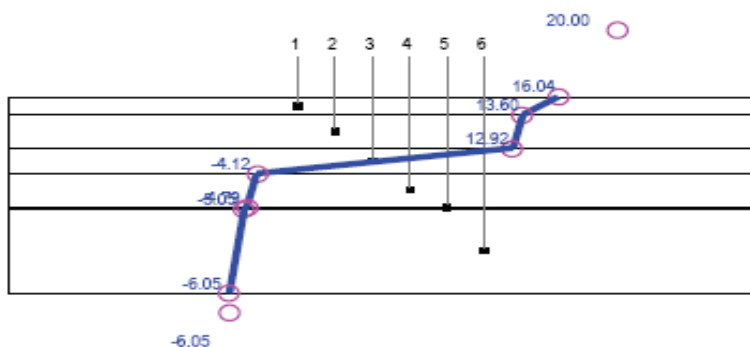
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=158.73\text{m}^2$
 $R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=0$
 $\eta_{\min}=0$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=0.5$
 $U=0.894\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | M |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 2,2 | Паркет | 700,0 | 1670,00 | 0,210 | 15,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 6 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 3,96 | 16,04 |
| 1 | 2,2 | Паркет | 0,11 | 2,44 | 13,60 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | 12,92 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 17,04 | -4,12 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | -4,79 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,26 | -5,05 |
| 6 | 10 | Бетон | 0,04 | 1,00 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 1,12 | / | / |

Графикон температура - 8



Коментар према прорачуну за склоп: Pt1

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

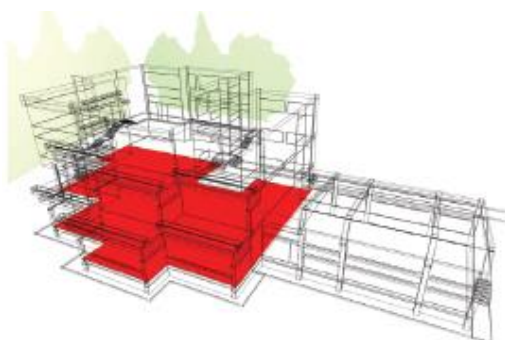
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.894\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Pt2, конструкција типа 21 - Под на тлу



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=498.89\text{m}^2$

$R_{\text{si}}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{\text{se}}=0\text{m}^2\text{K/W}$

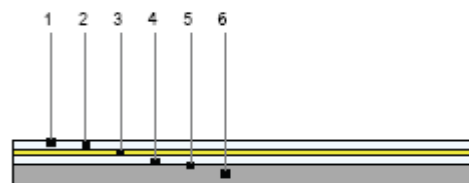
$v_{\text{min}}=0$

$\eta_{\text{min}}=0$

$U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

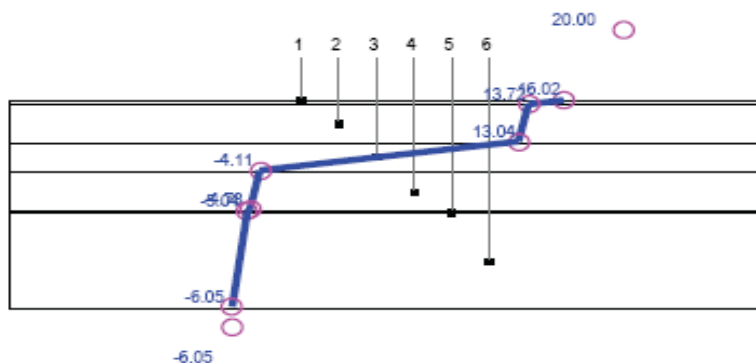
$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | M |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 0,4 | ПВЦ плоче | 50,0 | 1260,00 | 0,041 | 200,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 6 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 3,98 | 16,02 |
| 1 | 0,4 | ПВЦ плоче | 0,10 | 2,30 | 13,72 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | 13,04 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 17,15 | -4,11 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | -4,79 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,26 | -5,04 |
| 6 | 10 | Бетон | 0,04 | 1,01 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 1,11 | / | / |

Графикон температура - 9



Коментар према прорачуну за склоп: Pt2

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

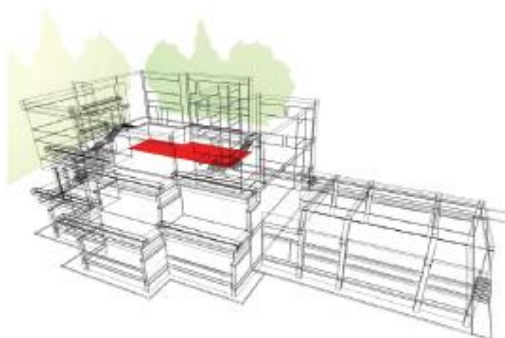
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Pt3, конструкција типа 21 - Под на тлу



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=105.34\text{m}^2$

$R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$

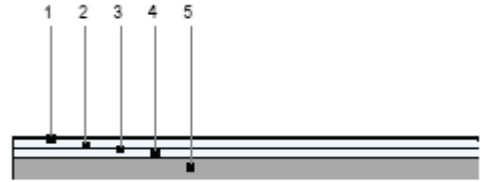
$v_{\text{min}}=0$

$\eta_{\text{min}}=0$

$U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

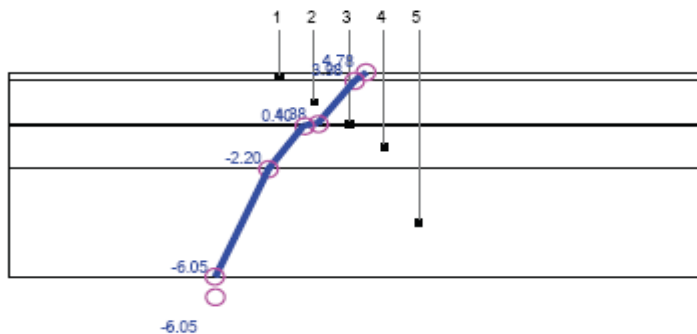
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 0,8 | Керамичке плочице | 1700,0 | 920,00 | 0,870 | 200,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 15,22 | 4,78 |
| 1 | 0,8 | Керамичке плочице | 0,01 | 0,81 | 3,98 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 2,60 | 1,38 |
| 3 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,99 | 0,40 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 2,60 | -2,20 |
| 5 | 10 | Бетон | 0,04 | 3,85 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 0,29 | / | / |

Графикон температура -10



Коментар према прорачуну за склоп: Pt3

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре ν

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

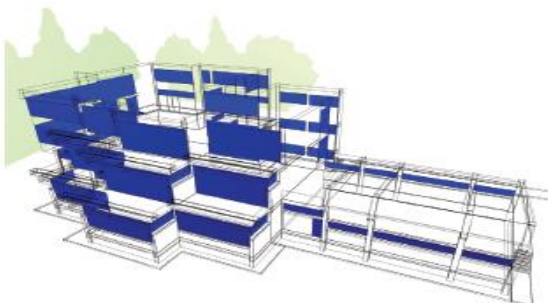
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: W1, конструкција типа 10 - Прозори и балконска врата

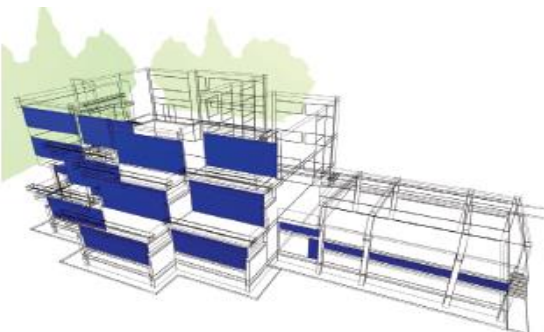
Алуминијумски рам без термопрекида, термопан стакло

U=4.5W/m²K, U_{max}=1.5W/m²K, Склоп NE задовољава; F_x=1; solar factor g=0.6; frame factor ff=0.25

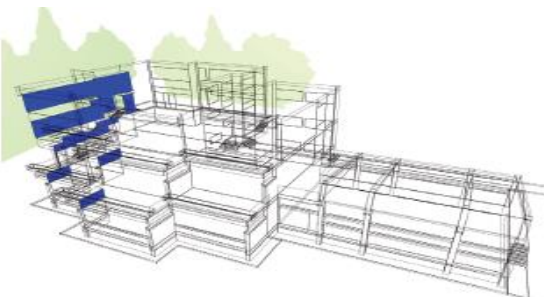
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



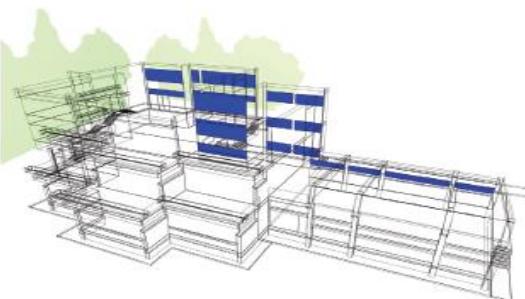
СВЕ оријентације
Површина склопа, A=472.58m²



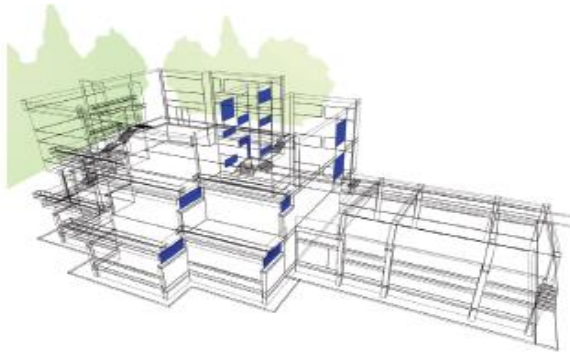
Оријентација ка истоку
Површина склопа, A=214.78m²



Оријентација ка југу
Површина склопа, A=95.84m²



Оријентација ка западу
Површина склопа, A=119.13m²



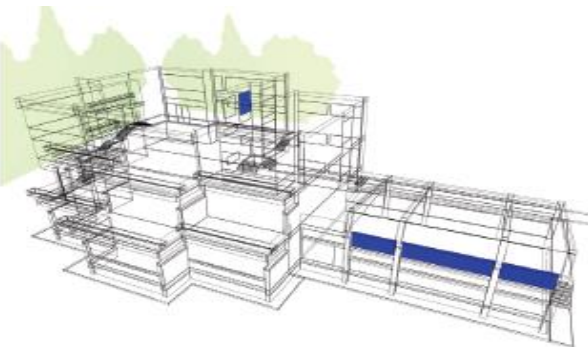
Оријентација ка северу
Површина склопа, $A=42.83\text{m}^2$

Ознака склопа: W2, конструкција типа 10 - Прозори и балконска врата

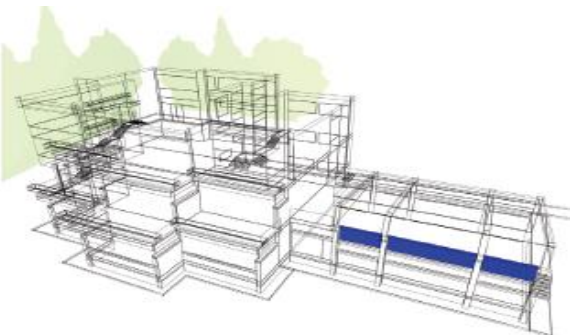
Профилит

$U=4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, Склоп NE задовољава; $F_x=1$; solar factor $g=0.6$; frame factor $ff=0.25$

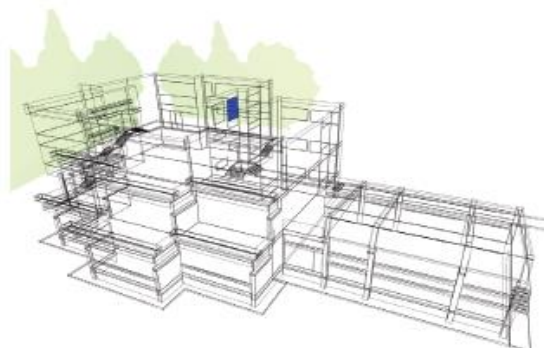
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=22.25\text{m}^2$

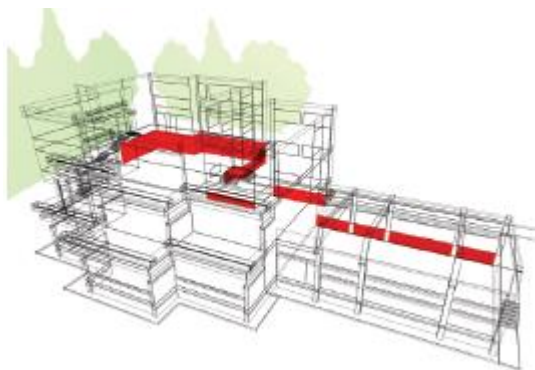


Оријентација ка истоку
Површина склопа, $A=16.32\text{m}^2$

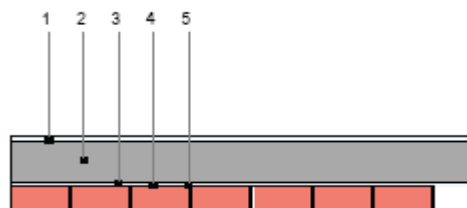


Оријентација ка северу
Површина склопа, $A=5.93\text{m}^2$

Ознака скопа: Zt1, конструкција типа 20 - Зид у тлу (грејани подрум)



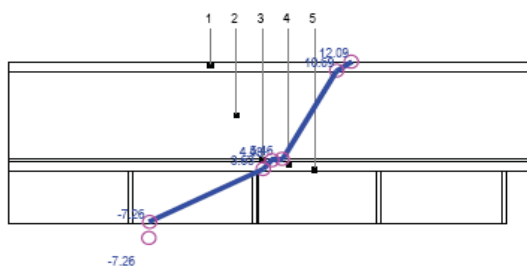
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=128.78\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=0$
 $\eta_{\min}=0$
 $U_{\max}=0.5\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=0.6$
 $U=2.232\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,0 | 1050,00 | 0,870 | 20,0 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |
| 3 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 4 | 2 | Цементни естрих | 2100,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 12 | Опека пуна (25cm)+Цементни малтер (1cm) | 1619,20 | 925,00 | 0,669 | 9,8 |

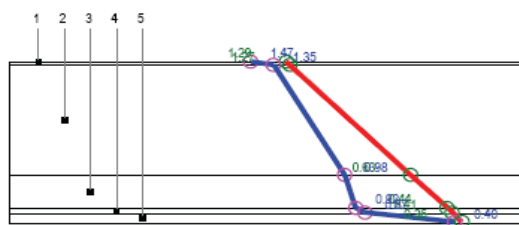
| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|--|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,13 | 7,91 | 12,09 |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 1,40 | 10,69 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 5,23 | 5,46 |
| 3 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,97 | 4,48 |
| 4 | 2 | Цементни естрих | 0,01 | 0,85 | 3,63 |
| 5 | 12 | Опека пуна (2cm) + Цементни малтер (1cm) | 0,18 | 10,89 | -7,26 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -7,26 |
| | | Укупно | 0,45 | / | / |

Графикон температура - 11



Графикон дифузије - 11

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Zt1

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

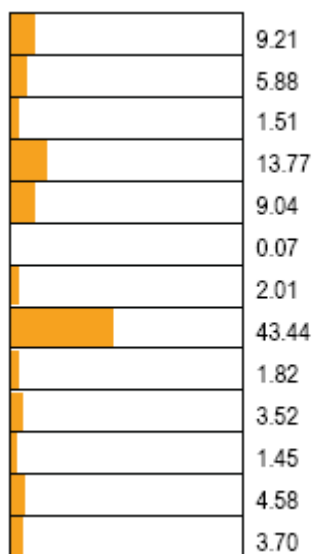
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=2.232 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ** задовољава ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

| р.б | ИД | ОПИС | А (m^2) | Fx (-) | U _{max} (Wm^2/K) | U (Wm^2/K) | A*U*Fx (W/K) | Удео (%) |
|---------------|---------|------------------------------------|--|-----------|--|---------------------------------|----------------------------|--------------|
| 1 | Fz1 | Спољни зид | 557,21 | 1 | 0,4 | 0,809 | 450,78 | 9,21 |
| 2 | Fz2 | Спољни зид | 291,05 | 1 | 0,4 | 0,989 | 287,85 | 5,88 |
| 3 | Fz-sala | Спољни зид | 49,66 | 1 | 0,4 | 1,493 | 74,14 | 1,51 |
| 4 | Fz-bet | Спољни зид | 217,10 | 1 | 0,4 | 3,106 | 674,31 | 13,77 |
| 5 | Rk1 | Раван кров изнад грејаног простора | 694,58 | 1 | 0,2 | 0,637 | 442,45 | 9,04 |
| 6 | Rk2 | Раван кров изнад грејаног простора | 5,52 | 1 | 0,2 | 0,637 | 3,52 | 0,07 |
| 7 | Kk1 | Кос кров изнад грејаног простора | 131,12 | 1 | 0,2 | 0,749 | 98,21 | 2,01 |
| 8 | W1 | Прозори и балконска врата | 472,58 | 1 | 1,5 | 4,500 | 2126,61 | 43,44 |
| 9 | W2 | Прозори и балконска врата | 22,25 | 1 | 1,5 | 4,000 | 89,00 | 1,82 |
| 10 | Zt1 | Зид у тлу | 128,78 | 0,6 | 0,5 | 0,463 | 172,46 | 3,52 |
| 11 | Pt1 | Под на тлу | 158,73 | 0,5 | 0,4 | 2,232 | 70,95 | 1,45 |
| 12 | Pt2 | Под на тлу | 498,89 | 0,5 | 0,4 | 0,894 | 224,25 | 4,58 |
| 13 | Pt3 | Под на тлу | 105,34 | 0,5 | 0,4 | 3,436 | 180,97 | 3,70 |
| Укупно | | | 3332,81 m^2 | | | | 1645,14 | W/K |

Табела 6. Карактеристике склопова који формирају термички омотач

Графикон % [удео : 100]



ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ (кроз омотач)

Површина грејаног простора (нето површина пода)..... $A_g = 1.522\text{m}^2$
 Повећање на име линијских губитака, l - са константним прирастом
 основног коеф. U за $0.1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, површински..... $H_{flat} = 4895.509\text{W}/\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, термичких мостова..... $H_{tb} = 333.281\text{W}/\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, укупни..... $H_t = 5228.790\text{W}/\text{K}$
 Фактор облика..... $A/V = 0.68\text{m}^{-1}$
 Максимално дозвољени специфични трансмисиони губитак..... $H_t'_{max} = 0.51\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 Специфични трансмисиони губитак (H_t/A),
 $H_t' = 1.569\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, $H_t' > H_t'_{max}$**НЕ задовољава**
 Укупно потребна енергија за надокнађивање трансмисионих губитака..... $Q_t = 316237.19\text{kWh}$
 $Q_t/A_g = 207.78\text{kWh}/\text{m}^2$

ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ

Запремина грејаног простора (нето)..... $V_g = 4.904\text{m}^3$
 Заптивеност прозора.....Лоша
 Број измена ваздуха на сат..... $n = 0.9$
 Коефицијент вентилационог губитка..... $H_v = 1430.0\text{W}/\text{K}$
 Укупна потребна енергија за надокнађивање вентилационих губита..... **$Q_v = 86486.79\text{kWh}$**

СОЛАРНИ ДОБИЦИ

Фактор засенчености (Factor shade)..... $F_s = 0.75$
 Фактор умањења због неуправног зрачења..... $F_n = 0.9$
 Фактор умањења због опреме за заштиту од сунца..... $F_z = 1$

| месец | стакла | фасаде | равног крова | косог крова | дана грејања (HD) |
|---------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| I | 5612.4 | 478.1 | 340.5 | 57.9 | 31 |
| II | 8460.7 | 676.8 | 480.6 | 97.8 | 28 |
| III | 11830.3 | 942.9 | 827.1 | 141.1 | 31 |
| IV | 13404.0 | 1043.9 | 1064.4 | 169.8 | 8 |
| V | 15347.1 | 1188.4 | 1357.3 | 199.6 | 0 |
| VI | 15636.3 | 1200.8 | 1443.3 | 206.4 | 0 |
| VII | 16813.3 | 1286.7 | 1535.7 | 221.4 | 0 |
| VIII | 15844.0 | 1229.1 | 1357.3 | 202.2 | 0 |
| IX | 13415.2 | 1059.6 | 1016.1 | 161.4 | 0 |
| X | 10761.4 | 881.1 | 708.3 | 118.8 | 16 |
| XI | 5890.3 | 499.2 | 362.4 | 61.3 | 30 |
| XII | 4465.0 | 384.5 | 269.7 | 45.1 | 31 |
| Укупно | 45390.5 kWh | 3714.9 kWh | 2930.0 kWh | 509.8 kWh | 175 |
| Користи се | Да | Да | Да | Да | |

Табела 7. Приказ соларних добитака спољашњих елемената зграде

Укупни соларни добитци за грејну сезону

$Q_{sol} = 52545.2\text{ kWh}$

ИНТЕРНИ ДОБИЦИ

| Назив | Вредност | Јединица |
|--|----------|-------------------------------------|
| T _i - ЗИМСКИ период | 22 | CC |
| T _i - ЛЕТЊИ период | 26 | m ² /per |
| Површина по особи | 30 | W/per |
| Одавање топлоте по особи | 80 | W/m ² |
| Одавање топлоте људи по јединици површине | 2.7 | h |
| Присутност током дана (просечно месечно) | 16 | kWh/m ² |
| Годишња потрошња електр.енергије по јединици површине греј. простора | 30 | m ³ /(h*m ²) |
| Проток свежег ваздуха по јединици површине греј. простора | 1 | m ³ /(h*per) |
| Проток свежег ваздуха по особи | 30 | kWh/m ² |
| Топлотна потреба за припрему СТВ по јединици површине греј. простора | 30 | CC |

Одавање топлоте људи од 2.7W/m², на површини од 1522m² уз присутност током дана 16 сати, за број дана грејања ND = 175, резултује енергијом.....**Q_{lj} = 11506.3200kWh**

Одавање топлоте електричних уређаја од 30kWh/m², на годишњем нивоу, на површини од 1522m² за број дана грејања ND = 175, резултује енергијом.....**Q_{el} = 21891.8kWh**








БИЛАНС

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ.....**Q_t = 316237.19kWh**
 ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ.....**Q_v = 86486.79kWh**
 СОЛАРНИ ДОБИЦИ.....**Q_{sol} = 52545.2kWh** (користи се)
 ДОБИЦИ ОД ЉУДИ.....**Q_{lj} = 11506.3200kWh** (користи се)
 ДОБИЦИ ОД ЕЛ. УРЕЂАЈА.....**Q_{el} = 21891.8kWh** (користи се)

ЕНЕРГИЈА ПОТРЕБНА ЗА ГРЕЈАЊЕ

Разлика између губитака и добитака.....**Q_h = 316780.69kWh**
 Енергија потребна за грејање по m².....**Q_h/A = 208.13kWh/m²**

На основу енергије потребне за грејање по јединици површине (m²), објекат спада у **Е** енергетски разред

| Енергетски разред | Q _h rel [%] | Q _h [kWh/m ²] |
|--|------------------------|--------------------------------------|
|  A+ | ≤ 15 | ≤ 18 |
|  A | ≤ 25 | ≤ 30 |
|  B | ≤ 50 | ≤ 60 |
|  C | ≤ 100 | ≤ 120 |
|  D | ≤ 150 | ≤ 180 |
|  E | ≤ 200 | ≤ 240 |
|  F | ≤ 250 | ≤ 300 |

4.10. ИНТЕРВЕНЦИЈА 1

ПОДАЦИ О ОБЈЕКТУ

Тип зграде : Постојећа зграда

Намена зграде : Нестамбена зграда (транспарентне површине $\leq 30\%$)

Намена зграде (Енергетски пасош) : Зграде намењене здравству и социјалној заштити

ИЛУСТРАЦИЈА 2



ПОДАЦИ О ЛОКАЦИЈИ

(На основу Табеле 3.3.4.1 и Табеле 6.3 Правилника за ЕЕЗ)

Референтно место : Београд

Спољна пројектна температура за грејање $T_e = -12.1^\circ\text{C}$

Унутрашња пројектна температура $T_i = 20^\circ\text{C}$

Спољна просечна температура у грејном периоду $T_{pr} = 5.6^\circ\text{C}$

Просечна температурна разлика за грејање, $\Delta T = T_i - T_{pr} = 14.4$

Број дана грејања, $HD = 175$

Број степен дана, $HDD = 2520$

Спољна пројектна температура за дифузију $T_{e,dif} = -5^\circ\text{C}$

Број дана влажења : 60

Број дана исушења : 90

УТИЦАЈ ВЕТРА

(На основу Табеле 3.4.2.1 и Табеле 3.4.2.2 Правилника за ЕЕЗ)

Стамбене зграде са више станова и природном вентилацијом

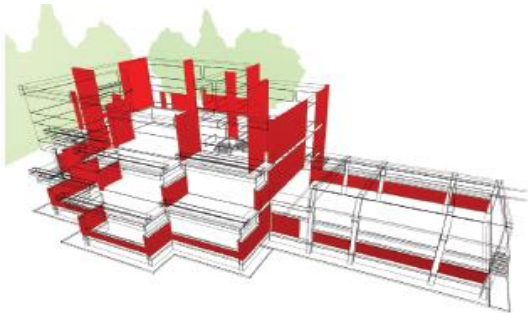
Умерено заклоњен положај

Број изложених фасада : >1

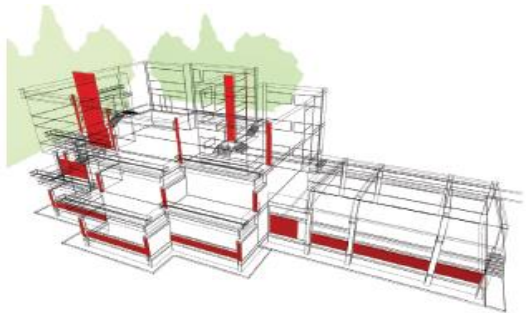
Ознака скопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид

$U=0.243W/m^2K$, $U_{max}=0.4W/m^2K$, Склоп **задовољава**; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

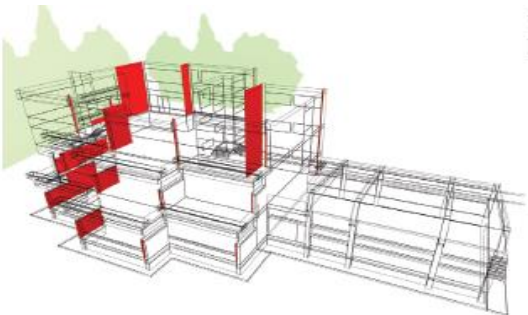
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



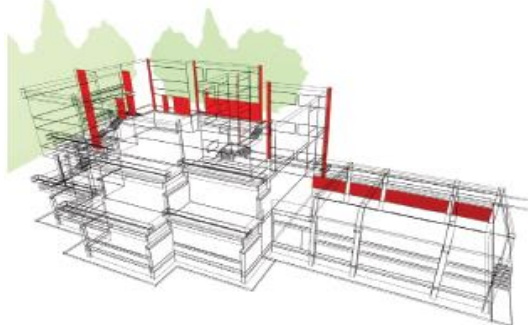
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=557.21m^2$



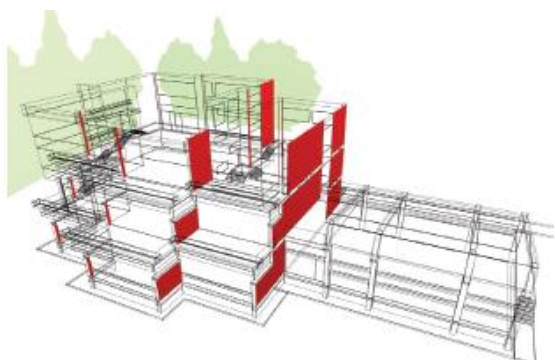
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=104.99m^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=174.32m^2$

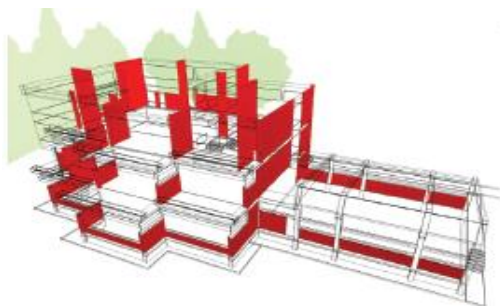


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=104.46m^2$

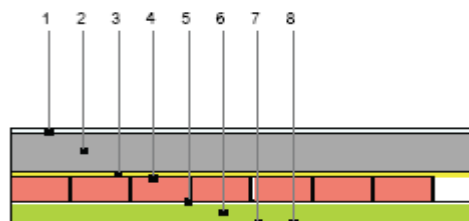


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=173.44m^2$

Ознака склопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид



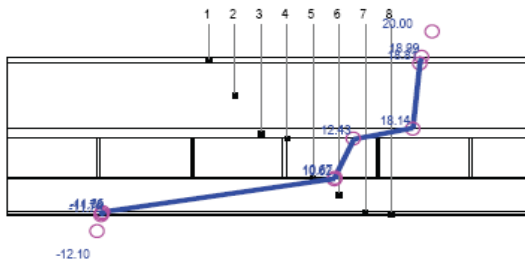
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=557.21\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=15$
 $\eta_{\min}=7$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.243\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1080,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 20,00 | 1260,00 | 0,041 | 35,00 |
| 4 | 12 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 1415,40 | 925,00 | 0,533 | 4,60 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 6 | 10 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 7 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 8 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

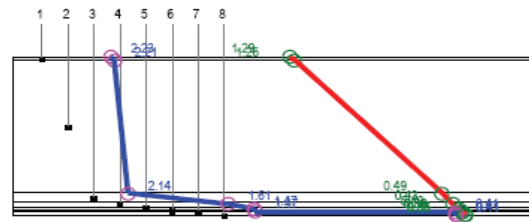
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|---|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 1,01 | 18,99 | 0,79 | 19,21 | 0,11 | 2,33 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,18 | 17,81 | 0,14 | 19,07 | 0,02 | 2,21 | 1,26 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,67 | 18,14 | 0,52 | 18,55 | 0,07 | 2,14 | 0,49 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 5,71 | 12,43 | 4,45 | 14,10 | 0,53 | 1,61 | 0,43 | 1,05 | 0,27 | 0,20 | 1,28 |
| 4 | 12 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 0,23 | 1,76 | 10,67 | 1,37 | 12,74 | 0,14 | 1,47 | 0,40 | 0,55 | 7,10 | 1,60 | 7,10 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,06 | 10,62 | 0,04 | 12,69 | 0,00 | 1,47 | 0,38 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 7,54 |
| 6 | 10 | Кнауфinsulation KR-TF | 2,86 | 22,28 | -11,66 | 17,35 | -4,66 | 1,06 | 0,41 | 0,38 | 0,10 | 0,46 | 1,32 | 0,46 |
| 7 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,06 | -11,72 | 0,04 | -4,70 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 8 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 0,01 | 0,07 | -11,79 | 0,06 | -4,76 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,31 | / | 0,24 | / | 0,01 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 5,32 | / |
| | | Укупно | 4,12 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 43,62 | / |

Графикон температура - 12



Графикон дифузије - 12

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 1804.1 \geq v.min = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 14.5 \geq \eta.min = 7$, **задовољава**

Провера кондензације

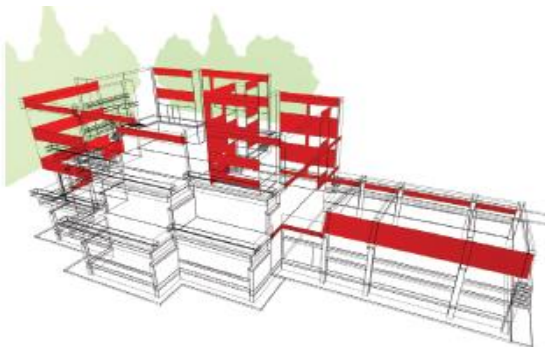
Нема кондензације: -

Провера коефицијента пролаза топлоте

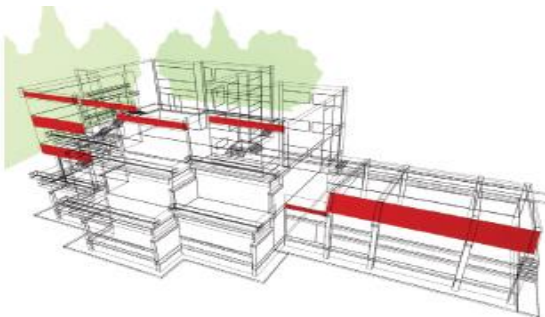
$U=0.243 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид

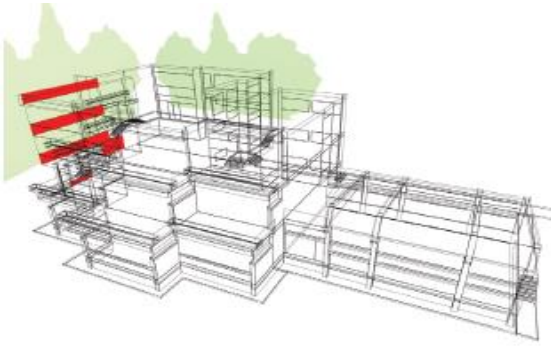
$U=0.257 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, Склоп **задовољава**; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$



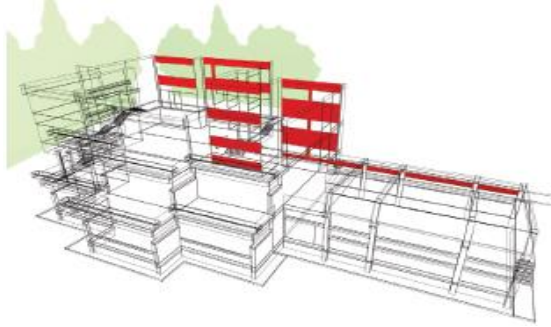
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=291.05\text{m}^2$



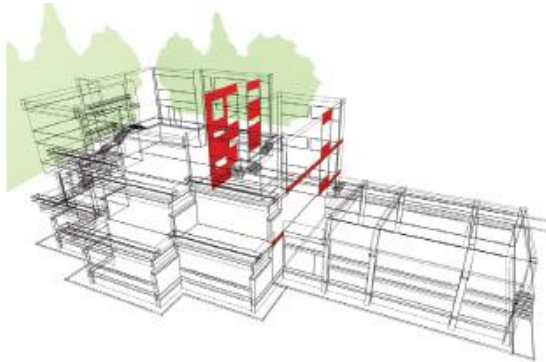
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=56.96\text{m}^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=41.30\text{m}^2$

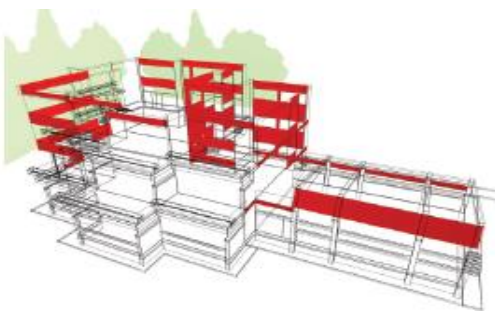


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=113.27\text{m}^2$

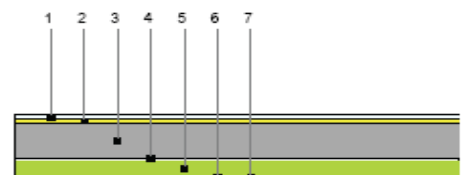


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=79.52\text{m}^2$

Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид



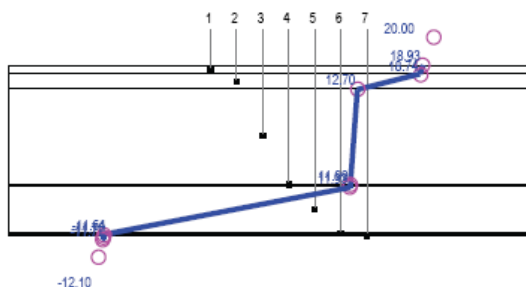
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=291.05\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=15$
 $\eta_{\min}=7$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.257\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1080,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 3 | Полистирен плоче | 20,00 | 1260,00 | 0,041 | 35,00 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 4 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 5 | 10 | Knaufinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 6 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 7 | 0,5 | Knauf SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

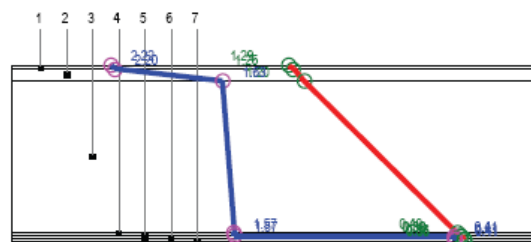
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 1,07 | 18,93 | 0,84 | 19,17 | 0,11 | 2,22 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,19 | 18,74 | 0,15 | 19,02 | 0,02 | 2,20 | 1,26 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 6,04 | 12,70 | 4,70 | 14,31 | 0,07 | 1,63 | 1,20 | 1,05 | 0,27 | 0,20 | 1,19 |
| 3 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,71 | 11,99 | 0,55 | 13,76 | 0,53 | 1,57 | 0,40 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 4 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 0,01 | 0,06 | 11,93 | 0,05 | 13,72 | 0,14 | 1,57 | 0,38 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 18,33 |
| 5 | 10 | Knaufinsulation KR-TF | 2,86 | 23,57 | -11,64 | 18,36 | -4,64 | 0,00 | 0,41 | 0,38 | 0,10 | 0,46 | 1,32 | 0,46 |
| 6 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 0,01 | 0,06 | -11,70 | 0,05 | -4,69 | 1,06 | 0,41 | 0,36 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 7 | 0,5 | Knauf SP 260 | 0,01 | 0,07 | -11,77 | 0,06 | -4,74 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,33 | / | 0,26 | / | 0,00 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 3,73 | / |
| | | Укупно | 3,89 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 14,04 | / |

Графикон температура - 13



Графикон дифузије - 13

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz2

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 891.3 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 10.2 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

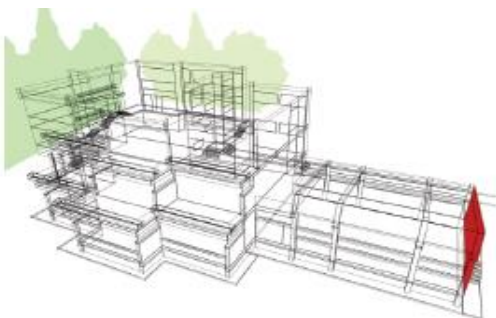
Провера кондензације

Нема кондензације : -

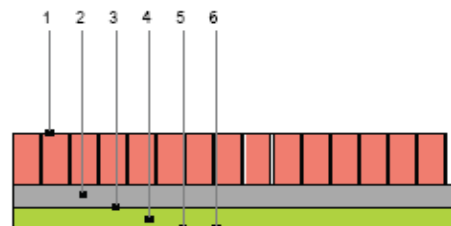
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.257\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Fz - сала, конструкција типа Спољни зид



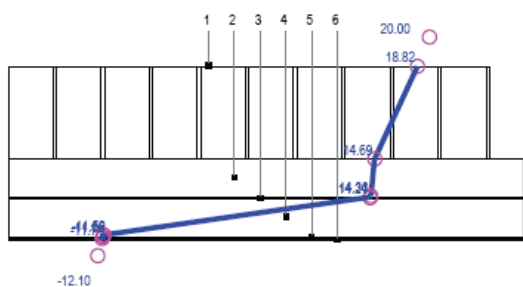
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=49.66\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=15$
 $\eta_{\min}=7$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.282\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 25 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 1430,80 | 930,00 | 0,547 | 5,20 |
| 2 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 4 | 10 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 6 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

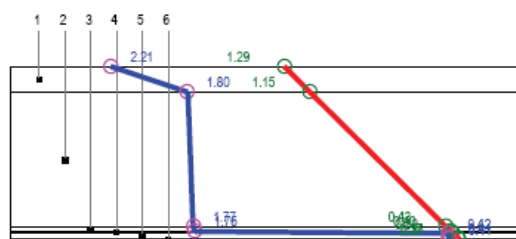
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|---|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 1,18 | 18,83 | 0,92 | 19,09 | 0,12 | 2,21 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 25 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 0,46 | 4,13 | 14,69 | 3,22 | 15,87 | 0,02 | 1,80 | 1,15 | 1,31 | 7,25 | 3,31 | 7,25 |
| 2 | 10 | Бетон | 0,04 | 0,39 | 14,30 | 0,30 | 15,56 | 0,57 | 1,77 | 0,43 | 7,00 | 20,10 | 0,86 | 18,77 |
| 3 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,06 | 14,24 | 0,05 | 15,51 | 0,06 | 1,76 | 0,40 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 17,30 |
| 4 | 10 | Кнауфinsulation KR-TF | 2,86 | 25,83 | -11,59 | 20,12 | -4,61 | 0,01 | 0,42 | 0,39 | 0,10 | 0,46 | 1,32 | 0,46 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,06 | -11,66 | 0,05 | -4,66 | 1,16 | 0,41 | 0,37 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 6 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 0,01 | 0,08 | -11,74 | 0,06 | -4,72 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,36 | / | 0,28 | / | 0,00 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 5,72 | / |
| | | Укупно | 3,55 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 57,95 | / |

Графикон температура - 14



Графикон дифузије - 14

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz - сала

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 799.9 \geq v_{\min} = 15$, задовољава

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 15.7 \geq \eta_{\min} = 7$, задовољава

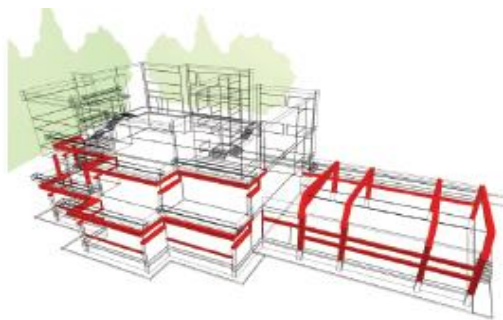
Провера кондензације

Нема кондензације : -

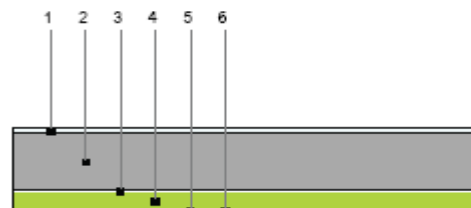
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U = 1.282 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Склоп задовољава !

Ознака склопа: Fz - бет., конструкција типа Спољни зид



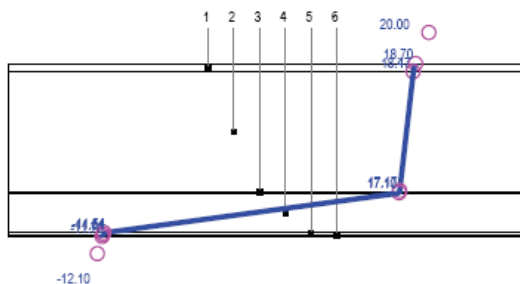
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A = 217.1 \text{ m}^2$
 $R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min} = 15$
 $\eta_{\min} = 7$
 $U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $F_x = 1$
 $U = 0.312 \text{ W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 30 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 4 | 10 | Knaufinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 5 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 6 | 0,5 | Knauf SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

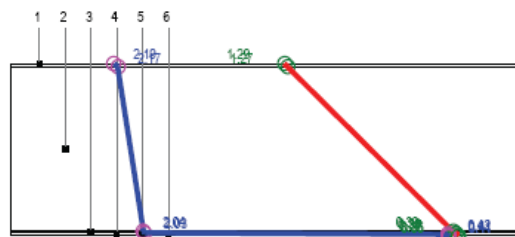
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 1,30 | 18,70 | 1,02 | 18,99 | 0,13 | 2,19 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,23 | 18,47 | 0,18 | 18,81 | 0,41 | 2,17 | 1,27 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 30 | Бетон | 0,13 | 1,29 | 17,17 | 1,01 | 17,80 | 0,04 | 2,04 | 0,39 | 21,00 | 20,10 | 2,59 | 20,10 |
| 3 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 0,01 | 0,07 | 17,10 | 0,06 | 17,74 | 0,01 | 2,03 | 0,38 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 18,33 |
| 4 | 10 | Knaufinsulation KR-TF | 2,86 | 28,64 | -11,54 | 22,31 | -4,56 | 1,35 | 0,42 | 0,37 | 0,10 | 0,46 | 1,32 | 0,46 |
| 5 | 0,5 | Knauf Klebespachtel M | 0,01 | 0,07 | -11,61 | 0,06 | -4,62 | 0,00 | 0,42 | 0,36 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 6 | 0,5 | Knauf SP 260 | 0,01 | 0,09 | -11,70 | 0,07 | -4,69 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,40 | / | 0,31 | / | 0,01 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 4,39 | / |
| | | Укупно | 3,20 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 22,49 | / |

Графикон температура - 15



Графикон дифузије - 15

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz - бет.

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 307.3 \geq v_{\min} = 15$, задовољава

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 12.0 \geq \eta_{\min} = 7$, задовољава

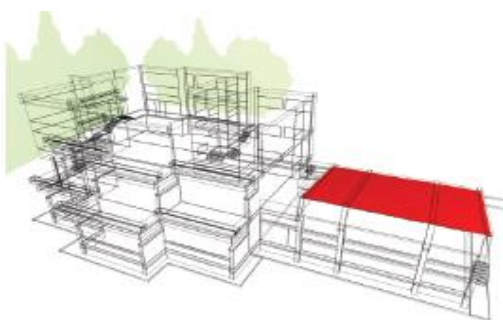
Провера кондензације

Нема кондензације : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.312\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Склоп задовољава !

Ознака склопа: Kk1, конструкција типа 7 - Кос кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=131.12\text{m}^2$

$R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

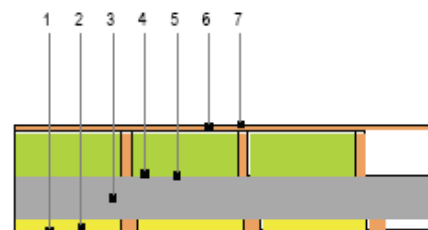
$v_{\min}=15$

$\eta_{\min}=7$

$U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

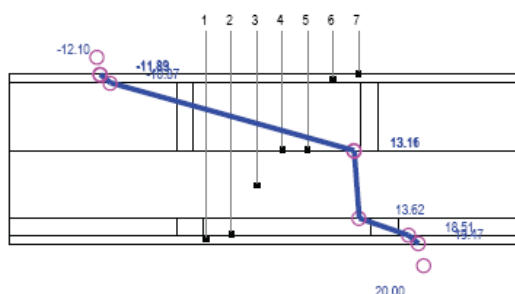
$U=0.166\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|--|-----------------------------|-----------|------------------|---------|
| 1 | 2,5 | бор, смрека | 550,00 | 2090,00 | 0,140 | 70,00 |
| 2 | 5 | Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm) | 162,10 | 1012,40 | 0,055 | 10,50 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 4 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 1050,00 | 1517,30 | 0,185 | 1279,10 |
| 5 | 20 | Кнауфinsulation KR-P (50cm) + бор, смрека (5cm) | 118,20 | 953,60 | 0,045 | 7,30 |
| 6 | 2,5 | бор, смрека | 550,00 | 2090,00 | 0,140 | 70,00 |
| 7 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 1050,00 | 1517,30 | 0,185 | 1279,10 |

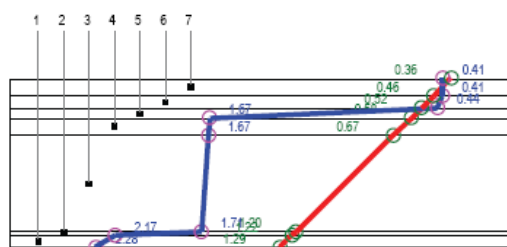
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|--|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 0,53 | 19,47 | 0,42 | 19,58 | 0,06 | 2,28 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2,5 | бор, смрека | 0,18 | 0,96 | 18,51 | 0,74 | 18,84 | 0,10 | 2,18 | 1,22 | 1,75 | 3,41 | 0,61 | 4,15 |
| 2 | 5 | Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm) | 0,92 | 4,89 | 13,62 | 3,81 | 15,03 | 0,47 | 1,71 | 1,20 | 0,53 | 0,80 | 0,74 | 0,99 |
| 3 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,46 | 13,17 | 0,36 | 14,68 | 0,04 | 1,67 | 0,67 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 4 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 0,01 | 0,06 | 13,11 | 0,05 | 14,63 | 0,01 | 1,67 | 0,58 | 2,56 | 4,62 | 0,05 | 16,65 |
| 5 | 20 | Кнауфinsulation KR-P (50cm) + бор, смрека (5cm) | 4,49 | 23,89 | -10,87 | 18,67 | -4,04 | 1,23 | 0,44 | 0,52 | 1,46 | 0,60 | 2,70 | 0,60 |
| 6 | 2,5 | бор, смрека | 0,18 | 0,96 | -10,83 | 0,74 | -4,79 | 0,03 | 0,41 | 0,46 | 1,75 | 3,41 | 0,61 | 2,42 |
| 7 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 0,01 | 0,06 | -11,89 | 0,05 | -4,83 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 2,56 | 4,62 | 0,05 | 2,59 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,21 | / | 0,17 | / | 0,01 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 6,49 | / |
| | | Укупно | 6,01 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 99,84 | / |

Графикон температура - 16



Графикон дифузије - 16

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Kk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 2693.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

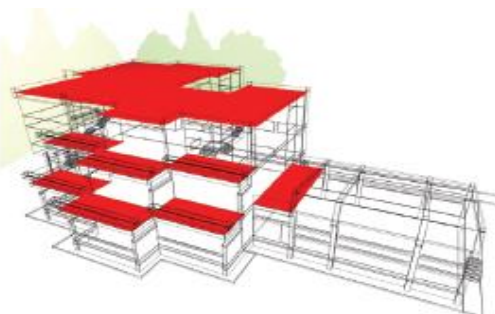
Провера кондензације

Кондензација у слоју 5,6; 5.7 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.166\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Rk1, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=694.58\text{m}^2$

$R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

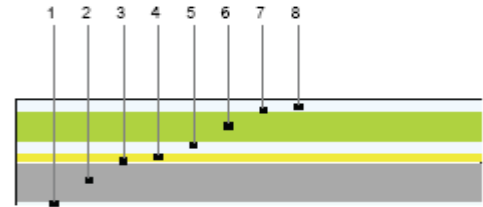
$v_{\min}=25$

$\eta_{\min}=10$

$U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

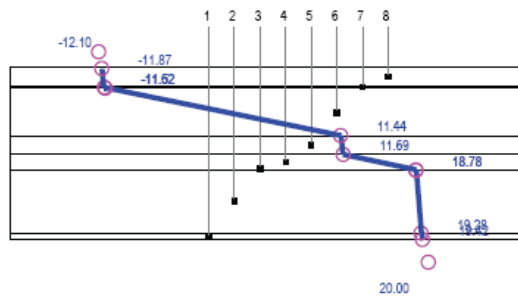
$U=0.181\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1080,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | 2700,00 | 940,00 | 203,000 | 800000,00 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,00 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 15 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 145,00 | 840,00 | 0,038 | 1,00 |
| 7 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1240,00 | 0,190 | 1400,00 |
| 8 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |

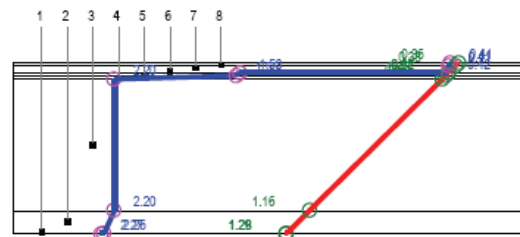
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|---------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 0,58 | 19,42 | 0,45 | 19,55 | 0,14 | 2,27 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,13 | 19,28 | 0,10 | 19,44 | 0,02 | 2,26 | 1,28 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,50 | 18,78 | 0,39 | 19,05 | 0,13 | 2,20 | 1,16 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | / | / | 18,78 | / | 19,05 | 0,01 | 2,20 | 0,45 | 80,00 | 192,94 | / | 20,10 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 1,22 | 7,10 | 11,69 | 5,53 | 13,53 | 1,61 | 1,55 | 0,43 | 2,00 | 0,31 | 0,37 | 0,79 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,25 | 11,44 | 0,20 | 13,33 | 0,00 | 1,53 | 0,42 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,48 |
| 6 | 15 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 3,95 | 22,96 | -11,52 | 17,88 | -4,55 | 0,00 | 0,42 | 0,41 | 0,15 | 0,58 | 2,28 | 0,58 |
| 7 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,09 | -11,62 | 0,07 | -4,62 | 0,01 | 0,41 | 0,38 | 4,90 | 4,90 | 0,08 | 0,95 |
| 8 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,25 | -11,87 | 0,20 | -4,82 | / | 0,41 | 0,36 | 15,29 | 15,29 | 0,66 | 10,57 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,23 | / | 0,18 | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 6,03 | / |
| | | Укупно | 5,52 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 71,83 | / |

Графикон температура - 17



Графикон дифузије - 17

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Rk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 5557.0 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 16.4 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

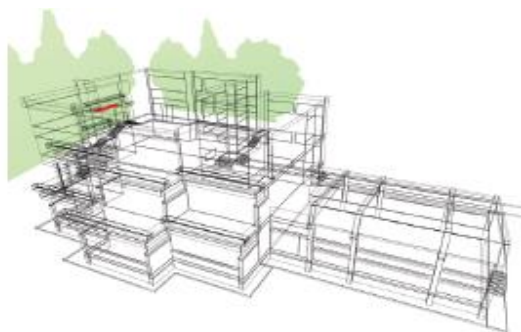
Провера кондензације

Нема кондензације : -

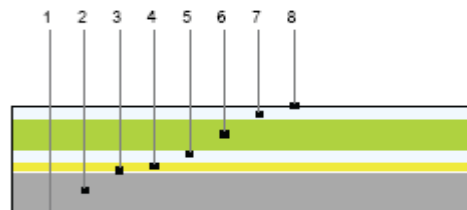
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.181\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$, $U \geq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Rk2, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



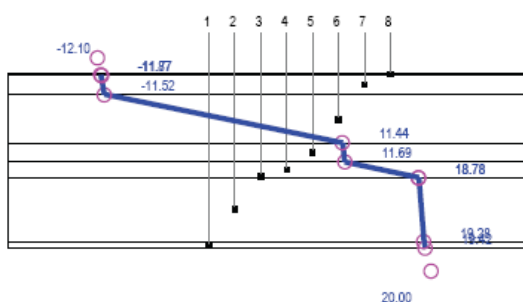
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=5.52\text{m}^2$
 $R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=25$
 $\eta_{\min}=10$
 $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.181\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | 2700,00 | 940,00 | 203,000 | 800000,00 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,00 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 15 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 145,00 | 840,00 | 0,038 | 1,00 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 8 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,00 |

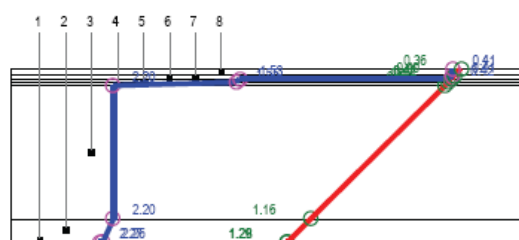
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|---------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 0,58 | 19,42 | 0,45 | 19,55 | 0,07 | 2,27 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,13 | 19,28 | 0,10 | 19,44 | 0,02 | 2,26 | 1,28 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,50 | 18,78 | 0,39 | 19,05 | 0,05 | 2,20 | 1,16 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | / | / | 18,78 | / | 19,05 | / | 2,20 | 0,45 | 80,00 | 192,94 | / | 20,10 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 1,22 | 7,10 | 11,69 | 5,53 | 13,53 | 0,65 | 1,55 | 0,43 | 2,00 | 0,31 | 0,37 | 0,79 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,25 | 11,44 | 0,20 | 13,33 | 0,02 | 1,53 | 0,42 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,48 |
| 6 | 15 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 3,95 | 22,96 | -11,52 | 17,88 | -4,55 | 1,11 | 0,42 | 0,41 | 0,15 | 0,58 | 2,28 | 0,58 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,25 | -11,77 | 0,20 | -4,75 | 0,00 | 0,41 | 0,40 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,37 |
| 8 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,04 | 0,09 | -11,87 | 0,07 | -4,82 | 0,01 | 0,41 | 0,36 | 4,20 | 4,90 | 0,08 | 9,22 |
| | | Прелаз | 0,02 | 0,23 | / | 0,18 | / | 0,01 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 6,03 | / |
| | | Укупно | 5,52 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 71,83 | / |

Графикон температура -18



Графикон дифузије - 18

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Rk2

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 5934.5 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 16.4 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

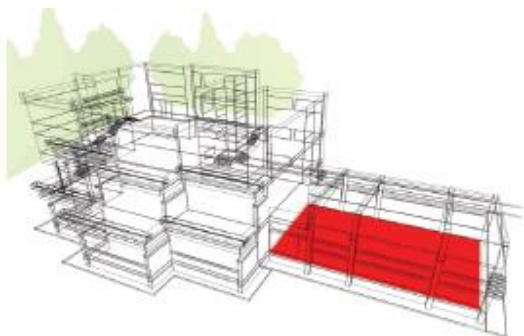
Провера кондензације

Нема кондензације : -

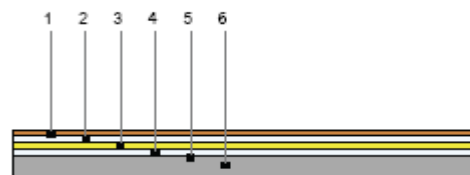
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.181\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Pt1, конструкција типа 21 - Под на тлу



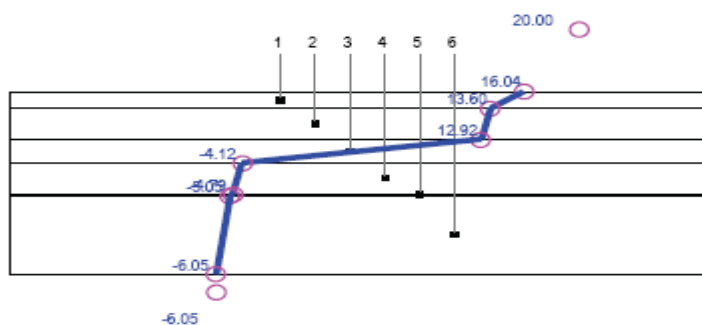
СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=158.73\text{m}^2$
 $R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=0$
 $\eta_{\min}=0$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=0.5$
 $U=0.894\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 2,2 | Паркет | 700,0 | 1670,00 | 0,210 | 15,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 6 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 3,96 | 16,04 |
| 1 | 2,2 | Паркет | 0,11 | 2,44 | 13,60 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | 12,92 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 17,04 | -4,12 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | -4,79 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,26 | -5,05 |
| 6 | 10 | Бетон | 0,04 | 1,00 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 1,12 | / | / |

Графикон температура - 19



Коментар према прорачуну за склоп: Pt1

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

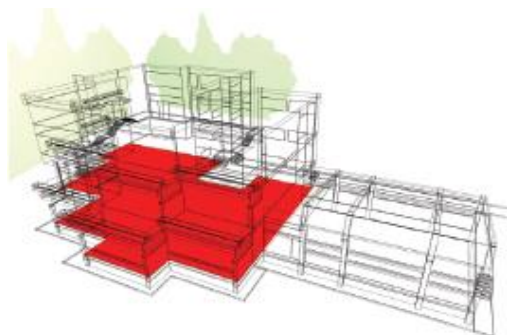
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.894W/m^2K$, $U_{max}=0.4W/m^2K$, $U > U_{max}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Pt2, конструкција типа 21 - Под на тлу



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=498.89m^2$

$R_{si}=0.17m^2K/W$

$R_{se}=0m^2K/W$

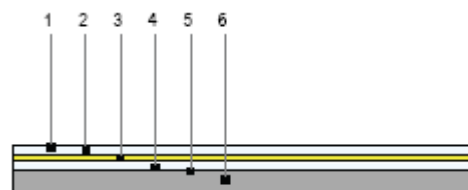
$v_{min}=0$

$\eta_{min}=0$

$U_{max}=0.4W/m^2K$

$F_x=0.5$

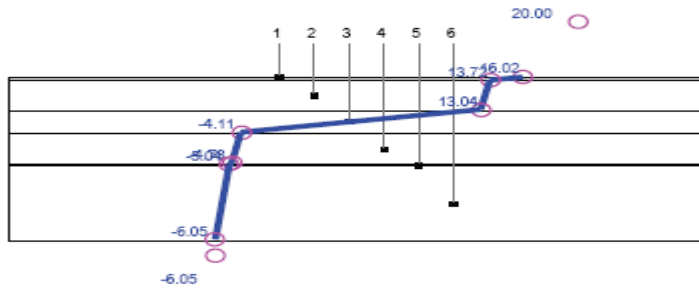
$U=0.899W/m^2K$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 0,4 | ПВЦ плоче | 50,0 | 1260,00 | 0,041 | 200,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 6 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 3,98 | 16,02 |
| 1 | 0,4 | ПВЦ плоче | 0,10 | 2,30 | 13,72 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | 13,04 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 17,15 | -4,11 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | -4,79 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,26 | -5,04 |
| 6 | 10 | Бетон | 0,04 | 1,01 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 1,11 | / | / |

Графикон температура - 20



Коментар према прорачуну за склоп: Pt2

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

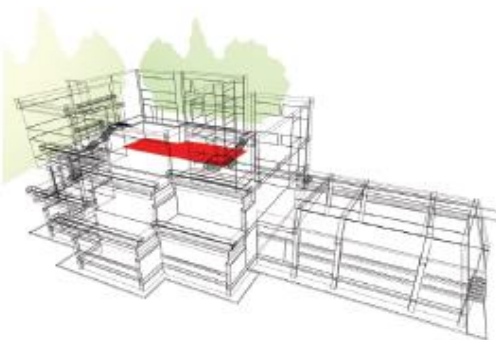
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ задовољава !** (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Pt3, конструкција типа 21 - Под на тлу



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=105.34\text{m}^2$

$R_{\text{si}}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{\text{se}}=0\text{m}^2\text{K/W}$

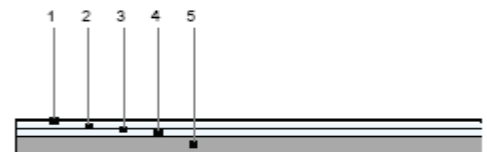
$v_{\text{min}}=0$

$\eta_{\text{min}}=0$

$U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

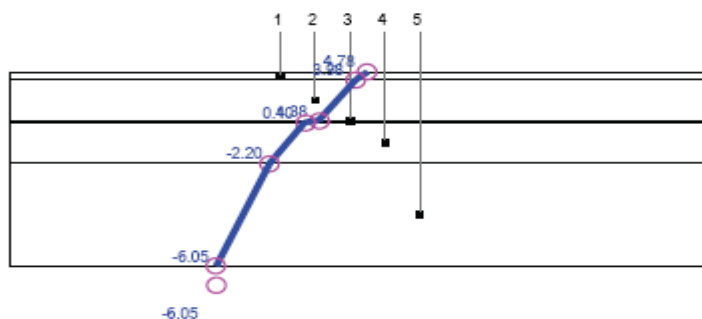
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 0,8 | Керамичке плочице | 1700,0 | 920,00 | 0,870 | 200,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 15,22 | 4,78 |
| 1 | 0,8 | Керамичке плочице | 0,01 | 0,81 | 3,98 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 2,60 | 1,38 |
| 3 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,99 | 0,40 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 2,60 | -2,20 |
| 5 | 10 | Бетон | 0,04 | 3,85 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 0,29 | / | / |

Графикон температура - 21



Коментар према прорачуну за склоп: Pt3

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре ν

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

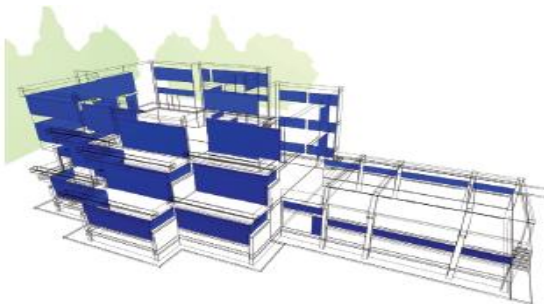
$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: W1, конструкција типа 10 - Прозори и балконска врата

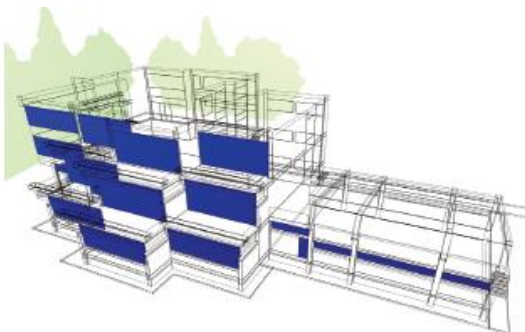
Алуминијумски рам са побољшаним термичким прекидом, нискоемисиони двослојни стакло пакет без термопрекида, термопан стакло 4+12+4, са криптоним

U=1.4 W/m²K, U_{max}=1.5W/m²K, Склоп задовољава; Fx=1; solar factor g=0.4; frame factor ff=0.25

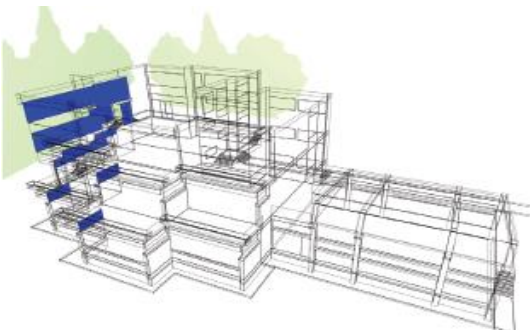
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



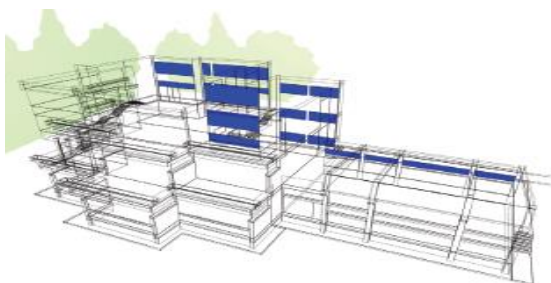
СВЕ оријентације
Површина склопа, A=472.58m²



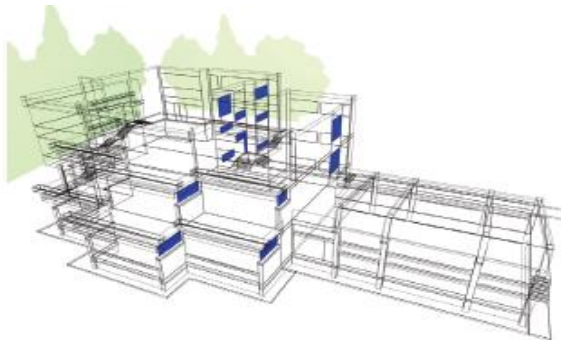
Оријентација ка истоку
Површина склопа, A=214.78m²



Оријентација ка југу
Површина склопа, A=95.84m²



Оријентација ка западу
Површина склопа, A=119.13m²



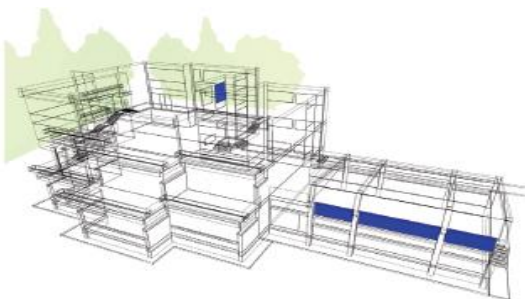
Оријентација ка северу
Површина склопа, $A=42.83\text{m}^2$

Ознака склопа: W2, конструкција типа 10 - Прозори и балконска врата

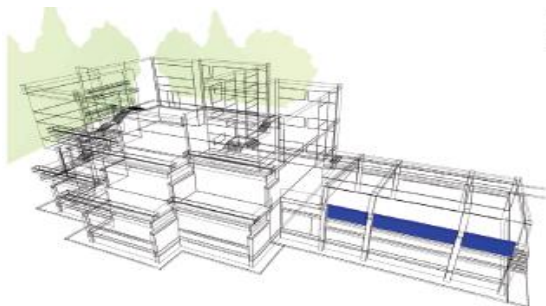
Алуминијумски рам са побољшаним термичким прекидом, нискоемисиони двослојни стакло пакет 4+12+4, са криптоном

$U=1.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=1.5\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, Склоп задовољава; $F_x=1$; solar factor $g=0.4$; frame factor $ff=0.25$

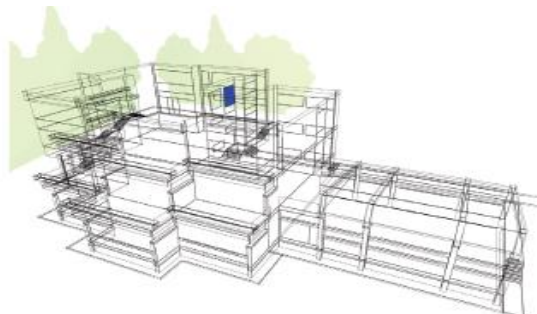
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=22.25\text{m}^2$

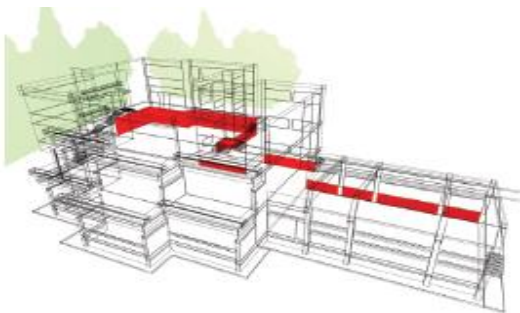


Оријентација ка истоку
Површина склопа, $A=16.32\text{m}^2$

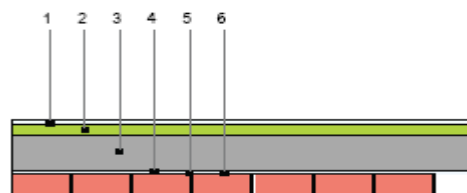


Оријентација ка северу
Површина склопа, $A=5.93\text{m}^2$

Ознака скопа: Zt1, конструкција типа 20 - Зид у тлу (грејани подрум)



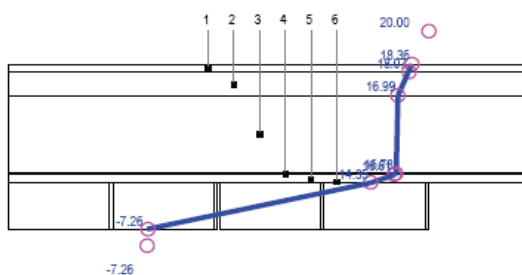
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=128.78\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=0$
 $\eta_{\min}=0$
 $U_{\max}=0.5\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=0.6$
 $U=0.463\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---|-----------------------------|-----------|------------------|---------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 6 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 4 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,00 |
| 5 | 2 | Цементни малтер | 2100,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 12 | Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm) | 1619,00 | 925,00 | 0,669 | 9,80 |

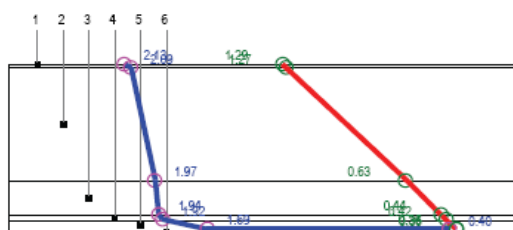
| р б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|------|---|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,13 | 1,64 | 18,36 |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,29 | 18,07 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 1,08 | 16,99 |
| 3 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,20 | 16,79 |
| 4 | 2 | Цементни малтер | 0,01 | 0,18 | 16,61 |
| 5 | 12 | Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm) | 0,18 | 2,26 | 14,35 |
| 6 | 6 | Кнауфinsulation KR-TF | 1,71 | 21,61 | -7,26 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -7,26 |
| | | Укупно | 2,16 | / | / |

Графикон температура - 22



Графикон дифузије - 22

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Zt1

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

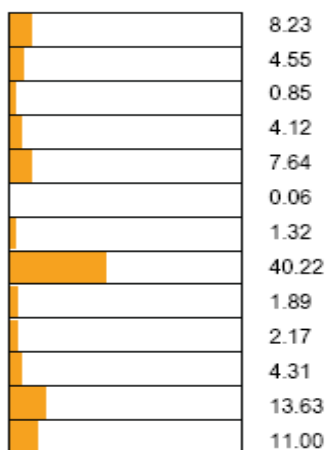
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.463 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

| р.б. | ИД | ОПИС | A (m ²) | Fx (-) | U _{max} (Wm ² /K) | U (Wm ² /K) | A*U*Fx (W/K) | U _{deo} (%) |
|---------------|---------|------------------------------------|------------------------------|-----------|--|---------------------------|-----------------|-------------------------|
| 1 | Fz1 | Спољни зид | 557,21 | 1 | 0,4 | 0,243 | 135,40 | 8,23 |
| 2 | Fz2 | Спољни зид | 291,05 | 1 | 0,4 | 0,257 | 74,80 | 4,55 |
| 3 | Fz-sala | Спољни зид | 49,66 | 1 | 0,4 | 0,282 | 14,00 | 0,85 |
| 4 | Fz-bet | Спољни зид | 217,10 | 1 | 0,4 | 0,312 | 67,74 | 4,12 |
| 5 | Rk1 | Раван кров изнад грејаног простора | 694,58 | 1 | 0,2 | 0,181 | 125,72 | 7,64 |
| 6 | Rk2 | Раван кров изнад грејаног простора | 5,52 | 1 | 0,2 | 0,181 | 1,00 | 0,06 |
| 7 | Kk1 | Кос кров изнад грејаног простора | 131,12 | 1 | 0,2 | 0,166 | 21,77 | 1,32 |
| 8 | W1 | Прозори и балконска врата | 472,58 | 1 | 1,5 | 0,1400 | 661,61 | 40,22 |
| 9 | W2 | Прозори и балконска врата | 22,25 | 1 | 1,5 | 0,1400 | 31,15 | 1,89 |
| 10 | Zt1 | Зид у тлу | 128,78 | 0,6 | 0,5 | 0,463 | 35,78 | 2,17 |
| 11 | Pt1 | Под на тлу | 158,73 | 0,5 | 0,4 | 0,894 | 70,95 | 4,31 |
| 12 | Pt2 | Под на тлу | 498,89 | 0,5 | 0,4 | 0,899 | 224,25 | 13,63 |
| 13 | Pt3 | Под на тлу | 105,34 | 0,5 | 0,4 | 3,436 | 180,97 | 11,00 |
| Укупно | | | 3332,81 m² | | | | 1645,14 | W/K |

Табела 8. Карактеристике склопова који формирају термички омотач-1

Графикон % [удео : 100]



ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ (кроз омотач)

Површина грејаног простора (нето површина пода)..... $A_g = 1522\text{m}^2$
 Повећање на име линијских губитака, l - са константним прирастом
 основног коеф. U за $0.1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, површински..... $H_{flat} = 1645.140\text{W}/\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, термичких мостова..... $H_{tb} = 333.281\text{W}/\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, укупни..... $H_t = 1978.421\text{W}/\text{K}$
 Фактор облика..... $A/V = 0.68\text{m}^{-1}$
 Максимално дозвољени специфични трансмисиони губитак..... $H_t'_{max} = 0.51\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 Специфични трансмисиони губитак (H_t/A),
 $H_t' = 0.594\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, $H_t' > H_t'_{max}$**НЕ задовољава**
 Укупно потребна енергија за надокнађивање трансмисионих губитака..... $Q_t = 119654.89\text{kWh}$
 $Q_t/A_g = 78.62\text{kWh}/\text{m}^2$

ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ

Запремина грејаног простора (нето)..... $V_g = 4904\text{m}^3$
 Заптивеност прозора:.....Добра
 Број измена ваздуха на сат..... $n = 0.5$
 Коефицијент вентилационог губитка..... $H_v = 794.4\text{W}/\text{K}$
 Укупна потребна енергија за надокнађивање вентилационих губитака..... **$Q_v = 48048.22\text{kWh}$**

СОЛАРНИ ДОБИЦИ

Фактор засенчености (Factor shade)..... $F_s = 0.75$
 Фактор умањења због неуправног зрачења..... $F_n = 0.9$
 Фактор умањења због опреме за заштиту од сунца..... $F_z = 1$

| месец | стакла | фасаде | равног крова | косог крова | дана грејања (HD) |
|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| I | 3741.6 | 136.7 | 96.7 | 12.8 | 31 |
| II | 5640.5 | 192.9 | 136.6 | 21.7 | 28 |
| III | 7886.9 | 268.5 | 235.0 | 31.3 | 31 |
| IV | 8936.0 | 296.6 | 302.4 | 37.6 | 8 |
| V | 10231.4 | 337.3 | 385.7 | 44.2 | 0 |
| VI | 10424.2 | 340.7 | 410.1 | 45.8 | 0 |
| VII | 11208.9 | 365.1 | 436.4 | 49.1 | 0 |
| VIII | 10562.6 | 349.2 | 385.7 | 44.8 | 0 |
| IX | 8943.5 | 301.6 | 288.7 | 35.8 | 0 |
| X | 7174.3 | 251.5 | 201.3 | 26.3 | 16 |
| XI | 3926.9 | 142.7 | 103.0 | 13.6 | 30 |
| XII | 2976.6 | 110.0 | 76.6 | 10.0 | 31 |
| укупно | 30260.4 kWh | 1059.8 kWh | 832.6 kWh | 113.0 kWh | 175 |
| користи се | Да | Да | Да | Да | |

Табела 9. Приказ соларних добитка спољашњих елемената зграде-1

Укупни соларни добитци за грејну сезону

$Q_{sol} = 32265.7\text{ kWh}$

ИНТЕРНИ ДОБИЦИ

| Назив | Вредност | Јединица |
|---|----------|-------------------------------------|
| T _i ЗИМСКИ период | 22 | CC |
| T _i ЛЕТЊИ период | 26 | CC |
| Површина по особи | 30 | m ² /per |
| Одавање топлоте по особи | 80 | W/per |
| Одавање топлоте људи по јединици површине | 2.7 | W/m ² |
| Присутност током дана (просечно месечно) | 16 | h |
| Годишња потрошња електр. енергије по јединици површине греј. простора | 30 | kWh/m ² |
| Проток свежег ваздуха по јединици површине греј. простора | 1 | m ³ /(h*m ²) |
| Проток свежег ваздуха по особи | 30 | m ³ /(h*per) |
| Топлотна потреба за припрему СТВ по јединици површине греј. простора | 30 | kWh/m ² |

Одавање топлоте од људи од 2.7W/m², на површини од 1522m² уз присутност током дана од 16 сати, за број дана грејања ND = 175, резултује енергијом.....**Q_{lj} = 11506.32kWh**

Одавање топлоте електр. уређаја од 30kWh/m², на годишњем нивоу, на површини од 1522m², за број дана грејања ND = 175, резултује енергијом.....**Q_{el} = 21891.8kWh**

БИЛАНС

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ.....**Q_t = 119654.89kWh**

ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ.....**Q_v = 48048.22kWh**

СОЛАРНИ ДОБИЦИ.....**Q_{sol} = 32265.70kWh** (користи се)

ДОБИЦИ ОД ЉУДИ.....**Q_{lj} = 11506.32kWh** (користи се)

ДОБИЦИ ОД ЕЛ. УРЕЂАЈА.....**Q_{el} = 21891.8kWh** (користи се)

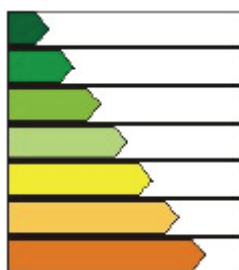
ЕНЕРГИЈА ПОТРЕБНА ЗА ГРЕЈАЊЕ

Разлика између губитака и добитака.....**Q_h = 102039.32kWh**

Енергија потребна за грејање по m².....**Q_h/A = 67.04kWh/m²**

На основу енергије потребне за грејање по јединици површине (m²), објекат спада у **С** енергетски разред

Енергетски разред Q_h rel [%] Q_h [kWh/m²]



| | | |
|----------|--------------|--------------|
| A+ | ≤ 15 | ≤ 18 |
| A | ≤ 25 | ≤ 30 |
| B | ≤ 50 | ≤ 60 |
| C | ≤ 100 | ≤ 120 |
| D | ≤ 150 | ≤ 180 |
| E | ≤ 200 | ≤ 240 |
| F | ≤ 250 | ≤ 300 |

4.11. ИНТЕРВЕНЦИЈА 2

ПОДАЦИ О ОБЈЕКТУ

Тип зграде : Постојећа зграда

Намена зграде : Нестамбена зграда (транспарентне површине $\leq 30\%$)

Намена зграде (Енергетски пасош) : Зграде намењене здравству и социјалној заштити

ИЛУСТРАЦИЈА 3



ПОДАЦИ О ЛОКАЦИЈИ

(На основу Табеле 3.3.4.1 и Табеле 6.3 Правилника за ЕЕЗ)

Референтно место : Београд

Спољна пројектна температура за грејање $T_e = -12.1^\circ\text{C}$

Унутрашња пројектна температура $T_i = 20^\circ\text{C}$

Спољна просечна температура у грејном периоду $T_{pr} = 5.6^\circ\text{C}$

Просечна температурна разлика за грејање, $\Delta T = T_i - T_{pr} = 14.4^\circ\text{C}$

Број дана грејања, $HD = 175$

Број степен дана, $HDD = 2520$

Спољна пројектна температура за дифузију $T_{e,dif} = -5^\circ\text{C}$

Број дана влажења : 60

Број дана исушења : 90

УТИЦАЈ ВЕТРА

(На основу Табеле 3.4.2.1 и Табеле 3.4.2.2 Правилника за ЕЕЗ)

Стамбене зграде са више станова и природном вентилацијом

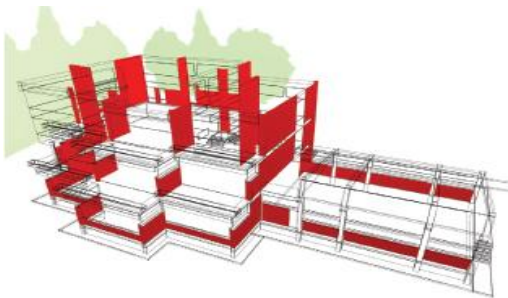
Умерено заклоњен положај

Број изложених фасада : >1

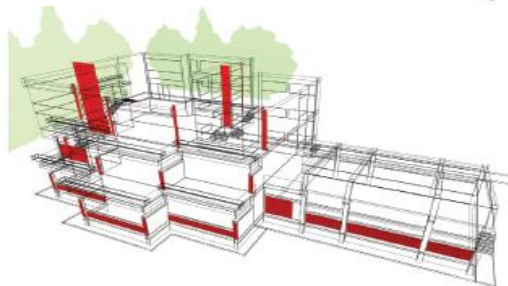
Ознака склопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид

$U=0.211W/m^2K$, $U_{max}=0.4W/m^2K$, Склоп **задовољава**; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

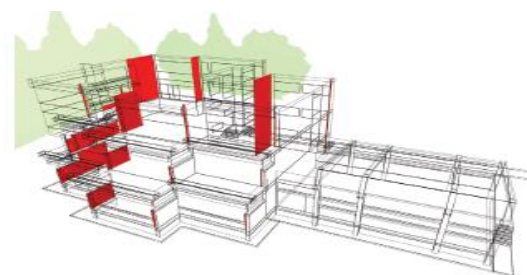
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=557.2m^2$



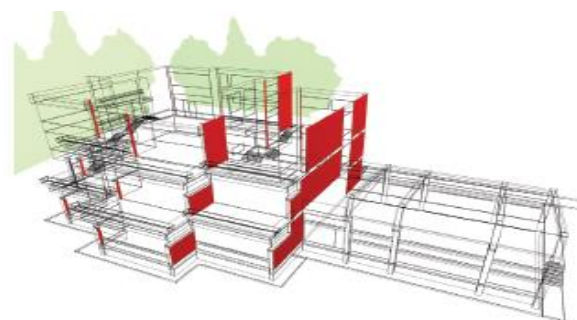
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=104.99m^2$



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, $A=174.32m^2$

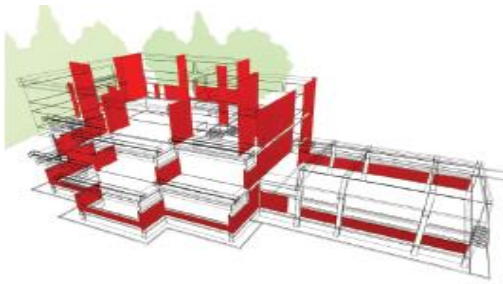


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=104.46m^2$

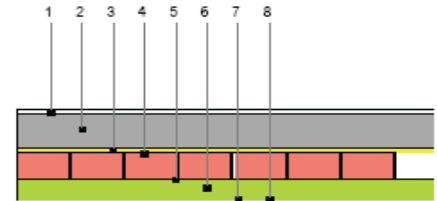


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=173.44m^2$

Ознака склопа: Fz1, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=557.2\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=15$
 $\eta_{\min}=7$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.211\text{W/m}^2\text{K}$



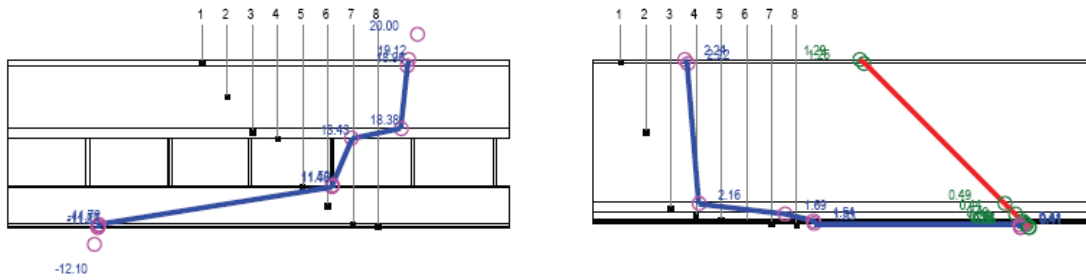
| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 20,00 | 1260,00 | 0,041 | 35,00 |
| 4 | 15 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 1415,40 | 925,00 | 0,533 | 4,60 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 6 | 12 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 7 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 8 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|---|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 0,88 | 19,12 | 0,69 | 19,32 | 0,06 | 2,33 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,16 | 18,97 | 0,12 | 19,19 | 0,10 | 2,22 | 1,26 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,58 | 18,38 | 0,45 | 18,74 | 0,47 | 2,16 | 0,49 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 4,95 | 13,43 | 3,86 | 14,88 | 0,04 | 1,69 | 0,44 | 1,05 | 0,27 | 0,20 | 1,28 |
| 4 | 15 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 0,28 | 1,90 | 11,53 | 1,48 | 13,40 | 0,01 | 1,54 | 0,40 | 0,69 | 7,10 | 2,00 | 7,10 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,05 | 11,48 | 0,04 | 13,37 | 1,23 | 1,53 | 0,38 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 7,54 |
| 6 | 12 | Кнауфinsulation KR-TF | 3,43 | 23,20 | -11,72 | 18,07 | -4,71 | 0,03 | 0,41 | 0,38 | 0,12 | 0,46 | 1,58 | 0,46 |
| 7 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,05 | -11,77 | 0,04 | -4,74 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 8 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 0,01 | 0,06 | -11,83 | 0,05 | -4,79 | 0,01 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,27 | / | 0,21 | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 5,99 | / |
| | | Укупно | 4,74 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 69,73 | / |

Графикон температура - 23

Графикон дифузије - 23

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 2883.8 \geq v.min = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 16.3 \geq \eta.min = 7$, **задовољава**

Провера кондензације

Нема кондензације: -

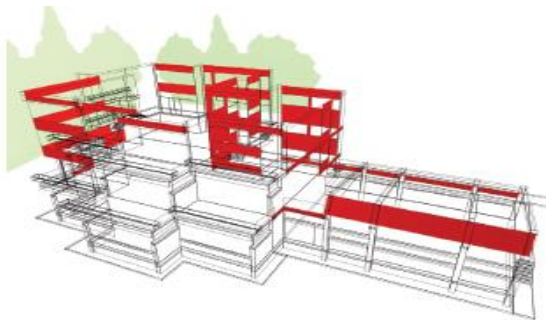
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.211W/m^2K$, $U_{max}=0.4W/m^2K$, $U \leq U_{max}$: **Склоп задовољава !**

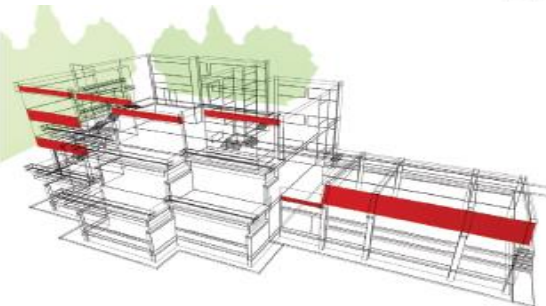
Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид

$U=0.188W/m^2K$, $U_{max}=0.4W/m^2K$, Склоп задовољава; $F_x=1$; solar factor $g=0$; frame factor $ff=0$

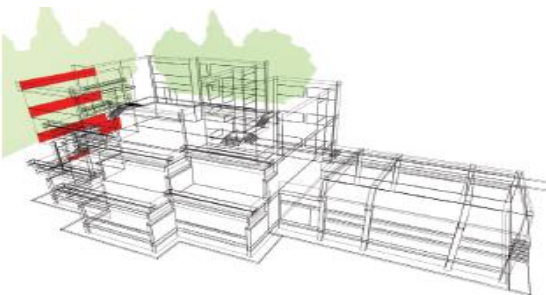
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=291.05m^2$

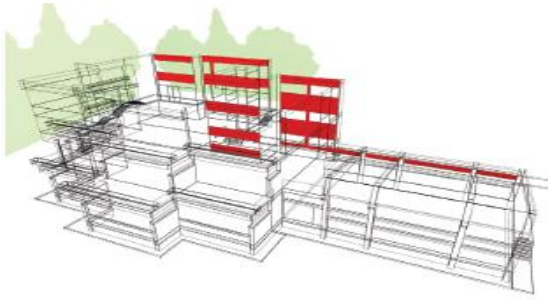


Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=56.96m^2$

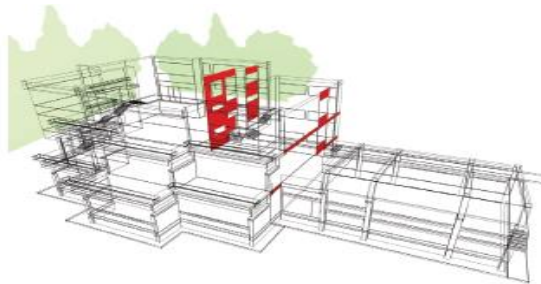


Оријентација склопа ка југу

Површина склопа, $A=41.3\text{m}^2$

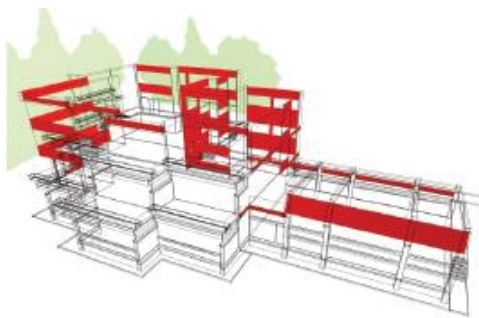


Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, $A=113.27\text{m}^2$

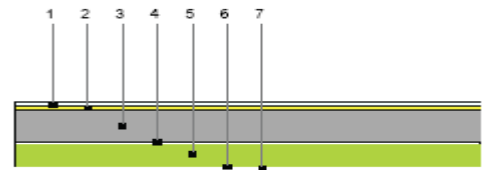


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=79.52\text{m}^2$

Ознака склопа: Fz2, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=291.05\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{min}=15$
 $\eta_{min}=7$
 $U_{max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.188\text{W/m}^2\text{K}$

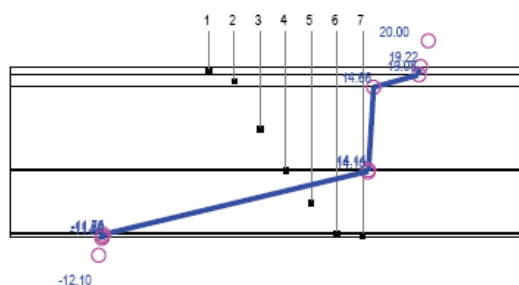


| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1080,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 3 | Полистирен плоче | 20,00 | 1260,00 | 0,041 | 35,00 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 4 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 5 | 15 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 6 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 7 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|------|---|----|---|--------|-------|----|----|-------|---|-----|---|-------|
|----|------|------|---|----|---|--------|-------|----|----|-------|---|-----|---|-------|

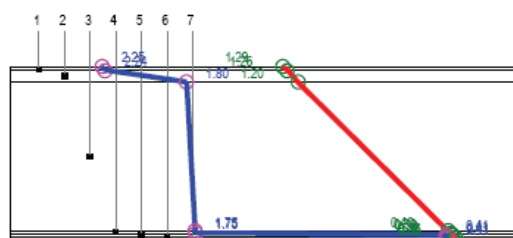
| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|------------------------|------|-------|--------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 0,78 | 19,22 | 0,61 | 19,39 | 0,10 | 2,25 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,14 | 19,08 | 0,11 | 19,28 | 0,02 | 2,24 | 1,26 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 4,42 | 14,66 | 3,44 | 15,84 | 0,06 | 1,80 | 1,20 | 1,05 | 0,27 | 0,20 | 1,19 |
| 3 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,52 | 14,14 | 0,40 | 15,44 | 0,47 | 1,75 | 0,40 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 4 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,04 | 14,10 | 0,03 | 15,40 | 0,16 | 1,75 | 0,39 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 18,33 |
| 5 | 15 | Кнауфinsulation KR-TF | 4,29 | 25,86 | -11,76 | 20,14 | -4,74 | 0,00 | 0,41 | 0,38 | 0,15 | 0,46 | 1,98 | 0,46 |
| 6 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,04 | -11,80 | 0,03 | -4,77 | 1,12 | 0,41 | 0,36 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 7 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 0,01 | 0,05 | -11,86 | 0,04 | -4,81 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,24 | / | 0,19 | / | 0,00 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 4,38 | / |
| | | Укупно | 5,32 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 22,40 | / |

Графикон температура - 24



Графикон дифузије - 24

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz2

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 1421.8 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 12.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

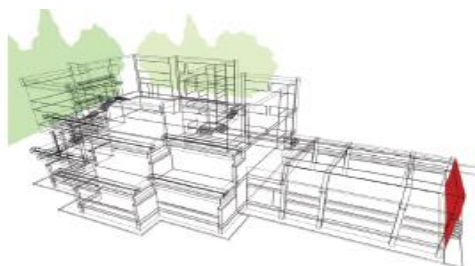
Провера кондензације

Нема кондензације : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.188\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Fz - сала, конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=49.66\text{m}^2$

$R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

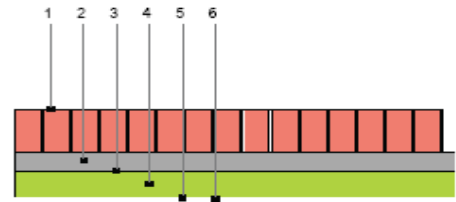
$v_{\min}=15$

$\eta_{\min}=7$

$$U_{\max} = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$F_x = 1$$

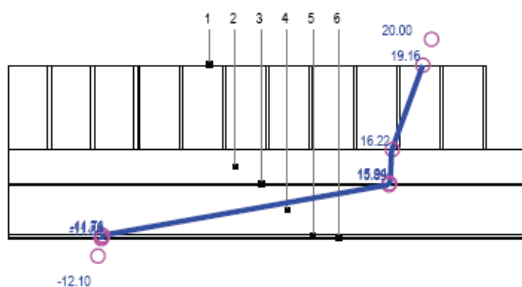
$$U = 0.201 \text{ W/m}^2\text{K}$$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 25 | Опека шупља (25 cm) + Продужни кречни малтер (1 cm) | 1430,80 | 930,00 | 0,547 | 5,20 |
| 2 | 10 | Beton | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 4 | 10 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 6 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

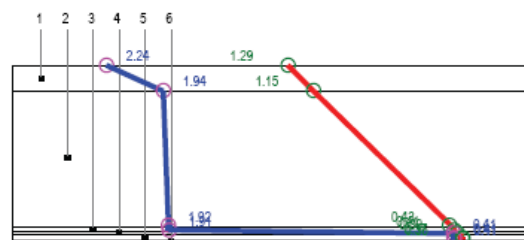
| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|---|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 0,84 | 19,16 | 0,65 | 19,35 | 0,09 | 2,24 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 25 | Опека шупља (25cm) + Продужни кречни малтер (1cm) | 0,46 | 2,95 | 16,22 | 2,30 | 17,05 | 0,02 | 1,94 | 1,15 | 1,31 | 7,25 | 3,31 | 7,25 |
| 2 | 10 | Бетон | 0,04 | 0,28 | 15,94 | 0,22 | 16,84 | 0,44 | 1,92 | 0,43 | 7,00 | 20,10 | 0,86 | 18,77 |
| 3 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,05 | 15,89 | 0,04 | 16,80 | 0,05 | 1,91 | 0,41 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 17,30 |
| 4 | 10 | Кнауфinsulation KR-TF | 4,29 | 27,63 | -11,74 | 21,52 | -4,72 | 0,00 | 0,41 | 0,39 | 0,15 | 0,46 | 1,98 | 0,46 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,05 | -11,78 | 0,04 | -4,75 | 1,34 | 0,41 | 0,37 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 6 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 0,01 | 0,06 | -11,84 | 0,05 | -4,80 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,26 | / | 0,20 | / | 0,00 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 6,38 | / |
| | | Укупно | 4,98 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 92,45 | / |

Графикон температура - 25



Графикон дифузије - 25

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz - сала

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 1276.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 17.5 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

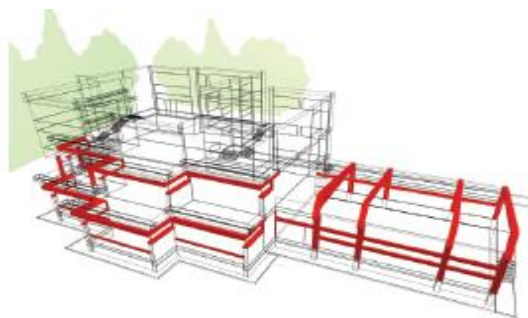
Провера кондензације

Нема кондензације : -

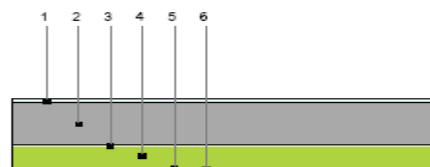
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.201\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Склоп задовољава !

Ознака склопа: Fz - бет., конструкција типа Спољни зид



СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=217.1\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=15$
 $\eta_{\min}=7$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.216\text{W/m}^2\text{K}$

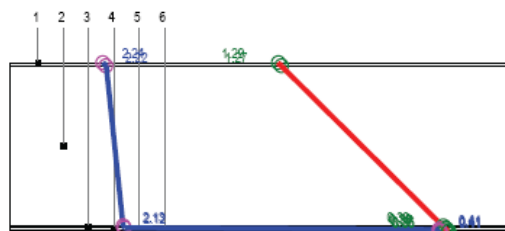
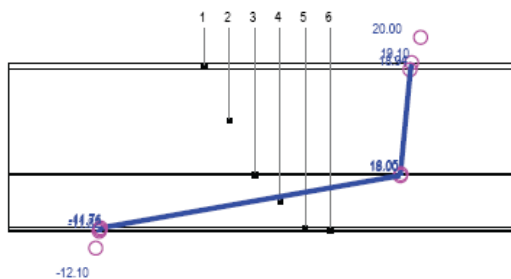


| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | M |
|-----|---------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 30 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 4 | 15 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 2100,00 | 1000,00 | 0,760 | 50,00 |
| 6 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 1900,00 | 1050,00 | 0,540 | 10,00 |

| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT,dif | T,dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,13 | 0,90 | 19,10 | 0,70 | 19,30 | 0,65 | 2,24 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,16 | 18,94 | 0,12 | 19,17 | 0,10 | 2,22 | 1,27 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 30 | Бетон | 0,13 | 0,89 | 18,05 | 0,70 | 18,48 | 0,46 | 2,13 | 0,39 | 21,00 | 20,10 | 2,59 | 20,10 |
| 3 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,05 | 18,00 | 0,04 | 18,44 | 0,02 | 2,12 | 0,38 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 18,33 |
| 4 | 15 | Кнауфinsulation KR-TF | 4,29 | 29,71 | -11,71 | 23,14 | -4,70 | 0,63 | 0,41 | 0,37 | 0,15 | 0,46 | 1,98 | 0,46 |
| 5 | 0,5 | Кнауф Klebespachtel M | 0,01 | 0,05 | -11,76 | 0,04 | -4,74 | 0,01 | 0,41 | 0,36 | 0,25 | 10,74 | 0,08 | 1,26 |
| 6 | 0,5 | Кнауф SP 260 | 0,01 | 0,06 | -11,82 | 0,05 | -4,78 | 0,01 | 0,41 | 0,36 | 0,05 | 8,82 | 0,08 | 1,94 |
| | | Унутра | 0,04 | 0,28 | / | 0,22 | / | 0,06 | / | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 5,05 | / |
| | | Продужни кречни малтер | 4,63 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 35,88 | / |

Графикон температура - 26

Графикон дифузије - 26
 (дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Fz - бет.

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 492.2 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 13.8 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

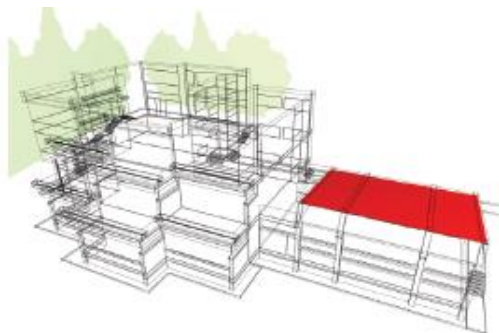
Провера кондензације

Нема кондензације : -

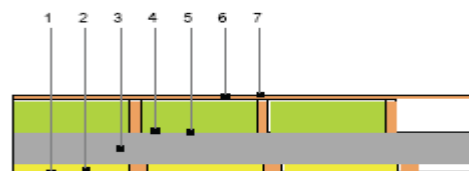
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.216\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Kk1, конструкција типа 7 - Кос кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=131.12\text{m}^2$
 $R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=15$
 $\eta_{\min}=7$
 $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=1$
 $U=0.166\text{W/m}^2\text{K}$

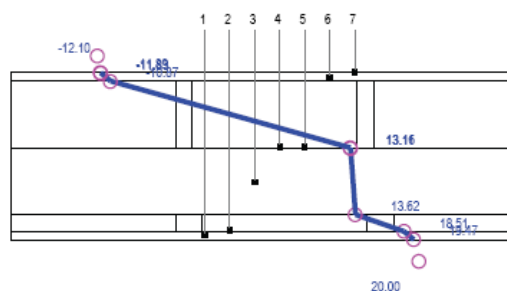


| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|--|-----------------------------|-----------|------------------|---------|
| 1 | 2,5 | бор, смрека | 550,00 | 2090,00 | 0,140 | 70,00 |
| 2 | 5 | Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm) | 162,10 | 1012,40 | 0,055 | 10,50 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 4 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 1050,00 | 1517,30 | 0,185 | 1279,10 |
| 5 | 20 | Кнауфinsulation KR-P (50 cm) + бор, смрека (5cm) | 118,20 | 953,60 | 0,045 | 7,30 |
| 6 | 2,5 | бор, смрека | 550,00 | 2090,00 | 0,140 | 70,00 |
| 7 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 1050,00 | 1517,30 | 0,185 | 1279,10 |

| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|--------|------|------|-------|--------|-------|------|------|-------|---|-----|---|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 0,53 | 19,47 | 0,42 | 19,58 | 0,06 | 2,28 | 1,29 | / | / | / | / |

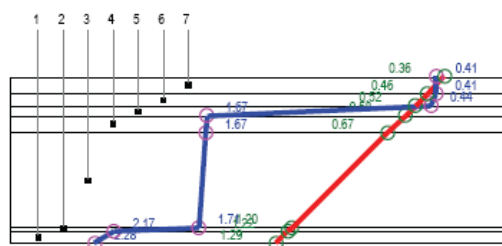
| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--|------|-------|--------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2,5 | бор, смрека | 0,18 | 0,96 | 18,51 | 0,74 | 18,84 | 0,10 | 2,18 | 1,22 | 1,75 | 3,41 | 0,61 | 4,15 |
| 2 | 5 | Минерална вуна (50cm) + бор, смрека (8cm) | 0,92 | 4,89 | 13,62 | 3,81 | 15,03 | 0,47 | 1,71 | 1,20 | 0,53 | 0,80 | 0,74 | 0,99 |
| 3 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,46 | 13,17 | 0,36 | 14,68 | 0,04 | 1,67 | 0,67 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 4 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 0,01 | 0,06 | 13,11 | 0,05 | 14,63 | 0,01 | 1,67 | 0,58 | 2,56 | 4,62 | 0,05 | 16,65 |
| 5 | 20 | Knaufinsulation KR-P (50cm) + бор, смрека (5cm) | 4,49 | 23,89 | -10,87 | 18,67 | -4,04 | 1,23 | 0,44 | 0,52 | 1,46 | 0,60 | 2,70 | 0,60 |
| 6 | 2,5 | бор, смрека | 0,18 | 0,96 | -10,83 | 0,74 | -4,79 | 0,03 | 0,41 | 0,46 | 1,75 | 3,41 | 0,61 | 2,42 |
| 7 | 0,2 | Битуменска хидроизолација (50cm) + бор, смрека (5cm) | 0,01 | 0,06 | -11,89 | 0,05 | -4,83 | 0,00 | 0,41 | 0,36 | 2,56 | 4,62 | 0,05 | 2,59 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,21 | / | 0,17 | / | 0,01 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 6,49 | / |
| | | Унутра | 6,01 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 99,84 | / |

Графикон температура - 27



Графикон дифузије - 27

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Kk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 2693.0 \geq v_{\min} = 15$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.0 \geq \eta_{\min} = 7$, **задовољава**

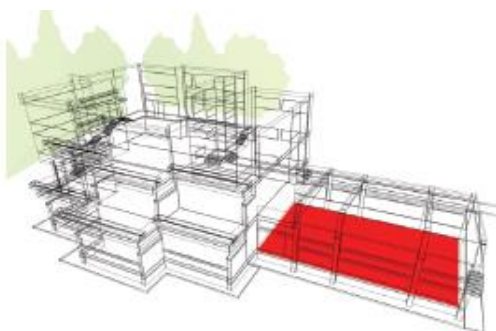
Провера кондензације

Кондензација у слоју 5,6; 5.7 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.166\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Pt1, конструкција типа 21 - Под на тлу



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=158.73\text{m}^2$

$R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$

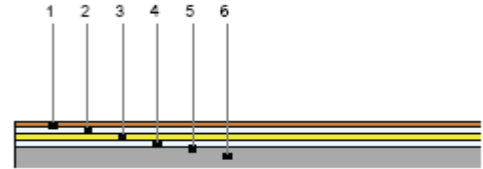
$v_{\min}=0$

$\eta_{\min}=0$

$U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

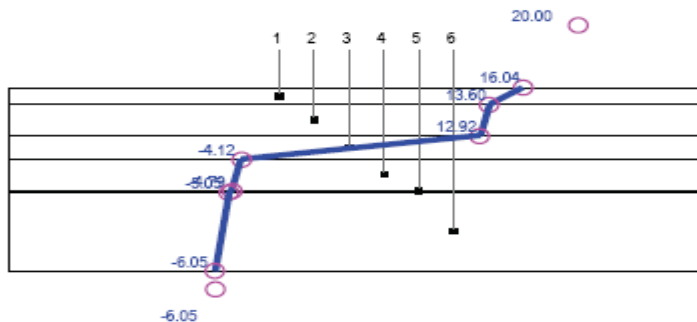
$U=0.894\text{W/m}^2\text{K}$



| р б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1080,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | 2700,00 | 940,00 | 203,000 | 800000,00 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,00 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 20 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 145,00 | 840,00 | 0,038 | 1,00 |
| 7 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,00 |
| 8 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |

| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|---------|---------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 0,47 | 19,53 | 0,37 | 19,63 | 0,10 | 2,29 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,11 | 19,42 | 0,08 | 19,55 | 0,02 | 2,27 | 1,28 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,40 | 19,02 | 0,32 | 19,24 | 0,09 | 2,23 | 1,16 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | / | / | 19,02 | / | 19,24 | 0,01 | 2,23 | 0,45 | 80,00 | 192,94 | / | 20,10 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 1,22 | 5,73 | 13,29 | 4,46 | 14,77 | 1,71 | 1,68 | 0,43 | 2,00 | 0,31 | 0,37 | 0,79 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,20 | 13,09 | 0,16 | 14,62 | 0,00 | 1,66 | 0,42 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,48 |
| 6 | 20 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 5,26 | 24,72 | -11,64 | 19,25 | -4,64 | 0,00 | 0,41 | 0,41 | 0,20 | 0,58 | 3,04 | 0,58 |
| 7 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,08 | -11,71 | 0,06 | -4,70 | 0,01 | 0,41 | 0,38 | 4,20 | 4,90 | 0,08 | 0,95 |
| 8 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,20 | -11,91 | 0,16 | -4,85 | / | 0,41 | 0,36 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,57 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,19 | / | 0,15 | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 6,79 | / |
| | | Укупно | 6,83 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 123,23 | / |

Графикон температура - 28



Коментар према прорачуну за склоп: Pt1

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре ν

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

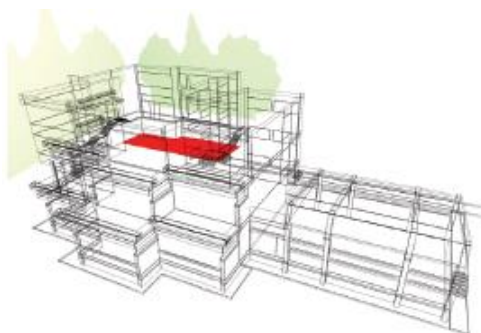
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

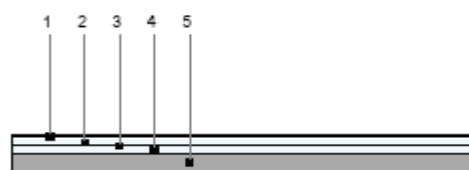
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.894\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\max}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Pt3, конструкција типа 21 - Под на тлу



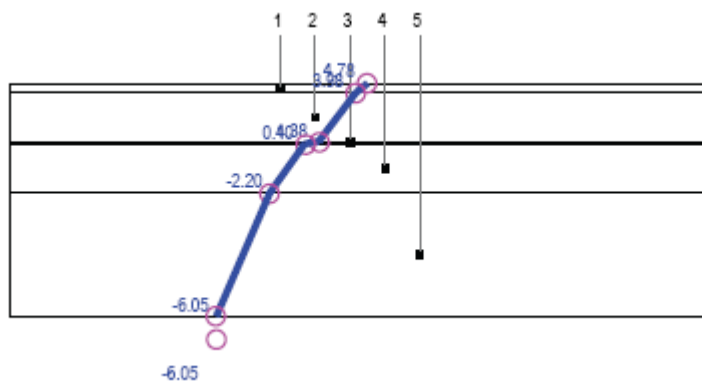
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=105.34\text{m}^2$
 $R_{si}=0.17\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=0$
 $\eta_{\min}=0$
 $U_{\max}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=0.5$
 $U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | 2700,00 | 940,00 | 203,000 | 800000,00 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,00 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 15 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 145,00 | 840,00 | 0,038 | 1,00 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 8 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,00 |

| рб | d cm | ОПИС | R | dT | T | dT.dif | T.dif | dp | p' | p i/e | r | S24 | D | μ |
|----|------|---------------------------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 | / | 20,00 | / | 2,34 | / | / | / | / | / |
| | | Прелаз | 0,10 | 0,47 | 19,53 | 0,37 | 19,63 | 0,05 | 2,29 | 1,29 | / | / | / | / |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,11 | 19,42 | 0,08 | 19,55 | 0,01 | 2,27 | 1,28 | 0,40 | 10,90 | 0,25 | 9,06 |
| 2 | 20 | Бетон | 0,09 | 0,40 | 19,02 | 0,32 | 19,24 | 0,04 | 2,23 | 1,16 | 14,00 | 20,10 | 1,73 | 20,10 |
| 3 | 0,01 | Алуминијумска фолија | / | / | 19,02 | / | 19,24 | / | 2,23 | 0,45 | 80,00 | 192,94 | / | 20,10 |
| 4 | 5 | Полистирен плоче | 1,22 | 5,73 | 13,29 | 4,46 | 14,77 | 0,55 | 1,68 | 0,43 | 2,00 | 0,31 | 0,37 | 0,79 |
| 5 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,20 | 13,09 | 0,16 | 14,62 | 0,02 | 1,66 | 0,42 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,48 |
| 6 | 15 | Кнауфinsulation KR-DDP-RT | 5,26 | 24,72 | -11,64 | 19,25 | -4,64 | 1,25 | 0,41 | 0,41 | 0,20 | 0,58 | 3,04 | 0,58 |
| 7 | 6 | Цементни естрих | 0,04 | 0,20 | -11,84 | 0,16 | -4,80 | 0,00 | 0,41 | 0,40 | 1,80 | 15,29 | 0,66 | 10,37 |
| 8 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,08 | -11,91 | 0,06 | -4,85 | 0,01 | 0,41 | 0,36 | 4,20 | 4,90 | 0,08 | 9,22 |
| | | Прелаз | 0,04 | 0,19 | / | 0,15 | / | 0,01 | / | / | / | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -12,10 | / | -5,00 | / | 0,40 | / | / | / | 6,79 | / |
| | | Укупно | 6,83 | / | / | / | / | / | / | / | / | / | 123,23 | / |

Графикон температура - 29



Коментар према прорачуну за склоп: Pt3

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре ν

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

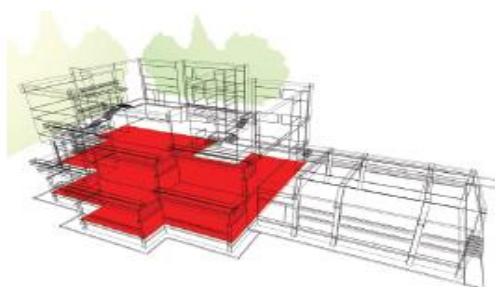
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=3.436\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Pt2, конструкција типа 21 - Под на тлу



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=498.89\text{ m}^2$

$R_{\text{si}}=0.17\text{ m}^2\text{K/W}$

$R_{\text{se}}=0\text{ m}^2\text{K/W}$

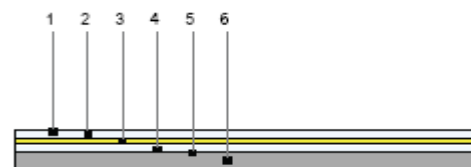
$\nu_{\text{min}}=0$

$\eta_{\text{min}}=0$

$U_{\text{max}}=0.4\text{ W/m}^2\text{K}$

$F_x=0.5$

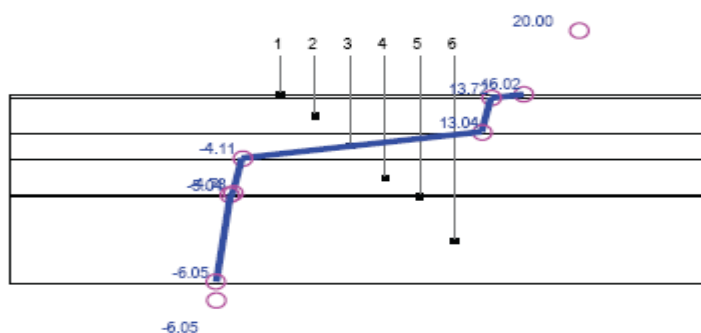
$U=0.899\text{ W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 2,2 | Паркет | 700,0 | 1670,00 | 0,210 | 15,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 6 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 3,96 | 16,04 |
| 1 | 2,2 | Паркет | 0,11 | 2,44 | 13,60 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | 12,92 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 17,04 | -4,12 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | -4,79 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,26 | -5,05 |
| 6 | 10 | Бетон | 0,04 | 1,00 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 1,12 | / | / |

Графикон температура - 30



Коментар према прорачуну за склоп: Pt2

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

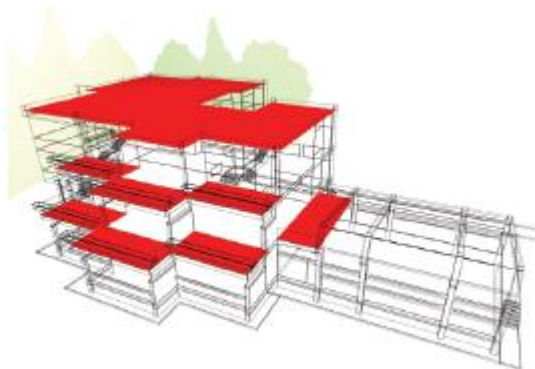
Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију : -

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.899\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=0.4\text{W/m}^2\text{K}$, $U > U_{\text{max}}$: Склоп **НЕ задовољава** ! (Побољшати изолацију кроз предвиђене интервенције)

Ознака склопа: Rk1, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=694.58\text{m}^2$

$R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

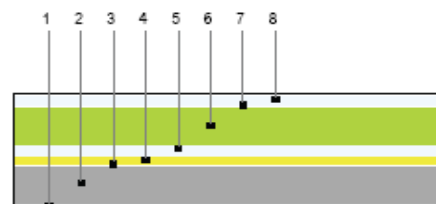
$v_{\text{min}}=25$

$\eta_{\text{min}}=10$

$U_{\text{max}}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

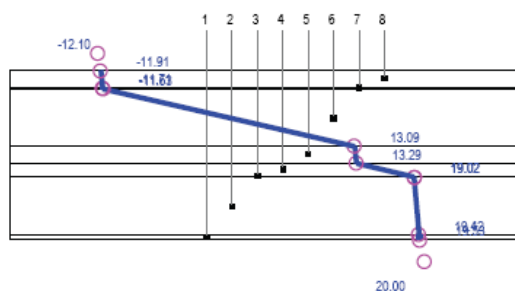
$U=0.146\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---------------------------|-----------------------------|-----------|------------------|--------|
| 1 | 0,4 | ПВЦ плоче | 50,0 | 1260,00 | 0,041 | 200,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 25,00 | 1260,00 | 0,041 | 40,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 6 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

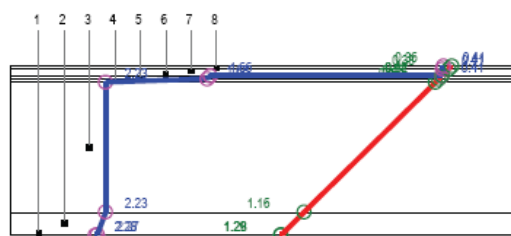
| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 3,98 | 16,02 |
| 1 | 0,4 | ПВЦ плоче | 0,10 | 2,30 | 13,72 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | 13,04 |
| 3 | 3 | Полистирен плоче | 0,73 | 17,15 | -4,11 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 0,68 | -4,79 |
| 5 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,26 | -5,04 |
| 6 | 10 | Бетон | 0,04 | 1,01 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 1,11 | / | / |

Графикон температура - 31



Графикон дифузије - 31

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Rk1

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 9532.0 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.5 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

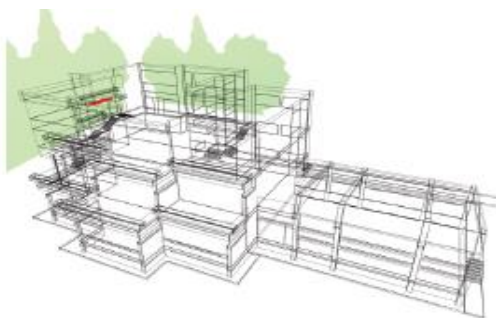
Провера кондензације

Кондензација у слоју 6; 0.0 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.146\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: Rk2, конструкција типа 5 - Раван кров изнад грејаног простора



СВЕ оријентације

Површина склопа, $A=5.52\text{m}^2$

$R_{si}=0.1\text{m}^2\text{K/W}$

$R_{se}=0.04\text{m}^2\text{K/W}$

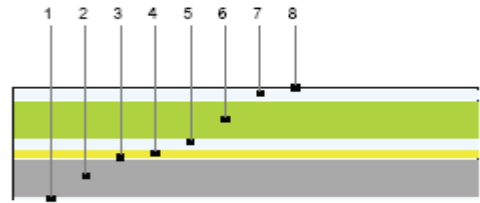
$v_{\min}=25$

$\eta_{\min}=10$

$U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$

$F_x=1$

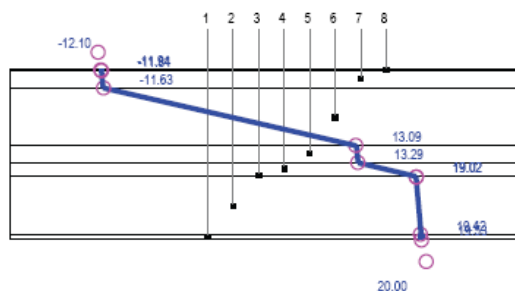
$U=0.146\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|------|---------------------------|------------------------|-----------|----------|--------|
| 1 | 0,8 | Керамичке плочице | 1700,0 | 920,00 | 0,870 | 200,0 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 3 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 1100,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,0 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 2200,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,0 |
| 5 | 10 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,0 |

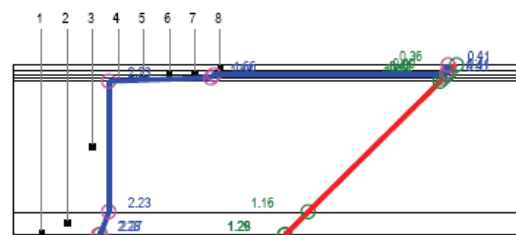
| р.б | d cm | ОПИС | R | ΔT | T |
|-----|------|---------------------------|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,17 | 15,22 | 4,78 |
| 1 | 0,8 | Керамичке плочице | 0,01 | 0,81 | 3,98 |
| 2 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 2,60 | 1,38 |
| 3 | 0,2 | Битуменска хидроизолација | 0,01 | 0,99 | 0,40 |
| 4 | 4 | Цементни естрих | 0,03 | 2,60 | -2,20 |
| 5 | 10 | Бетон | 0,04 | 3,85 | -6,05 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -6,05 |
| | | Укупно | 0,29 | / | / |

Графикон температура - 32



Графикон дифузије -32

(дебљина слојева је сразмерна са дифузним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Rk2

Провера летње стабилности

Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре $v = 10180.2 \geq v_{\min} = 25$, **задовољава**

Фактор кашњења осцилације температуре $\eta = 18.5 \geq \eta_{\min} = 10$, **задовољава**

Провера кондензације

Кондензација у слоју б; 0.0 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

Провера коефицијента пролаза топлоте

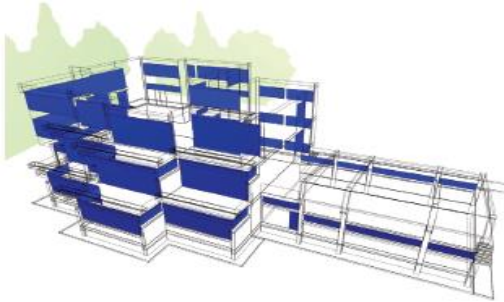
$U=0.146\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.2\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: **Склоп задовољава !**

Ознака склопа: W1, конструкција типа 10 - Прозори и балконска врата

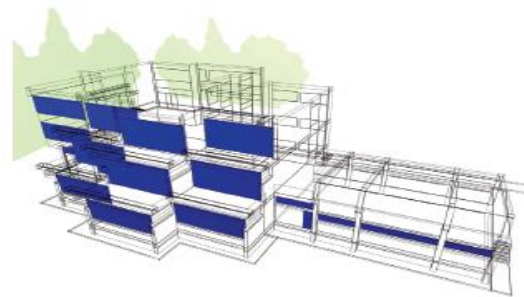
Алуминијумски рам са побољшаним термичким прекидом, нискоемисиони трослојни стакло пакет без термопрекида, термопан стакло 6+16+6+16+6, са криптоним

U=1.1W/m² K, U_{max}=1.5W/m²K, Склоп задовољава; F_x=1; solar factor g=0.5; frame factor ff=0.25

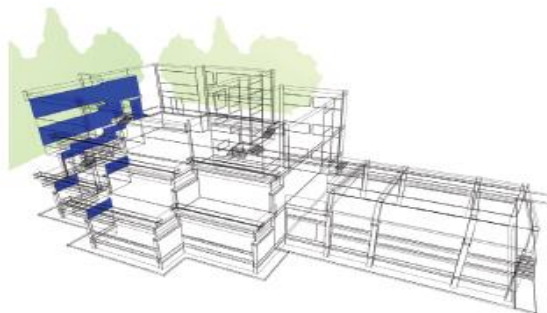
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



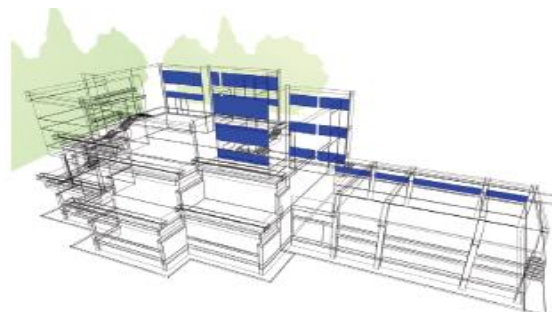
СВЕ оријентације
Површина склопа, A=472.58m²



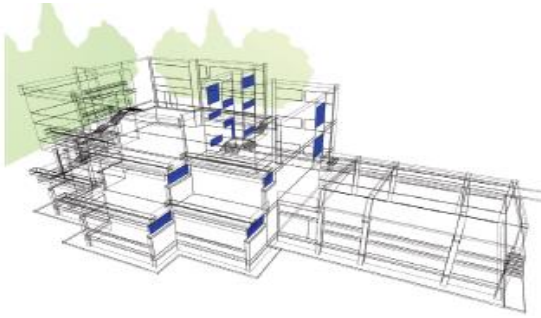
Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, A=214.78m²



Оријентација склопа ка југу
Површина склопа, A=95.84m²



Оријентација склопа ка западу
Површина склопа, A=119.13m²



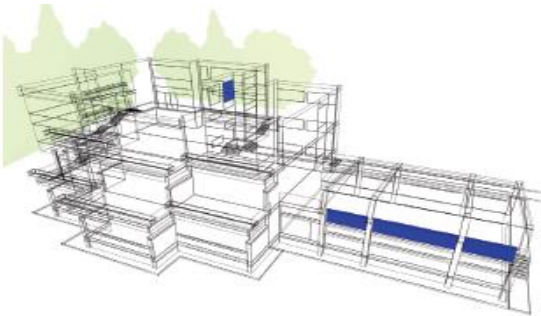
Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=42.83\text{m}^2$

Ознака склопа: W2, конструкција типа 10 - Прозори и балконска врата

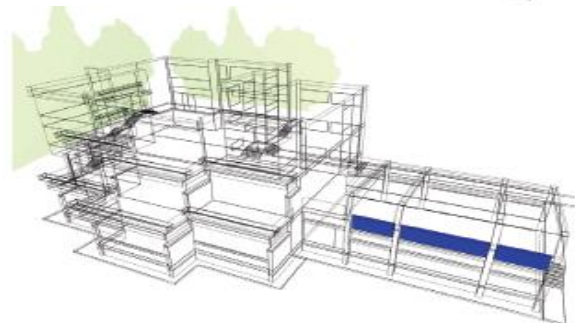
Алуминијумски рам са побољшаним термичким прекидом, нискоемисиони трослојни стакло пакет 6+16+6+16+6, са криптоном

$U=1.1\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{max}}=1.5\text{W/m}^2\text{K}$, Склоп задовољава; $F_x=1$; solar factor $g=0.5$; frame factor $ff=0.25$

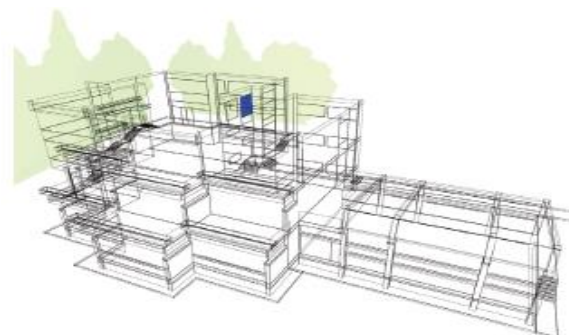
ИЛУСТРАЦИЈА ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА



СВЕ оријентације
Површина склопа, $A=22.25\text{m}^2$

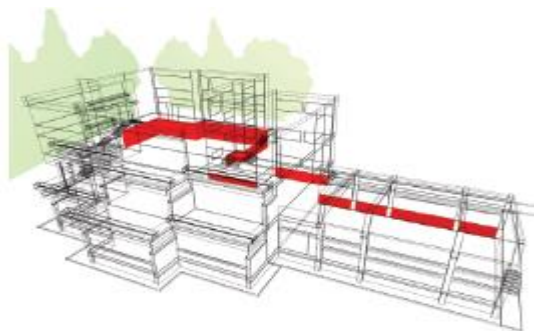


Оријентација склопа ка истоку
Површина склопа, $A=16.32\text{m}^2$

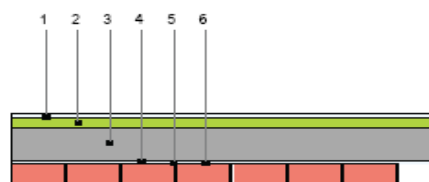


Оријентација склопа ка северу
Површина склопа, $A=5.93\text{m}^2$

Ознака скопа: Zt1, конструкција типа 20 - Зид у тлу (грејани подрум)



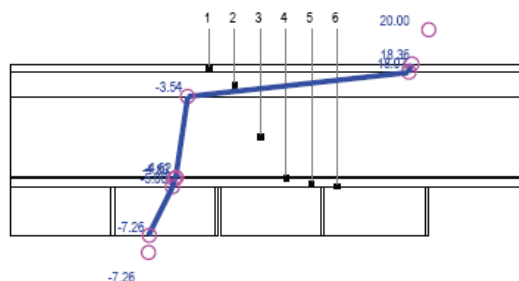
СВЕ оријентације
 Површина склопа, $A=128.78\text{m}^2$
 $R_{si}=0.13\text{m}^2\text{K/W}$
 $R_{se}=0\text{m}^2\text{K/W}$
 $v_{\min}=0$
 $\eta_{\min}=0$
 $U_{\max}=0.5\text{W/m}^2\text{K}$
 $F_x=0.6$
 $U=0.463\text{W/m}^2\text{K}$



| р.б | d cm | ОПИС | ρ (kg/m ³) | c (J/kgK) | λ (W/mK) | μ |
|-----|---------|---|-----------------------------|-----------|------------------|---------|
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 1800,00 | 1050,00 | 0,870 | 20,00 |
| 2 | 6 | Кнауфinsulation KR-TF | 100,00 | 840,00 | 0,035 | 1,00 |
| 3 | 20 | Бетон | 2500,00 | 960,00 | 2,330 | 70,00 |
| 4 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 1200,00 | 1460,00 | 0,190 | 1400,00 |
| 5 | 2 | Цементни малтер | 2100,00 | 1050,00 | 1,400 | 30,00 |
| 6 | 12 | Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm) | 1619,20 | 925,00 | 0,669 | 9,80 |

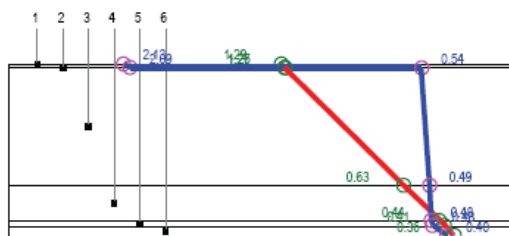
| р.б | d cm | ОПИС | R | dT | T |
|-----|---------|---|------|-------|-------|
| | | Унутра | / | / | 20,00 |
| | | Прелаз | 0,13 | 1,64 | 18,36 |
| 1 | 2 | Продужни кречни малтер | 0,02 | 0,29 | 18,07 |
| 2 | 6 | Кнауфinsulation KR-TF | 1,71 | 21,61 | -3,54 |
| 3 | 20 | Бетон | 0,09 | 1,08 | -4,63 |
| 4 | 0,3 | Битуменска хидроизолација | 0,02 | 0,20 | -4,83 |
| 5 | 2 | Цементни малтер | 0,01 | 0,18 | -5,00 |
| 6 | 12 | Опека пуна (25cm) + Цементни малтер (1cm) | 0,18 | 2,26 | -7,26 |
| | | Прелаз | / | / | / |
| | | Споља | / | / | -7,26 |
| | | Укупно | 2,16 | / | / |

Графикон температура - 33



Графикон дифузије - 33

(дебљина слојева је сразмерна са дифузивним отпором слојева)



Коментар према прорачуну за склоп: Zt1

Провера летње стабилности

Не постављају се услови за Фактор пригушења амплитуде осцилације температуре v

Не постављају се услови за Фактор кашњења осцилације температуре η

Провера кондензације

Не постављају се услови за кондензацију; 74.2 дана за исушење; Исушење у року од 90 дана

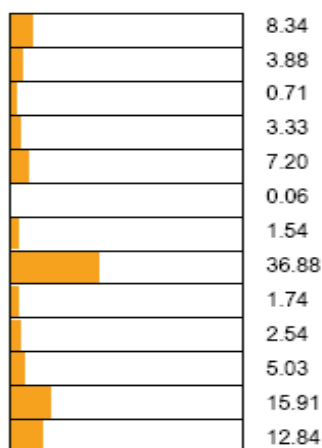
Провера коефицијента пролаза топлоте

$U=0.463\text{W/m}^2\text{K}$, $U_{\max}=0.5\text{W/m}^2\text{K}$, $U \leq U_{\max}$: Склоп задовољава !

| р.б | ИД | ОПИС | A (m ²) | Fx (-) | U _{max} (Wm ² /K) | U (Wm ² /K) | A*U*Fx (W/K) | Удео (%) |
|--------|---------|------------------------------------|------------------------|-----------|--|---------------------------|-----------------|-------------|
| 1 | Fz1 | Спољни зид | 557,21 | 1 | 0,4 | 0,211 | 117,57 | 8,34 |
| 2 | Fz2 | Спољни зид | 291,05 | 1 | 0,4 | 0,188 | 54,72 | 3,88 |
| 3 | Fz-сала | Спољни зид | 49,66 | 1 | 0,4 | 0,201 | 9,98 | 0,71 |
| 4 | Fz-бет | Спољни зид | 217,10 | 1 | 0,4 | 0,216 | 46,89 | 3,33 |
| 5 | Rk1 | Раван кров изнад грејаног простора | 694,58 | 1 | 0,2 | 0,146 | 101,41 | 7,20 |
| 6 | Rk2 | Раван кров изнад грејаног простора | 5,52 | 1 | 0,2 | 0,146 | 0,81 | 0,06 |
| 7 | Kk1 | Кос кров изнад грејаног простора | 131,12 | 1 | 0,2 | 0,166 | 21,77 | 1,54 |
| 8 | W1 | Прозори и балконска врата | 472,58 | 1 | 1,5 | 1,100 | 519,84 | 36,88 |
| 9 | W2 | Прозори и балконска врата | 22,25 | 1 | 1,5 | 1,100 | 24,48 | 1,74 |
| 10 | Zt1 | Зид у тлу | 128,78 | 0,6 | 0,5 | 0,463 | 35,78 | 2,54 |
| 11 | Pt1 | Под у тлу | 158,73 | 0,5 | 0,4 | 0,894 | 70,95 | 5,03 |
| 12 | Pt2 | Под у тлу | 498,89 | 0,5 | 0,4 | 0,899 | 224,25 | 15,91 |
| 13 | Pt3 | Под у тлу | 105,34 | 0,5 | 0,4 | 3,436 | 180,97 | 12,84 |
| Укупно | | | 3332,81 m ² | | | | 1409,41 | W/K |

Табела 10. Карактеристике склопова који формирају термички омотач-2

Графикон % [удео : 100]



ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ (кроз омотач)

Површина грејаног простора (нето површина пода)..... $A_g=1522\text{m}^2$
 Повећања на име линијских губитака, l - са константним прирастом
 основног коеф. U за $0.1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, површински..... $H_{flat}=1409.410\text{W}/\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, термичких мостова..... $H_{tb}=333.281\text{W}/\text{K}$
 Коефицијент трансмисионог губитка, укупни..... $H_t=1742.691\text{W}/\text{K}$
 Фактор облика..... $A/V=0.68\text{m}^{-1}$
 Максимално дозвољени специфични трансмисиони губитак..... $H_t'_{max}=0.51\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 Специфични трансмисиони губитак (H_t/A), $H_t'=0.523\text{W}/\text{m}^2\text{K}$,
 $H_t' > H_t'_{max}$**НЕ задовољава**
 Укупно потребна енергија за надокнађивање трансмисионих губитака..... $Q_t = 105397.96\text{kWh}$
 $Q_t/A_g = 69.25\text{kWh}/\text{m}^2$

ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ

Запремина грејаног простор (нето)..... $V_g = 4904\text{m}^3$
 Заптивеност прозора:.....Добра
 Број измена ваздуха на сат..... $n = 0.5$
 Коефицијент вентилационог губитка..... $H_v = 794.4\text{W}/\text{K}$
 Укупна потребна енергија за надокнађивање вентилационих губитака..... **$Q_v = 48048.22\text{kWh}$**

СОЛАРНИ ДОБИЦИ

Фактор засенчености (Factor shade)..... $F_s=0.75$
 Фактор умањења због неуправног зрачења..... $F_n=0.9$
 Фактор умањења због опреме за заштиту од сунца..... $F_z=1$

| месец | стакла | фасаде | равног крова | косог крова | дана грејања (HD) |
|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| I | 3741.6 | 136.7 | 96.7 | 12.8 | 31 |
| II | 5640.5 | 192.9 | 136.6 | 21.7 | 28 |
| III | 7886.9 | 268.5 | 235.0 | 31.3 | 31 |
| IV | 8936.0 | 296.6 | 302.4 | 37.6 | 8 |
| V | 10231.4 | 337.3 | 385.7 | 44.2 | 0 |
| VI | 10424.2 | 340.7 | 410.1 | 45.8 | 0 |
| VII | 11208.9 | 365.1 | 436.4 | 49.1 | 0 |
| VIII | 10562.6 | 349.2 | 385.7 | 44.8 | 0 |
| IX | 8943.5 | 301.6 | 288.7 | 35.8 | 0 |
| X | 7174.3 | 251.5 | 201.3 | 26.3 | 16 |
| XI | 3926.9 | 142.7 | 103.0 | 13.6 | 30 |
| XII | 2976.6 | 110.0 | 76.6 | 10.0 | 31 |
| Укупно | 30260.4 kWh | 1059.8 kWh | 832.6 kWh | 113.0 kWh | 175 |
| користи се | Да | Да | Да | Да | |

Табела 11. Приказ соларних добитака спољашњих елемената зграде-2

Укупни соларни добитци за грејну сезону

$Q_{sol} = 32265.7\text{kWh}$

ИНТЕРНИ ДОБИЦИ

| Назив | Вредност | Јединица |
|---|----------|-------------------------------------|
| Ti ЗИМСКИ период | 22 | CC |
| Ti ЛЕТЊИ период | 26 | CC |
| Површина по особи | 30 | m ² /per |
| Одавање топлоте по особи | 80 | W/per |
| Одавање топлоте људи по јединици површине | 2.7 | W/m ² |
| Присутност током дана (просечно месечно) | 16 | h |
| Годишња потрошња електр. енергије по јединици површине греј. простора | 30 | kWh/m ² |
| Проток свежег ваздуха по јединици површине греј. простора | 1 | m ³ /(h*m ²) |
| Проток свежег ваздуха по особи | 30 | m ³ /(h*per) |
| Топлотна потреба за припрему СТВ по јединици површине греј. простора | 30 | kWh/m ² |

Одавање топлоте људи од 2.7W/m², на површини од 1522m² уз присутност током дана од 16 сати, за број дана грејања ND = 175, резултује енергијом.....**Q_{lj} = 11506.32kWh**

Одавање топлоте од електр. уређаја од 30kWh/m², на годишњем нивоу, на површини од 1522m² за број дана грејања ND = 175, резултује енергијом.....**Q_{el} = 21891.8kWh**

БИЛАНС

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ.....**Q_t = 105397.96kWh**

ВЕНТИЛАЦИОНИ ГУБИЦИ.....**Q_v = 48048.22kWh**

СОЛАРНИ ДОБИЦИ.....**Q_{sol} = 32265.70kWh** (користи се)

ДОБИЦИ ОД ЉУДИ.....**Q_{lj} = 11506.32kWh** (користи се)

ДОБИЦИ ОД ЕЛ. УРЕЂАЈА.....**Q_{el} = 21891.8kWh** (користи се)

ЕНЕРГИЈА ПОТРЕБНА ЗА ГРЕЈАЊЕ

Разлика између губитака и добитака.....**Q_h = 87782.39kWh**

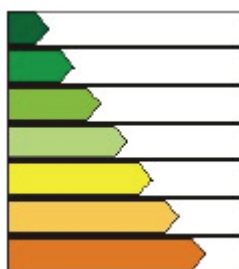
Енергија потребна за грејање по m².....**Q_h/A = 57.68kWh/m²**

На основу енергије потребне за грејање по јединици површине (m²), објекат спада у **B** енергетски разред

Енергетски разред

Q_h rel [%]

Q_h [kWh/m²]



A+

≤ 15

≤ 18

A

≤ 25

≤ 30

B

≤ 50

≤ 60

C

≤ 100

≤ 120

D

≤ 150

≤ 180

E

≤ 200

≤ 240

F

≤ 250

≤ 300

4.12. Економско-финансијски показатељи оправданости истраживања

4.12.1. Пример енергетске санације на једном објекту

На примеру дечијег вртића „Невен“ из насеља Кумодраж (општина Вождовац - град Београд), урађен је преглед, односно компарирана је постојећа потрошња енергента (лож уље) и пројектована потрошња пелета, уколико се на објекту у поступку енергетске санације изврши замена енергента на оба котла, односно радови на топлотном постројењу.

| Р.Б. | Упит о објекту | Податак |
|------|------------------|---------------------------|
| 1 | Назив објекта | Невен |
| 2 | Адреса | Мајска 9, Кумодраж |
| 3 | Површина | 1.522m² |
| 4 | Број деце | 210 |
| 5 | Старост објекта | Више од 30 год. |
| 6 | Енергент | Лож уље |
| 7 | Годишња потрошња | 19.500 литара |

Табела 12. Идентификациони подаци о објекту и потрошњи енергента



Слика 17. Фотографија објекта који је предмет истраживања

Објекат дечијег вртића „Невен“ (ПУ Вождовац) има потрошњу лож уља, у грејној сезони од око 19.500 литара. Обзиром да грејна сезона траје 6 месеци, просечна месечна потрошња овог енергента је 3.250 литара. Према добијеним подацима Секретаријата за дечју заштиту града Београда, вредност, у првој посматраној грејној сезони (2010. година), (када је и започето истраживање) за 1 литар лож уља износи 72,93 динара, месечни издаци за овај енергент за посматрани објекат износе 237.022,50 динара. Обзиром да је јединице мере лож уља, кроз калоријску вредност заменљив са 2,2kg дрвеног пелета, а да је цена 1 тоне пелета око 15.200 динара (1 кг је 15,2 динара), за грејање истог објекта, било би неопходно сса 7.150kg пелета вредности 108.680,00 динара, уколико друге мере на објекту не би биле

изведене. Паритети и вредности су узети за грејну сезону 2010-2011. када се започело са овим истраживањем.

| Р.Б. | Лож уље | 2 котла (2x350 kW) | ПЕЛЕТ, однос (1:2,2) | 2 котла (потрошња) |
|------|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | Годишња потрошња | 19.500 литара | Годишња потрошња | 42.900 kg |
| 2 | Месечна потрошња | 3.250 литара | Месечна потрошња | 7.150 kg |
| 3 | Цена/литар | 72,93 рсд | Цена/кг | 15,20 рсд |
| 4 | Месечни издаци | 237.022,50 рсд | Месечни издаци | 108.680,00 рсд |
| 5 | Годишњи издаци | 1.422.135,00 рсд | Годишњи издаци | 652.080,00 рсд |
| 6 | МЕСЕЧНА УШТЕДА | | 128.342,50 рсд | |
| 7 | ГОДИШЊА УШТЕДА (СЕЗОНСКА) | | 770.055,00 рсд | |

Табела 13. Компаративна анализа издатака за грејање на лож уље и пелет за посматрани објекат уколико се изврши само замена енергента (грејна сезона 2010-2011)

$$15.702.694,00 : (1.422.135,00 - (652.080,00 : 2)) = 14.3 \text{ год.}$$

| Р.Б. | Лож уље | 2 котла (2x350 kW) | ПЕЛЕТ, однос (1:2,2) | 2 котла (потрошња) |
|------|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | Годишња потрошња | 19.500 литара | Годишња потрошња | 42.900 kg |
| 2 | Месечна потрошња | 3.250 литара | Месечна потрошња | 7.150 kg |
| 3 | Цена/литар | 56,86 рсд | Цена/кг | 22,00 рсд |
| 4 | Месечни издаци | 184.795,00 рсд | Месечни издаци | 157.300,00 рсд |
| 5 | Годишњи издаци | 1.108.770,00 рсд | Годишњи издаци | 943.800,00 рсд |
| 6 | МЕСЕЧНА УШТЕДА | | 164.970,00 рсд | |
| 7 | ГОДИШЊА УШТЕДА (СЕЗОНСКА) | | 989.820,00 рсд | |

Табела 14. Компаративна анализа издатака за грејање на лож уље и пелет за посматрани објекат уколико се изврши само замена енергента (грејна сезона 2017)

$$15.702.694,00 : (1.108.770,00 - (943.800,00 : 2)) = 24.6 \text{ год.}$$

Међутим, у оквиру енергетске санације је предвиђена и замена свих спољашњих отвора, односно израда одговарајуће интервенције на целокупној површини фасаде. Ради се о контактної фасади са каменом вуном као изолатором, односно израда термо и хидро изолације на свим непроходним кровним равнима, што у будућем времену, обзиром на уштеде и прорачун, прецизира да потребно да објекат загрева (испоручује топлотну енергију) само један котлоа, снаге 300-350kW, па је уштеда у енергенту радом само једног санираног котла удвостручена, тј.,

$$1.108.770,00 - (943.800,00 / 2) = 636.870,00 \text{ рсд/греј. сезона (2017-2018)}$$

Трошкови замене и конверзије једног котловског постројења износе око 400.000,00 динара, што обухвата:

- водом хлађем горионик, са дозирним пужем.....300.000 рсд.
- дневни резервоар 150-500 kg.....25.000 рсд.
- додатна опрема (котловски двојни термостат,

циркулациона пумпа за хлађење горионика,
цевовод и арматура за прикључење пумпе,
главни електро прекидач са осигурачем, каблови).....50.000 рсд.
- монтажа и прерада врата котла.....25.000 рсд.

| Р.Б. | Опис радова | Количина (Ј.М.) | Цена (по Ј.М.) | Количина x Цена |
|------|--|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | Замена и конверзија котловског постројења | 1 ком | 400.000 рсд/ком. | 400.000,00 рсд |
| 2 | Израда контактне фасаде | 1.115,02m ² | 2.700 рсд/m ² | 3.010.554,00 рсд |
| 3 | Уградња прозора и спољашњих врата | 515,41m ² | 15.600 рсд/m ² | 8.040.396,00 рсд |
| 4 | Радови на равном крову | 700,10 + 131,12 | 3.400 / 4.000 | 2.380.340 + 524.480 |
| 5 | Радови изолације пода | 762,96 | 1.400 рсд/m ² | 1.068.144 рсд |
| 6 | Радови изолације зида у тлу | 128,78 | 1.000 рсд/m ² | 128.780 рсд |
| 7 | Израда пројекта енерг. санације | 1 ком | 100.000 рсд/ком. | 100.000,00 рсд |
| 8 | Снимање објекта и ИР снимање, преглед и мониторинг | 1 ком | 50.000 рсд | 50.000,00 рсд |
| Σ | Укупно | | | 15.702.694,00 рсд |

Табела 15. Предрачун трошкова грађевинских радова, замене (делова) котловског постројења са конверзијом енергента

На основу претходно наведених карактеристика истраживања извршена је прелиминарна економско-финансијска анализа.

У табели 18. приказани су улазни параметри битни за прелиминарну економско - финансијску анализу за све објекте вртића на територији града Београда, који немају могућност прикључења на даљински систем грејања, а чији енергент би заменом и енергетском санацијом објеката, могао постати предложени дрвени пелет.

Прорачуном и анализом би се могла утврдити и уштеда за објекте који као енергент користе угаљ. Дакле, само заменом енергента, без осталих интервенција енергетске санације, уштеда у набавци би износила око 39.095.100,00 дин. по грејној сезони.

| Р.В. | ЕНЕРГЕНТ | БРОЈ ОБЈЕКТА | ПОТРОШЊА У КОЛИЧИНАМА НА ГОДИШЊЕМ НИВОУ | ЦЕНА У ДИНАРИМА | ПОТРОШЊА У ДИНАРИМА |
|------|---|--------------|---|-----------------|----------------------|
| 1 | МРКИ УГАЉ | 37 | 220 t | | 1.276.680,00 |
| 2 | МАЗУТ | 1 | 7 t | | 280.000,00 |
| 3 | ЛОЖ УЉЕ | 50 | 990.000 литара | 72,93 | 72.200.700,00 |
| 4 | ПЕЛЕТ, ПРОЈЕКЦИЈА | 50 | 2.178.000 kg | 15,2 | 33.105.600,00 |
| 3-4 | УШТЕДА (у РСД) ПО ОСНОВУ ЕНЕРГЕНАТА НА ГОДИШЊЕМ НИВОУ | | | | 39.095.100,00 |

Табела 16. Улазни параметри економско-финансијске анализе (за лож уље)

V СМЕРНИЦЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТОМ „А ШТА МОЖЕ ЗИМА МЕНИ...?“

5.1. Реализација истраживања

Пројекат се обично дефинише као модел ангажовања ресурса који се конструише и имплементира као независна целина. Особина модуларности пројекта у односу на регуларне активности битно утиче и на модел финансирања. У операционим истраживањима, пројекат се третира као оптимизациони модел. Последично пројекат се дефинише као оријентисана мрежа активности са реалацијом првенства и параметрима (време, трошкови, ефекти) које формирају путеве између почетног и крајњег догађаја или циља пројекта. Суштина оптимизације је скраћење најдужег пута између почетног и крајњег догађаја познатог као „критични пут”.⁵³

*Projekt management Institute (PMI)*⁵⁴ са седиштем у САД дефинисао је *PMBOK (Projekt Management Body of Knowledge)* који означава суму знања у оквиру професије Пројект менаџмент. Целокупни *PMBOK*⁵⁵ укључује генерално прихваћена знања, како она која су проверена и потврђена у пракси, тако и иновирана и унапређена.

Руководилац пројекта већ при изради техничке документације има неспорно веома важну улогу са аспекта организације, мотивације и координације већег броја учесника у пројекту и контроле буџета пројекта а све у циљу да се пројектна документација заврши у уговореном року и да задовољи техничке стандарде и потребан квалитет.

Шире посматрање феномена процеса планирања доводи до закључка да постоје три међусобно повезана плана: стратегијски план, функционални планови и пројектни планови. Пројектни планови, рефлексивна су стратешког плана предузећа. Планови омогућавају детаљан водич како треба користити ресурсе за остварење сврхе. Пројектно планирање је рационално одређивање како иницирати, одржати и завршити пројекат. Како наводи Мајлор: Уколико не успевате да планирате, Ваш пројекат ће пропасти.⁵⁶

Сагласно већем броју аутора пословна стратегија постаје најважније питање менаџмента и тај ће значај задржати и наредних година. Уверење да су пројекти зграде од блокова, у обликовању и извршењу будуће стратегије предузећа односно организације, значи да организациони планери прихватају, по нама исправан став да будућност базирана на екстраполацији резултата из прошлости, као и добро разумљивој и предвидивој платформи која се темељи на прошлом искуству, може бити опасна за предузеће. Пројекти су есенцијални за опстанак и раст организација.⁵⁷

Вредновање пројекта мора бити тако урађено да има кредибилитет и за оне особе због којих се проводи, али и за оне особе на које се односи, тј. пројектни тим. Сигурно је да је

⁵³Ђуричин, Д. Јаношевић, С. Каличанин, Ђ. Менаџмент и стратегија, четврто, прерађено и допуњено издање, Економски факултет Београд, Београд, стр. 94, 2009.

⁵⁴Burke, R. *Projekt Management Planing and Control Techniques*, Wiley, стр. 2, 2000.

⁵⁵Controlling, John Wiley & Sons, New York, 2003.

⁵⁶Knowledge. Upper Darby, PA: *Projekt Management Institute*, 1996.

⁵⁷Бобера, Д. Стратегијски менаџмент, вол. 11, бр. 1-2, стр. 84-89, 2006.

главни елемент вредновања пројекта, и то је прва сврха овог процеса, његов успех. У студији о вредновању широког варијетета врста и величина пројеката 127 менаџера је идентификовало 13 фактора који конституишу четири независне димензије успеха пројекта, посматрано из перспективе пројекта менаџера.⁵⁸ Прва димензија је најотворенија и односи се на ефикасност пројекта у остваривању буџета и терминског плана (оба захтева). Друга димензија, и можда најкомплекснија, односи се на ниво задовољења корисникових очекивања и потреба. Овде су укључени технички аспекти који се односе на остварење дефинисаних спецификација, квалитет функционисања решавање најважнијих техничких проблема при коришћењу и сл. Трећа, исто тако директна као и прва, димензија односи се на пословни успех који се примарно мери нивоом комерцијалног успеха. Ову димензију је теже одредити код интерних пројеката и то је неопходно урадити посредним путем. Четврту димензију је најтеже одредити и она се односи на будући потенцијал. У том контексту је неопходно идентификовати сет директних и индиректних циљева и пројекта менаџери морају показати оштар интерес у овој области и захтевати вредновање истих.⁵⁹

У пракси се појављује и свим организацијама потреба да се део активности проводи кроз пројектни приступ, а неке организације по својој делатности којом се баве све послове на тржишту обављају кроз пројекте. Успешност реализације пројекта је и сваком случају везана за задовољавање параметара време, буџет и квалитет реализације. Незадовољавање и потпуности планираних оквира било којег од ова три аспекта доводи до чињенице да се закључује како пројект није успешно реализован. То само по себи може изазвати значајне последице за организацију, као што су нпр. губитак новца, условно прихватање незавршеног пројекта, губитак имиџа на тржишту итд. Одговор на питање колика је вероватноћа да ће се неки пројект завршити у оквирима планираних ресурса даје процена ризика и анализа последица и припремној фази, а и фази реализације пројекта процес управљања ризицима.⁶⁰

Пројект менаџер: *он је неко ко мора донети критичну одлуку, повући одговоран потез, успоставити правила.*⁶¹

Поред ових основних карактеристика концепта управљања пројектима, треба споменути и кључне проблеме управљања пројектима:

1. *Процене* (вредност извођења радова и пројектовања са осталим трошковима, као и време извршења)
2. *Буџет*
3. *Ауторитет*
4. *Контрола* - финансијска контрола
5. *Комуникација*
6. *Људи* - као незаобилазни ресурс.

⁵⁸Бобера, Д. Стратегијски менаџмент, вол. 11, бр. 1-2, стр. 84-89, 2006.

⁵⁹Бобера, Д. Стратегијски менаџмент, вол. 11, бр. 1-2, стр. 84-89, 2006.

⁶⁰Adelsberger, D. Adelsberger, Z. и Ињац, Н. Управљање ризицима на пројекту, Квалитет 17.1-2, стр. 85-89, 2007.

⁶¹Морача, С. Радаковић, Н. и Тешић, З. Управљање сложеним пројектима на примеру примене стандарда у организацији Менаџмент тоталним квалитетом & извршност 35.4, стр. 107-111., 2007.

Разликујемо осам области управљања пројектом:

1. *Управљање обимом пројекта* - подразумевају се активности на пројекту и усмереност према циљевима, од почетка до завршне фазе реализације.

2. *Управљање временом пројекта* - функција са основном наменом да пројекат нема битнијих одступања од планираног времена, односно да све фазе животног циклуса буду реализоване у предвиђеним роковима.

3. *Управљање трошковима пројекта* - ова функција је усмерена на трошковне факторе пројекта и то у делу анализе, процене, буџетирања, праћења и давања извештаја о токовима трошкова током реализације пројекта.

4. *Управљање квалитетом пројекта* - састоји се од две компоненте, управљачке и техничке. Првом се дефинише квалитет и његово осигурање у делу управног поступка, док друга техничка компонента обезбеђује реализацију пројекта у складу са постојећим стандардима, односно захтевима.

5. *Управљање људским ресурсима на пројекту* - функција управљања људским ресурсима се манифестује у координацији људских ресурса током спровођења пројекта, са коначним циљем да пројекат буде квалитетно и у предвиђеном времену реализован.

6. *Управљање комуникацијама на пројекту* - функција којом се обезбеђује потребан број адекватних информација од значаја за имплементацију пројекта.

7. *Управљање ризиком пројекта* - управљање ризиком се идентификују сви постојећи ризици и предузимају потребне мере у циљу отклањања истих, ради спречавања опструкције у току реализације пројекта.

8. *Управљање логистиком пројекта.*

5.2. Грађевински пројекти

Основна карактеристика било које организације (предузећа, фирме...) је обављање одређених послова који се планирају, реализују уз употребу ограничених ресурса и контролишу. Постоје два типа послова: операције и пројекти. Послови трајне природе који се понављају називају се операцијама. Уникатни послови привременог карактера, са одређеним почетком и крајем, називају се пројектима. За грађевинарство је карактеристично да се реализује кроз пројекте.

За грађевински пројекат се може рећи да представља:

„Комплексан техничко-технолошки, организациони, финансијски и правни подухват чији је циљ изградња и опремање објекта или објеката, за које је у претходним инвестиционим студијама показано и доказано да су својом функцијом неопходни инвеститору или да му, као такви, доносе профит.“⁶²

Због комплексности и разнородности послова на грађевинским пројектима су ангажовани многобројни учесници који су међусобно повезани уговорним односима.

⁶²Ивковић, Б. Поповић, Ж. Управљање пројектима у грађевинарству, Југоимпорт - СДПР, ИП Наука, стр. 92, 1994.

Најважнији учесници пројекта су:

1. Инвеститор;
2. Пројектант;
3. Извођач радова;
4. Ревидент;
5. Стручни надзор обавља лице које је наручилац одредио да изврши низ послова везаних за проверу и обезбеђење радова;
6. Инспекцијски надзор обавља државни орган управе који врши инспекцијске послове и проверава, у име државе, примену прописаних услова за пројектовање и грађење објеката.

Посебно су детаљно објашњене фазе у реализацији пројекта са становишта извођача радова⁶³:

1. Фазу „пре пројекта“ која обухвата све активности које се обављају пре доношења одлуке да се крене у реализацију пројекта, као што су: дефиниција пројекта и израда прединвестиционих студија;
2. Фазу „пре изградње“ која обухвата све активности које се обављају пре почетка извођења радова, као што су: уговарање, израда пројектне документације и планирање изградње;
3. Фазу „изградње“ обухвата производњу и набавку материјала и опреме, извођење радова, монтажу опреме и тестирање. На крају ове фазе завршени су сви радови на објекту;
4. Фазу „после изградње“ која обухвата примопредају објеката инвеститору, експлоатацију објекта и друге активности у трајању гарантног рока.

5.3. Управљање ризицима у грађевинским пројектима

Процеси у систему пројект менаџмента када су у питању грађевински пројекти су:

ИНИЦИРАЊЕ - доношење одлуке да се приступи неком послу; израда студије исплативости (feasibility study); утврђивање концепта пројекта и нацрта уговора са партнером/наручитељем.

ПЛАНИРАЊЕ - кључна улога од које зависи реализација пројекта и постизање циљева; подразумева сlijедеће активности: израда пројектног задатка, дефинисање обима (сCOPE) кроз разраду етапа/фаза, дефинисање активности, редослед активности, процена трајања активности, динамика реализације, планирање средстава, процена трошкова, буџетирање (конструкција финансирања), разрада пројектног плана на оперативни ниво.

ИЗВОЂЕЊЕ - почиње са имплементацијом планираних активности (књига пројекта служи за документовање свих активности, с циљем праћења и контроле).

КОНТРОЛИСАЊЕ - редовно „мерење“ извршења пројекта према параметрима циљева: обим, квалитет, рок, трошкови и подузимање корективних акција (ре-планирања).

⁶³Ивковић, Б. Поповић, Ж. Управљање пројектима у грађевинарству, Југоимпорт - СДПР, ИП Наука, стр. 34, 1994.

ЗАТВАРАЊЕ - укључује административне активности по уговору (обрачунае, плаћања и сл.), те „*lesson learned*“ и стварање базе података о различитим пројектима.

Специфични захтеви према пројект-менаџеру у области грађевинарства су:

- техничко-стручна знања о грађењу,
- специјалистичка знања из теорије пројект-менаџмента,
- интердисциплинарна знања из организације, права и економије,
- општа знања о људском понашању (психологија, социологија).

Савремени (пројектни) приступ подразумева да се комплетан пројекат прати помоћу рачунара, нарочито његова реализација (софтвери *MS Project*, *Primavera* и сл. омогућују ефикасно планирање и праћење параметара: обим, време, ресурси, трошкови). Софтвер је незамјењив алат пројект-менаџеру јер му омогућује брз приступ различитим информацијама, а брзе и квалитетне информације су темељ успешног руковођења.

Многобројни су разлози због којих реализација пројектата није на потребном нивоу. Разлози се могу посматрати на плану производа пројектата и на плану управљања пројектотом⁶⁴:

На плану производа пројектата успешну реализацију пројектата отежавају:

- велики број учесника,
- уникатност објектата,
- планирање и реализација у условима неизвесности,
- дуготрајност пројектата,
- локални климатски, социјални, политички и економски утицаји.

На плану управљања пројектотом успешну реализацију пројектата отежавају:

- конфликти између циљева пројектата у погледу рокова, трошкова и квалитета,
- изведених радова,
- конфликти између циљева пројектата и појединачних циљева учесника пројектата,
- конфликти између идентификованих захтева (потреба) и неидентификованих захтева (очекивања).

Ризик се дефинисе као било који фактор, догађај или утицај који прети да угрози успешан завршетак неког пројектата у смислу времена, трошкова и квалитета.

У овом случају кључно је пренети ризик на онога ко може њиме да успешно руководи и управља. Ефикасно преношење ризика има директан финансијски утицај на пројекат, јер ће за резултат имати ниже опште трошкове пројектата, и сходно томе обезбедити већу вредност у поређењу са традиционалним методама набавне, које у овом случају одударују од Закона о јавним набавкама, према регулативи која је усвојена и која је у примени.

⁶⁴Ивковић, Б. Поповић, Ж. Управљање пројектима у грађевинарству, Југоимпорт - СДПР, ИП Наука, стр. 87, 1994.

Директна веза између ризика и финансијског утицаја такође постоји у чињеници да ће степен преношења ризика на извођеча из приватног сектора утицати на опште трошкове пројекта у погледу јавног сектора.

Циљеви преноса ризика укључују:

1. смањење дугорочног трошка пројекта преношењем ризика на страну која може њим на најбољи и најисплативији начин да управља;
2. обезбеђење олакшица извођачима радова да реализују пројекте на време, у складу са траженим стандардом и у оквиру буџета;
3. повећање квалитета услуге и ефикасније коришћење смештајних капацитета;
4. обезбеђење доследног и предвидљивијег профила трошкова.

У овом случају брижљиво одабрани испоручиоци опреме и материјала који се уграђује, као и лиценцирани и проверени извођачи са њихових листа, обезбеђују квалитетан завршетак радова, праћење гарантног рока и експлоатације, као и ваљано пуштање у рад и будући превентивни мониторинг система.

Када се говори о самом пројекту „*А шта може зима мени...?*“ треба истаћи да је за предложено пројектно решење као и понуђени концепт енергетске санације објекта социјалне намене - предшколских установа у граду Београду, аутор овог рада добио подршку реномираних компанија, чија се седишта налазе у земљама ЕУ, и то:

1. SIEMENS,
2. HENKEL,
3. KNAUF INSULATION,
4. ERAGON.

Обавезе и могућности компанија, као и спремност и жеља за учешћем су у Прилогу 2 овог рада потврђена, писмом о намерама сваке од поменутих компанија.

5.4 Предлог измена националне регулативе у области енергетске ефикасности у зградарству

Уколико се посматра важећа регулатива односно Правилник о начину и роковима достављања података неопходних за праћење спровођења акционог плана за енергетску ефикасност у Републици Србији (З.АПЕЕ) и методологији за праћење, проверу и оцену ефеката његовог спровођења⁶⁵, односно унутар поменутог подзаконског акта, и:

- чл. 2, ст. 1, тч. 4 „Метода *одоздо-према-горе* (метода ОПГ) је поступак израчунавања уштеде енергије настале реализацијом мере ЕЕ, на основу математичких формула и референтних вредности које се дефинишу појединачно за сваку меру“, као и

- чл. 2, ст. 1, тч. 5 „Методологија *одоздо-према-горе* (методологија ОПГ) је скуп овим правилником прописаних метода ОПГ код којих се за израчунавање уштеда енергије користе исти базични принципи“;

⁶⁵ „Службени гласник РС“ бр. 37/2015

а затим и према приложеној:

- Методологији ОПГ⁶⁶ - Реконструкција топлотне изолације одређених делова грађевинског омотача (нпр.: зидови, кровови, таванице, темељи) и/или замена прозора у постојећим стамбеним, комерцијалним и зградама јавно-услужног сектора (без система за грејање)

и

- Методологији ОПГ⁶⁷ - Реконструкција грађевинског омотача и система грејања у постојећим стамбеним, комерцијалним и зградама јавно-услужног сектора (са системом за грејање),

у поменутој документацији, које је законодавац и усвојио, не примећујемо евентуални обавезан поступак у поступку енергетског прегледа⁶⁸ и процес термовизијског снимања објеката, а пре свих јавних објеката.

Познајући процену Светске банке из 2012. год. о потребним улагањима за енергетску ефикасност у зградама јавног сектора, од скоро 2,5млрд.€, у распону од 38,3-70,9€/m² потребно је да најпре сагледамо разлоге због којих би држава, као добар домаћин, морала да се одговорно односи према енергетској санацији зграда којима газдује:

1. питање прекомерне потрошње издвојених јавних објеката, а углавном се ради, о набавци фосилних и чврстих горива, је императивно питање, обзиром да се ради о високом уделу у средствима буџета РС или локалних самоуправа,

2. површина више од 16.000 јавних зграда у 169 локалних самоуправа износи око 27,25млн.м² са процењеном годишњом потрошњом око 270млн.€, од којих се за школе издваја око 90млн.€,

3. усвојени буџет РС за 2019. год. је прецизирао потрошњу од 4млн.€ у енергетску санацију јавних зграда (што је четири пута више у односу на претходне године),

4. ради се о дугорочном и планираном послу (процена аутора: више од 15 година).

У досадашњем раду, приликом израде енергетских елабората дефинисао сам најчешће проблеме са којима се сусрећу локални енергетски менаџери, односно стручна лица која израђују енергетске елаборате:

1. обзиром да се најчешће ради о јавним зградама које су старије од 25 година (а много чешће 30-35 година) инжењери се суочавају са недостајућом пројектном документацијом, или је она некомплетна,

2. потребно је затим снимање и премеравање, затим и обавезна израда дела пројектне документације (основе свих етажа у погодној размери), што покупује и успорава поступак израде елабората енергетске ефикасности,

⁶⁶Правилник о начину и роковима достављања података неопходних за спровођење акционог плана за енергетску ефикасност у Републици Србији и методологији за праћење, проверу и оцену ефеката његовог спровођења („Службени гласник РС“ бр. 37/2015)

⁶⁷Правилник о начину и роковима достављања података неопходних за спровођење акционог плана за енергетску ефикасност у Републици Србији и методологији за праћење, проверу и оцену ефеката његовог спровођења („Службени гласник РС“ бр. 37/2015)

⁶⁸Чл. 5, ст. 1, тч. 10, Закон о ефикасном коришћењу енергије, „Сл. гласник РС“ бр. 25/2013

3. недостатак одговарајућих података о потрошњи и залихама енергента (важи за независна котловска постројења), обзиром да руководиоци јавних зграда поручују само потребне и недостајуће количине енергента (енергент пристиже по захтеву руководиоца објекта као последица централизованих јавних набавки за локалну заједницу) без обавезе и потребе да је наручиоцу енергента битна потрошња и квалитет сагоревања, односно утрошка.

Са друге стране посматрајући понуђену и усвојену (формуларску) документацију која је приложена у Методологији ОПГ4 и ОПГ5, примећујемо да понуђени обрасци дају опште информације које се односе на јавни објекат (адреса, површина, спратност, власник...), док се предложене мере енергетске ефикасности базирају на визуелном прегледу објекта од стране стручног лица, прегледу пројектно-техничке документације, уколико је доступна, и урађеном елаборату енергетске ефикасности, и финално од тражених података законодавац очекује „процене уштеда...“ за одговарајуће конструктивне елементе (кров, зидови, таванице, подови, прозори и врата...).

Поставља се питање како унапредити начин рада и унифицирати приступ стручних лица у одлучивању и доношењу закључака о предложеним енергетским мерама?

Увођењем, у будућем времену, обавезног термовизијског снимања за јавне објекте, као обавезни део поменутог Правилника, односно кроз Методологије ОПГ4 и ОПГ5, па тим и кроз енергетски елаборат, као прилог.

До сада законодавац није сматрао да, у поступку израде документације за енергетску санацију, термовизија мора бити и - обавеза. Да ли за то постоје и реални предуслови, односно да ли постоји и реална потреба за увођењем термовизијског снимања зграда?

1. У Србији је (према подацима Инжењерске коморе Србије) лиценцирано више од 1.700 инжењера са Лиценцом бр. 381 - одговорни инжењер за енергетску ефикасност зграда који (уз услов да су завршили машински, електротехнички, грађевински или архитектонски факултет) морају имати положен и стручни испит из области енергетске ефикасности зграда, пред одговарајућом комисијом испитивача;

Посао и делатност поменутих инжењера је:

- вршење енергетских прегледа,
- израда елабората,
- учествовање у енергетској сертификацији зграда.

2. У оквиру вишемесечне теоријске и практичне обуке која се спроводи за овај вид лиценцирања могуће је део програмског времена посветити и изучавању термовизијског снимања и правилног дијагностиковања на бази читавања са термограма, а у овом тренутку домаћа академска заједница и институције имају поуздане кадрове (међународно едуковане) који се више деценија баве енергетском ефикасношћу и изучавањем термовизије као практичног поступка;

3. Вредност професионалних термовизијских камера које се налазе на тржишту (нпр. *Flir* модела) износи 6.000-10.000€/ком., што представља приступачну цену за једну локалну

заједницу, а њена исплативост је практично већ остварена кроз уштеду једногодишње потрошње енергента за један мањи јавни објекат.

У практичном смислу увођење обавезног термовизијског снимања, као једног од корака, у поступку израде енергетског елабората, а тиме и предлога мера енергетске ефикасности, значи:

1. Додатну и неопходну поузданост, јер визуелни преглед не може увек да пружи праву слику о оштећеним или лошим деловима унутар вишеслојног склопа (омотача) зграде;
2. Мали додатни трошак за финансијера који је једнократан (приликом набавке), а потребан је за више десетина зграда у једном региону;
3. Додатна знања домаћем инжењерском кадру која се приближавају високим стандардима;
4. Тачнију информацију о склопу (делу омотача), без евентуалног инванзивног испитивања (бушења, рушења или уклањања дела елемента и сл.)

Кроз десетогодишње бављење аутора овом проблематиком, потуно је јасно да је у регулаторном смислу потребно унапредити одређена законска, односно поменута подзаконска акта, која допуном уводе - *Упутство о процедури термовизијског снимања јавних зграда у поступку енергетског прегледа*, које мора бити урађено као одговарајући процедурални Приручник који би практично морао има свој - алгоритам, који нам даје унифицирани приступ за сваког испитивача и сваки јавни објекат.

Научни допринос представља допуну постојеће методологије савременим системом дијагностиковања, увођењем новог обавезног међукорака, који недвосмислено даје јасније могућности за новопредложено решење, рекао бих продужења животног века објекта, рационалним инвестиционим финансирањем. У том случају можемо рећи да каснија уградња материјала представља и највиши ниво инвестиционог одржавања јавне зграде.

У овом тренутку више државних и локалних институција финансира пројекте енергетске ефикасности јавних зграда: Канцеларија за јавна улагања РС, Министарство за рударство и енергетику преко наменског Фонда, град Београд и поједине локалне самоуправе, али не постоји јасно дефинисана и утемељена процедура која је потребна најпре техничким лицима, а затим и финансијеру пројеката. Такође, у смислу завршних извештаја, по обављеној санацији зграде, постоји разлика у траженом.

Када се помиње термин - „јавних зграда...“ мисли се пре свега на предложени поступак који додатно условљава одговорно понашање власника зграда - државу или локалну заједницу, које на овај начин правдавају вишегодишњу потрошњу буџетског новца, како код набавке енергената, тако и у непосредном извођењу приликом енергетске санације.

ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

Примењени метод оцене стања и саме енергетске ефикасности фасадног омотача јавне зграде је тестиран на једном објекту на узорку од шест карактеристичних фасадних склопова који су одабрани према критеријуму термичког квалитета, комплексности склопа и начину решавања топлотних мостова. Испитивање је обављено на више сегмената фасадног омотача (зидови, раван кров, терасе, прозори...) који су представљени кроз карактеристичне детаље за сваки од одабраних склопова.

Оцена перформанси на бази добијених резултата је базирана на приступу који узима у обзир специфичности анализираних склопова у реалним условима на терену у смислу режима коришћења објекта и климатских параметара који важе за микро локацију, односно регулаторно зонирање. Развијени метод, који би могао и постати и својеврсна процедура код енергетске санације јавних објеката, базиран је на комбинацији два доступна аналитичка алата:

- термовизијског снимања,
- нумеричке симулације.

Примењени алати могу послужити у поступку вршења поређења између, у тренутку снимања, стварних карактеристика склопова са претходно пројектованим. На бази поређења аналитичких поступака је могуће давати одговарајуће квантитативне оцене квалитета, а које се односе на уграђену опрему и материјале, после вишедеценијске експлоатације, односно технологије уградње на одређеним деловима зграда. Такође, ове оцене постају корисне информације и развојним центрима који се баве испитивањем и развојем нових материјала и термичких система, па је спрега „теренско знање и научно-истраживачки и развојни приступ“ у будућем времену и својеврсна обавеза.

На основу спроведеног истраживања, закључак је да принцип комбиновања два дијагностичка поступка: најпре, термовизијског и конвенционалног снимања, а затим и нумеричке симулације пружају адекватну подлогу за формирање валидне методологије која се може примењивати у пракси код јавних зграда, те свакако може представљати основ за предложено интегрисано пројектовање, а затим и исти извођачки приступ у поступку свеобухватне енергетске санације зграде.

Сам метод је представљен у виду смернице или процедуре која обухвата неколико јасно дефинисаних незаобилазних корака:

1. Избор карактеристичних склопова фасадног омотача за анализу, на основу сагледавања стања објекта и постојања пројектне документације;
2. Мерење температурних вредности фасадног омотача на лицу места применом термовизијског снимања;
3. Одређивање температурних профила методом нумеричке симулације према микроклиматским условима у моменту снимања;
4. Поређење утврђених карактеристика симулираних и измерених вредности;
5. Квантификација и оцена добијених резултата;
6. Класификација анализираних склопова према добијеним резултатима;

7. Интегрисано пројектовање, које се ради на бази обједињене слике добијених резултата и симулираних понуђених решења и финално обухвата и предлог енергетских мера које је потребно применити на јавном објекту.

У поступку квантификације термичког омотача зграде неопходно истражити и правилно сагледати све и остале карактеристичне сегменте на које је могуће применити развијени метод. У циљу тог истраживања потребна је пројектна документација, уколико је доступна.

Опис термичког омотача објекта

Обзиром да оригинални пројекат није био доступан у тренутку израде овог елабората, извршена је претпоставка о структури слојева које формирају термички омотач, а која је базирана на основу пројектантске и градитељске праксе из периода пројектовања, односно извођења, увидом у доступно стање на лицу места, као и на основу напред извршеног термовизијског снимања. Оваква методологија није сасвим прецизна, али је била изнуђена, и као таква је усвојена и спроведена кроз елаборат грађевинске физике.

Основне карактеристике склопова које су резултат описане процедуре су дате као:

Постојеће стање

1. Фасадни зидови се јављају у две основне верзије у смислу спољашње облоге: са фасадном опеком и са натур бетоном. Анализом конструктивног система, као и увидом у термовизијске снимке, евидентно је присуство термоизолационог слоја, као средишног слоја, између фасадне облоге и ентеријерског слоја (доминантно је у питању конструктивни, армирано бетонски слој). У односу на период градње, претпоставка је да је изолациони слој скромне дебљине, те је за потребе прорачуна овде усвојен са дебљином од 3cm;

2. Уочљиво је локално присуство неизолованих позиција од армираног бетона, нарочито у деловима примарних конструктивних елемената (стубови, греде, ригле рамови), као и у појединим зонама око прозорских отвора (прозорски солбанк);

3. Позиције равних кровова (тераса) су масивне конструкције, највероватније пуне армирано-бетонске плоче, које су несумњиво термички изоловане, судећи према термовизијским снимцима, и у највећем делу квалитено хидроизоловане, обзиром да се не уочавају процуривања и грађевинске штете које су последица неисправног функционисања крова. Претпоставка је да је дебљина уграђене термоизолације сведених мера, те је овде усвојена дебљина од 5cm;

4. Фискултурна сала је премошћена масивним армирано бетонским рамовима, те је претпоставка да је изведена и масивна армирано-бетонска коса плоча. Кос кров је са унутрашње стране опшивен ламперијом на подконструкцији, а обзиром да се у термовизијским снимцима региструју термички мостови од подконструкције, претпоставка је да је присутан слој термоизолације између те подконструкције и конструктивне кровне плоче. Претпостављена дебљина кровне термоизолације је 5cm;

5. За подне конструкције на тлу се претпоставља да су масивне армирано-бетонске плоче, у насипу, које су хидроизоловане, и у зонама где су присутна деца минимално термички изоловане (претпоставља се да је у питању дебљина 3cm). У зависности од намене, подне превлаке су дрвене (фискултурна сала) или ПВЦ (смештајне јединице). Претпоставља се да подови у техничком делу вртића нису термички изоловани;

6. Прозори представљају свакако најслабију карику у термичком омотачу вртића, што је документовано термовизијским снимцима. Прозори су алуминијумске конструкције, без термопрекида, застакљени стандардним термопан стакло пакетом. Нису опремљени спољним засторима, као ни одговарајућим заптивним системима. Усвојен ниво заптивања је у категорији - „лоше“.

У односу на овај начин дефинисано постојеће стање, извршен је прорачун, чији су резултати релевантни за декларисање енергетског разреда којој припада вртић, као и дефинисање интервенција које је реално предузети у циљу побољшања термичких перформанси објекта.

У том смислу, у оквиру овог истраживања, као могућа решења су предложене две интервенције које могу бити прихватљиве у поступке енергетске санације:

Интервенција 1:

1. Фасадни зидови су допунски термоизоловани са спољашње стране изолацијом дебљине 10cm, обрађени танкослојним фасадним малтером;
2. Равни кровови су допунски термоизоловани са 15cm изолације, са спољашње стране;
3. Кос кров је допунски изолован са 20cm термоизолације између дрвене подконструкције;
4. Подови на тлу нису били предмет интервенције;

За добијање поузданих улазних података је неопходно извршити сондирање (бушење) релевантних позиција.

5. Зид у тлу је допунски изолован са унутрашње стране са 6cm дебелом термоизолацијом;

6. Прозори су промењени у алуминијумске са термопрекидом, са двоструким нискоемисионим застакљењем, са коеф. пролаза топлоте $U=1.4W/m^2K$. Усвојен ниво заптивања је у категорији - „добро“.

Интервенција 2:

1. Фасадни зидови су допунски термоизоловани са спољашње стране изолацијом дебљине 15cm, обрађени танкослојним фасадним малтером;
2. Равни кровови су допунски термоизоловани са 20cm изолације, са спољашње стране;
3. Кос кров је допунски изолован са 20cm термоизолације између дрвене подконструкције;
4. Подови на тлу нису били предмет интервенције;
5. Зид у тлу је допунски изолован са унутрашње стране са 6cm дебелом термоизолацијом;

6. Прозори су промењени у алуминијумске са термопрекидом, са троструким нискоемисионим застакљењем, са коеф. пролаза топлоте $U=1.1\text{W/m}^2\text{K}$. Усвојен ниво заптивања је у категорији - „добро“.

Поређење резултата

Поређење је вршено у односу на енергију потребну за грејање јединичне површине пода, као и у односу на остварени енергетски разред, што је приказано у табели која следи.

| Опис стања | Енергија потребна за грејање по јединици површине (пода) Q_h/A [kWh/m ²] | Енергетски разред | % |
|-----------------|--|-------------------|-------|
| Постојеће стање | 208,13 | Е | 100 |
| Интервенција 1 | 67,04 | С | 32,22 |
| Интервенција 2 | 57,68 | В | 26,75 |

Табела 17. Енергија потребна за грејање по јединици површине (пода) (пре и после интервенција) Q_h/A [kWh/m²]

Постојеће стање има изразито лоше термичке карактеристике и неприхватљиво високе топлотне губитке, односно изузетну потребу за енергијом за грејање.

Интервенција 1 даје сасвим задовољавајуће резултате. Највећи допринос побољшању даје измена прозора, нарочито у односу на инфилтрацију, односно смањење вентилационих губитака. Додатна термоизолација у дебљинама од 10cm на зидовима, 15cm на равним крововима и 20cm на косом крову физкултурне сале, значајно редукују потребну енергију за грејање, на приближно 1/3 нивоа из постојећег стања, и уведе зграду вртића у енергетски разред - „**С**“.

Интервенција 2 даје још боље резултате, уводећи објекат у енергетски разред - „**В**“, као последицу измене прозора и примену практично најквалитетнијих производа на тржишту, као и апликацију додатне термоизолације у дебљинама од 15cm на зидовима и 20cm на свим крововима.

Апсолутна разлика између резултата Интервенције 1 и Интервенције 2 није у значајној мери изражена, као између Интервенције 1 и постојећег стања, па се може закључити да је примена Интервенције 1 потпуно довољна да нас извођењем, уз примену савремених технологија и процедуралног приступа, „доведе“ до практично новоизграђеног објекта енергетског разреда - „**С**“, за кога ће бити довољан један котло, односно један енергетски извор, док би један од два постојећа котла на лож уље могао да постане опција резервног снабдевања, а чији животни век може бити продужен у наредних 50 година.

ЗАКЉУЧАК

Један од разлога да се домаћа регулатива хармонизује са постојећим законодавством у Европској унији, представља чињеница да је међународна регулатива у много чему савременија и развијенија.

ЕУ системским мерама упућује чланице на стално повећање уштеда енергије и њеног рационалног коришћења. У том смислу донесене су бројне директиве и постављени конкретни циљеви остварења веће енергетске ефикасности и смањења нарушавања постојеће еколошке равнотеже.

У дисертацији је представљено истраживање, симболичног назива, „*А шта може зима мени...?*”, које би за заједницу која брине о социјалним објектима и објектима дечије заштите могла да постане и принцип, уколико је тежња да се и локална заједница ослони на принципе и зацртане циљеве ЕУ, а они су:

- уштеда и рационално коришћење енергије,
- коришћење, где и када је то могуће и оправдано, тзв. „зелене“ енергије.

Ово истраживање, преглед и обилазак више од 50 јавних зграда социјалне намене у Нишу и Београду, од стране аутора, даје прелиминарне препоруке у вези смањења потрошње енергије за 50 београдских вртића који нису прикључени на систем даљинског грејања, уз коришћење пелета као новог енергента, уместо постојећег енергента - лож уља.

Предложене су, кроз две интервенције, и енергетски ефикасне мере у интегрисаној примени, односно промене на објекту које су везане за израду енергетски квалитетних контактних фасада и постављање одговарајуће спољашње столарије са заменом енергента, из лож уља у дрвени пелет.

На сваком појединачном објекту, предвиђене су три интервенције замене или уградње опреме, материјала или примене нове технологије (мере уштеде и енергетске ефикасности):

- Замена котлова или делова (тамо где је то технички изводљиво), који као енергент користе лож уље, одговарајућим котловима, који као енергент користе дрвени пелет;
- Израда одговарајуће контактне фасаде (изолатор - камена вуна);
- На фасади се мења комплетна спољашња столарија.

Фасадни термоизолациони систем - систем контактне фасаде са каменом вуном (познат као потпуна термичка заштита), одговара како за нове, тако и за старе, постојеће грађевине и трајно побољшава њихов енергетски учинак, што је прорачуном у овом раду и представљено. Ипак, само правилна уградња гарантује оптималне резултате. Већ при планирању је потребно укључити основне препоруке и смернице (актуелне регулативе) повезане са фасадно-термоизолационим системом. То су важне полазне претпоставке које омогућују беспрекорну изградњу зграде са аспекта термичке заштите објеката.

Када се говори о фасадном изолационом систему, треба истаћи да је истраживање оцене перформанси омотача базирано је на анализи односа елемената материјализације

фасадног склопа, њихових енергетских карактеристика и решавања детаља (наменских тачака) везаних за линијске топлотне мостове.

У циљу утврђивања и квантификације енергетских перформанси одабраних склопова у реалним условима експлоатације јавних објеката, постављен је метод оцене, који се базира на употреби (неопходног) термовизијског снимања и нумеричке симулације карактеристичних (одабраних) сегмената омотача и који представља основ за интегрисани приступ на једном објекту.

У циљу дефинисања метода који је релативно једноставан за примену у свакодневной пракси и, истовремено, независан од индивидуалних тумачења, истражене су теоретске основе, ограничења примене термовизијског снимања омотача зграда, начина каснијег прорачуна као и нумеричке симулације енергетских перформанси.

Након окончаног истраживања, основни закључци се могу исказати у неколико тачака:

1. Принцип испитивања енергетских карактеристика типова фасадних омотача преко анализе репрезентативних склопова, уз помоћ термовизије, се може адекватно применити у пракси;

2. Примена термовизијског снимања у процени стања енергетске ефикасности омотача представља једну од најдиректнијих и најприменљивијих метода за ниво квалитативног испитивања где, уз основно познавање материјално конструктивних карактеристика фасадних омотача и принципа снимања, можемо доћи до прелиминарних закључака о квалитету омотача, односно дијагностиковати зоне које се карактеришу неодогавајућим перформансама и касније их испитивати другим могућим методама;

3. Примена термовизијског снимања у домену квантитативних резултата није директна и захтева детаљно познавање више стручних области, а пре свега:

- архитектонских конструкција и одговарајућих извођачких и радионичких детаља,
- основних принципа науке о преносу топлоте и грађевинске физике,
- принципа и метода термовизијског снимања (руковање уређајем),
- одговарајуће процене и нумеричке анализе утицаја климатских параметара,
- процене и нумеричке анализе утицаја окружења и микро окружења,
- статистичке процене степена (могуће и остварене) грешке, коју која је присутна код сваке методе за коју се користи неки уређај.

Само применом свих ових знања се може адекватно приступити процесу снимања и каснијој правилној анализи добијених резултата.

4. Примена поступака нумеричке симулације перформанси фасадних омотача омогућава генерисање температурних карактеристика анализираног склопа за реалне услове важеће у тренутку термовизијског снимања.

5. За добијање релевантних резултата који нам говоре о карактеру анализираног омотача и његовим термичким карактеристикама примена развијеног метода базираног на принципу комбиновања термовизијског снимања и нумеричке симулације представља брзу и адекватну дијагностичку методу која нам даје релевантне одговоре на квалитативна и уз одговарајућу, стручно дефинисану и научно потврђену, класификацију степена одступања, и на квантитативна питања о перформансама омотача.

6. Резултати истраживања и резултат израде документа у виду каталога карактеристичних фасадних склопова јавних зграда илустровних помоћу термограма, графичког приказа симулираног пресека и скице склопа, се могу користити као полазна основа приликом испитивања фасадних омотача непознатог састава, уз одговарајуће стручне претпоставке уколико је пројектна документација пројектанту недоступна. Ово се односи на објекте за је познато време изградње и уграђени системи и материјали, а то су свакако објекти на којима ће се у будућем времену највише интервенисати у смислу „термичке поправке“ и унапређења.

Законодавац није предвидео кроз Методологију ОПГ4 приликом посматрања, утврђивања и истраживања фасадних омотача могућност и велики подразумевани број појавних облика. Датим табеларним моделом испуњавања података је поједноставио примену у смислу компарације и ослонио се на дате и тражене термичке услове смањења количине толите по јединици површине, односно искључиво израду Елабората енергетске ефикасности за предметну зграду.

Утврђивање склопова јавних зграда, каталога термограма и касније поређење „теренског“ термограма са референтним термограмима, даје се приближнији модел и квалитетнији предлог термичког омотача за сваки поједини објекат. Потпуно је јасно да би „јавни власник“ морао да иницира израду Типологије јавних зграда која ће садржати и обиман каталог симулираних склопова праћен одговарајућим термограмима, као и евентуални алат за корекцију према утицајима окружења и утврђеним стандардима. Типологија стамбених зграда је урађена и она постоји, међутим Типологија јавних зграда није урађена и у смислу израде се кош увек није отишло даље од - стручних разговора.

На основу стечених искустава, јавља се потреба за развојем софтверске платформе која ће, по извршеном снимању односно моделирању, једноставније вршити нормализацију података и процену утицаја према дефинисаним границама.

Како су аутору доступна одговарајућа вишегодишња сазнања, на нашим просторима, ова истраживања су пионирска и потпуно је јасно да она трасирају једну нову (или допуњену) процедуру уређења ове проблематике у техничком и у законодавном смислу.

Спровођење политика код нас, па и енергетске политике у овом случају је често резултат притисака или са је образложењем „европских“ потреба. Та политика, пре свега јесте на самом почетку видљива уштеда и коришћење чистог енергента, али на крају представља, што јесте важније, здравије и чистије животно окружење.

За овакав приступ донесени закони, остала постојећа регулатива и ЕУ директиве јесу потребни, међутим за дугорочне резултате је потребна свест и доследно спроведен план без политичких притисака који, због грађана, представља најбољи и најправилнији избор.

СЛИКЕ (списак)

| | |
|---|-----|
| 1. Слика [II-1] Реализовани демонстрациони пројекти..... | 17 |
| 2. Слика [IV-2.1] Поглед са истока (шири кадар) | 36 |
| 5. Слика [IV-2.2] Поглед са истока (ужи кадар) | 36 |
| 6. Слика [IV-2.3] Поглед са југа (шири кадар) | 37 |
| 7. Слика [IV-2.4] Поглед са југа (ужи кадар) | 37 |
| 8. Слика [IV-2.5] Поглед са запада (шири кадар)..... | 38 |
| 9. Слика [IV-2.6] Поглед са запада (ужи кадар) | 38 |
| 10. Слика [IV-2.7] Поглед са севера (шири кадар) | 39 |
| 11. Слика [IV-2.8] Поглед са севера (ужи кадар)..... | 39 |
| 12. Слика [IV-3.1-9] Осенчење објекта на дан 21.децембра, поглед са истока..... | 41 |
| 13. Слика [IV-4.1-9] Осенчење објекта на дан 21.децембра, поглед са југа..... | 42 |
| 14. Слика [IV-5.1-9] Осенчење објекта на дан 21.децембра, поглед са запада..... | 43 |
| 15. Слика [IV-6.1-9] Осенчење објекта на дан 21.децембра, поглед са севера..... | 44 |
| 16. Слика [IV-7.1-9] Осенчење објекта на дан 21.марта, поглед са истока | 45 |
| 17. Слика [IV-8.1-9] Осенчење објекта на дан 21.марта, поглед са југа | 46 |
| 18. Слика [IV-9.1-9] Осенчење објекта на дан 21.марта, поглед са запада | 47 |
| 19. Слика [IV-10.1-9] Осенчење објекта на дан 21.марта, поглед са севера..... | 48 |
| 20. Слика [IV-11.1] Термовизијски снимак сегмента кровне терасе | 50 |
| 21. Слика [IV-11.2] Фотографија сегмента кровне терасе | 50 |
| 22. Слика [IV-12.1] Термовизијски снимак сегмента фасаде | 52 |
| 23. Слика [IV-12.2] Фотографија сегмента фасаде | 52 |
| 24. Слика [IV-13.1] Термовизијски снимак препуста изнад терасе са хоризонталним олуком..... | 54 |
| 25. Слика [IV-13.2] Фотографија сегмента препуста изнад терасе са хоризонталним олуком..... | 54 |
| 26. Слика [IV-14.1] Термовизијски снимак завршног зида јединице - ограда терасе..... | 56 |
| 27. Слика [IV-14.2] Фотографија завршног зида јединице - ограда терасе..... | 56 |
| 28. Слика [IV-15.1] Термовизијски снимак сегмента фасадног зида..... | 58 |
| 29. Слика [IV-15.2] Фотографија сегмента фасадног зида..... | 58 |
| 30. Слика [IV-16.1] Термовизијски снимак сегмента ентеријера фискултурне сале..... | 60 |
| 31. Слика [IV-16.2] Фотографија сегмента ентеријера фискултурне сале..... | 60 |
| 32. Слика [IV-17] Фотографија објекта који је предмет истраживања..... | 132 |

ТАБЕЛЕ (списак)

| | |
|---|-----|
| 1. Табела [II-1] Просечна процена уштеда према типу зграде у РС..... | 11 |
| 2. Табела [II-2] Процењена вредност енергетске потрошње и трошкови у зградама јавног сектора..... | 11 |
| 3. Табела [II-3] Потребна улагања у сектору и укупно улагање..... | 12 |
| 4. Табела [II-4] Начин загревања зграда у РС..... | 15 |
| 5. Табела [IV-5] Заинтересоване стране за истраживање..... | 28 |
| 6. Табела [IV-6] Карактеристике склопова који формирају термички омотач | 83 |
| 7. Табела [IV-7] Приказ соларних добитака спољашњих елемената зграде | 84 |
| 8. Табела [IV-8] Карактеристике склопова који формирају термички омотач - 1..... | 106 |
| 9. Табела [IV-9] Приказ соларних добитака спољашњих елемената зграде - 1 | 107 |
| 10. Табела [IV-10] Карактеристике склопова који формирају термички омотач - 2..... | 129 |
| 11. Табела [IV-11] Карактеристике склопова који формирају термички омотач - 2..... | 130 |
| 12. Табела [IV-12] Идентификациони подаци о објекту и потрошњи енергента | 132 |
| 13. Табела [IV-13] Компаративна анализа издатака за грејање на лож уље и пелет за посматрани објекат уколико се изврши само замена енергента (грејна сезона 2010-2011)..... | 133 |
| 14. Табела [IV-14] Компаративна анализа издатака за грејање на лож уље и пелет за посматрани објекат уколико се изврши само замена енергента (грејна сезона 2017) | 133 |
| 15. Табела [IV-15] Предрачун трошкова грађевинских радова, замене (делова) котловског постројења са конверзијом енергента..... | 134 |
| 16. Табела [IV-16] Улазни параметри економско-финансијске анализе (за лож уље)..... | 134 |

| | |
|---|-----|
| 17. Табела [Диск.-17] Енергија потребна за грејање по јединици површине (пода) (пре и после интервенција) Qh/A [kWh/m^2] | 147 |
|---|-----|

ГРАФИКОНИ (списак)

| | |
|--|-----|
| 1. Графикон [IV-1.1] Дистрибуција вредности у означеном региону | 51 |
| 2. Графикон [IV-1.2] Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца..... | 51 |
| 3. Графикон [IV-2.1] Дистрибуција вредности у означеном региону | 53 |
| 4. Графикон [IV-2.2] Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца..... | 53 |
| 5. Графикон [IV-3.1] Дистрибуција вредности у означеном региону | 55 |
| 6. Графикон [IV-3.2] Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца..... | 55 |
| 7. Графикон [IV-4.1] Дистрибуција вредности у означеном региону | 57 |
| 8. Графикон [IV-4.2] Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца..... | 57 |
| 9. Графикон [IV-5.1] Дистрибуција вредности у означеном региону | 59 |
| 10. Графикон [IV-5.2] Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца..... | 59 |
| 11. Графикон [IV-6.1] Дистрибуција вредности у означеном региону | 61 |
| 12. Графикон [IV-6.2] Дистрибуција вредности дуж означеног линијског правца..... | 61 |
| 13. Графикон [IV-10.1] Графикон температура - 1 | 67 |
| 14. Графикон [IV-10.1] Графикон дифузије - 1..... | 67 |
| 15. Графикон [IV-10.2] Графикон температура - 2 | 70 |
| 16. Графикон [IV-10.2] Графикон дифузије - 2..... | 70 |
| 17. Графикон [IV-10.3] Графикон температура - 3 | 71 |
| 18. Графикон [IV-10.3] Графикон дифузије - 3..... | 71 |
| 19. Графикон [IV-10.4] Графикон температура - 4 | 72 |
| 20. Графикон [IV-10.4] Графикон дифузије - 4..... | 72 |
| 21. Графикон [IV-10.5] Графикон температура - 5 | 73 |
| 22. Графикон [IV-10.5] Графикон дифузије - 5..... | 73 |
| 23. Графикон [IV-10.6] Графикон температура - 6 | 74 |
| 24. Графикон [IV-10.6] Графикон дифузије - 6..... | 74 |
| 25. Графикон [IV-10.7] Графикон температура -7..... | 75 |
| 26. Графикон [IV-10.7] Графикон дифузије -7..... | 75 |
| 27. Графикон [IV-10.8] Графикон температура - 8..... | 77 |
| 28. Графикон [IV-10.9] Графикон температура - 9..... | 78 |
| 29. Графикон [IV-10.10] Графикон температура - 10..... | 79 |
| 30. Графикон [IV-10.11] Графикон температура - 11 | 82 |
| 31. Графикон [IV-10.11] Графикон дифузије - 11..... | 82 |
| 32. Графикон [IV-10.12] Графикон температура - 12 | 90 |
| 33. Графикон [IV-10.12] Графикон дифузије - 12..... | 90 |
| 34. Графикон [IV-10.13] Графикон температура - 13 | 92 |
| 35. Графикон [IV-10.13] Графикон дифузије - 13..... | 92 |
| 36. Графикон [IV-10.14] Графикон температура - 14..... | 93 |
| 37. Графикон [IV-10.14] Графикон дифузије - 14..... | 93 |
| 38. Графикон [IV-10.15] Графикон температура - 15 | 95 |
| 39. Графикон [IV-10.15] Графикон дифузије - 15..... | 95 |
| 40. Графикон [IV-10.16] Графикон температура - 16 | 96 |
| 41. Графикон [IV-10.16] Графикон дифузије - 16..... | 96 |
| 42. Графикон [IV-10.17] Графикон температура - 17 | 97 |
| 43. Графикон [IV-10.17] Графикон дифузије - 17..... | 97 |
| 44. Графикон [IV-10.18] Графикон температура - 18 | 98 |
| 45. Графикон [IV-10.18] Графикон дифузије - 18..... | 98 |
| 46. Графикон [IV-10.19] Графикон температура - 19..... | 100 |
| 47. Графикон [IV-10.20] Графикон температура - 20..... | 101 |
| 48. Графикон [IV-10.21] Графикон температура - 21 | 102 |
| 49. Графикон [IV-10.22] Графикон температура - 22 | 105 |
| 50. Графикон [IV-10.22] Графикон дифузије - 22..... | 105 |
| 51. Графикон [IV-10.23] Графикон температура - 23 | 113 |

| | |
|--|-----|
| 52. Графикон [IV-10.23] Графикон дифузије - 23..... | 113 |
| 53. Графикон [IV-10.24] Графикон температура - 24..... | 115 |
| 54. Графикон [IV-10.24] Графикон дифузије - 24..... | 115 |
| 55. Графикон [IV-10.25] Графикон температура - 25..... | 116 |
| 56. Графикон [IV-10.25] Графикон дифузије - 25..... | 116 |
| 57. Графикон [IV-10.26] Графикон температура - 26..... | 118 |
| 58. Графикон [IV-10.26] Графикон дифузије - 26..... | 118 |
| 59. Графикон [IV-10.27] Графикон температура - 27..... | 119 |
| 60. Графикон [IV-10.27] Графикон дифузије - 27..... | 119 |
| 61. Графикон [IV-10.28] Графикон температура - 28..... | 120 |
| 62. Графикон [IV-10.29] Графикон температура - 29..... | 122 |
| 63. Графикон [IV-10.30] Графикон температура - 30..... | 123 |
| 64. Графикон [IV-10.31] Графикон температура - 31..... | 124 |
| 65. Графикон [IV-10.31] Графикон дифузије - 31..... | 124 |
| 66. Графикон [IV-10.32] Графикон температура - 32..... | 125 |
| 67. Графикон [IV-10.32] Графикон дифузије - 32..... | 125 |
| 68. Графикон [IV-10.33] Графикон температура - 33..... | 128 |
| 69. Графикон [IV-10.33] Графикон дифузије - 33..... | 128 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Adelsberger, D. Adelsberger, Z. & Ињац, Н. Управљање ризицима на пројекту Квалитет 17.1-2, 2007.
2. Albatici, R. Tonelli, A. Chiogna, M. A comprehensive experimental approach for the validation of quantitative infrared thermography in the evaluation of building thermal transmittance, *Applied Energy* no. 141, pp. 218-228, 2015.
3. Assessing thermal bridging and insulation continuity (UK example) - Technical note, UK Thermography Association, Northampton: British Institute of Nondestructive Testing - BINDT
4. Balaras, C. Argitiou, A. Infrared thermography for building diagnostics *Energy and Buildings*, no 34, pp. 171-183, 2002.
5. Burke, R. *Projekt Management Planing and Control Techniques* Wiley, 2000.
6. Directive of the European Parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources, Brussels, 2008.
7. Energy Information Administration - EIA - Агенција за енергетску статистику и податке администрације САД
8. Европска комисија, Радни документ особља комисије, Извештај о напретку Србије за 2010. годину који прати саопштење Комисије упућен европском парламенту и савету, Стратегија проширења и кључни изазови за 2010-2011. годину, Брисел, SEC, 2010.
9. Европски покрет Србија, Водич кроз ЕУ - политике - Енергетика, Београд (2010)
10. FLIR, Flir ThermaCAM B20 operators manual, Publication No. 1 557 948 Rev. a 62, Danderyd: FLIR Susters AB, 2004.
11. Ferrarini, G. Cadelano, G. and Bortolin. A, Automatic thermografic scanning with the creation of 3D panoramic views of buildings, *Thermosense Infrared Applications XXXVIII*, 2016.
12. FLIR, Flir Buildng module, user manual, Publication No. 1560205 Danderyd: FLIR Susters AB 220, 2006.
13. FLIR, Flir Quick Reporter ver. 1.2, user manual, Publication No. 1558629 Rev. A 362, Danderyd: FLIR Susters AB, 2009.
14. FLIR, Flir Reporter Buildng, user manual, Publication No. T559081 Rev. A 348, Danderyd: FLIR Susters AB, 2009.
15. FLIR, Flir Reporter pro Ver 9, user manual, Publ. No. 1558567, rev. 3020, Danderyd: FLIR Susters AB, 2012.
16. FLIR and ITC, Thermal imaging guidebook for building and renewable energy applications, Stockholm: FLIR systems AB, 2011.
17. Fouad, N. Richter, T. Leitfaden Thermografie im Bauwesen, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2012.
18. GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) „Енергетска ефикасност у зградарству“, 2016.
19. International Energy Agency (IEA) - Међународна енергетска организација
20. International Renewable Energy Agency - IRENA (Међународна организација за обновљиву енергију), 2009.
21. Јовановић Поповић, М. Игњатовић, Д. Видети енергију, Архитектонски факултет Универзитета у Београду, GTZ, Београд, 2011.
22. Lehmann, B. Ghazi Wakili, K. Frank, Th. Vera Collado, B. et al., Effects of individual climatic parameters on the infrared thermography of buildings, no. 110, pp. 29-42, 2013.
23. Maldague, X. *Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing*, Wiley-Interscience, London, 2001.
24. Novicki, A. *Infrared thermography volume two - Applications*, Northampton: Bindt - British institute of Non-Destructive Testing, 2004.

25. Petela, R. Engineering thermodynamics of thermal radiation for solar power utilization, New York: McGraw-Hill, 2010.
26. Schütt, W. & Дрпић, М. Нови прописи за сектор зградарства сарадња између министарства животне средине и просторног планирања, домаћих стручњака, домаћих стручних удружења и институција из ЕУ земаља. Техника - Квалитет, стандардизација и метрологија, 2010.
27. Tanner, C. Lehmann, B. Frank, T. Wakili, K.G. A proposal for standardized thermal images, 2013.
28. Tilmans, A. Van Orshoven, D. Software and atlases for evaluating thermal bridges, ASIEPI project papers, Paper no. 198, интернет издање <http://www.buildup.eu/publications/5657>, 2010.
29. Van De Vijver, S. Steeman, M. Van Den Bossche, N. Carbonez, K. Janssens, A. The influence of environmental parameters on the thermographic analysis of the building envelope, paper presented at 12th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography (QIRT 2014), downloaded from: <https://biblio.ugent.be/publication/5672069/file/5672070>, 2014.
30. Vavilov, P. V. A Pessimistic View of the Energy Auditing of Building Structures with the Use of Infrared Thermography, Russian Journal of Nondestructive Testing, Vol. 46, No. 12, 2010.
31. Vavilov, P. V. How accurate is the IR thermographic evaluation of heat losses from buildings? In Quantitative InfraRed Thermography Journal, vol. 7, issue 2 (2010)
32. Vollmer, M. Moellmann, KP. Infrared Thermal Imaging - Fundamentals, Research and Application, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2010.
33. Wagner, H. Thermographie, Koln: Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2011.
34. Walker, N. Infrared Thermography Handbook - Volume 1. Principles and Practice, Northampton: Bindt - British institute of Non-Destructive Testing, 2004.
35. Ward, T. Assessing the Effects of Thermal Bridging at Junctions and Around Openings, The BRE information Paper IP17/01, Building Research Establishment - BRE, 2006.
36. World Economic Forum (Светски економски форум)
37. Акциони план за спровођење Националне стратегије одрживог развоја Републике Србије за период 2011-2017, „Сл. гласник РС“ бр. 62/2011.
38. Бобера, Д. Стратејски менаџмент, вол. 11, 2006.
39. Бркић, М. Јанић, Т. Могућности коришћења биомасе у пољопривреди, Зборник радова са ИИ саветовања: Брикетирање и пелетирање биомасе у пољопривреди и шумарству, Регионална привредна комора из Сомбора и Dasom из Апатина, Сомбор, 1998.
40. Бркић, М. Јанић, Т. Прикупљање, складиштење и брикетирање биомасе у пољопривреди, Зборник радова са и саветовања: Значај и перспективе брикетирања биомасе, Еколошки покрет Војводине, Шумарски факултет Београд, Савезно министарство за науку, развој и животну средину, Врњачка Бања, 1996.
41. Дамјановић, Д. Глигоријевић, Ж. Ур Приказ стамбених политика Србије и одабраних земаља Европе, Београд: PALGO центар, 2010.
42. Дамњановић, З. Штрбац, Н. Михајловић, И & Стојановић, Г. Примена термовизије при мерењу енергетске ефикасности у зградарству. Енергетске технологије (2010)
43. Ђуричин, Д. Јаношевић, С. Каличанин, Ђ. Менаџмент и стратегија, четврто, прерађено и допуњено издање, Економски факултет Београд, Београд, 2009.
44. Живковић, З. Зеловић, М. & Mitschke, T. Manual for Implementation of Bio-energy heating System in Public Buildings within a Private Public Partnership Model, GIZ-DKTI (German Climate Technology Initiative), 2014.
45. Живковић, З. Илић, М. Управљање програмима и пројектима у јавном сектору - Програм „Кровови Београда“, VIII Научни скуп Синергија, Бијељина (2011)

46. Живковић, З. Предлог мера за финансирање енергетске ефикасности у Србији, Грађевинска књига, 2011.
47. Илић, М. Ока, С. Грубор, Б. Дакић, Д. Тешић, М. Мартинов, М. Бркић, М. Новаковић, Д. Ђевић, М. Коси, Ф. Радивојевић, Д. Радовановић, М. Данон, Г. Бајић, В. Исајев, В. Скакић, Д. Бајић, С. Рончевић, С. Енергетски потенцијал и карактеристике остатака биомасе и технологије за њену примену и енергетско искоришћење у Србији, Студија рађена за Министарство науке и заштиту животне средине, Институт за нуклеарне науке Винча, Београд, 2003.
48. Јовановић, Б. Паровић, М. Стање и развој биомасе у Србији, Jefferson Institute, Београд, новембар, 2009.
49. Јовановић, О. Енергетска ефикасност грађевинских објеката. Енергетске технологије, 2010.
50. Јовановић-Поповић, М. (ур), Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре - део 1, Београд: Архитектонски факултет, 2003.
51. Кузмановић, А. Ивановић, Р. Систем контактне фасаде, Грађевинска књига, Београд, 2008.
52. Програм економских реформи РС за период од 2018. до 2020. год.
53. Рајчић, А. Методе пројектовања и симулације термичких мостова у архитектонским објектима, Докторска дисертација, Одбрањена на Архитектонском факултету универзитета у Београду, 2011.
54. Стојиљковић, М. & Тодоровић, М. Основе енергетског билансирања зграде, Обука за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности зграда Инжењерска комора Србије, 2013
55. Студија енергетске ефикасности зграда у Србији, коначни извештај, Светска банка, 2012.
56. Тодоровић, М. First NEEAP/BS - National Energy Efficiency Action Plan/Building Sector 2009-2018, Study Report and NEEAP-BS for the Republic of Serbia Ministry of Mining and Energy, IRG, Washington, June 2010.
57. Тодоровић, М. Ећим, О. & Мартиновић, И. Избор прилаза унапређењу енергетске ефикасности и одрживости зиданих зграда. Материјали и конструкције, 2010.
58. Чаушевић, А. Рустемпашевић, Н. Реконструкције зиданих објеката високоградње, Сарајево: Архитектонски факултет, 2014.
59. Шумарац, Д. Енергетска ефикасност зграда у Србији - стање и перспективе Термотехника, 36(1), 2010.

Интернет (електронски) извори:

- Град Београд, Градска управа <http://www.beograd.rs/>
- GTZ <http://www.gtz.de/en/>
- Knauf Insulation <http://www.knaufinsulation.rs/>
- <http://www.energyobserver.com>
- <http://www.thinkinsulation.com>
- <http://www.mem.gov.rs/>
- <http://www.seea.gov.rs/>
- <http://www.aers.org.rs/>
- <http://popis2011.stat.rs/>
- <http://www.cb-mn.org>
- <http://www.kom-beg.org.yu>
- <http://www.nardus.mpn.go.rs>
- <http://www.aler.rs>

ПРИЛОЗИ

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА, ОЗНАКА И СИМБОЛА

FOW - видно поље (енг. *Field of View*)

IFOV - тренутно видно поље камере (енг. *Instantaneous Field of View*)

FPA - матрични равански склоп детектора (енг. *Focal Plane Array*)

ROIC - штампано коло које читава настале промене (енг. *Redout Integrated Circuit*)

VFOV - вертикални правац видног поља (енг. *Vertical Field of View*)

HFOV - хоризонтални правац видног поља (енг. *Horizontal Field of View*)

АЕЕ - Агенција за енергетску ефикасност Републике Србије

GIZ GmbH (нем. *Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*) - Немачка организација за техничку сарадњу

EBRD - *European Bank for Reconstruction and Development* (Европска банка за обнову и развој)

IDA - *International Development Association* (Међународна организација за развој)

УН - Организација Уједињених нација (ОУН) или краће Уједињене нације (УН)

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development* Организација (Организација за економску сарадњу и развој)

3.АППЕ - Трећи акциони план за енергетску ефикасност Републике Србије

c - брзина светлости [3×10^8 m/s]

W - енергија зрачења [J]

λ - таласна дужина [m]

ν - фреквенција [Hz = s⁻¹]

h - Планкова константа [6.626×10^{-34} Js]

E - ирадијација (озраченост) [W/m²]

M - егзитација [W/m²]

H - топлотни сјај (некада излазно зрачење, енгл. *exitant radiation*) [W/m²]

A - површина [m²]

ϕ - проток енергије зрачења [w]

ϕ_λ - спектрална густина [l/s]

ϕ_{ir} - количина зрачења која долази до сочива термовизијске камере

Q - енергија зрачења [J]

t - време [s]

λ_{max} - таласна дужина на којој се јавља максимум израчене енергије [μm]

T - апсолутна температура [K]

ε - емисивност

$d\Omega$ - елемент просторног угла (енг. *Solid angle element*)

ρ - рефлексивност, $0 \leq \rho \leq 1$

α - апсорптивност, $0 \leq \alpha \leq 1$

τ - пропустљивост. $0 \leq \tau \leq 1$

QH_{nd} - енергија потребна за грејање [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$]

HT - коефицијент трансмисионог губитка топлоте [W/K]

HV - коефицијент вентилационог губитка топлоте [W/K]

qV - укупни запремински губици топлоте [W/ m^3]

C - ефективна топлотна акумулативност зграде [Wh/K]

n - број измена ваздуха зграде, или дела зграде [1/h]

U - коефицијент пролаза топлоте [W/ $(\text{m}^2 \times \text{K})$]

R - отпор пролазу топлоте [$(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$]

R_{si} - унутрашњи отпор прелазу топлоте [$(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$]

R_{se} - спољашњи отпор прелазу топлоте [$(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}$]

λ - топлотна проводљивост [W/ $(\text{m} \times \text{K})$]

h - коефицијент прелаза топлоте [W/ $(\text{m}^2 \times \text{K})$]

h_r - коефицијент прелаза топлоте зрачењем [W/ $(\text{m}^2 \times \text{K})$]

h_c - коефицијент прелаза конвекције [W/ $(\text{m}^2 \times \text{K})$]

h_{ro} - коефицијент прелаза топлоте зрачењем за црно тело [W/ $(\text{m}^2 \times \text{K})$]

ПРИЛОГ 2. ПИСМА О НАМЕРАМА - Учешће у пројекту „А шта може зима мени?“

ПРИЛОГ 2.1. Писмо о намерама - SIEMENS

SIEMENS

Siemens d.o.o. Beograd, Omladinskih brigada 21, 11070 Beograd
Srbija

Javno preduzeće Gradsko stambeno
Svim zainteresovanim licima

Ime
Odeljenje

telefon
fax
mobilni
e-mail
Internet

Vaše pismo od
Veza sa
Datum

Ime Prezime
Odeljenje

+381 (0)11 2096 XXX
+381 (0)11 2096 XXX
+381 (0)64 8170 XXX
ime.prezime@siemens.com
www.siemens.rs

yyyy-mm-dd
Beograd 02.12.2010.g.

Pismo o namerama

Poštovani,

Deo vizije Siemens-a u Srbiji je da kao lokalna kompanija neposrednim prisustvom i kvalitetnim nastupom na tržištu doprinesemo bržem oporavku i razvoju privrede i infrastrukturnih sistema u našoj zemlji. Zahvaljujući razvoju novih tehnologija u mogućnosti smo da ponudimo ekološki prihvatljive proizvode koji će obezbediti održiv razvoj našeg društva.

Sa željom da promovišemo koncept energetske efikasnosti i zaštite životne sredine pokrenuli smo promotivnu kampanju koja će se nastaviti i u 2011. godini, u okviru koje ćemo obići sve veće gradove Srbije i predstaviti prednosti koje gradovima, lokalnim samoupravama i privredi mogu doneti projekti unapređenja energetske efikasnosti.

Siemens d.o.o.Beograd je u cilju realizacije projekta "A ŠTA MOŽE ZIMA MENI" koji ima za cilj energetske sanacije obdaništa u Beogradu spreman da učestvuje u sledećim aktivnostima:

- Izrada Projektno-tehničke dokumentacije (NIVO IDEJNOG PROJEKTA)
- Isporuca solarnih kolektora, automatike za vođenje termotehničkih instalacija na objektu i centralnog sistema za nadzor i upravljanje obdaništima obuhvaćenim projektom u skladu sa najvišim standardima EE objekta
- Izvođenje, monitoring i praćenje garantnog roka i održavanje ugrađenih sistema
- Tehnološki nadzor i praćenje dinamike izvođenja radova na objektu.

Nadamo se da ćemo ostvariti saradnju na navedenom projektu.

Za Siemens d.o.o. Beograd

Tihomir Rajlić
Generalni direktor



Napomena:

Dati dokument sadrži poverljive informacije i namenjen je isključivo osobi kojoj je upućen. Ukoliko ste greškom primili ovaj dokument, molimo da nas obavestite o tome. Svako umnožavanje, prosljeđivanje i korišćenje sadržaja ovog dokumenta strogo je zabranjeno. Hvala.

Siemens d.o.o. Beograd
(Odeljenje)
Rukovodilac:

sekretarijat:
+381 (0)11 2096 005; 2096 006
fax:
+381 (0)11 2096 061
www.siemens.rs

UniCredit Bank Srbija a.d. 170-300123512-65
Raiffeisenbank a.d. Beograd 265-1100310000363-27

Siemens, društvo za promet i održavanje u elektrotehnici i elektronici; skraćeno poslovno ime: Siemens d.o.o. Beograd
Omladinskih brigada 21, 11070 Beograd, Srbija
Jednočlano društvo sa ograničenom odgovornošću, registrovano kod Agencije za privredne registre, Republika Srbija
Broj registracije: 19838; Matični broj: 17134965; PIB: 100060532
Ukupan upisani i uplaćeni kapital: 4.065.940,45 €
Poslovođstvo: Generalni direktor T. Rajlić; Komercijalni direktor I. Knežević

GEN-F-5-02

strana 1 od 2



POTVRDA O UČEŠĆU

Poštovani ,

Kao jedan od lidera u oblasti toplotne izolacije, Henkel je široko prepoznat kao društveno odgovorna kompanija koja u svim segmentima poslovanja deluje u skladu sa konceptom energetske efikasnosti. Vezano za projekat „**A ŠTA MOŽE ZIMA MENI**“, najinteresantniji je Henkelov **Ceresit Ceretherm termoizolacioni sistem**. **Ceresit Ceretherm** obuhvata kompletnu ponudu materijala za izolaciju stambenih i drugih objekata koji omogućuju uštedu toplotne energije i do 40%. Na taj način ćemo napraviti značajne uštede kako budžetima gradskih Vrtića tako i budžetu Grada Beograda.

Brend **Ceresit** je od preko **78%** ukupne populacije Srbije **prepoznat kao lider** među brendovima iz oblasti Termoizolacije . Najbolji pokazatelj za to je da i u godinama ekonomske krize kada tržište građevine gotovo stagnira, zahvaljujući već izgrađenoj lojalnosti naših kupaca ostvarujemo rast. Svi materijali koji sačinjavaju **Ceresit Ceretherm Sistem** su proizvedeni u Srbiji u našoj novoj fabrici u Indiji, po poslednjim evropskim standardima i poseduju ETA sertifikate.

Kompanija Henkel je i do sada uzimala učešće u sličnim projektima. U 2009. godini obnovljena je Fasada konaka pri manastiru Sveta Petka u selu Izvor kod Paraćina u kojem su smeštena ženska deca ometena u razvoju kao i Fasada Doma za nezbrinutu decu „Drinka Pavlović“ u Beogradu.

Što se tiče našeg direktnog učešća u projektu možemo Vam ponuditi:

- Isporuku materijala u skladu sa najvišim standardima Energetske efikasnosti
- Monitoring i praćenje u garantnom roku i garanciju od 15 godina na kvalitet ugrađenih materijala
- Tehnološki nadzor i praćenje dinamike izvođenja radova na objektu
- Odabir i predlaganje sertifikovanih , licenciranih i obučanih izvođača radova

Ovim putem potvrđujemo našu spremnost da u oblasti svog delovanja uzmemo učešće u ovom projektu.

Srdačan Pozdrav,

U Beogradu, 1.12.2010.god

Jovan Šarenac,
Direktor Divizije Adhezivi Tehnologije



Henkel d.o.o., 11040 Beograd, Bulevar oslobodjenja 383, tel: +381 (0) 11 2072 200, fax: +381 (0) 11 2072 290

Društvo sa ograničenom odgovornošću upisano kod Agencije za privredne registre, br. registracije 58228 od 29.11.2005.
Broj računa: 170-300657594-65, Matični broj: 17146521, Šifra delatnosti : 51550

ПРИЛОГ 2.3. Писмо о намерама - KNAUF INSULATION



1.12.2010., Beograd

Javno preduzeće Gradsko stambeno
Svim zainteresovanim licima

PISMO O NAMERAMA

Poštovani,

Jedan od ciljeva poslovanja firme Knauf Insulation jeste promocija energetski efikasne gradnje odnosno unapređenja energetske efikasnosti u zgradarstvu čiji je krajnji cilj smanjenje potrošnje energije. U tom svetlu, Knauf Insulation preuzima brojne aktivnosti kao što su:

- učestvovanje u realizaciji konkretnih projekata poboljšanja energetske efikasnosti
- širenje svesti o značaju energetske efikasnosti
- prenošenje znanja i iskustava iz zemalja Evropske Unije na polju donošenja i implementacije zakonske regulative i projekata energetske efikasnosti
- povezivanje svih relevantnih učesnika na polju energetske efikasnosti u Srbiji i šire.

Sa svim svojim saradnicima koji učestvuju u procesu građenja, podstičemo razvoj novih tendencija u građevinarstvu i dajemo doprinos razvoju socijalne odgovornosti u očuvanju energije, zaštiti životne sredine i zdravom načinu življenja.

Zahvaljujući karakteristikama naših proizvoda, objekti u kojima se oni primenjuju obezbeđuju više od „krova nad glavom“ jer prostor u kome borave ljudi pruža najviši toplotni i akustički komfor kao i sigurnost od požara u isto vreme.

Dokaz tome jesu i mnogobrojni javni i stambeni objekti u kojima su Knauf Insulation proizvodi ugrađeni.

Ovu priliku koristimo da izrazimo našu nameru o učestvovanju na projektu „A šta može zima meni ...?“ koji ima za cilj energetska sanaciju obdaništa u Beogradu.

Doprinos kompanije Knauf Insulation u cilju realizaciji gore pomenutog projekta bi bio u vidu aktivnog učestvovanja u sledećim aktivnostima:

- izrada proračuna građevinske fizike (proračun termičke zaštite)
- isporuka termoizolacionog materijala u skladu sa najvišim evropskim standardima
- tehnološki nadzor nad izvođenjem pozicija ugradnje termoizolacionog materijala
- predlaganje i odabir izvođača radova na pozicijama ugradnje termoizolacionih materijala.

U nadi da će odgovorna lica na projektu „A šta može zima meni ...?“ prepoznati u Knauf Insulation-u ozbiljnog partnera u realizaciji i promovisanju projekta,

Srdačno Vas pozdravljamo,

Generalni Direktor za južni Balkan
Tihomir Civkaroski



Knauf Insulation d.o.o. Beograd
Privredna zona Gornji Zemun, Zona 4
Beograd – 11080 Zemun
Prodaja, marketing i finansije,

Tel: +381(0) 11 311 4052, Fax: +381 (0) 313 9912; e-mail: office.belgrade@knaufinsulation.com
Industrijsko naselje Belo Polje bb, 17530 Surdulica, Srbija
Tel: +381(0)17 401 910, Fax: +381(0)17 815 774, e-mail: office.surdulica@knaufinsulation.com
www.knaufinsulation.rs



ПРИЛОГ 2.4. Писмо о намерама - ERAGON

SISTEMI ERAGON d.o.o.
SLOVENSKA C. 039
5281 SP. IDRİJA
TEL.(05) 372 80 16 , (041) 624 182
FAX. (05) 372 80 17
E – POŠTA: info@eragon.si
Spletna stran: www.eragon.si
Davčna številka: SI86616595
TRR: 04752-0001546424



GRAD BEOGRAD
GRADSKA UPRAVA
Sekretarijat za dečiju zaštitu
ul. Masarikova 5/VII
11000 BEOGRAD
SRBIJA

PISMO O NAMERAMA

za učešće u Projektu „A ŠTA MOŽE ZIMA MENI...?“

1. OSNOVNI PODACI O KOMPANIJI:
SISTEMI ERAGON d.o.o.
SLOVENSKA C. 039
5281 SP. IDRİJA
E – POŠTA: info@eragon.si
Spletna stran: www.eragon.si
Davčna številka: SI86616595
2. UČEŠĆE U PROJEKTIMA POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI:
Firma Eragon group, koju je ustanovio Andrej Peternelj, koji je i jedini vlasnik, počela je raditi na razvoju sistema za paljenje biomase i ostalih materijala 1989 god. Osnovni proizvodi firme su kotlarnice sa dozirnim sistemima i avtomatikom, male i industrijske, koje za gorivo koriste pelet i svu ostalu biomasu, različite vlage i granulacije, troplotne snage 15 – 2500 kw. Kao partnere na području institucija ima: Kemijski inštitut Ljubljana, Univerza v Mariboru Fakultet za mašinstvo, Univerza v Ljubljani Fakultet za mašinstvo, Ministarstvo za znanost Slovenije, Ministarstvo za okolinu i prostor Slovenije.
3. NAŠE UČEŠĆE BI OBUHVATALO PROJEKAT TERMO-ENERGETIKE, ODNOSNO REKONSTRUKCIJU KOTLARNICA ZA ZAMENU SAGOREVANJA DIZEL GORIVA ILI UGLJA, NA SAGOREVANJE DRVNOG PELETA KAO EKOLOŠKOG I OBNOVLJIVOG IZVORA ENERGIJE.
Sadržaj projekta:
 - izrada projektne tehničke dokumentacije, potrebnog nivoa.
 - isporuka opreme u skladu sa najvišim standardima.
 - odabir i predlaganje izvođača radova, sa liste licenciranih
 - tehnički nadzor i praćenje dinamike izvođenja radova
 - monitoring i praćenje garantnog roka
 - održavanje ugrađenih sistema i opreme

02.12.2010. god.

Direktor
Andrej Peternelj



SISTEMI ERAGON d.o.o.

GROUP – PROJEKTIRANJE – INŽENIRING – IN PROIZVODNJA KOTLOVNIC NA LESNO BIOMASO.