



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA U
NOVOM SADU



Miroslav Kljajić

TRANZICIJE REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Novi Sad, 2014.



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	Монографска публикација
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР:	Докторска дисертација
Аутор, АУ:	Мирослав Кљајић
Ментор, МН:	Др Јован Петровић, ванредни проф.
Наслов рада, НР:	ТРАНЗИЦИЈЕ РЕГИОНАЛНИХ ЕНЕРГЕТСКИХ СИСТЕМА
Језик публикације, ЈП:	Српски
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публикавања, ЗП:	Србија
Уже географско подручје, УГП:	АП Војводина
Година, ГО:	2014.
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт
Место и адреса, МА:	ФТН, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страница/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	11 / 178 / 32 / 82 / 102 / 0 / 1
Научна област, НО:	Техничко - технолошке науке
Научна дисциплина, НД:	Машинско инжењерство
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Енергетска транзиција, Енергетска ефикасност, Енергетски системи
УДК	
Чува се, ЧУ:	Библиотека ФТН, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	На регионалном плану евидентне су потребе за високим енергетским перформансама, променом структуре извора енергије и модернизацијом енергетске инфраструктуре, што захтева нови и иновирани развојни пут праћен кореним променама и системским приступом а у складу са новим друштвеним, економским и технолошким приликама. Такав развојни пут представља енергетску транзицију и учинио би регионалне енергетске системе ефикасним и одрживим. Дисертација комбинује различите технике и приступе за анализу многих аспеката развоја регионалних енергетских система од којих су најважнији повећање енергетске ефикасности у системима производње енергије, диверсификацију извора енергије (комбиновање обновљивих и необновљивих извора енергије) и побољшања у енергетској инфраструктури (нова и савремена технолошка решења).
Датум прихватања теме, ДП:	26.09.2012.
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	
Председник:	Др Војин Грковић, Ред. проф.
Члан:	Др Душан Гвозденац, Ред. проф.
Члан:	Др Филип Кулић, Ванр. проф.
Члан:	Др Младен Стојиљковић, Ред. проф.
Члан, ментор:	Др Јован Петровић, Ванр. проф.,
	Потпис ментора



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :		
Identification number, INO :		
Document type, DT :	Monographic Publication	
Type of record, TR :	Textual material, printed	
Contents code, CC :	PhD thesis	
Author, AU :	Miroslav Kljajić	
Mentor, MN :	Professor Jovan Petrović, PhD	
Title, TI :	TRANSITIONS OF REGIONAL ENERGY SYSTEMS	
Language of text, LT :	Serbian	
Language of abstract, LA :	Serbian	
Country of publication, CP :	Serbia	
Locality of publication, LP :	AP Vojvodina	
Publication year, PY :	2014	
Publisher, PB :	Author's reprint	
Publication place, PP :	Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad	
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	11 / 178 / 32 / 82 / 102 / 0 / 1	
Scientific field, SF :	Technical and technological sciences	
Scientific discipline, SD :	Mechanical Engineering	
Subject/Key words, S/KW :	Energy Transition, Energy Efficiency, Energy Systems	
UC		
Holding data, HD :	Library of Faculty of Technical Sciences, Trg D. Obradovića 6, N. Sad	
Note, N :		
Abstract, AB :	<p>At the regional level, there are evident needs for a high energy performance, change the structure of energy sources and modernization of the energy infrastructure, which requires a new and innovative development path, followed by fundamental changes and systemic approach in accordance with the new social, economic and technological conditions. Such a development path represents the energy transition and it would make regional energy systems efficient and sustainable. The thesis combines a variety of techniques and approaches for the analysis of many aspects of the development of regional energy systems, but especially increasing of energy efficiency in energy production systems, diversification of energy sources (a combination of renewable and non-renewable energy sources) and improvements in energy infrastructure (new and modern technological solutions).</p>	
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	September 26, 2012.	
Defended on, DE :		
Defended Board, DB :	President:	Vojin Grković, PhD, Full Professor
	Member:	Dušan Gvozdenac, PhD, Full Professor
	Member:	Filip Kulić, PhD, Assistant Professor
	Member:	Mladen Stojiljković, PhD, Full Professor
	Member, Mentor:	Jovan Petrović, PhD, Assistant Professor
		Mentor's sign

SADRŽAJ

SADRŽAJ	4
A. FORMULACIJA TRANZICIONIH PROCESA	14
1. UVODNA RAZMATRANJA	14
1.1 DEFINISANJE I OPIS PREDMETA ISTRAŽIVANJA	15
1.2 OBRAZLOŽENJE O POTREBAMA ISTRAŽIVANJA	15
1.3 CILJ ISTRAŽIVANJA	16
1.3.1 Činjenice na kojima se bazira hipoteza	17
1.3.2 Formulacija hipoteze	18
1.3.3 Struktura istraživanja	19
1.4 KREIRANJE PRISTUPA	19
1.5 PRIMENJENE METODE	21
1.6 NAČIN IZBORA, VELIČINA I KONSTRUKCIJA UZORKA	24
1.7 PREGLED VLADAJUĆIH STAVOVA NA POLJU ISTRAŽIVANJA	25
1.7.1 Energetska tranzicija	25
1.7.2 Energetska politika	29
1.7.3 Energetska infrastruktura i pripadajući sistemi	31
1.7.4 Interpretacija ponašanja energetske sistema	31
1.7.5 Integracija obnovljivih izvora energije	32
1.7.6 Vrednovanje i ocenjivanje tranzicionih promena	35
2. STANJE U ENERGETSKOM SEKTORU U SRBIJI	36
2.1 ENERGETSKA EFIKASNOST U SRBIJI	36
2.2 ANALIZA STANJA NA NACIONALNOM NIVOU	37
2.2.1 Ocena energetske efikasnosti	37
2.2.2 Uticaj primene EU propisa u energetske delatnostima	41
2.2.3 Indeks energetske održivosti	44
2.2.4 Uloga države i mogućnosti	45
2.2.5 Značaj energetske sistema	45
2.3 ANALIZA STANJA NA REGIONALNOM NIVOU	45
2.3.1 Energetski sistemi u AP Vojvodini	45
2.3.2 Prikupljanje podataka i formiranja uzorka	46
2.3.3 Metodologija snimanja stanja i performansi kotlova	47
2.3.4 Pregled karakteristika kotlova u AP Vojvodini	49
2.4 ANALIZA STANJA INDUSTRIJSKIH ENERGETSKIH SISTEMA	49
2.4.1 Značaj energetske delatnosti u industriji	50
2.4.2 Značaj upravljanja energetske sistemima	50
2.4.3 Pregled kapaciteta i angažovanosti	51
2.4.4 Analiza stanja u industriji	52
2.4.5 Mogućnosti unapređenja postojećeg stanja u industriji	53

2.5 ANALIZA STANJA KOMUNALNIH ENERGETSKIH SISTEMA	54
2.5.1 Struktura potrošnje energenata.....	55
2.5.2 Potreba modernizacije i planovi.....	55
2.6 ANALIZA STANJA JAVNIH USTANOVA.....	56
2.6.1 Obrazovne ustanove.....	56
2.6.2 Zdravstvene ustanove	57
2.6.3 Administrativne ustanove	58
2.6.4 Ocena stanja javnih ustanova.....	58
2.6.5 Mogućnosti unapređenja u javnim objektima	60
2.6.6 Sistem upravljanja energijom u javnim objektima	60
3. TRANZICIJE REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA	61
3.1 FAZE TRANZICIONIH PROCESA	61
3.2 KARAKTER TRANZICIONIH PROCESA	61
3.3 OKOLNOSTI REGIONALNIH ENERGETSKIH TRANZICIJA	62
3.4 ENERGETSKA POLITIKA KAO INSTRUMENT TRANZICIJE	64
3.4.1 Prilike u zemljama EU	64
3.5 SELEKCIJA TIPRA TRANZICIJE	65
3.6 KONSTRUKCIJA PROCESA ENERGETSKE TRANZICIJE	66
3.6.1 Energetski sistem kao predmet tranzicije	66
3.6.2 Uloga aktera i nosioca tranzicionih procesa.....	68
3.7 AKTIVNOSTI I ZADACI AKTERA U CILJU IMPLEMENTACIJE	70
3.7.1 Društveno poslovni entiteti.....	70
3.7.2 Zakonodavno-izvršni organi i institucije.....	71
3.8 SCENARIO ANALIZA REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA	72
3.8.1 Prednosti i ograničenja.....	73
3.8.2 Kreiranje okvira na bazi društveno ekonomskih pretpostavki	73
3.8.3 Relevantnost pristupa	75
3.8.4 Dominantni uticaji i pokretači promena unutar scenarija	76
3.8.5 Akteri i njihovo učešće unutar scenarija	77
4. USMERAVANJE TRANZICIONIH PROCESA.....	78
4.1 VAŽNOST ISPRAVNOG PRISTUPA	78
4.2 VIŠEKRITERIJUMSKI PRISTUP	79
4.2.1 Definisane kriterijuma	79
4.2.2 Određivanje težinskog faktora svakog kriterijuma	80
4.2.3 Vrednovanje uticaja pojedinih opcija energetske politike.....	81
4.2.4 Interpretacija rezultata MCA analize.....	84
4.2.5 Selekcija instrumenata tranzicije i obrazloženje	84
4.2.6 Razvoj tranzicionih platformi.....	85
B. TRANZICIONE PLATFORME.....	87

5. OPERATIVNI INSTRUMENTI U ENERGANAMA	87
5.1 PRISTUP UPRAVLJANJU ENERGETSKIM SISTEMIMA.....	87
5.2 BARIJERE U PRIMENI SAVREMENIH TEHNIKA UPRAVLJANJA	89
5.3 KONCEPT UNAPREĐENJA ENERGETSKIH PERFORMANSI	90
5.3.1 Pregled mera, mesta implementacije i potencijala	90
5.3.2 Selekcija mera povećanja energetske efikasnosti	92
5.3.3 Potencijali selektovanih mera	92
5.4 PLANIRANJE I ORGANIZOVANJE U CILJU UPRAVLJANJA.....	93
5.4.1 Ocena stanja i uticaj na energetske efikasnost	94
5.4.2 Preporuke za organizaciju i aktivnosti službe energetike.....	95
5.5 OPTIMIZACIJA PROCESA SAGOREVANJA	96
5.5.1 Koeficijent viška vazduha i stepen korisnosti kotla	97
5.5.2 Efekti regulacije sadržaja kiseonika	98
5.5.3 Analiza troškova i ušteda.....	99
5.5.4 Frekventna regulacija broja obrtaja motora ventilatora	100
5.6 UPRAVLJANJE RASPOREDOM OPTEREĆENJA	102
5.7 AUTOMATSKO ODMULJIVANJE I ODSOLJAVANJE KOTLOVA.....	105
5.7.1 Korišćenje otpadne toplote kod kontinualnog odmuljivanja	106
5.8 AUTOMATSKO UPRAVLJANJE I NADZOR KOTLOVA.....	107
5.8.1 Značaj nadzorno upravljačkih sistema.....	109
5.9 ANALIZA EFEKATA OPERATIVNIH UNAPREĐENJA	109
5.9.1 Model neuronske mreže i energetska efikasnost.....	109
5.9.2 Selekcija ulaznih i izlaznih parametara	110
5.9.3 Učenje mreže	110
5.9.4 Arhitektura neuronske mreže	111
5.9.5 Proces validacije i analiza greške.....	111
5.9.6 Tehnika simulativne analize.....	112
5.9.7 Vrednost metoda.....	114
5.9.8 Rezime i komentar	114
5.10 TEHNO-EKONOMSKE PROJEKCIJE.....	115
6. NOVI IZVOR ENERGIJE - BIOMASA.....	124
6.1 KONCEPT.....	124
6.2 RESURS BIOMASE	125
6.3 ANALIZA SLUČAJA	127
6.4 ANALIZA NA ŠIROJ POPULACIJI.....	128
7. NOVI IZVORI ENERGIJE – SOLARNA ENERGIJA.....	131
7.1 PRIMENA SOLARNE ENERGIJE U DALJINSKOM SISTEMU	131
7.2 OBRAZLOŽENJE O POTREBAMA INTEGRACIJE	132
7.3 MOGUĆNOSTI PRIMENE SOLARNE TEHNOLOGIJE	132

7.4 KONFIGURACIJA INTEGRISANOG SISTEMA ZA TPV	133
7.5 ANALIZA RADA SOLARNOG SISTEMA	134
7.6 OCENA PRIMENE NA POJEDINAČNI OBJEKAT	135
7.7 OCENA ISPLATIVOSTI ZA POJEDINAČNI OBJEKAT	136
7.7.1 Ocena efekata rekonstrukcije za pojedinačni objekat	139
7.8 OCENA PRIMENE NA VIŠE OBJEKATA – URBANISTIČKI BLOK	139
7.9 PROJEKCIJA NA GRAD NOVI SAD	140
7.10 REZIME I KOMENTAR.....	143
8. NOVE TEHNOLOGIJE – SPREGNUTA PROIZVODNJA	144
8.1 KONCEPT.....	144
8.1.1 Energetski aspekti	144
8.1.2 Ekonomski aspekti.....	144
8.2 ENERGETSKA TRANZICIJA MANJEG OBIMA.....	146
8.2.1 Energetski pokazatelji.....	146
8.2.2 Poređenje osnovnih energetskih pokazatelja	147
8.2.3 Način snabdevanja toplotnom i električnom energijom.....	147
8.2.4 Projekcija konzuma merodavnog za gradnju kogeneracije.....	148
8.2.5 Izbor kapaciteta postrojenja kogeneracije	149
8.2.6 Analiza raspodele snage i opterećenosti motora.....	150
8.2.7 Analiza troškova postrojenja	150
8.2.8 Analiza ekonomskih pokazatelja	152
8.2.9 Analiza osetljivost efekata rekonstrukcije.....	152
8.3 ENERGETSKA TRANZICIJA VEĆEG OBIMA.....	153
8.3.1 Energetski pokazatelji.....	153
8.3.2 Mere povećanja energetske efikasnosti	153
8.3.3 Projekcija konzuma merodavnog za SPETE	154
8.3.4 Potencijalni toplotni konzum iz bolničkog okruženja.....	155
8.3.5 Analiza rada SPETE postrojenja	155
8.3.6 Troškovi nakon sanacije, za proširen konzum i uz SPETE.....	158
8.3.7 Poređenje troškova pre i posle implementacije SPETE.....	159
8.3.8 Analiza osetljivost efekata rekonstrukcije.....	160
8.3.9 Rezime rezultata i komentar	162
8.4 OCENA EFEKATA UVOĐENJA TEHNOLOGIJE SPETE	162
8.5 PROJEKCIJE NA ŠIRU GRUPU REGIONALNIH BOLNICA	163
9. NOVI IZVORI I TEHNOLOGIJE, REZIME REZULTATA	166
C. OCENA TRANZICIONIH PLATFORMI.....	170
10. VREDNOVANJE TRANZICIONIH PLATFORMI	170
10.1 FORMULACIJA OKVIRA	170
10.2 PROCES VREDNOVANJA I AHP.....	171

10.2.1	Strukturiranje hijerarhije	171
10.2.2	Karakteristike AHP postupka	172
10.2.3	Kvalitativno poređenje i ocenjivanje	172
10.3	HIJERARHIJA TRANZICIONIH PLATFORMI	173
10.3.1	Karakteristike alternativa	173
10.4	VREDNOVANJE KRITERIJUMA I ALTERNATIVA.....	174
10.4.1	Društveno poslovni entiteti	174
10.4.2	Nosioci delatnosti u sektoru energetike.....	175
10.4.3	Zakonodavno-izvršni organi i institucije	176
10.5	NAJADEKVATNIJA TRANZICIONA PLATFORMA.....	177
11.	ZAKLJUČNO RAZMATRANJE U PRILOG POTVRĐIVANJA HIPOTEZE	179
	LITERATURA	184
	PRILOG 1. PREGLED KARAKTERISTIKA KOTLOVA.....	188
	KRATKA BIOGRAFIJA AUTORA	191

LISTA SLIKA

Slika 1.1:	Statistički pregled objavljenih radova iz oblasti	28
Slika 1.2:	Udeo simulacionih analiza.....	28
Slika 2.1:	UPEI/Broj stanovnika za Srbiju i u pojedinim zemljama	37
Slika 2.2:	Pojedini energetske pokazatelji u Srbiji u periodu od 2001 do 2010 god.....	38
Slika 2.3:	Pojedini energetske pokazatelji u Danskoj u periodu od 2001 do 2010 god.....	39
Slika 2.4:	Energetski intenzitet u odnosu na BDP (ppp)/Broj stanovnika.....	39
Slika 2.5:	Potrošnja električne energije u odnosu na BDP (PPP)/Broj stanovnika.....	40
Slika 2.6:	Emisija CO ₂ u odnosu na BDP (ppp)/Broj stanovnika.....	41
Slika 2.7:	Energetski intenzitet primarne energije	41
Slika 2.8:	Energetski intenzitet finalne energije	42
Slika 2.9:	Odnos energetske intenziteta primarne i finalne energije	42
Slika 2.10:	Raspodela prema pripadajućem sektoru i tipu kotla	51
Slika 2.11:	Način rada i vrsta goriva kotlova u industriji.....	51
Slika 2.12:	Kotlovi po industrijskim granama	52
Slika 2.13:	Struktura angažovanosti kotlova na prirodni gas i mazut za sektor industrije	53
Slika 2.14:	Potrošnja toplotne i električne energije obrazovnih ustanova AP Vojvodine	56
Slika 2.15:	Potrošnja toplotne i električne energije zdravstvenih ustanova AP Vojvodine.....	57
Slika 2.16:	Udeo svake od grupa u ukupnom broju administrativnih objekata	58
Slika 3.1:	Preporučeni tip energetske tranzicije	65
Slika 3.2:	Evolutivni razvoj energetske sistema	66
Slika 3.3:	Formulacija energetske sistema.....	67
Slika 3.4:	Nosioci aktivnosti i akteri energetske tranzicije i njihova uloga	68
Slika 3.5:	Nivoi na kojima se sprovode ili prenose aktivnosti i zadaci tranzicije	69
Slika 3.6:	Pozicije scenarija i stepen ostvarenja ciljeva tranzicije.....	74

Slika 3.7: Spektar neizvesnosti podataka i informacija	75
Slika 3.8: Pozicija kreiranih scenarija.....	76
Slika 3.9: Dominatni uticaji i pokretači promena unutar scenarija	77
Slika 3.10: Tip i način učešća pojedinih aktera u svakom od scenarija	78
Slika 4.1: Intenzitet uticaja prve grupe instrumenata	82
Slika 4.2: Intenzitet uticaja druge grupe instrumenata.....	83
Slika 5.1: Pristup upravljanju energetske sistemima.....	88
Slika 5.2: Izvori energetske gubitaka vezani za automatsko upravljanje	89
Slika 5.3: Izvori energetske gubitaka i prostor za poboljšanje energetske efikasnosti	91
Slika 5.4: Automatska kontrola sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja	97
Slika 5.5: Zavisnost sadržaja CO i O ₂ i stepena korisnosti od koeficijenta viška vazduha	98
Slika 5.6: Efikasnost kotla i časovna potrošnja goriva u zavisnosti od sadržaja kiseonika	99
Slika 5.7: Troškovi potrošnje goriva u zavisnosti od sadržaja kiseonika i potencijal uštede	99
Slika 5.8: Stepen korisnosti pri različitom opterećenju.....	103
Slika 5.9: Pojednostavljena šema raspodele opterećenja, tzv. „LOAD MAP“	103
Slika 5.10: Principijelna tehnološka šema unapređene regulacije	104
Slika 5.11: Arhitektura predložene neuronske mreže.....	111
Slika 5.12: Greška u obuci modela neuronske mreže	111
Slika 5.13: Poređenje model rezultata i podataka	112
Slika 5.14: Poređenje model rezultata i merenih podataka.....	112
Slika 5.15: Osetljivost stepena korisnosti prema uticajnim parametrima	113
Slika 5.16: Promena stepena korisnosti i točka po izlaznom GWh, za kotlove na prirodni gas	115
Slika 5.17: Promena stepena korisnosti i točka po izlaznom GWh, za kotlove na tečna goriva	115
Slika 5.18: Potencijal uštede.....	116
Slika 5.19: Potencijalne ukupne uštede za dve dominantne vrste goriva.....	117
Slika 5.20: Zbirni pokazatelji za dve dominantne vrste goriva	118
Slika 5.21: Novčana ušteta za svaki scenario.....	121
Slika 5.22: Tok novca za scenario S1 i S2	122
Slika 5.23: Akumulirani tok novca za scenario S1 i S2 i period 20 godina	122
Slika 5.24: Akumulirani tok novca za scenario S1 i S2 i period 3 godine.....	122
Slika 5.25: Sadašnja vrednost novca	123
Slika 5.26: Akumulirana sadašnja vrednost novca za 20 godina	123
Slika 5.27: Akumulirana sadašnja vrednost novca za 3 godine	124
Slika 6.1: Godišnji profil ušteta i troškova	129
Slika 6.2: Tok novca i akumulirani tok novca za biomasu	129
Slika 6.3: Sadašnja vrednost novca za biomasu	130
Slika 6.4: Akumulirana sadašnja vrednost novca za biomasu	130
Slika 7.1: Solarna priprema TPV, sa rezervoarom predgrevanja i postojećim rezervoarom.....	134
Slika 7.2: Analiza kumulativnih troškova zgrade od 214 stanovnika i 120 m ² kolektora	137

Slika 7.3: Analiza osetljivosti na jediničnu cenu opreme.....	138
Slika 7.4: Analiza osetljivosti na jedinične cene prirodnog gasa i električne energije.....	139
Slika 7.5: Godišnji profil troškova i koristi za solarnu instalaciju.....	141
Slika 7.6: Tok novca i akumulirani tok novca.....	142
Slika 7.7: Sadašnja vrednost novca.....	142
Slika 7.8: Akumulirana sadašnja vrednost novca	143
Slika 8.1: Promena jedinične cene SPETE jedinice u zavisnosti od izlazne električne snage.....	145
Slika 8.2: Principijelna šema postrojenja bolničkog kompleksa	148
Slika 8.3: Konzum sa sanacijom omotača, integracijom servisa i pripremom TPV	149
Slika 8.4: Raspodela snage i ukupni konzum	150
Slika 8.5 Opterećenost kogeneracionih modula.....	150
Slika 8.6: Troškovi snabdevanja energijom i energentima u sadašnjim okolnostima	151
Slika 8.7: Troškovi kogeneracionog postrojenja	151
Slika 8.8: Poređenje troškova snabdevanja energijom za slučajeve pre i posle	152
Slika 8.9: Osetljivost parametra prost period otplate na cenu opreme	152
Slika 8.10: Mesečna potrošnja toplotne energije u sadašnjim uslovima i nakon predloženih mera	154
Slika 8.11: Mesečno toplotno opterećenje u sadašnjim uslovima i nakon predloženih rekonstrukcija ..	155
Slika 8.12: Principijelna šema SPETE postrojenja	156
Slika 8.13: Principijelna šema energetskih postrojenja bolničkog kompleksa	157
Slika 8.14: Toplotno opterećenje na mesečnom nivou	157
Slika 8.15: Potrošnja toplotne energije na mesečnom nivou.....	157
Slika 8.16: Mesečna rashladna energija i rashladno opterećenje	158
Slika 8.17: Mesečni troškovi bolničkog kompleksa sa okruženjem (bolnica +) uz primenu SPETE	159
Slika 8.18: Mesečni troškovi bolničkog kompleksa sa redukovanim energetskim potrebama.....	160
Slika 8.19: Ostljivost prostog perioda povraćaja na jedinične cene	160
Slika 8.20: Ostljivost prostog perioda povraćaja na cenu opreme	161
Slika 8.21: Ostljivost prostog perioda povraćaja	161
Slika 8.22: Ostljivost potrebne cene daljinskog grejanja na cenu prirodnog gasa	161
Slika 8.23: Godišnji profil ušteta i troškova za SPETE tehnologije	164
Slika 8.24: Sumarni efekat SPETE tehnologije na sve regionalne bolnice	165
Slika 8.25: Projekcija sadašnje vrednosti novca za SPETE	165
Slika 8.26: Projekcija akumulirane sadašnje vrednosti novca za SPETE	166
Slika 9.1: Novčane uštede za svaku tranzicionu platformu	167
Slika 9.2: Tok novca za za svaku tranzicionu platformu	167
Slika 9.3: Akumulirani tok novca za svaku tranzicionu platformu.....	168
Slika 9.4: Sadašnja vrednost novca za svaku tranzicionu platformu	168
Slika 9.5: Akumulirana sadašnja vrednost novca za S3	169
Slika 10.1: AHP struktura sa više relevantnih instanci (grupno odlučivanje)	172
Slika 10.2: Hijerarhija tranzicionih platformi.....	173

LISTA TABELA

Tabela 1.1: Poređenje scenarija (Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy)	27
Tabela 1.2: Izvori toplotne energije – scenario visokih cena (barel nafte = 100\$2005)	34
Tabela 2.1: Osnovne društvene i ekonomske karakteristike za Srbiju i Dansku	38
Tabela 2.2: Stope promene važnih energetske pokazatelja [35]	43
Tabela 2.3: Rangiranje Indeksa energetske održivosti i Indeksa izbalansiranosti za Srbiju	44
Tabela 2.4: Pregled kotlovi po sektorima	46
Tabela 2.5: Rezultati merenja i proračuna za kotlove u AP Vojvodini	49
Tabela 2.6: Sastav produkata sagorevanja kotlovskih postrojenja na prirodni gas	49
Tabela 2.7: Sastav produkata sagorevanja kotlovskih postrojenja na mazut	49
Tabela 2.8: Sastav produkata sagorevanja za ugalj, lož ulje, suncokretova ljuska i silosni otpad	49
Tabela 2.9: Rezultati merenja i proračuna osnovnih pokazatelja rada kotlova	53
Tabela 2.10: Specifična potrošnja toplotne i električne energije	57
Tabela 2.11: Specifični trošak za toplotnu i električnu energiju	57
Tabela 2.12: Specifična potrošnja toplotne i električne energije	57
Tabela 2.13: Ukupni trošak za toplotnu i električnu energiju	58
Tabela 2.14: Specifične potrošnje toplotne i električne energije	58
Tabela 2.15: Specifični trošak za toplotnu i električnu energiju	58
Tabela 3.1: Formulacija tipa učešća oba aktera u procesu energetske tranzicije	69
Tabela 3.2: Kriterijumi za vrednovanje ispunjenosti ciljeva tranzicionih procesa	74
Tabela 4.1: Satijeva skala vrednosti	81
Tabela 4.2: Poređenja u parovima	81
Tabela 4.3: Skala uticaja za MCA pristup	81
Tabela 4.4: Aktivnosti i instrumenti društveno poslovnih entiteta	82
Tabela 4.5: Aktivnosti i instrumenti zakonodavno-izvršnih organa i institucija	83
Tabela 4.6: Tranzicione platforme i vizije ostvarivanja tranzicionih platformi	85
Tabela 4.7: Tranzicione platforme i pripadajući korisnici	86
Tabela 5.1: Koristi od upravljanja energijom	88
Tabela 5.2: Mogućnosti uštede energije	91
Tabela 5.3: Mogućnosti uštede energije po pojedinačnim merama	92
Tabela 5.4: Efekti regulacije sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja (kotao na mazut)	98
Tabela 5.5: Pokazatelji pre i posle implementacije sistema promenljivog broja obrtaja	101
Tabela 5.6: Pretpostavljeno stanje kada motor radi sa maksimalnim brojem obrtaja	101
Tabela 5.7: Pretpostavljeno stanje ukoliko bi motor od 30 kW posedovao frekventnu regulaciju	101
Tabela 5.8: Vrednosti ključnih parametara vezanih za proces sagorevanja	102
Tabela 5.9: Ekonomski pokazatelji u procesu odmuljivanja i odsoljavanja	107
Tabela 5.10: Struktura mera poboljšanja energetske efikasnosti po scenarijima	116
Tabela 5.11: Pozicije na kojima nedostaje mera sa iznosima potrebne investicije	117
Tabela 5.12: Iznosi potrebne investicije za svaki od scenarija	118

Tabela 5.13: Indirektni troškovi.....	118
Tabela 5.14: Ukupni troškovi za svaki scenario	118
Tabela 5.15: Izvori finansiranja za scenario S1_Primena tehnike poboljšanja operativnih procedura....	120
Tabela 5.16: Plan otplate za scenario S1_Primena tehnike poboljšanja operativnih procedura.....	120
Tabela 5.17: Izvori finansiranja za S2a_ Kontrola procesa sagorevanja i upravljanje opterećenjem	120
Tabela 5.18: Plan otplate za S2a_ Kontrola procesa sagorevanja i upravljanje opterećenjem	120
Tabela 5.19: Izvori finansiranja za S2b_ Aut. odmuljivanje i nadzorno upravljački sistemi	121
Tabela 5.20: Plan otplate za S2b_ Aut. odmuljivanje i nadzorno upravljački sistemi	121
Tabela 5.21: Interne stope rentabilnosti i diskontovani period otplate	124
Tabela 6.1: Energetski pokazatelji za školske ustanove u AP Vojvodini.....	125
Tabela 6.2: Efikasnosti kotlova za različita goriva	126
Tabela 6.3: Emisija CO ₂ za različita goriva.....	126
Tabela 6.4: Cena energije za različita goriva	127
Tabela 6.5: Potrošnja energije i bilans CO ₂ sa supstitucijom goriva.....	127
Tabela 6.6: Izvori finansiranja za scenario_novi izvor energije: biomasa	128
Tabela 6.7: Plan otplate za scenario_novi izvor energije: biomasa.....	129
Tabela 7.1: Preporuke za prosečne potrošnje TPV.....	135
Tabela 7.2: Osnovni klimatski podaci na lokaciji Grada Novog Sada	135
Tabela 7.3: Parametri za određivanje dnevne solarne radijacije	135
Tabela 7.4: Rezultati proračuna u budućim okolnostima.....	136
Tabela 7.5: Jedinične cene energije korišćene za proračun	136
Tabela 7.6: Rezultati proračuna u stambenom bloku	139
Tabela 7.7: Izvori finansiranja za scenario_novi izvor energije: solarna energija	141
Tabela 7.8: Plan otplate za scenario_novi izvor energije: solarna energija	141
Tabela 8.1: Cene energije i energenata.....	145
Tabela 8.2: Pregled najvažnijih energetskih pokazatelja.....	147
Tabela 8.3 Osnovne karakteristike svakog pojedinačnog motora	149
Tabela 8.4: Rekapitulacija troškova implementacije predloženih rešenja i očekivane uštede	152
Tabela 8.5: Rekonstrukcija omotača bolničkih objekata	154
Tabela 8.6: Potencijalni toplotni konzum bolnice i objekata iz bolničkog okruženja.....	155
Tabela 8.7: Osnovne karakteristike svakog pojedinačnog motora	156
Tabela 8.8: Rekapitulacija energetskih i ekonomskih pokazatelja primene spregnute proizvodnje	162
Tabela 8.9: Izvori finansiranja za scenario_SPETE	164
Tabela 8.10: Plan otplate za scenario_ SPETE	164
Tabela 9.1: Rekapitulacija scenarija	166
Tabela 9.2: Rekapitulacija interne stope rentabilnosti za sve podscenarije	169
Tabela 10.1: Karakteristike pojedinih tranzicionih platformi - alternativa	174
Tabela 10.2: Međusobno vrednovanje alternativa u odnosu na kriterijume	174
Tabela 10.3: Vrednovanje kriterijuma od strane društveno poslovnih entiteta.....	175

Tabela 10.4: Konačne težinske vrednosti alternativa za društveno poslovne entitete	175
Tabela 10.5: Vrednovanje kriterijuma od strane nosioca delatnosti u sektoru energetike.....	176
Tabela 10.6: Konačne težinske vrednosti alternativa za nosioce delatnosti u sektoru energetike	176
Tabela 10.7: Vrednovanje kriterijuma od strane zakonodavno-izvršnih organa	176
Tabela 10.8: Konačne težinske vrednosti alternativa za zakonodavno-izvršne organe.....	177
Tabela 10.9: Konačne težinske vrednosti tranzicionih platformi dobijeni timskim vrednovanjem	177
Tabela P1.1: Uzorak ispitanih kotlova	188

OZNAKE I SKRAĆENICE

AHP	Analytic Hierarchy Process / Analitički hijerarhijski proces
ANN	Artificial Neural network / Veštačke neuronske mreže
CHP / SPETE	Combine Heat and Power / Spregnuta proizvodnja električne i toplotne energije
CBA	Cost Benefit Analysis / Analiza troškova i koristi
DTM	Donja toplotna moć
DPO	Diskontovani period otplate
EU	Evropska unija
GTM	Gornja toplotna moć
GDP / BDP	Gross Domestic Product / Bruto društveni proizvod
GHG	Green House Gases / Gasovi sa efektom staklene bašte
GDP(ppp)	BDP izveden na bazi kupovne moći (purchasing power parity - ppp).
HPV	Hemijska priprema vode
HSE	Health, Safety and Environment / Zdravlje, bezbednost i zaštita životne sredine
IRR	Internal rate of return / Interna stopa rentabilnosti
KGH	Klimatizacija, grejanje i hlađenje
MADM	Multi-Attribute Decision Making / Višeatributsko odlučivanje
MAPE	Mean Absolute Percentage Error / Srednja apsolutna procentualna greška
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory / Teorija višeatributske analize
MCDA	Multiple Criteria Decision Analysis / Višekriterijumska analiza za podršku odlučivanju
MCA	Multiple Criteria Analysis / Višekriterijumska analiza
OIE	Obnovljivi izvori energije
PLC	Programmable Logic Controller / Programabilni logički kontroler
PPP	Public Private Partnership / Javno - privatno partnerstvo
PPO	Prost period otplate
SAU	Sistem automatskog upravljanja
SCADA	Supervisor Control And Data Acquisition / Sistem nadzora i prikupljanja podataka
TEN/TOE	Tona ekvivalentne nafte / Tonne of Oil Equivalent (1 TEN = 41.868 MJ = 11,63 MWh)
TE – TO	Termoelektrana toplana
TPES / UPEI	Total Primary Energy Supply / Ukupni Primarni Energetski Izvori
TPV	Topla potrošna voda
WEC	World Energy Council / Svetski energetski savet

A.

FORMULACIJA OKVIRA TRANZICIONIH PROCESA REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA

1. UVODNA RAZMATRANJA

Obzirom na strateška opredeljenja Republike Srbije po pitanjima pristupanja Evropskoj uniji, razvoj energetskeg sektora bi trebao biti u saglasnosti sa evropskim ciljevima (program Evropa 2020). To je ujedno i najbolji način da se Republika Srbija aktivno priključi procesu ispunjavanja energetskeg ciljeva koje evropske zemlje sistemski sprovode poslednjih godina i da se na taj način integriše u savremene energetske procese. To je jedan ispravan put da se obezbedi energetskeg održiva perspektiva Republike Srbije. Autonomna Pokrajina Vojvodina, u svojim okvirima, ulaže dosta napora u tom pravcu, veoma dobro identifikuje svoje razvojne prioritete, poseduje dobre stručne i administrativne kapacitete kao i potrebnu infrastrukturu, aktivno razvija energetskeg politiku i generalno poseduje visoku spremnost za primenu programa, inicijativa i projekata energetskeg efikasnosti, intenziviranja korišćenja potencijala obnovljivih izvora energije i implementaciju novih energetskeg tehnologija. Sem toga, inovirana zakonska rešenja u sektoru energetike Republike Srbije postoje, ona su savremena i dobro harmonizovana sa aktuelnim strategijama ali implementacija mora i može biti doslednija i efikasnija kako bi se podzakonska akta u potpunosti operativno primenila i kako bi se obezbedilo brzo i sveobuhvatno uređenje energetskeg delatnosti.

Sve pomenute okolnosti su uzete u obzir prilikom kreiranja okvira i selekcije instrumenata regionalnih energetskeg tranzicija, kao i analize efekata u oblasti regionalnih energetskeg delatnosti.

Uvodno poglavlje se odnosi na obrazloženje predmeta, potreba i ciljeva istraživanja, definisanje pristupa i koncepta disertacije i postavljanje hipoteze. Opisane su primenjene metode analize tranzicionih procesa regionalnih energetskeg sistema. Struktura uvodnog poglavlja obuhvata i obrazloženje načina izbora, veličinu i konstrukciju uzorka kao i pregled vladajućih stavova u području istraživanja.

1.1 DEFINISANJE I OPIS PREDMETA ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja je potencijalni razvojni put u sektoru energetske delatnosti, u kome bi očekivane promene imale tranzicioni karakter. Istraživanje razmatra različite mogućnosti razvoja regionalnih energetske sistema sa svim pripadajućim segmentima i sa vezama prema neposrednom okruženju¹. Razvoj regionalnih energetske sistema razmatra se kroz tri aspekta:

1. Energetske performanse predmetnih energetske sistema,
2. Raznovrsnost i struktura energetske resursa za potrebe energetske sistema i
3. Razvoj i modernizacija energetske infrastrukture.

Ako se usvoji da je imperativ unapređenje svakog od tri pomenuta aspekta razvoja regionalnih energetske sistema i ako se uzmu u obzir relevantni pokazatelji sadašnjeg stanja regionalnih energetske sistema, sve ukazuje da je neophodan jedan novi i inoviran razvojni put praćen korenitim promenama i sistemskim pristupom a u skladu sa novim društvenim, ekonomskim i tehnološkim prilikama, koji bi učinio regionalne energetske sisteme efikasnim i održivim. Takav razvojni put predstavlja energetske tranziciju. Obzirom da razvojnih puteva može biti više, istraživanje analizira, vrednuje i ocenjuje različite potencijalne energetske tranzicije na regionalnom planu. Prema tome, regionalne energetske tranzicije su predmet istraživanja.

U okviru ovako definisanog predmeta istraživanja, osnovni zadatak je analiza mogućnosti i efekata unapređenja pomenuta tri aspekta razvoja regionalnih energetske sistema odnosno analiza dometa i perspektiva regionalnih energetske tranzicija u čijoj osnovi su najadekvatnije i najprihvatljivije mere i aktivnosti u regionalnim okolnostima. Istraživanje kao rezultat nudi osnovu za ocenu regionalnih energetske tranzicija, u odnosu na stanje bazirano na postojećim tehnološkim rešenjima, zatečenom strukturom energije i energenata i praksom upravljanja regionalnim energetske sistemima. Rezultat obuhvata kvalifikaciju i kvantifikaciju efekata u budućem – dužem vremenskom periodu a koji se odnose na sistemska poboljšanja ili potpunu promenu stanja sa stanovišta svih navedenih aspekata razvoja regionalnih energetske sistema.

Metodološki, predmet istraživanje podrazumeva kombinovanje različitih tehnika i pristupa za analizu mnogih aspekata razvoja regionalnih energetske sistema od kojih su najvažniji povećanje energetske efikasnosti u sistemima proizvodnje energije, diversifikaciju izvora energije (kombinovanje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije) i poboljšanja u energetske infrastrukturi (uvođenje novih i savremenih tehnoloških rešenja).

Predmet istraživanja obuhvata regionalne sisteme snabdevanja toplotnom energijom u sektoru industrije, javnih ustanova, državnih institucija i komunalne energetike.

1.2 OBRAZLOŽENJE O POTREBAMA ISTRAŽIVANJA

Različiti aspekti procesa snabdevanja energijom postali su važno pitanje u društvenom i ekonomskom razvoju mnogih zemalja. To je naročito izraženo baš u razvijenim zemljama Evropske unije. Ekonomije su suočene s problemom ranjivosti energetske sistema i prevelike zavisnosti mnogih delatnosti od različitih aspekata procesa snabdevanja energijom. Razlozi su brojni, nestašice na tržištu, prekidi u snabdevanju, loš kvalitet, prevelika i rastuća potrošnja, uvozna zavisnost, nestabilna cena na svetskom tržištu (fosilna goriva) i dr. a političke turbulencije u zemljama i regionima izvoznicima primarne energije dodatno pogoršavaju situaciju. Postoji i drugi pogled na aspekte procesa snabdevanja energijom. Nesmetano snabdevanje energijom po prihvatljivim cenama suštinski utiče na ekonomski i društveni razvoj, pa čak i jačanje geopolitičkog položaja neke zemlje. S tim u vezi svako društvo mora biti odgovorno i koristiti svaku šansu za stvaranje uslova sigurnog snabdevanja energijom i racionalnog korišćenja energije.

Uprkos činjenici da je razvoj energetske sektora naglašen kao velik prioritet u Republici Srbiji, stvarne aktivnosti na operativnom nivou i dalje su u početnoj fazi. Tranzicioni procesi u energetske sektoru su usporeni, otežano se sprovode strategije i planovi, racionalno korišćenje energije nema potreban značaj,

¹ Energetske sisteme je formulisano u poglavlju 3.6.1

promene nemaju široku primenu već individualni karakter itd. Razlozi za ovakvo stanje su brojni, između ostalog nepostojanje dovoljno razrađenih podzakonskih akata, razvijenih smernica i procedura, nedoslednost u sprovođenju energetske politike i akcionih planova, slabo korišćenje podsticaja, mehanizama finansiranja i dr., jednom rečju nisu razvijeni i ojačani instrumenti za realizaciju energetske politike. Pojedini instrumenti postoje ali bez adekvatne implementacije. U oba slučaja rezultati su isti i nezadovoljavajući. Manjkava implementacija je teži slučaj i ona u mnogome zavisi od doslednosti državnih institucija u primeni pomenutih instrumenata. Posledice ovakvog stanja su loše energetske performanse, nepovoljna struktura energenata i zastarela tehnologija. Upravo su te posledice odredile i formulisale potrebu istraživanja.

Energetska tranzicija je proces koji je tesno povezan sa doslednom primenom instrumenata energetske politike i koordinisanim upravljanjem procesom primene. Tokom proteklih godina tranzicioni procesi u regionalnoj energetici nisu dobili potreban zamah i obim a razvoj regionalnih energetske sistema nije tekao dovoljno brzo i uspešno i bio je kreiran na bazi principa i standarda koji su u međuvremenu inovirani i unapređeni. Neki principi su i napušteni. Ovo su dobro poznate činjenice ali ipak vrlo je malo učinjeno na unapređenju pristupa u oblasti energetske efikasnosti i primene novih energetske tehnologija. U Republici Srbiji trenutno ima oko 200 strategija u različitim oblastima, koje su razvijene u poslednjih 10-tak godina, a rezultati se ne mogu okarakterisati kao zadovoljavajući u velikom broju slučajeva. Podaci o stepenu realizovanosti strateških opredeljenja uglavnom nisu dostupni ili su nejasni, pa nije moguće ni donositi ocene o uspešnosti. Slična je situacija u oblasti energetske delatnosti.

Evidentirano stanje, izmereni parametri i prikazani energetske pokazatelji u narednim poglavljima nedvosmisleno potvrđuju pomenute konstatacije. Osim kod par izuzetaka, opšti utisak je da su protekla vremena teških uslova privređivanja i sporih tranzicionih procesa dodatno doprinela smanjenju nivoa opšte brige o energetske sistemima a samim tim i slabim efektima strateških planova i aktivnosti.

Uspešne energetske tranzicije su alternative za unapređenje procesa snabdevanja energijom. One usporavaju rast energetske potrošnje, menjaju strukturu energenata i modernizuju energetske infrastrukturu. Prema tome za obezbeđivanje energetske sigurnosti i ekonomske konkurentnosti a svakako i radi doprinosa globalnim naporima smanjenja efekata staklene bašte, energetska tranzicija u svim energetske delatnostima izdvaja se kao neminovnost i kao siguran put u susret konceptu održivosti i društvenoj kompatibilnosti.

Disertacija obuhvata savremene ali komercijalne tehnologije a posebno tehnologije koje imaju perspektivu lokalnog razvoja i proizvodnje u AP Vojvodini (korišćenje biomase, solarni kolektori itd.).

1.3 CILJ ISTRAŽIVANJA

Istraživanje ima nameru da kreira i demonstrira pristup u skladu sa sadašnjim društveno ekonomskim okolnostima u kojima funkcionišu regionalni energetske sistemi i da usmeri razvojni put odgovarajućim instrumentima energetske politike a u saglasnosti sa tekućim prilikama regionalnih energetske sistema. Istraživanje kreira pomenut pristup putem utvrđivanja realnog stanja i razvojem analitičkog okruženja koji simulativnom analizom omogućava predikciju efekata energetske tranzicije predmetnih energetske sistema. Istraživanje uključuje i ocenu rezultata metodom višekriterijumskog vrednovanja. Prema tome, cilj istraživanja je selekcija i vrednovanje odgovarajućih tranzicija regionalnih energetske sistema, na bazi činjenica i osnovanih pretpostavki a prema odgovarajućim kriterijumima i pokazateljima, čime bi se potvrdila ili opovrgla hipoteza formulisana u sledećim poglavljima. Pri tome, istraživanje nema nameru da rešava nerešeno pitanje već se bavi pojedinim otvorenim pitanjima tj. pitanjima bez jednoznačnog i univerzalnog rešenja o tome koje pristupe koristiti za analizu tranzicija regionalnih energetske sistema, šta su alternative i kako vrednovati efekte.

Osnovni motivi za formiranje ovakvog cilja su evidentne potrebe aktera i nosilaca energetske delatnosti na regionalnom planu za strukturnim promenama, modernizacijom, višim energetske performansama, za racionalnim upravljanjem energetske resursima i obezbeđenjem energetske sigurnosti i ekonomske konkurentnosti.

1.3.1 Činjenice na kojima se bazira hipoteza

Izvor i količina neizvesnosti sadržana u formulisanoj hipotezi određeni su nizom činjenica koje potvrđuju da je regionalna energetska tranzicija proces bez jasnih dometa, bez sigurnosti u selekciji razvojnog puta i sa otvorenim pitanjima o tome šta je uspeh neke promene, kako vrednovati uspešnost, ko je učesnik tranzicionih procesa, kolika je neophodna brzina promena, šta je potrebno obuhvatiti procesom tranzicije, koliki je optimalan iznos promene i kako upravljati samim procesom, njegovom kompleksnošću i brojnim međuzavisnostima različite prirode.

Činjenice na kojima se bazira hipoteza odnose se na dva segmenta, sam pristup analizi tranzicionih procesa (A) i na predmetne energetske sisteme (B). Sve činjenice i komentari odnose se isključivo na regionalne, društvene, ekonomske i tehnološke prilike.

A. PRISTUP ANALIZI TRANZICIONIH PROCESA

- Na nacionalnom i regionalnom planu prisutno je različito tumačenje i vrednovanje tranzicionog pristupa od strane donosioca odluka u državnim i pokrajinskim telima, političkih struktura, stručnih asocijacija, upravljačkih struktura javnih preduzeća i institucija, stručnjaka različitih profila i sl. Stavovi se ponekad dijametralno razlikuju. To upućuje na nisku verovatnost uspešne tranzicione promene za sve aktere i sve kriterijume.
- Nedovoljno razumevanje potrebe energetske tranzicije, njenih ciljeva i načina ostvarivanja od strane različitih zainteresovanih grupa, kao što su javna preduzeća, javne - kulturne, obrazovne i zdravstvene ustanove, različiti sportski i poslovni objekti u javnom vlasništvu, parkovi prirode i sl. Ova činjenica značajno utiče na neizvesnost uspeha tranzicionih promena. Nije dovoljno da samo stručne službe resornih ministarstava i sekretarijata razmatraju ovo pitanje.
- Vrednovanje i ocena uspešnosti energetske tranzicije je postupak sa puno arbitraže subjektivnog karaktera. Sadašnju praksu karakteriše nepostojanje razvijenih univerzalnih analitičkih alata i opšte prihvaćenih metodologija za kvalifikaciju efekata energetske tranzicije. Na bazi ove činjenice, sam postupak predviđanja unosi nerazumevanje i otvara mnoga pitanja što udaljava stavove i percepciju uspeha.
- U naučnoj zajednici i stručnim krugovima ne postoji konsenzus o konceptu sistemskih promena unutar regionalnih energetske tranzicije. Jedan od osnovnih razloga je postojanje različitih pokretača promena kod različitih subjekata (kompanije, ustanove ili komunalna preduzeća) i koji su po pravilu višeslojni, koji se međusobno preklapaju i mogu imati kaskadni karakter. Pokretači su tržište energenata i usluga, tehnički problemi, cene i pariteti cena, razvoj tehnologije, svest o energiji i životnoj sredini, mehanizmi kontrole i upravljanja, podsticaji, zakonska ograničenja i dr. Prema tome različiti pokretači i tipovi promene predstavljaju neizbežan izvor neizvesnosti i nesigurnosti uspeha energetske tranzicije.
- Sve pretpostavke i zaključci su bazirani na projekcijama, simulacijama, zapažanjima i ocenama koji su veoma često individualni i specifikirani ka konkretan slučaj. Koncept „iskustvo na bazi prošlosti“ je limitirano jer npr. okolnosti u Srbiji su značajno različite od dekade do dekade pa čak i na vremenskim distancama od nekoliko godina. Poseban problem je nedostatak kvalitetne statistike u dužim vremenskim intervalima. Konačno, i ovde se radi o problemu za postupak vrednovanja uspešnosti tranzicionih procesa.
- Regionalni tranzicioni procesi moraju imati potreban obim i sveobuhvatnost. Drugim rečima, neophodna je primena na široj populaciji energetske sistema i poželjno je uključivanje šire grupe aktera i nosilaca energetske delatnosti. Sadašnje promene u Srbiji imaju pojedinačan karakter, baziran na individualnim naporima, koriste unutrašnje resurse a pokretači promena su nepovoljni uticaji pa čak i egzistencijalni problemi. Ukoliko dominira opšta neefikasnost u velikom broju energetske sistema, opšta nebriga o potrošnji energije i održavanju, nedovoljno vrednovanje energije kao resursa itd. onda to postaje prihvatljivo, bez posledica i na kraju nevažno. Ako jedna škola ima potrošnju uglja od preko 280 kWh/m²god. bez ikakvih posledica i bez svesti da su i gorivo i iznos potrošnje neprihvatljivi, onda to na širem planu deluje

destimulativno i umanjuje značaj racionalnog korišćenja energije kao resursa. Na taj način ne može se podstaći šira akcija na poboljšanju stanja i promovisanju dobre prakse, što je neophodno za ostvarivanje šireg efekta.

B. PREDMETNI ENERGETSKI SISTEMI:

- Prisutna je velika izloženost (ranjivost) funkcionalnosti i performansi regionalnih energetskih sistema što za posledicu ima neizvesno dostizanje društvenih, ekonomskih i ekoloških ciljeva i očekivanja. Uticaji su brojni i odnose se na energetske resurse, tehnologiju, tržište energenata i usluga, cenovnu politiku, uveznu orijentisanost, način upravljanja, slabe mogućnosti investicionog održavanja i dr. Uspješna energetska tranzicija sužava ovu listu uticaja (rizika) a mnoge i u potpunosti eliminiše.
- Uprkos načelnom opredeljenju na nacionalnom i regionalnom planu o potrebama racionalnog korišćenja energije i upotrebe obnovljivih izvora energije, razvijenoj svesti i znanju u ovim oblastima, postojanju zakonskih rešenja, sistema podsticaja, razvijenim uslugama (projektovanje, servis, održavanje) itd., poslednjih deset godina učinjeno je malo. Kod predmetnih sistema primetna je mala zastupljenost obnovljivih izvora energije, odsustvo tehnologija domaće proizvodnje, odsustvo pojedinih savremenih, visoko efikasnih tehnologija kao i primena tehnika upravljanja energetskim tokovima. Prema stavovima stručne javnosti sve je jasno, izvodljivo i dostupno ali rezultati izostaju godinama. U proteklom periodu bilo je brojnih inicijativa ali uvek je bar jedan aspekt bio nezadovoljavajući ili bar jedan nosilac aktivnosti / korisnik nije našao interes. Iz tog razloga promene moraju imati tranzicioni karakter, proces mora zadovoljiti sve kriterijume i biti od interesa za sve aktere i nosioce energetskih delatnosti.
- Kaskadni karakter poremećaja i uticaja kao i njihova nepredvidivost su opšte poteškoće, zajedničke za svaki energetski sistem. Međutim u Srbiji, pomenute poteškoće su izrazitije zbog neuređenosti tržišta energetskih delatnosti, nedovoljnog poštovanja zakona, odsustva energetskog planiranja itd. Uspješna energetska tranzicija istovremeno uređuje pojedine segmente energetske delatnosti (npr. novi oblici partnerstva) i značajno smanjuje mogućnost nastajanja poremećaja (usled smanjene zavisnosti od cena, kvaliteta, odluka i sl.).
- Nepredvidive poteškoće u interakciji i tehnološkoj ko-evoluciji pojedinih sastavnih delova kompleksnih energetskih sistema. U Srbiji postoji različit stepen implementacije strategija razvoja u različitim oblastima ili pojedinim delatnostima. Često postoje izvesni oblici favorizacije pa čak i privilegija. Ukoliko je razvoj neizbalansiran, neorganizovan i jednostran on neće uključiti sve aktere i nosioce energetskih delatnosti, neće obuhvatiti sve sisteme i tada dolazi do nekompatibilnosti i tehnoloških disproporcija. Danas u Srbiji egzistiraju i značajno tehnološki zaostala postrojenja i neprimerena sofisticiranost i napredna tehnologija.
- Kako energetski sistem nije izolovan subjekat, postoje brojni uticaji van granice sistema. Osim toga spoljni uticaji imaju različit potencijal uticaja. U Srbiji se nedovoljno dosledno sprovodi energetska politika i institucionalna reforma ili nije sprovedena ili nije donela rezultate. Često se dešava izostanak korporativnih principa prilikom upravljanja energetskim sistemima.

Sve pomenuto u vezi predmetnih sistema čini definisanje jedinstvenog razvojnog puta veoma kompleksnim i predviđanje dugoročnih efekata predloženih promena neizvesnim.

1.3.2 Formulacija hipoteze

H: U regionalnim društvenim, ekonomskim i tehnološkim prilikama i među brojnim alternativama, egzistira najadekvatniji razvojni put u sektoru energetskih delatnosti, u kome bi promene imale tranzicioni karakter (stabilnost performansi, dugoročan efekat, značajna poboljšanja vitalnih pokazatelja, sveobuhvatnost, razuman vremenski okvir promena i održivost), bile uspešne po svim kriterijumima (društvenim, ekonomskim, tehnološkim), bile prihvatljive za sve aktere i nosioce energetskih delatnosti (društveno poslovni entiteti, institucije na lokalnom, regionalnom i nacionalnom planu) i sa efektima na svim nivoima (ustanova/kompanija, sektor energetike, država).

Hipoteza je egzistencijalnog karaktera jer očekuje postojanje optimalnog razvojnog puta koji je u raspoloživim alternativama i datim okolnostima najadekvatniji i najprihvatljiviji za širok krug aktera i nosilaca energetske delatnosti i prema svim definisanim kriterijumima. Pri tome selekcija kriterijuma je proistekla iz opštih i strateških težnji na regionalnom planu. Ovaj tip hipoteze dopušta potvrđivanje sa jednom ili nekoliko kompromisnih tranzicionih promena na regionalnom planu koje su najprihvatljivije u odnosu na ostale moguće, dostupne i proverene alternative. Drugim rečima, u nizu mogućih energetske tranzicije dokazivanje prihvatljivosti jedne ili nekoliko upućuje na potvrđivanje hipoteze. Uspeh energetske ili energetske tranzicije, koji je otvoreno pitanje i predmet potvrđivanja, dokazuje se posebnom analizom na bazi višekriterijumske ocene, što u konačnom treba da potvrdi tranzicioni karakter i atribut uspešnosti predloženim promenama.

Način formiranja hipoteze je zaključivanje opšte pretpostavke koje je proisteklo iz činjenica o dosadašnjim pojedinačnim segmentima razvoja energetske sistema, inicijativama i slučajevima unapređenja na regionalnom planu.

Hipoteza inicira postupak predviđanja razvoja energetske sistema koji omogućava proveravanje da li tranzicione promene zaista imaju predviđene performanse. U tu svrhu razvijeno je nekoliko tranzicionih platformi (alternativa tranzicionog procesa) na bazi realnih pokazatelja i zatečenih društveno ekonomskih okolnosti i čiji su efekti razmatrani i vrednovani u postupku predviđanja. Tom prilikom vrednovana je uspešnost kroz relativan stepen ostvarivanja poboljšanih energetske performansi, unapređenja raspoloživosti, dostupnosti i raznovrsnosti energetske resursa i modernizacije energetske infrastrukture. A koliko je stepen ostvarivanja ciljeva dovoljan ili prihvatljiv, ocenjivano je sa istanci društveno poslovnih entiteta, nosilaca delatnosti u sektoru energetike i zakonodavno-izvršnih organa i institucija odnosno u skladu sa interesima ovih ključnih nosilaca energetske delatnosti.

Hipoteza ne razmatra promene koje će stvoriti idealan – energetske efikasan sistem, sa visokim performansama i povoljnom strukturom ulazne energije. Za hipotezu nije od značaja koliko sistem može biti idealan i nije prioritarno iznalaženje promene koja će maksimizirati pojedini parametar u apsolutnim brojkama. Hipoteza ispituje raspoložive alternativne razvojne puta i pretpostavlja postojanje najprimerenije alternative koja je ispred druge alternative po uspešnosti i važnosti. Primerenost je pri tome definisana konačnim brojem kriterijuma koji su u uslovima u Srbiji najbitniji i najuticajniji po potencijalu poboljšanja zatečenog stanja.

1.3.3 Struktura istraživanja

Struktura istraživanja je definisana s namerom analize bez ulaženja u slobodne procene i grube pretpostavke, bez postavljanja nerealnih i opštih očekivanja kao i bez primena ekskluzivnih i visoko tehnoloških rešenja, ali uz uvažavanje svih specifičnosti regionalnih prilika u Srbiji, konkretno AP Vojvodini po pitanjima energetske delatnosti. Struktura istraživanja sastoji se iz selekcije i analize primene različitih mera i pristupa koji se razlikuju po svojoj prirodi i koji na različit način doprinose racionalizaciji korišćenja energetske resursa i energetske infrastrukture i uvođenju novih izvora energije i novih savremenih tehnologija. Struktura istraživanja obuhvata sledeće:

- Identifikacija, analiza i ocena prostora za unapređenje energetske efikasnosti,
- Identifikacija, analiza i ocena faktora uticaja na uspeh tranzicionih procesa,
- Identifikacija i analiza adekvatnog tipa tranzicije, ključnih aktera i nosilaca tranzicionih procesa,
- Selekcija i formulacija tranzicionih promena, specificiranih na regionalne prilike i potrebe i
- Određivanje i vrednovanje efekata na razvoj energetske sektora.

1.4 KREIRANJE PRISTUPA

Polazna tačka disertacije je sprovođenje procesa energetske tranzicije, ali na takav način da efekti promena budu saglasni sa kriterijumima koji su striktno specificirani na regionalne prilike i da promene budu prihvatljive sa stanovišta realnih društveno ekonomskih okolnosti. Drugim rečima tranzicija treba da ima karakter održivosti sa aspekta energetike, ekonomije i društvenih pitanja (socijalnih i ekoloških).

Pristup upravo razmatra i analizira održivost i uspešnost procesa tranzicije. Konkretno, uspešnost energetske tranzicije se ogleda u dostizanju tri pomenuta cilja:

1. Pобољшanje energetske performansi,
2. Unapređenje raspoloživosti, dostupnosti i raznovrsnosti energetske resursa i
3. Razvoj i modernizacija energetske infrastrukture.

Ispunjenje pomenuta tri cilja daje direktnu podršku za tri vrste koristi po energetske delatnosti koje su u potpunosti saglasnosti sa strateškim ciljevima razvoja društva na nacionalnom nivou, kao i u saglasnosti sa ciljevima Evropske unije što je posebno značajno u procesu pristupanja. Koristi su sledeće:

1. Povećana energetska sigurnost,
2. Pобољшanja u kvalitetu životne sredine i
3. Ekonomska održivost.

Образлоženje koristi:

1. Energetska efikasnost krajnjih korisnika, upotreba OIE i tehnološka poboљшanja unaprediće energetska sigurnost kako po pitanju energetske resursa tako i infrastrukture. Razvoj distribuiranih – SPETE postrojenja u segmentu proizvodnje energije, primena mera energetske efikasnosti u KGH sistemima, primena OIE u velikim sistemima snabdevanja, korišćenje opcija za kontrolu opterećenja i procesa transformacije i dr., kao i poboљшanja operativnosti i fleksibilnosti sistema, smanjili bi ranjivost infrastrukture u slučajevima bilo koje vrste nepovoljnih događaja i povećali sposobnost da se sistem izbori sa poremećajima i vanrednim situacijama.
2. Po pitanju zaštite i unapređenja životne sredine, tehnike energetske efikasnosti, energetske efikasne tehnologije i primena tehnologija koje koriste OIE, a po mogućstvu uz podršku sredstava koja obezbeđuje država, mogu omogućiti dugoročnu fleksibilnost u reagovanju na sadašnje i potencijalne buduće ekološke potrebe, počev od kvaliteta vazduha na lokalitetu pa do globalnih klimatskih promena. Ispunjenje pomenuta tri cilja će redukovati različite emisije koje su direktna posledica ili su u vezi sa proizvodnjom energije i njenim korišćenjem.
3. Poboљšane ekonomske performanse i energetska pristupačnost su očigledne posledice unapređenja po pitanju energetske efikasnosti, primene OIE i razvoja infrastrukture. Na ovaj način se obezbeđuju ekonomske koristi kako pojedinačnih korisnika tako i kompanija, ustanova pa i privrede u celini. Na ekonomskom planu, nova - poboљšana energetska efikasnost i energetske tehnologije koje koriste OIE mogu da povećaju konkurentnost društveno poslovnih entiteta na otvorenom tržištu.

U okviru pomenute tri koristi po energetske delatnosti nalazi se osnova koncepta disertacije a fokus je na unapređenju energetske sigurnosti i pristup je u potpunosti usmeren i prilagođen ostvarivanju tog cilja na nacionalnom i regionalnom planu a na sledeće načine:

1. Energetskom efikasnošću postrojenja za transformaciju primarnih oblika energije;
2. Diversifikacijom izvora energije, uvođenjem obnovljivih – lokalnih izvora;
3. Infrastrukturnim poboљšanjima putem savremenih tehnologija i nadzorno upravljačkih sistema.

Sva tri doprinosa energetske sigurnosti su sastavni delovi procesa regionalne energetske tranzicije i sastavni deo su koncepta disertacije. Na obezbeđenje pomenuta tri doprinosa utiču brojni uticajni faktori, a oni koji su ključni i koji se razmatraju istraživanjem su:

1. Faktori resursa (cena, kvalitet, raspoloživost i dr.);
2. Tehnički faktori (tehnologije konverzije, upravljanja, racionalizacije i dr.);
3. Operativni faktori (kontrola, nadzor, analize, procedure i dr.).

Образлоženje faktora:

1. Faktori resursa: Sve energetske tehnologije bazirane na OIE koriste, direktno ili indirektno, prirodne resurse koji imaju veoma različite karakteristike. U zavisnosti od njihovog porekla mogu postojati znatne oscilacije u snabdevanju, troškovima isporuke (fluktuacija cena energije i energenata), svojstvima itd. S jedne strane resursi kao što su sunce mogu biti pod snažnim

uticajem klimatskih uslova, a s druge strane, karakteristike biomase mogu biti pod uticajem razvijenosti tržišta, sistema podsticaja, zakonskom regulativom i dr.

2. Tehnički faktori: Tehnički uticajni faktori obuhvataju sve tehnološke aspekte tokom faza implementacije i korišćenja bilo koje energetske tehnologije. Tehnički faktori odnose se na operativni nivo gde se razmatraju karakteristike glavnih komponenata sistema od značaja za nesmetano i efikasno funkcionisanje, postizanje visokih performansi, za automatsko upravljanje i nadzor, zatim mogu se uzeti u obzir i tehnike održavanja, prepravki ili rekonstrukcija, zatim okolnosti otkaza pojedinih komponenti za proizvodnju i distribuciju energije ili drugih tehnoloških komponenti. Kada su u pitanju energetske tehnologije koje koriste OIE, generalno se radi o novijoj tehnologiji i ovde su pitanja od značaja ona koja se tiču pouzdanosti tehnologije na dugoročnom planu i dostupnosti rezervnih delova.
3. Operativni faktori: Operativni uticajni faktori odnose se na rizike ili prepreke koje mogu da utiču na kompletan rad postrojenja, npr. energetska efikasnost, sigurnost procesa, izdatke za održavanje i popravke, dostupnost proizvedene energije itd. Operativni rizici su oni rizici koji se javljaju posle instalacije, testiranja i puštanja u rad. Operativni uticajni faktori su korišćenje procedura, instrukcija, standarda i dr., tehnike kontrole i nadzora, analiza pokazatelja i dr.

Pristup u disertaciji uzima u obzir sve pomenute faktore specificirane na nacionalnom i regionalnom planu dok očekivani efekti uspešno implementiranih energetske tranzicije mogu biti brojni a najveći deo je vrednovan prilikom ocene uspešnosti energetske tranzicije. Efekti su sledeći:

1. Energetski efekti: modernizacijom, sanacijom, revitalizacijom i automatizacijom postrojenja unapredila bi se energetska efikasnost transformacije energije, pouzdanost opreme i postrojenja, bezbednost pogona i rukovaoca, kvalitet isporučene energije, fleksibilnost u odnosu na toplotni konzum i dr.
2. Ekonomski efekti: povećanje energetske efikasnosti energetskog postrojenja i pripadajuće infrastrukture bi se odrazilo na redukovanje potrošnje goriva, odnosno smanjenje jedinačne cene isporučene toplotne energije. Takođe to bi se odrazilo i na smanjenje troškova održavanja.
3. Društveni efekti: implementacijom energetske politike otvorile bi se nove poslovne mogućnosti - otvaranje novih aktivnosti za domaću privredu (izgradnja kotlova, izmenjivača toplote, regulacionih uređaja, razvoj novih OIE tehnologija), a to bi značilo nova radna mesta za lokalno stanovništvo, bolji kvalitet usluge i druge društvene koristi.
4. Ekološki efekti: uspešnom primenom mera energetske efikasnosti poznato je da se redukuje emisija štetnih gasova usled redukovane potrošnje fosilnih goriva. Primenom tehnologija zelene – čiste energije i korišćenjem OIE (supstitucijom „prljavih“ izvora i tehnologija), doprinosi se ekološkoj održivosti, kvalitetu životne sredine i globalnoj borbi protiv klimatskih promena.

1.5 PRIMENJENE METODE

Obzirom da se tranzicioni proces sastoji iz različitih tehnika kojima se ostvaruju ciljevi i da se iste primenjuju na raznorodne energetske sisteme kojima upravljaju različiti društveno privredni subjekti, neophodno je korišćenje različitih metodologija i prisupa pri analizi. U osnovi primenjena je metodologija analize scenarija u kojoj su parametri sumirani i objedinjeni analizom troškova i koristi odnosno „Cost-Benefit“ analizom. Za potrebe određivanja parametara troškova i koristi korišćeni su inženjerski (termotehnički) proračuni i metode modelovanja primenom tehnike veštačkih neuronskih mreža. Dobijeni rezultati su vrednovani metodama višekriterijumske analize.

SCENARIO ANALIZA

Scenario analiza je primenjena radi određivanja i razmatranja šta se može desiti u budućnosti po pitanju pojedinih tranzicionih promena. To je postupak modelovanja različitih razvoja događaja koji opisuju kako budućnost može da izgleda. Scenario opisuje pojedina stanja budućnosti “naizgled prihvatljiva” ili “verovatna”. Za tranzicioni proces je od interesa da postoji više scenarija koji daju više vizija odnosno

alternativnih budućnosti. Svaki od scenarija kvantitativno i kvalitativno opisuje buduća dešavanja i njihove implikacije na energetske sektor. U opštem smislu se sastoji od definisanja pojednostavljenog modela realnog sistema, koji se koristi za razmatranje projekcija s obzirom na različite moguće buduće događaje. U konkretnim scenarijima, tranzicioni procesi se opisuju sa više ili manje verovatnoće dešavanja, sa različitim ocenama ishoda i sa različitim stavovima prema razvoju pojedinih uticajnih parametara (optimistički / pesimistički).

Upotrebljivost scenario analize se ogleda u mogućnosti sagledavanja svih promena iz okruženja bez obzira na njihovu prirodu (tehnološke promene, promene ekonomskih uslova, društveni stavovi itd.). Scenario analiza ne može da predvidi verovatnoću takvih promena, ali može razmotriti posledice i dati smernice kako se prilagoditi predvidivim promenama iz okruženja.

Scenario analiza se koristi kao podrška vrednovanju i ocenjivanju, planiranju budućih strategija, kao i za razmatranje postojećih aktivnosti. Scenario analiza identifikuje i analizira scenarija koji se odnose na najbolji slučaj, na najgori slučaj i na „očekivani“ slučaj, a takođe može da se koristi za identifikaciju šta može da se desi pod određenim okolnostima i analizira potencijalne posledice za svaki scenario.

Scenario analiza je korišćena da predvidi kako se i pretnje i mogućnosti mogu razvijati i kako se manifestuju sve vrste uticaja iz okruženja u kratkoročnim i dugoročnim vremenskim okvirima. Sa kratkoročnim okvirima i dobrim podacima verovatni scenariji se mogu ekstrapolirati iz sadašnjosti i to je pristup koji se koristi u disertaciji. Sa dugoročnim okvirima i/ili sa slabijim podacima scenario analiza postaje kreativan (maštovit) postupak i namera je bila da se ovaj slučaj izbegne.

Scenario analiza se pokazala kao korisna jer postoje jake razlike između pozitivnih i negativnih ishoda i rezultata i to u prostoru, vremenu i grupama koje su predmet istraživanja.

INŽENJERSKE KALKULACIJE

Prilikom izračunavanja svih parametara koji opisuju termotehničke karakteristike predloženih predmetnih energetske sistema, u različitim režimima, pod različitim operativnim okolnostima, u odnosu na različite energente, korisnike itd., korišćene su proverene i relevantne analitičke relacije i podaci dobijeni od strane direktnih merenja, evidencija korisnika ili vlasnika, tabelarnih vrednosti iz stručne literature, kataloga proizvođača opreme, podataka zvaničnih institucija, tržišnih vrednosti cena energenata, klimatskih podataka i dr.

OPIS FUNKCIONALNOSTI ENERGETSKIH SISTEMA

Primena tehnike kreiranja „veštačke neuronske mreže“ (engleski termin „Artificial Neural Networks“ ili skraćeno ANN), je korišćena za formiranje modela neuronske mreže kako bi se opisala zavisnost ulaznih podataka i izlaznih performansi predmetnih energetske sistema. MATLAB je izabran kao matematički alat za modelovanje mreže, a korišćen je alat u „Neural Networks Toolbox“-u kao unapred definisanom okruženju. Model je razvijen, obučen, testiran i korišćen u MATLAB interaktivnom okruženju, što je omogućilo razvoj algoritma, analizu podataka, vizuelizaciju rezultata i simulativne proračune.

U pogledu praktičnosti, ANN metod omogućava identifikaciju preporuka i smernica za aktivnosti kao što su primena poboljšanog operativnog upravljanja i kreiranje i primena inoviranih procedura, efikasno korišćenje opreme i postrojenja, poboljšanje postupka održavanja svih resursa postrojenja, uspostavljanje sistema evidentiranja i nadzora kao i unapređenje mernih mesta i instrumentacije itd. Takve aktivnosti mogu da obezbede dobre preduslove za efikasnu i sistemsku promenu u svim aspektima poslovanja energetske sistema.

SIMULACIJE ENERGETSKIH PERFORMASI

Za potrebe projekcija budućih energetske performansi, korišćena je tehnika računarskog simuliranja na bazi prethodno kreiranog modela. To uključuje kompjuterske metode simulacije energetske performansi u različitim okolnostima i u različitim scenarijima a bazirano na realnim (merenim i evidentiranim) podacima.

Na operativnom nivou, ovaj pristup uvećava mogućnosti za bolji uvid u operativni rad postrojenja u okolnostima kada istovremeno postoje višestruki poremećaji ulaznih parametara. Zatim, on omogućava sveobuhvatnu analizu svih resursa kao i načina angažovanja tih resursa potrebnih za pokretanje i

sprovedenje sistematskih mera poboljšanja i dalji razvoj operativnih procedura. Na nivou ustanove/kompanije, prognoziranje operativnih performansi je važan element za podršku u procesu donošenja odluka npr. u pogledu česte upotrebe opcionog goriva kao rezultat fluktuacije cena energenata ili pariteta cena na otvorenom tržištu ili kada određena vrsta goriva periodično nedostaje. Na nivou sektora, ovaj pristup može da doprinese stvaranju novih podsticajnih programa na državnom ili pokrajinskom nivou, promociji novih tehnoloških rešenja, kao i da obezbedi subvencije za najprioritetnije i najefektivnije investicije, kao i mnogim drugim mogućnostima.

PROJEKCIJE EKONOMSKIH POKAZATELJA

U okviru analize na bazi simulativnih kalkulacija energetske performansi primenjena je analiza troškova i koristi odnosno „Cost-Benefit“ metodologija, koja je široko prihvaćena kao pogodan metod za projekciju energetske performansi u ekonomskom veku pojedine energetske tehnologije ili mere energetske efikasnosti. Projekcije ekonomskih pokazatelja izvršene su dinamičkom ocenom koja uzima u obzir vreme u postupku analize, obuhvatajući celokupan period ulaganja i eksploatacije jednog tehnološkog rešenja. Da bi se u oceni opravdanosti regionalnih energetske tranzicije uzela u obzir dinamika odnosno vremenska dimenzija investicionih procesa, korišćena je metoda svođenja na sadašnju vrednost – metoda diskontovanja. Za ocenu ekonomičnosti usvojeni su sledeći parametri: akumulirana sadašnja vrednost novca, diskontovani period povratka investiranih sredstava i interna stopa rentabilnosti.

Prednosti ovog pristupa su realna očekivanja zbog diskontne stope, koja uzima u obzir preferencije vremena i zbog razmatranja čitavog veka trajanja tehnološke promene u kojima vrednost novca nije konstantna kategorija. Osnovni nedostaci su nemogućnost realnog izbora diskontne stope koja ima veliki uticaj na tačnost projekcija ekonomskih pokazatelja, ne prikazuje u dovoljnoj meri uticaj perioda eksploatacije i ne vodi dovoljno računa o ukupnom iznosu potrebnih investicionih sredstava.

SELEKCIJA, VREDNOVANJE I OCENJIVANJE TRANZICIONIH PROMENA

Utvrđivanje tranzicionog puta, selekcija instrumenata sistemskih promena a zatim vrednovanje i ocenjivanje efekata tranzicionih promena su suštinske i neophodne faze u analizi tranzicionih promena regionalnih energetske sistema i potreban je višekriterijumski pristup. Za potrebe selekcije korišćen je metod Višekriterijumske analize (MCA – „Multi Criteria Analysis“).

Za ocenu i kvalifikaciju rezultata simulativne analize korišćen je matematički koncept Analitičkog hijerarhijskog procesa („Analytic Hierarchy Process“ – AHP), kao relevantan alat za podršku u postupku vrednovanju alternativa po različitim kriterijumima. AHP je jedan od višekriterijumskih optimizacionih postupaka koji se označavaju akronimom MCDM od engleskog naziva „Multi Criteria Decision Making“.

Drugi metodi i pristupi koji mogu biti primenjeni u višekriterijumskoj analizi su višeatributsko odlučivanje (Multi-Attribute Decision Making - MADM) i teorija višeatributске analize (Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)). To su metode i procedure koje se bave analizom, ocenom i vrednovanjem alternativa sa višestrukim atributima koji su tipični za instrumente energetske politike i mogu biti izbor u analizi energetske sistema. Ipak, u disertaciji je primenjena višekriterijumska analiza (MCA) iz nekoliko razloga:

1. Analiza na nacionalnom ili regionalnom nivou je kombinovana metoda (zbog različite prirode informacija, različitih izvora, različite detaljnosti i pouzdanosti podataka) i MCA je pogodnija metoda jer identifikovanje primenljivih atributa (potrebnih za MADM/MAUT) je veoma složen proces sa visokom neizvesnošću u slučaju analize instrumenata energetske politike.
2. MCA rangira širok broj alternativa dok MADM/MAUT su metode pogodnije za identifikaciju jedinstvene, najpoželjnije alternative u limitiranom broju alternativa i u procesu postupne detaljne procene. Disertacija uključuje širi broj alternativa i MCA je pokazala bolje rezultate.
3. MADM/MAUT ignoriše interakcije između atributa, što je neprihvatljivo za ciljeve disertacije. U procesu iznalaženja puta do uspešnog sprovođenja energetske politike, atributi instrumenata energetske politike su međusobno povezani i često veoma zavisni.
4. MADM/MAUT daje bolje rezultate kada su ciljevi u konfliktu (potrebno prilikom traženja kompromisa u ocenjivanju) i kada imaju neuporedive attribute. Ovo nije slučaj u procesu implementacije energetske politike.

1.6 NAČIN IZBORA, VELIČINA I KONSTRUKCIJA UZORKA

Izbor je izvršen na način koji obezbeđuje formiranje relevantnog uzorka, sa stanovišta pokrivenosti energetskih sistema različitih namena, kapaciteta, ulaznih resursa, dinamike rada i sl. To je jedan od najboljih načina da se obezbedi pouzdan presek stanja a samim tim i kvalitet analize i zaključaka.

Metode koje su primenjene prilikom konstrukcije uzorka su vizuelni pregled sa prikupljanjem podataka iz pogona (podaci o opremi, potrošnjama, dinamici rada, radnim parametrima) i podataka iz zvaničnih evidencija kompanije/ustanove, direktni intervju sa licima koja upravljaju energetskim sistemima i operaterima na samom postrojenju i na kraju energetski pregled sa tri nivoa detaljnosti: kratki i preliminarni energetski pregled, a u nekoliko slučajeva i detaljni pregled i analiza. Preliminarni i detaljni energetski pregledi podrazumevali su i merenje kvaliteta produkata sagorevanja i kontrolu drugih relevantnih parametara prema potrebi. Tokom istraživanja, često nije postojala jasna granica između pomenutih pristupa (nije bilo nužno), već su analize rađene prema predmetnom subjektu, njegovoj strukturi, nameni, kapacitetu, potencijalu racionalizacije, složenosti i drugim parametrima.

Istraživanje je obuhvatilo 90 subjekata – društveno poslovnih entiteta, među kojima je 50 industrijskih preduzeća, 35 ustanova, institucija ili organizacija i 5 komunalnih sistema. Dakle, 90 regionalnih energetskih sistema je obim istraživanja a broj kotlovskih jedinica obuhvaćenih pregledima i analizama je 135.

Informacije o kotlovima nalaze se u PRILOGU 1.

Kada su u pitanju energane većeg kapaciteta (po jednom pravnom subjektu, npr. Javna ustanova), situacija je takva da postoji brojna i veoma raznolika populacija energana za snabdevanje toplotnom energijom, praktično po svakom pitanju (namena, radni parametri, efikasnost, stepen opterećenja, tip goriva, dinamika rada i dr.). U tom slučaju primenjen je metod slučajnog uzorkovanja i značajniji udeo pokrivenosti samim uzorkom (preko 25% populacije). Uzorak je dimenzionisan tako da testiranja modela pokažu zadovoljavajuću tačnost, što posledično garantuje relevantna predviđanja i zaključke.

S druge strane uzorkovanje podataka energana sa manjim instalisanim kapacitetima (do nekoliko stotina kW ukupne toplotne snage energane) kod subjekata slične delatnosti primećena je velika sličnost po pitanjima pomenutih parametara (namena, radni parametri, efikasnost, stepen opterećenja, tip goriva, dinamika rada i dr.) kao i sličnost sa problemima i poteškoćama sa kojima se susreću. Ovde je primenjen metod manjeg uzorka, takođe uz slučajan odabir ali uz manju kategorizaciju po pitanju različitosti pogonskog goriva, jer to utiče u izvesnoj meri na pomenute parametre.

U slučaju kada je populacija energana mala sama po sebi (npr. slučaj regionalnih bolnica), gde je struktura potrošnje veoma slična i gde se ne očekuju značajnije promene, primenjena je metoda pojedinačne analize po principu studije slučaja uz projekciju na drugi kapacitet u okviru iste familije korisnika. Tom prilikom analizirani su granični uslovi po kapacitetu, servisu i performansama gde su tranzicione promene proveravane upravo u graničnim slučajevima.

Kod analize krajnjeg korisnika korišćen je pristup selekcije karakterističnog objekta kao uzorka a na bazi raspoloživosti informacija i za uzorak i za širu populaciju. Zbog postojanja kvalitetne evidencije, selekcija na ovaj način daje dobre rezultate zbog mogućnosti prethodne analize u fazi pre selekcije uzorka. Na taj način izbegnutje da se analiza radi an uzorku koji nije reprezentativan.

Kada je precizirana veličina uzorka i način izbora, sam sadržaj uzorka je formiran metodom fizičke inspekcije uz prikupljanje podataka na bazi internih i zvaničnih evidencija kao i direktnih merenja i uz intervju sa nosiocima funkcija kontrole i upravljanja u tim energanama. Odabrana grupa energana nalazi se u regionu odnosno AP Vojvodini, a pripadaju sektoru komunalne energetike (toplane), industrije i javnih institucija (škole, bolnice, sportski centri, instituti i dr.).

1.7 PREGLED VLADAJUĆIH STAVOVA NA POLJU ISTRAŽIVANJA

1.7.1 Energetska tranzicija

Veća energetska efikasnost i značajniji udeo energije iz obnovljivih izvora su glavne težnje novog – tranzicionog puta ka održivim energetske sistemima. Ova tranzicija zahteva fundamentalnu promenu kako infrastrukture tako i razvoja i implementacije inovativnih energetske tehnologija. Istovremeno, kreativni i društveno kompatibilni pristupi planiranju, upravljanju, adaptaciji, komunikaciji i učešću su preduslovi za uspeh čitavog procesa.

Energetske infrastrukture u budućnosti moraju ispunjavati energetske potrebe uz uslove održivosti i socijalne kompatibilnosti. U budućnosti, uspeh ili neuspeh energetske tranzicije će u velikoj meri zavisiti od ponašanja javnih, komunalnih i industrijskih korisnika. Pored tehničkog razvoja, veoma je značajno da li su i na koji način pomenuti korisnici kao i ostali akteri energetske tranzicije, posvećeni i aktivni u procesu unapređenja energetske delatnosti i da li su spremni da se uključe u punom kapacitetu u proces transformacije predmetnih energetske sistema.

Energetske transformacije u Nemačkoj a i šire uključuju ubrzano potiskivanje nuklearne energije, brzu ekspanziju obnovljivih izvora energije i ambiciozno povećanje energetske efikasnosti. Ovi ciljevi postavljaju ozbiljne zahteve pred energetske istraživanje i izradu energetske politike. Ova transformacija nije samo tehnički već i društveni izazov. To zahteva efektivnu, efikasnu i društveno kompatibilnu integraciju tehnološkog razvoja, organizacione strukture i promenu ponašanja i razmišljanja. Ova integracija je od ključnog značaja za uspeh energetske tranzicije.

Izazovi koji su povezani sa vizijom tranzicije su:

- Neophodne promene u ponašanju potrošača i korisnika,
- Prihvatanje problema i konflikata u vezi sa novom infrastrukturom,
- Podsticajne mere i pogodni politički i ekonomski uslovi za pokretanje i promovisanje inovacija,
- Upravljanje kompleksnim, neizvesnim i višestrukim rizicima, povezanim sa novim energetske sistemima i tehnologijama,
- Integracija i učešće šire javnosti u formalnim procesima planiranja,
- Odgovarajući modeli rada decentralizovanih energetske sistema.

Za ove izazove, Helmholtz Alijansa je pokrenula istraživački program, koji istražuje sistemske interakcije između tehnologije, organizacije i ponašanja korisnika energije u Nemačkoj a i šire u okviru evropskog i međunarodnog konteksta.

IZVOR [1]: „Helmholtz Alliance ENERGY-TRANS“ je istraživačka alijansa sastavljen iz četiri institucije (Helmholtz Association: Forschungszentrum Jülich (FZJ), German Aerospace Center (DLR), Helmholtz Centre for Environmental Research - UF), tri univerziteta (University of Stuttgart, Otto von Guericke University of Magdeburg, FU Berlin) i jedne nezavisne istraživačke institucije (Centre for European Research (ZEW), Mannheim). Alijansom koordinira „Karlsruhe Institute of Technology (KIT)“. Alijansa razvija koncept energetske tranzicije u okviru velikog razvojnog projekta ENERGY-TRANS (Trajanje: 2011 – 2016, Nosilac Prof. Armin Grunwald i Prof. Ortwin Renn; Institucija: Karlsruhe Institute of Technology.

Da bi se prilagođavao promenama – energetske sektor mora da se menja. U razvijenim ekonomskim sistemima te izmene podrazumevaju investicije: pribavljanje novih tehničkih sistema, znanja, prava ili drugih imputa kojima se menja struktura energetske sektora i kojima se on prilagođava novonastalim potrebama.

Troškovi se, shodno tome, ne temelje samo na ranijim utrošcima već i na očekivanim utrošcima. U troškovima će se naći odgovarajući troškovi zamene, a to znači (primenom neizbežnog tehnološkog razvoja) promene strukture sektora. Nekad se smatra da troškovi treba da budu tako računati da obezbede održanje realne konkurentne pozicije jedne industrije (ili jednog nacionalnog energetske sektora) u odnosu na ostale. Tako se formiraju dugoročne margine troškove i smatra se da je pokriven tih troškova donja granica održivosti energetske sektora. Struktura energetske sektora treba u svakom trenutku da odgovara strukturi potreba za energijom i energetske uslugama. Te potrebe se menjaju.

Dakle, potrebna je stalna promena strukture energetskog sektora. Smatra se da je taj uslov ostvaren kada su dugoročni marginalni troškovi valjano izračunati i pokriveni prihodima.

Međutim, struktura energetskog sektora mora da ima i neke dodatne kvalitete da bi zadovoljila kriterijume održivosti. Ta struktura mora da sadrži odgovarajući nivo raznovrsnosti (ili u modernoj terminologiji – adekvatnu diverzifikaciju portfolija) proizvodnje, sposobnosti proizvodnje i korišćenja. Moderna portfolio analiza u energetskom sektoru primenjuje se na raznovrsne aspekte samog sektora, od raznovrsnosti strukture snabdevanja, političkih i tehničkih promena do diversifikacije rizika i finansijskih izvora. To je moderan izraz poimanja održivosti energetskog sektora.

Održivost energetskog sektora sadrži okolnosti koje se tiču održivosti samog tog sektora, kao i okolnosti koje proizlaze iz odnosa tog sektora sa okruženjem. Neke okolnosti proizlaze iz komercijalne prirode tog sektora, neke iz materije kojom se on bavi, a neke iz društvenih odnosa koji se tim povodom formiraju.

Merenom materijalnim dimenzijama, energetski sektor je najčešće jedan od najvećih i najznačajnijih sektora privrede. Osim u malom broju zemalja, energetski sektor stvara najveći deo materijalne intenzivnosti nacionalnih privreda. U većini razvijenih privreda jedinica energije visokog kvaliteta (kao što je električna energija) doprinosi formiranju mnogo puta veće finansijske vrednosti no što je tržišna vrednost te jedinice energije.

Održiv energetski sektor u apsolutnom smislu ne postoji. Tamo gde postoje odgovornost i zabrinutost i gde energetski problemi izazivaju angažovanje velikih društvenih grupa, konflikte i rasprave, donošenje i primenu odluka, odgovornu međunarodnu saradnju i gde korišćenje energije omogućava društveni razvoj, može se reći da ima prilike za održivost.

IZVOR [2]: Izvod iz dokumenta: Nacionalna strategija održivog razvoja, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije - Putokaz ka održivom razvoju Republike Srbije, Kabinet potpredsednika Vlade za evropske integracije, autor: Aleksandar Kovačević, Gostujući istraživač na Oksfordskom institutu za energetske studije, 2011.

Grupa autora [3] je kroz analizu scenarija energetskih sistema, nazvanog „Scenario konteksta“, analizirala pristup, metodologiju, koncept i domete energetske tranzicije. Koncept je razvijen u okviru velikog razvojnog projekta ENERGY-TRANS. Zaključci se mogu svesti na tri najvažnija:

1. Kreiranje scenarija razvoja i transformacije energetskih sistema je suštinski alat za podršku dobrim i dalekosežnim odlukama u procesu tranzicije energetskih sistema.
2. Tranzicija energetskih sistema je društveno – tehnička transformacija i prema tome razvoj scenarija koji uvažava i razmatra društveno tehničke aspekte je neophodan.
3. Koncept „Scenario konteksta“ je sveobuhvatan pristup koji integriše analizu društveno političkih perspektiva i analizu energetske budućnosti u scenario društveno – tehničke transformacije i razvoja, odnosno energetske tranzicije.

IZVOR [3]: Predavanje: „Context Scenarios - A concept for improving the account of societal uncertainties in energy scenarios and its application in ENERGY-TRANS“, W. Weimer-Jehle, H. Kosow, S. Prehofer (University of Stuttgart); T. Naegler, T. Pregger, D. Heinrichs, U. Pfenning, Y. Scholz, M. Toups (German Aerospace Center); S. Vögele (Research Center Jülich); J. Buchgeister, J. Kopfmüller, W.R. Poganietz, A. Rieder, J. Schippl (KIT); Konferencija: Energy System in Transition, Karlsruhe, October 9-11, 2013.

Uvidom u brojne faktore uticaja na uspeh procesa tranzicije koji se mogu kontrolisati i uprkos postojanju jakog pritiska za ubrzavanje tranzicije energetskih sistema ka održivim energetskim sistemima širom sveta, jasno je da se događaju i ostvaruju promenljivi efekti i pomešani rezultati. Naravno, tu ima i po koji uspešan primer. Ali inercija, nedostatak predviđanja, tekući nekompetentni argumenti o potrebama i sredstvima za postizanje ciljeva, nedovoljna finansijska sredstva, pohlepa i nesposobnost, će svi pojedinačno i kumulativno imati štetne efekte. Hronični prekidi u ekonomskim i političkim prilikama u narednim decenijama će dodatno poremetiti način života i rada kako u bogatijim tako i u siromašnijim zemljama. To će dodatno opteretiti kontinualni karakter energetskih tranzicija.

Planiranje je odgovor na neuspeh prethodnih intervencija i dobar način da se preduzmu više intenzivne i sveobuhvatne intervencije. A planiranje je deo energetske politike i njene dosledne primene.

IZVOR [4]: Stručni rad: Accelerating the transition to sustainable energy systems; Michael Jefferson, London Metropolitan University Business School, 166-220 Holloway Road, London N7 8DB, UK; Energy Policy 36 (2008) 4116–4125.

Energetska tranzicija je praćena brojnim tzv. sistemskim rizicima. S tim u vezi karakteristično je sledeće:

- Rizici u tranzicionim procesima su u vezi sa čitavim energetske sistemom, ugrožavaju njegovo funkcionisanje, performanse i ostvarivanje društvenih ciljeva;
- Imaju kaskadni karakter i nastaju iznenadno i nepravilno po učestalosti i iznosu;
- Pojavljuju se tokom interakcije sistema i podistema kao i tokom tehnološke, infrastrukturne i upravljačke ko-evolucije.

Upravljanje ovim rizicima zahteva međusektorski pristup vođenja i kreiranja adekvatnih mera, zatim zahteva učešće svih aktera koji konvergiraju ka energetske infrastrukturi i sve to uz koordinaciju svih aktivnosti na jedan organizovan način.

IZVOR [5]: Izlaganje na temu: Systemic Risks of Energy Transition, Andreas Lösch, Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), 4th iNTeg-Risk Conference, Session: Safe Energy I, Štuttgart, Nemačka, 2012.

U strateškom dokumentu Evropskog parlamenta, Direktorata za unutrašnju politiku, razvijen je niz scenarija razvoja, na prvom mestu ekonomskog a zatim i energetske razvoja kao sastavnog dela, a reklo bi se i jednog od značajnijeg jer je energetske sektoru posvećena značajna pažnja. Razvijeni su detaljni scenariji razvoja za 25 zemalja članica (EU25) do 2030. godine.

Deo istraživanja koje je sproveo „Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy“ i ključni pokazatelji za pojedine scenarije sumirani su u tabeli 1.1. Primetno je da se projektuje značajno smanjenje potrošnje primarne energije, povećanje udela novih – obnovljivih izvora i povećanje energetske efikasnosti konverzije energije i to iz godine u godinu.

Tabela 1.1: Poređenje scenarija (Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy)

Scenario	Pokazatelj	Potrošnja primarne energije [% Δ 1990]	Udeo obnovljivih izvora energije	Stopa rasta energetske efikasnosti (do 2030.)
Scenario razvoja sadašnjim metodama „business as usual“		+ 14,6%	12,2%	1,5% god.
Scenario planskog unapređenja energetske efikasnosti		- 8,2%	15,0%	2,2% god.
Scenario planskog povećanja obnovljivih izvora energije		- 20,1%	31,4%	2,7% god.

IZVOR [6]: EUROPEAN PARLIAMENT, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Policy Department - Economic and Scientific Policy, Security of Energy Supply (The potential and reserves of various energy sources, technologies furthering self-reliance and the impact of policy decisions). Authors: Stefan Lechtenböhmer, Adriaan Perrels and others, 2006.

Trenutno korišćeni energetske resursi u Republici Srbiji relativno su siromašni, imaju nepovoljan sastav jer u njima dominira lignit i geografski su neravnomerno raspoređeni. Ako se ne preduzmu ozbiljne mere obezbeđenja održivog razvoja energetske sektora (pre svega adekvatnosti infrastrukture, povećanja racionalne, ekonomski efektivnije upotrebe energenata, uz smanjenje energetske intenziteta i optimalnog korišćenja domaćih obnovljivih izvora energije), a imajući u vidu ograničenu mogućnost uvoza pojedinih vidova energije i energenata, sigurnost snabdevanja potrošača može biti ugrožena do te mere da će postati ograničavajući faktor ekonomskom rastu.

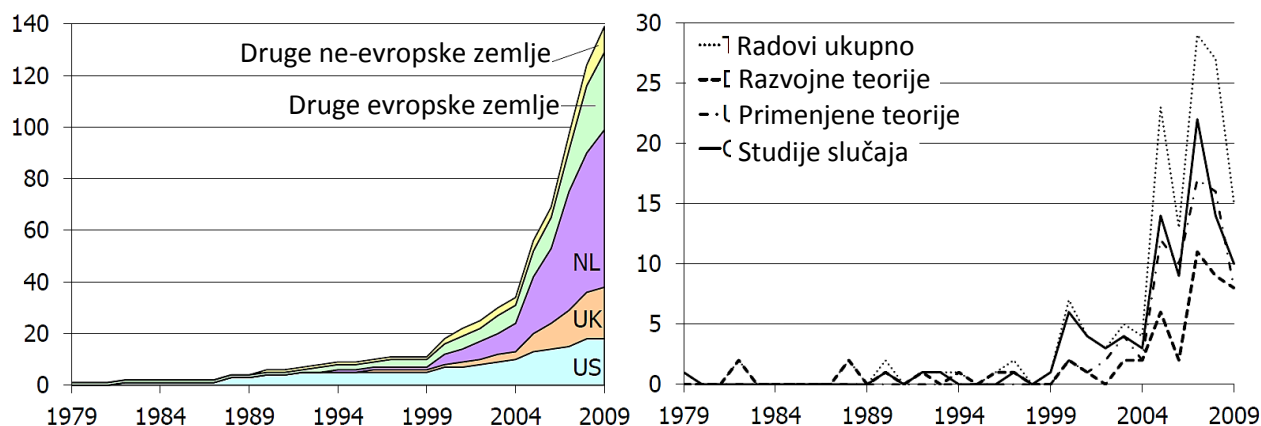
Imajući u vidu potrebu za izgradnjom nove i revitalizacijom i modernizacijom postojeće infrastrukture, kao i činjenicu da proizvodnja i potrošnja energije prouzrokuje glavni pritisak na životnu sredinu u Republici Srbiji, u ovom sektoru se očekuju i najveće investicije, što može podsticajno delovati na

privredni razvoj. Razvoj energetske infrastrukture, uključujući zaštitu životne sredine u energetici, predstavlja jedno od značajnih polja primene ekonomije bazirane na znanju koji povećava zaposlenost i stvara širok spektar pozitivnih eksternih efekata. To je istovremno i uslov za integraciju domaćeg energetskeg sektora u regionalno i evropsko tržište energije. Republika Srbija je privrženica potpisanim Ugovorom o osnivanju Energetske zajednice, koji predstavlja jedno od sredstava ostvarenja ciljeva održivog razvoja ovog sektora.

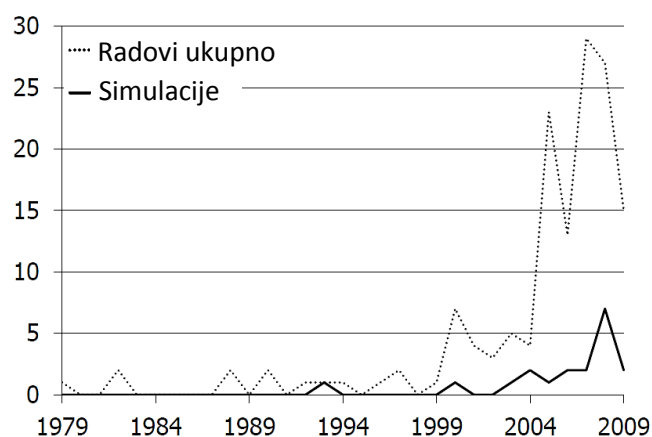
Konkurentnost srpske privrede se ne sme zasnivati na niskim cenama energije, već na energetskej efikasnosti. Sve dok električna energija bude potcjenjena, mere za unapređenje energetske efikasnosti u Republici Srbiji neće imati pravih efekata. Da bi se stimulisali privredni subjekti na to da primenjuju mere energetske efikasnosti i uvedu sistem gazdovanja energijom, u narednom periodu treba uvesti odgovarajuće regulatorne i podsticajne mere.

IZVOR [7]: Izvod iz dokumenta: Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, Vlada Republike Srbije, „Službeni glasnik RS”, br. 101/07, 2007.

Broj naučno istraživačkih radova iz oblasti analize tranzicionih procesa u energetskej sektoru govori o trendu istraživanja u ovoj oblasti i može se zaključiti da je poslednjih 10 godina značajno intezivirano razmatranje procesa tranzicije. Na slici 1.1 prikazan je statistički pregled objavljenih radova prema grupi autora [8] iz oblasti tranzicionih procesa u energetskej sektoru. Na istoj slici levo prikazani su brojevi radova prema zemlji prvog autora, dok je na slici desno prikazana struktura radova: teoretski radovi i studije slučajeva. Prema strukturi, radovima dominiraju studije slučajeva i primenjene teorije (slika 1.1 desno). To su radovi načešće specificirani za konkretno okruženje i za subjektivno razmišljanje autora.



Slika 1.1: Statistički pregled objavljenih radova iz oblasti



Slika 1.2: Udeo simulacionih analiza

Na slici 1.2 prikazan je udeo simulacionih analiza u ukupnom broju radova, što ukazuje da postoje prednosti ovog pristupa i da je dosta zastupljen u naučno istraživačkim radovima.

Broj radova, generalno govori o trendu istraživanja u ovoj oblasti i može se zaključiti da je poslednjih 10 godina značajno intezivirano razmatranje procesa tranzicije u naučno istraživačkoj delatnosti.

IZVOR STATISTIKE [8]: Simulating Energy Transitions, É. J. L. Chappin i grupa autora, Institucije: Next Generation Infrastructures Foundation and Delft University of Technology, Holandija, 2011.

1.7.2 Energetska politika

Tri su osnovna stuba nove evropske energetske politike. Pre svega, to je formiranje integralnog unutrašnjeg tržišta u pravcu njegovog jačanja, kako sa aspekta konkurentnosti kroz dodatne mere liberalizacije tako i održivosti, ali i bezbednosti snabdevanja. Glavno mesto dobija jasna podela između snabdevanja i proizvodnje energije sa jedne i njenog prenosa s druge strane. Drugi stub je prelazak na energiju sa što nižom emisijom CO₂, odnosno obavezujući cilj od 20% udela obnovljivih izvora energije (solarna, biomasa, energija vetra i drugo) u energetsom miksu do 2020. Sada je stepen udela 6,5%. Povećanje energetske efikasnosti, praktično štednja i racionalno korišćenje energije je treći stub. Ukoliko se postigne ovaj cilj, EU bi do 2020. koristila čak 13% manje energije nego 2006. Povećanje zavisnosti EU od uvoza energije zahteva i adekvatnu spoljnu politiku. Energija je postala prioritarna tema spoljnih odnosa „Brisela“. U suštini, ne samo spoljnih odnosa, već i jedna od glavnih postavki Evropske bezbednosne strategije. Praktično, zaključci Saveta EU su formulisali prvu celovitu Energetsku politiku za Evropu, fokusiranu na sledeće teme i prioritete: unutrašnje tržište za struju i gas, bezbednost snabdevanja, međunarodnu energetsku politiku, energetsku efikasnost i obnovljive izvore energije i energetske tehnologije. U skladu s tim, u toku su promene i dopune evropskog zakonodavstva.

Na unutrašnjem planu Komisija EU preciznije definiše već usvojene ciljeve iz formule „tri puta 20 do 2020“, što uključuje izgradnju energetske sistema sa diverzifikovanim snabdevanjem „nefosilnim“ gorivima, fleksibilnom infrastrukturom i kapacitetima za upravljanje tražnjom koji će biti različiti od postojećih. Kod prvog se radi o smanjenju značaja i oslonca na naftu, gas i ugalj, kod drugog o povezivanju strujne i gasne infrastrukture, a u trećem segmentu u pitanju je povećanje rezervi nafte i kapaciteta za skladištenje gasa. To bi trebalo da se postigne planom koji sadrži pet tačaka: razvoj prekogranične infrastrukture i diverzifikacija snabdevanja, spoljni energetski odnosi, skladišta nafte i gasa, energetska efikasnost i korišćenje sopstvenih energetskih resursa. Upravo ovaj pravac razvoja energetske politike je pravi indikator zadataka koji stoje pred Srbijom, kao aspirantom na članstvo u EU.

Studija Međunarodne agencije za energiju (IEA) „Energija na Zapadnom Balkanu-put prema reformi i rekonstrukciji“ ističe potrebu da vlasti širom regiona odlučnije sprovedu politike koje će rezultirati održivim, pouzdanim i efikasnim energetske sektorom. Ova ocena se, kao i drugi nalazi, van svake sumnje odnosi i na Srbiju. Uostalom kao i konstatacija da su energetski sistemi regiona krhki, da su nužne investicije, te da još nije obnovljena infrastruktura razorena u ratovima koji su pratili raspad zajedničke države. Studija identifikuje osnovne izazove: izgradnja institucionalnih kapaciteta i unapređenje procesa formulisanja politike; realizacija reformi energetske tržišta i njegove regulacije; jačanje energetske bezbednosti; unapređenje energetske efikasnosti; prioritet koji je neophodan radi zaštite okoline i klimatskih promena; borba protiv energetske siromaštva; razvoj transevropske infrastrukture za transport nafte i gasa. Nalazi i ocene IEA su važni segmenti u odlukama EU, ali i finansijskih institucija i drugih investitora.

Treba smatrati da će proces pristupanja Evropskoj uniji nametnuti otvaranje zemlje, u smislu većeg uvoza energenata i većeg izvoza kvalitetnih, prerađenih vidova energije; primenu međunarodnih standarda kod određivanja cena transporta odnosno tranzita; uključivanje u neke veće tokove energije sa susednim zemljama čime bi se lakše ostvarila odgovarajuća ekonomija obima; izgradnju efikasne regionalne infrastrukture (koja je jedino moguća u kontekstu pridruživanja EU); diversifikaciju i konkurenciju pravaca snabdevanja i vidova energije. Iz ovoga mogu proizići značajne koristi koje uključuju: (1) uvođenje dodatnih efikasnih energenata na tržište Srbije i zamenu manje efikasnih domaćih izvora, (2) pritisak na povećanje produktivnosti proizvodnje energije u zemlji i (3) smanjene troškove nabavke energenata kao i (4) uvećani izvoz kvalitetnih vidova energije.

IZVOR [9]: Studija Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije: Uticaj integracije Srbije u EU u oblasti energetike, autori: Milan Simurđić i Aleksandar Kovačević, Evropski pokret u Srbiji, Beograd, 2010.

Pošto nema sumnje da je efikasno korišćenje energije od opšteg interesa, intervencije energetske politikom su neophodne u cilju otklanjanja barijera za sprovođenje i unapređenje energetske efikasnosti. Instrumenti energetske politike za unapređenje energetske efikasnosti trebalo bi da podstaknu sve nosioce energetskih delatnosti na veću efikasnost, ali na takav način da se postigne čistija životna sredina, viši životni standard, viša konkurentnost industrije i sigurnije snabdevanje energijom.

Pored toga, oni treba da budu komplementarni sa aktuelnim tržišnim principima i prilagodljivi promenljivim zahtevima tržišta, kako bi ciljevi bili postignuti na najbolji mogući način.

Iako postoje odlične energetske politike širom sveta a predvođene Evropskom unijom, koja je neprikosnoveni lider u energetskej efikasnosti, ne postoje značajni rezultati na globalnom nivou u smanjenju potrošnje energije (Direktive: 1993; 2001; 2006; 2012/27; 2012/29; 2012/30). Stoga, sprovođenje energetske efikasnosti zahteva nove, inovativne pristupe čija je glavna osobina promenljivost. To znači da bi energetska politika trebala biti prilagodljiva i inovativna i kreiranje, revizija i sprovođenje te politike treba da budu kontinualan proces. Srbija i dalje značajno zaostaje u stvaranju sopstvene politike energetske efikasnosti, koja će biti u stanju da obezbedi barem deo rezultata ostvarenih od strane EU danas.

IZVOR [10]: Naučni rad: About the Serbian Energy Efficiency Problems, Thermal Science. 16 (Suppl. 1), 1-15. Gvozdenac, D. D., Simić, T. S., 2012.

Nacionalna politika energetske efikasnosti nosi sa sobom rizik od nedostizanja zacrtanih ciljeva. U nacionalnim politikama energetske efikasnosti postoji simptomatičan debalans između napora za pripremanje politika, i pripreme za implementaciju politike. Ogromna većina kreatora energetskej politika su fokusirani na inkorporiranje zahteva međunarodnih politika i drugih zahteva od strane nacionalnih, strateških i zakonskih okvira, bez temeljnog razmatranja nacionalnih okolnosti, npr. bez uzimanja u obzir nivoa razvijenosti i zrelosti tržišta energetskej delatnosti u nacionalnim okvirima. Štaviše, postoji opšti nedostatak fokusa na implementaciju politike i jedne vrste opšteg očekivanja da je implementacija jednostavan proces koji će se dogoditi sam od sebe pa nema potrebe da se ulaže previše napora u taj segment. Trenutnim nacionalnim politikama energetske efikasnosti uporno nedostaju ili se ne postižu željeni rezultati. Postoji veliki broj razloga za neuspeh politike energetske efikasnosti, ali mogu se izdvojiti tri:

1. Kreatori politike energetske efikasnosti u svojim rešenjima ne angažuju u dovoljnoj meri sve zainteresovane aktere relevantne za energetskej efikasnost, tj nisu svi akteri na tržištu obuhvaćeni odgovarajućim instrumentima politike koji bi mogli ukloniti nesavršenosti na tržištu energetskej delatnosti i omogućiti održivost. Postoji potreba za sveobuhvatnim pristupom, za politikom kreiranoj prema realnim potrebama i fleksibilnoj ka specifičnim uslovima tržišta.
2. Izrada politike treba da uzme u obzir specifično okruženje predstojeće implementacije, odnosno uslove i vremenska ograničenja za implementaciju, fokusirajući se na stvaranje dovoljnih i odgovarajućih kapaciteta za implementaciju koji su adekvatni projektovanim ciljevima.
3. Procesi kreiranja i implementacije politike nisu nepromenljivi procesi, što znači da kreiranje politike nije jednokratna posao. Ovaj proces zahteva pažljivo uspostavljene procedure za praćenje i evaluaciju efekata politike, koje će otkriti šta funkcioniše a šta ne funkcioniše u praksi i pruže podršku za redizajn i poboljšanja politike. Očigledno, potreban je novi pristup u celokupnom procesu kreiranja politike energetske efikasnosti, gde je glavna karakteristika dinamika.

IZVOR [11]: Izdanje: Energy Efficiency, Poglavlje 1: Energy Efficiency Policy, autori: Zoran Morvaj and Vesna Bukarica, Izdanje: Jenny Palm, Published by Sciyo, Hrvatska, 2010. god.

Energetska politika i Strategije razvoja energetike Srbije, među svojim ciljevima ističu da je potrebno uspostaviti nove uslove rada, poslovanja i razvoja energetskej sistema i sektora potrošnje energije, koji će podsticajno delovati na privredno-ekonomski razvoj zemlje, zaštitu životne sredine i međunarodne integracije.

Pomenuti ciljevi se mogu obezbediti:

1. Uspešno sprovedenim programima tehnološke modernizacije proizvodnih objekata i ugradnje specifične opreme za dijagnostiku i upravljanje, uključujući i ugradnju opreme za smanjenje emisije štetnih efluenata iz energetskej izvora,
2. Programima za racionalnu upotrebu energenata i povećanje energetske efikasnosti od proizvodnje do mesta potrošnje,

3. Programima za intenziviranje selektivnog korišćenja novih obnovljivih izvora energije, kojima Srbija objektivno raspolaže.

IZVOR [12]: Strateški dokument Izvršnog veća AP Vojvodine, Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini, Modul 10: Gradske toplane i individualne kotlarnice, Miodrag Šefer, Pera Rikić, Novi Sad, April 2007.

1.7.3 Energetska infrastruktura i pripadajući sistemi

Energetska infrastruktura i pripadajući sistemi su kičma društva, osnova za mnoge svakodnevne aktivnosti i njihova ekonomska, socijalna i ekološka održivost su od vitalnog značaja. U tom smislu značaj energetske tranzicije je velik a ogleda se kroz umanjene problema nestašica i iscrpljivanja resursa, unapređenje dostupnosti, pristupačnosti i kvaliteta energetske usluga i veću sigurnost snabdevanja energijom.

IZVOR [8]: Publikacija: Simulating Energy Transitions, Emile Jean Louis Shappin, Technische Universiteit Delft, Holandija, 2011.

Energetske tehnologije nisu socijalno i politički neutralne. Primenjene tehnologije i načini upravljanja odnosno regulacije u energetskom sektoru mogu imati kritične posledice u socijalnom i političkom smislu kao i značajne posledice i za sam fizički opstanak većeg broja stanovnika. Sam proces pridruživanja EU ne govori sve o tehnologijama i investicionim opcijama koje će biti izabrane. Ima više načina da se preuzete obaveze ispune ili pak da se preuzete obaveze modifikuju i ne ispune onako kako su sada ugovorene.

Važeća energetska strategija usvaja izvestan set energetske tehnologije i investicionih opcija koje su poznate još sa kraja sedamdesetih godina prošlog veka. Glavnina energetske tehnologije koje su sada u primeni u Srbiji poznate su od pre II svetskog rata, a Nacionalna Strategija ne predviđa značajnije izmene ovih tehnologija. S druge strane, moderne energetske paradigme temelje se na tehnologijama koje su do svoje komercijalne primene dovedene u toku poslednjih desetak godina. Takav tehnološki razvoj omogućio je smeće strateške iskorake u energetskim strategijama EU. Nedavno objavljeno istraživanje o tehnološkom zaostajanju ukazuje na zaostatak Srbije od oko 30 godina (ili više) u oblasti ključnih energetske tehnologije. Posledice su sledeće: oko 2/3 električne energije u Srbiji proizvodi se spaljivanjem lignita; oko 2/3 stanovništva Srbije koristi ogrevno drvo (i/ili lignit) kao osnovni izvor grejanja tokom zime; skoro celokupno tečno gorivo (a ne manje od 2/3) obezbeđuje se preradom uvozne nafte u domaćim rafinerijama; više od 90% prirodnog gasa uvozi se iz jednog izvora i pravca.

IZVOR [9]: Studija Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije: Uticaj integracije Srbije u EU u oblasti energetike, autori: Milan Simurdić i Aleksandar Kovačević, Evropski pokret u Srbiji, Beograd, 2010.

Modeliranjem integrisanog sistema snabdevanja toplotnom energijom i posledično, analizom energetske sistema i pripadajuće infrastrukture, kreirali bi se uslovi za kvalifikaciju i selekciju najadekvatnijih mera / scenarija u cilju celokupnog poboljšanja snabdevanja energijom. Predložene mere bi imale: funkcionalnu, tehničko-tehnološku, energetske, ekonomsku, socijalnu i zdravstvenu dimenziju i na taj način mogu biti osnova za izradu energetske planova za promenu zatečenog stanja.

IZVOR [13]: Predavanje člana ASHRAE organizacije, Drury Crawley: Trendovi razvoja programa simulacije energetske ponašanja, uticaj klimatskih promena i urbanizacije, FTN, 2010.

1.7.4 Interpretacija ponašanja energetske sistema

Pojedini akademski istraživači su kvantifikovali energetske performanse kroz tzv. „Soft Computing“ tehnike. Mnogi su dokazali sposobnost neuronskih mreža da uspostave vezu između ulaznih i izlaznih parametara i da na taj način interpretiraju ponašanje sistema u procesu konverzije energije.

Neuronske mreže pokrivaju široku oblast upotrebe u modeliranju nelinearnih sistema, zbog njihovih jasnih modela i brzine izvršavanja u toku eksploatacije.

Neuronske mreže se mogu primeniti u skoro svim oblastima nauke i inženjerstva u rasponu od:

- Prognoze proizvodnje i potrošnje električne energije [14]: De Giorgi M.G.: Assessment of the Benefits of Numerical Weather Predictions in Wind Power Forecasting, Energy 2011; Geoffrey K.F. Predicting Electricity Energy Consumption, Energy 2007;
- Predikcije sunčevog zračenja [15]: Yingni J.: Computation of Monthly Mean Daily Global Solar Radiation in China Using ANN, Energy 2009;
- Generisanja električne energije na bazi solara [16]: Almonacid F.: Calculation of the Energy Provided by a PV Generator. Study: Conventional Methods vs. ANN, Energy 2011;
- Dugoročne prognoze energetske potrošnje [17]: Ekonomou L.: Greek Long-Term Energy Consumption Prediction using ANN, Energy 2010;
- Predikcije potrošnje energije kod pasivnih solarnih zgrada [18]: Kalogirou S.: ANN for the Prediction of the Energy Consumption of a Passive Solar Building, Energy 2000;
- Predikcije kretanja cena nafte [19]: Movagharnejad K.: Forecasting the Differences between Various Commercial Oil Prices in the Persian Gulf Region by ANN, Energy 2011.

1.7.5 Integracija obnovljivih izvora energije

Problemi životne sredine u energetici su sledeći: ograničen kvantitet i loš kvalitet domaćih energetske sirovina, visoka zavisnost od uvoza fosilnih goriva, od oko 32%, tehnički sistemi za proizvodnju energije su stari i slabo opremljeni uređajima za zaštitu životne sredine, infrastruktura se više godina ne održava adekvatno, sistemi za zaštitu životne sredine zastareli su i ne održavaju se adekvatno, cenovna politika je neadekvatna i neodrživa, posebno u elektroprivredi, niska je efikasnost u proizvodnji i potrošnji energije, pravni okvir za podsticanje obnovljivih izvora nije potpun i nisu dovoljno pripremljene institucije za liberalizaciju sektora i uvođenje konkurencije.

Lignit čini skoro 90% energetske resursa zemlje, dok nafta i gas sačinjavaju preostalih manje od 10%. Republika Srbija nema dovoljno rezervi uglja, a i to što ima mahom je lignit slabog kvaliteta. Nedostatak tog resursa može predstavljati značajan ograničavajući faktor razvoja energetike oslonjene na domaće resurse, s obzirom na to da su ekonomske rezerve lignita u rudnicima Kolubare (2,2 Gt) i Kostolca (700 Mt), a godišnji kapacitet eksploatacije je 37 Mt lignita. Rezerve u Kolubarskom i Kostolačkom basenu garantuju još 55 godina eksploatacije na sadašnjem nivou godišnje eksploatacije. Značajan je podatak da se samo na jednom površinskom kopu Kolubare otkopava ugaj koji učestvuje sa 32% u proizvodnji električne energije u Republici Srbiji. Republika Srbija ne raspolaže značajnim rezervama nafte i gasa. Postojeća ležišta nalaze se u Panonskom basenu. Godišnja proizvodnja iznosi oko 0,7 Mt sirove nafte, što je oko 17% potreba Republike Srbije, koja godišnje troši oko 4,13 Mt. Dalji pravci u sektoru nafte i gasa zavise od rezultata geoloških istraživanja za nalaženje novih ležišta i revitalizaciju postojećih. Mineralne sirovine uljnih škriljaca nisu bilansirane zbog ekonomski neizvesnih i ekološki neprihvatljivih tehnologija. Najznačajnije koncentracije urana vezane su za granitoidne komplekse Cera, Bukulje i dr.

Ključni problemi su sledeći: preveliko oslanjanje na upotrebu fosilnih goriva, disproporcija između geoloških i eksploatacionih rezervi uglja, nafte i prirodnog gasa, što ukazuje na moguće neizvesnosti u raspolaganju tim rezervama u narednom periodu.

Neophodno je: podsticanje korišćenja obnovljivih izvora energije - zamena fosilnih goriva obnovljivim izvorima energije, uz određene ekonomske podsticajne mere; usklađivanje nacionalnih propisa iz oblasti prirodnih resursa, upravljanja otpadom i upravljanja kvalitetom vazduha s propisima EU i usvajanje i primenu međunarodnih ugovora koji se odnose na zagađenje vazduha, klimatske promene i oštećenje ozonskog omotača.

IZVOR [7]: Izvod iz dokumenta: Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, Vlada Republike Srbije, „Službeni glasnik RS”, br. 101/07, 2007.

Korišćenjem solarne energije, emisija znatne količine gasova sa efektom staklene bašte može se izbeći. Ušteda energije u poređenju sa konvencionalnim sistemom je oko 70% u odnosu na električnu energiju.

Jedan od najznačajnijih autora iz ove oblasti, Soteris Kalogirou zaključuje da solarni sistemi za grejanje vode pružaju značajnu uštedu energije i obezbeđuju zaštitu životne sredine i kao takvi treba da bude korišćeni kad god je moguće, kako bi se dostigla održiva budućnost.

IZVOR [20]: Naučni rad: Thermal performance, economic and environmental life cycle analysis of thermosiphon solar water heaters, Soteris Kalogirou, Solar Energy 83 (2009) 39–48.

Prilikom razvoja koncepta integracije obnovljivih izvora energije, poželjno je ravnopravno tretirati tehničke, ekonomski, socijalne i ekološke aspekte. Poul Alberg Østergaard smatra da integrisani energetske sistemi mogu biti projektovani iz ekonomske perspektive ili iz tehno-operativne perspektive, ali unutar ta dva koncepta, mogu se naći nekoliko pod-podela. Kriterijumi ekonomske optimizacije uključuju npr. ukupne troškove energetskog sistema, troškove kapaciteta, troškove zaposlenih i dr. Iz tehno-operativne perspektive, kriterijumi za optimizaciju uključuju uštedu goriva, redukovanje emisije CO₂, višak / rezervu kapaciteta, potreban opcioni mod proizvodnje energije, minimiziranje uvoza / izvoza, eliminaciju viška energije i dr. Svi ovi kriterijumi mogu se primeniti da se oceni i kvalifikuje kvalitet integracije obnovljive energije u postojeće sisteme.

IZVOR: [21]: Naučni rad: Reviewing optimisation criteria for energy systems analyses of renewable energy integration, Poul Alberg Østergaard, Energy 34 (2009) 1236–1245.

Potrošnja energije u Srbiji je u stalnom porastu, kao rezultat nedovoljne brige o racionalnom korišćenju energije, tehnoškog zaostajanja i povećanja životnog standarda stanovništva. Ovaj trend stvara sve veći pritisak na budžete domaćinstava, lokalne, pokrajinske i nacionalne budžete kao i na životnu sredinu, uz korišćenje uglavnom uglja za proizvodnju električne energije, daljinskog grejanja na prirodni gas / mazut i prirodni gas za lokalne kotlove u domaćinstvima i zgradama. Primena obnovljivih izvora energije je jedan od najboljih načina za unapređenje sadašnjeg stanja.

IZVOR: [22]: Studija Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije, Identifikacija resursa, priprema i realizacija projekata iz oblasti obnovljivih izvora energije, Beograd, 2007.

Prema Svetskom Poslovnom Savetu (World Business Council) sektor zgradarstva čini oko 40% od ukupne globalne potrošnje energije i emisije ugljen-dioksida i kao takav mora učiniti korake da postigne veću energetske efikasnost kroz kombinaciju implementacije energetskih politika, tehnoloških inovacija, odluka informisanih korisnika kao i pametnih poslovnih odluka svih aktera na tržištu energetskih delatnosti.

Studija “Transforming the Market: Energy Efficiency in Buildings,” na koju se poziva The World Business Council for Sustainable Development ponudila je preporuke i mapu puta za pomoć u transformaciji sektora zgradarstva. U toj studiji, modelovanjem energetske efikasnosti u zgradarstvu pokazalo se da bi povećanje cene energije i cene redukovane tone CO₂ samo blago uticalo na poboljšanja u implementaciji aktivnosti i mera energetske efikasnosti, dok se pomenuta energetske politika, tehnološke inovacije, promocije, ispravne poslovne odluke i sl. smatraju pravilnim pristupom.

IZVOR [23]: Internet portal organizacije: The World Business Council for Sustainable Development, Environmental Leader, Environmental & energy management news: Building sector needs to reduce energy use 60% by 2050, 2009. Internet adresa: <http://www.environmentalleader.com/>

U odgovoru na pomenute i druge relevantne stavove i nalaze, Međunarodna agencija za energiju (IEA - International Energy Agency) je izradila niz preporuka, kao što su promene u izgradnji omotača zgrada, primena toplotnih pumpi, integracija solarnog grejanja / hlađenja i generalno korišćenje obnovljivih izvora energije kao način smanjenja nivoa potrošnje energije i emisija štetnih gasova.

IZVOR [24]: International Energy Agency – IEA. Technology roadmaps, Energy-efficient buildings: heating and cooling equipment, 2011.

Rezultati ekonomskih kalkulacija i poređenja različitih načina pripreme tople potrošne vode pokazuju da sistemi solarnih kolektora obezbeđuju znatno veće ekonomske koristi u odnosu na tradicionalne sisteme pripreme tople potrošne vode.

IZVOR [25]: Naučni rad: Potential application of solar thermal systems for hot water production in Hong Kong, Hong Li, Hongxing Yang, Applied Energy 86 (2009) 175–180.

Solarni sistemi za pripremu tople potrošne vode ostvaruju neto uštedu energije u odnosu na konvencionalne sisteme za pripremu TPV (priprema na bazi električne energije ili prirodnog gasa) posle 0,5 do 2 godine, drugim rečima supstitucija izvora energije isplativa je nakon ovog perioda.

IZVOR [26]: Naučni rad: Net energy analysis of solar and conventional domestic hot water systems in Melbourne, Australia, Robert H. Crawford, Graham J. Treloar, Solar Energy 76 (2004) 159–163.

Za potrebe prostornog grejanja i proizvodnje tople potrošne vode troši se više od jedne trećine primarne energije u industrijalizovanim zemljama. U Srbiji to učešće je i više od trećine. Dakle, očuvanje fosilnih goriva i smanjenje emisije štetnih gasova može biti značajno unapređeno a jedan od pristupa je upotreba solarne tehnologije za pripremu tople potrošne vode.

Poslednjih godina, iscrpljivanje konvencionalnih izvora energije i njen verovatno štetan uticaj na životnu sredinu su stvorili sve veće interesovanje za primenu obnovljivih izvora energije. U Srbiji, postoji rastući trend primene obnovljivih izvora energije a jedna oblast interesovanja predstavlja široku upotrebu solarne energije za za pripremu tople potrošne vode. Do sada, brojni solarni sistemi koji koriste sunčevu energiju su instalirani ali ne kao povezani i integrisani podsistemi u sistemu daljinskog snabdevanja ili centralne pripreme tople potrošne vode.

IZVOR [27]: Predavanje na Kongresu KGH u Beogradu, 2010 godine, na temu: Ocena potencijala za povećanje energetske efikasnosti u zgradama u Srbiji, Dr Jovan Petrović, vanredni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

IZVOR [28]: Strateški dokument Agencije za energetska efikasnost Republike Srbije, Program energetske efikasnosti u zgradarstvu u Srbiji / Stanje EE u oblasti zgradarstva u Srbiji (Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine), Dr Dimitrije Lilić.

Evropa sada treba da deluje tako da isporučuje energiju na održiv, pouzdan i konkurentan način. Međusobno povezani izazovi klimatskih promena, sigurnosti snabdevanja energijom i konkurentnosti su višestruki i zahtevaju duboku promenu u načinu kako Evropa proizvodi, isporučuje i troši energiju. Korišćenje savremenih tehnologija je od vitalnog značaja za implementaciju Energetske politike i dostizanje ciljeva EU usvojenih od strane Evropskog saveta 9. marta 2007.

U dokumentu „Second Strategic Energy Review: AN EU ENERGY SECURITY AND SOLIDARITY ACTION PLAN, Energy Sources, Production Costs and Performance of Technologies for Power Generation, Heating and Transport“ ponuđena je komparativna analiza energetska izvora, troškova proizvodnje i performansi tehnologija za proizvodnju električne energije, za potrebe grejanje (toplotna energija) i druge potrebe. Ova analiza je ulaz u drugi dokument „Second Strategic EU Energy Review“ (SEER). Ova važna strategija se oslanja na analizu za prvi strateški dokument „Strategic EU Energy Review COM(2007) i na informacioni sistem „European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan)“. Ključna tabela referentnih vredosti u pomenutom dokumentu prikazana je tabelom 1.2 i predstavlja scenario budućeg učešća pojedinih izvora energije u EU-27 kao i projekciju troškova proizvodnje toplotne energije iz ovih izvora za period do 2030. godine.

Tabela 1.2: Izvori toplotne energije – scenario visokih cena (barel nafte = 100\$2005)

Izvor energije	EU-27 udeo na tržištu	Cena goriva €/ten	Troškovi proizvodnje		Emisije GHG [t CO ₂ /toe]			
			Operativni €/ten	Ukupni €/ten	direktna	indirektna	u životn. veku	
Fosilna goriva	Prirodni gas	45,4%	1010	1125 – 1400	1425 – 1750	2,5	0,7	3,2
	Tečna gor.	20,0%	1030	1200 – 1600	1775 – 2525	3,5	0,6	4,1
	Ugalj	3,1%	590	975 – 1025	1775 – 2100	5,4	0,7	6,1
Obnovljivi izvori	Sečka	11,6%	410	725 – 925	1575 – 2675	0,0	0,3	0,3
	Pelet		610	925 – 1350	1700 – 4175	0,0	0,7	0,7
	Solarna en.		-	275 – 300	1350 – 9125	0,0	0,3	0,3
	Geoterm.		-	650 – 1100	1150 – 3775	0,0	0,2 – 5,9	0,2 – 5,9
Električna energija	12,3%	1875	1925 -1975	2025 - 2900	0,0	0,7 – 15,2	0,7 – 15,2	

IZVOR [29]: Strateški dokument: COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Second Strategic Energy Review: AN EU ENERGY SECURITY AND SOLIDARITY ACTION PLAN, Energy Sources, Production Costs and Performance of Technologies for Power Generation, Heating and Transport, Brisel, 2009.

Ukupni potencijal biomase u Srbiji iznosi 12,5 miliona tona godišnje, a u Vojvodini 9 miliona tona ili 72%. Od ove količine 1/4 biomase može da se koristi za zaoravanje ili kao prostirka za proizvodnju stajnjaka u cilju povećanja plodnosti zemljišta, 1/4 može da se koristi za proizvodnju stočne hrane, 1/4 za proizvodnju toplotne energije i 1/4 za ostale svrhe. Od ukupne količine biomase namenjene u toplotne svrhe 2.794×10^3 tona može da se uštedi ekvivalentna količina od $948,6 \times 10^3$ tona ekstra lakog ulja za loženje. Identična količina dizel goriva troši se u celokupnoj poljoprivrednoj proizvodnji u Vojvodini.

Korišćenje peleta se značajno širi u malim postrojenjima odnoso u tzv. mini mrežama za grejanje naselja. Ova mala postrojenja služe za građansku strukturu kao što su sportski centri, škole i sajmovi i imaju kotlove sa prosečnom snagom od 600 do 1.000 kW.

Što se tiče odnosa cena klasičnih i novih obnovljivih energenata (briketa i peleta od biomase) može se reći da se proizvodna cena briketa/peleta nalazi na 4 mestu, tj. iza ulja za loženje, električne energije i tečnog naftnog gasa, a ispred zemnog gasa, geotermalne vode, mrkog uglja, tvrdog ogrevnog drveta i bala slame. To znači da je potrebna pomoć države da bi se podstakla proizvodnja energetskih briketa/peleta od biomase, kao obnovljivog i ekološkog goriva. Uložena investiciona sredstva u izgradnju briketirnice ili peletirnice mogu se relativno brzo vratiti, od jedne do pet godina u zavisnosti od veličine objekta, odnosno kapaciteta opreme.

U prilog primene energetskih briketa i peleta, kao alternativne vrste goriva (tzv. biogoriva), pored obnovljivosti izvora sirovina (biomase) svake godine, dolaze do izražaja pozitivni ekološki efekti njihovog korišćenja. Sadržaj sumpora je zanemarljiv (6 puta je manji nego u uglju). Količina pepela je 2 do 7 puta manja od količine pepela u uglju. Dok je pepeo od uglja štetna materija za okolinu (otpad), pepeo od biomase može da se koristi kao vrlo dobro mineralno đubrivo.

IZVOR [30]: Naučna studija, Potencijali i mogućnosti briketiranja i peletiranja otpadne biomase na teritoriji AP Vojvodine, Dr Miladin Brkić, red. prof., Novi Sad, 2007.

Energija biomase sada je najznačajniji domaći energetski potencijal iz obnovljivih izvora, naglašen i u Strategiji razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine. Stepenn korišćenja obnovljivih izvora energije veoma je nizak, izuzev iskorišćenja velikih vodenih tokova u velikim hidroelektranama, jer su troškovi korišćenja obnovljivih izvora energije znatno viši od troškova korišćenja konvencionalnih izvora energije. Energetski potencijal obnovljivih izvora u Republici Srbiji iznosi više od 3 Mtoe godišnje, što iznosi oko 25% godišnje potrošnje primarne energije. Potencijal biomase iznosi oko 2,4 do 2,6 Mtoe godišnje (tj. oko 63 do 80 % ukupnog potencijala), od čega oko 1,0 Mtoe čini potencijal drvene biomase (seča drveta i otpaci drvene mase pri njenoj primarnoj i/ili industrijskoj preradi), a više od 1,4 Mtoe čini poljoprivredna biomasa (ostaci poljoprivrednih i ratarskih kultura, uključujući i tečni stajnjak).

IZVOR [7]: Izvod iz dokumenta: Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, Vlada Republike Srbije, „Službeni glasnik RS”, br. 101/07, 2007.

1.7.6 Vrednovanje i ocenjivanje tranzicionih promena

Energetsko planiranje, između ostalog treba da odredi optimalnu strukturu izvora energije da zadovolji energetske potrebe. U prošlosti, energetske planiranje je vođeno isključivo tehničkim i ekonomskim kriterijumima. Danas, situacija se promenila, glavna poteškoća je višestruka priroda problema snabdevanja. Moraju se uzeti u obzir i kvantitativni (ekonomski, tehnički), ali i kvalitativni (ekološki, socijalni) kriterijumi. Koristeći višekriterijumsku metodologiju MCA, moguće je ponuditi odgovor na pitanja: da li bi bilo moguće zadovoljiti energetske regionalne potrebe razvijanjem OIE i ako jeste, koji je odgovarajući izvor OIE koji se može koristiti u regionu uz procenu podobnosti alternativa u odnosu na zaštitu životne sredine i društveno - ekonomske kriterijume, zatim u odnosu na zakonska ograničenja i korisnike na nacionalnom i lokalnom nivou.

IZVOR [31]: Naučni rad: J.C. Mourmouris, C. Potolias: A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece, Energy Policy 52(2013) 522–530.

Vredni zaključci se mogu izvesti iz MCA pristupa u obliku opšteg analitičkog okvira koji uključuje višestruke aspekte za vrednovanje i ocenu mera energetske efikasnosti u EU, ciljeva u oblasti različitih obnovljivih izvora energije kao i smernica za podršku od strane energetske politike.

Autori [32] smatraju MCA tehniku kao adekvatan pristup u procesu podrške primeni energetske politike, zbog multi-dimenzionalnosti ciljeva održivosti i složenosti socio-ekonomskih i ekoloških pitanja.

IZVOR [32]: Naučni rad: Oikonomou V. i drugi: Linking least-cost energy system costs models with MCA: An assessment of the EU renewable energy targets and supporting policies, Energy Policy 39, 2786–2799, 2011.

2. STANJE U ENERGETSKOM SEKTORU U SRBIJI

Drugo poglavlje se odnosi na prikaz i ocenu stanja u energetske sektoru u Republici Srbiji i AP Vojvodini. Težište je na stanju regionalnih energetske sistema.

2.1 ENERGETSKA EFIKASNOST U SRBIJI

U svrhu ispunjenja ciljeva unapređenja energetske efikasnosti "20-20-20" do 2020, EU je uvela dobro osmišljene dobrovoljne a i neke obavezne mere koje jasno preciziraju način podsticanja poboljšanja energetske efikasnosti. Uprkos tome, EU je daleko od dostizanja cilja da poboljša energetske efikasnost za 20% do 2020. EU je stvorila okvir u kome se od nacionalnih energetske politika očekuje da stvarno poboljšaju energetske efikasnost, iako je očigledno da oni ne uspevaju u tome.

U Srbiji postoji velika nesrazmera između napora da se pripremi energetske politika i da se pripremi podloga za njeno uspešno sprovođenje. Napori su uglavnom usmereni na usaglašavanje politika EU i zahteva u sopstvenim strateškim i zakonodavnim okvirima, bez razmatranja nacionalnih okolnosti, odnosno, ne uzimajući u obzir zrelost tržišta energetske efikasnosti. Pored toga, kontrola primene usvojenih i nepotpunih politika je potpuno zanemarena u nadi da će se to desiti samo od sebe. Dakle, nacionalna energetske politika nema ili ne ostvaruje željene rezultate u dovoljnoj meri. Razlog tome nalazi se u postojanju nekoliko problema i poteškoća. Donosioci odluka kao i lica i institucije zadužene za implementaciju politike ne uključuju sve sadašnje i potencijalne nosioce instrumenata energetske politike u dovoljnoj meri a koji bi bili u stanju da otklone ili umanje nesavršenosti u energetske delatnostima i omogućće održivost. Prema tome, sveobuhvatno uključivanje aktera i njihovih aktivnosti, a po meri energetske politike i prilagodljive specifičnim promenljivim tržišnim uslovima, je neophodno. Prilikom kreiranja i donošenja politike, specifični postojeći uslovi kao i resursi potrebni za njeno sprovođenje trebaju biti dublje i detaljnije procenjeni i definisani. Nedovoljna pažnja se posvećuje stvaranju potrebnih i odgovarajućih kapaciteta za sprovođenje politike, kao i za utvrđivanje modaliteta za razvoj ovih kapaciteta. Implementacija energetske politike u Srbiji ne vrši u dovoljnoj meri praćenje i evaluaciju tokom vremena kako bi se dobili realni pokazatelji na osnovu kojih primenjena politika može da se revidira, poboljšava ili izrađuje ponovo. Ovaj proces je svakako predviđen ali u izvesnoj meri zapostavljen. Ovi problemi nisu prepoznati samo u Srbiji, već i u drugim zemljama u tranziciji, kao i u nekim EU - 27 zemljama [33].

Za sprovođenje mera energetske efikasnosti i njihovo puno razumevanje, potrebno je uključiti sve zainteresovane strane i omogućiti im međusobnu saradnju. Svaka zemlja treba da odredi ključne grupe aktera odnosno strukture koje imaju specifičnu ulogu u sprovođenju politike energetske efikasnosti. Primarna uloga institucija javnog sektora je da obezbedi ostvarivanje nacionalne politike u svim sektorima krajnjih korisnika (građevinarstvo, industrija, elektrane, termoelektrane i komunalni sistemi, transport). Međutim, u isto vreme, i javni i privatni sektor su oblasti u kojima se energetske politika zapravo realizuje. Organizacije i institucije, s druge strane, imaju ključnu ulogu u pružanju informacija i

promovisanju energetske efikasnosti u širem obimu i na duge staze, što omogućava potrošačkom mentalitetu da se menja u pravcu energetski efikasnog ponašanja. Izgradnja kapaciteta neophodnih za implementaciju energetske politike može značajno doprineti jačanju procesa poznatog kao “sistem za upravljanje energijom” (engl. energy management system). Ono se sastoji od određenog skupa znanja i veština na osnovu organizacione strukture:

1. Ljudi sa delegiranim odgovornostima;
2. Procedure za praćenje efikasnosti korišćenja energije, kao što su:
 - a. Pokazatelji potrošnje;
 - b. Postavljeni ciljevi za poboljšanje energetske efikasnosti;
 - c. Kontinuirano merenje, praćenje i poboljšanje energetskih performansi.

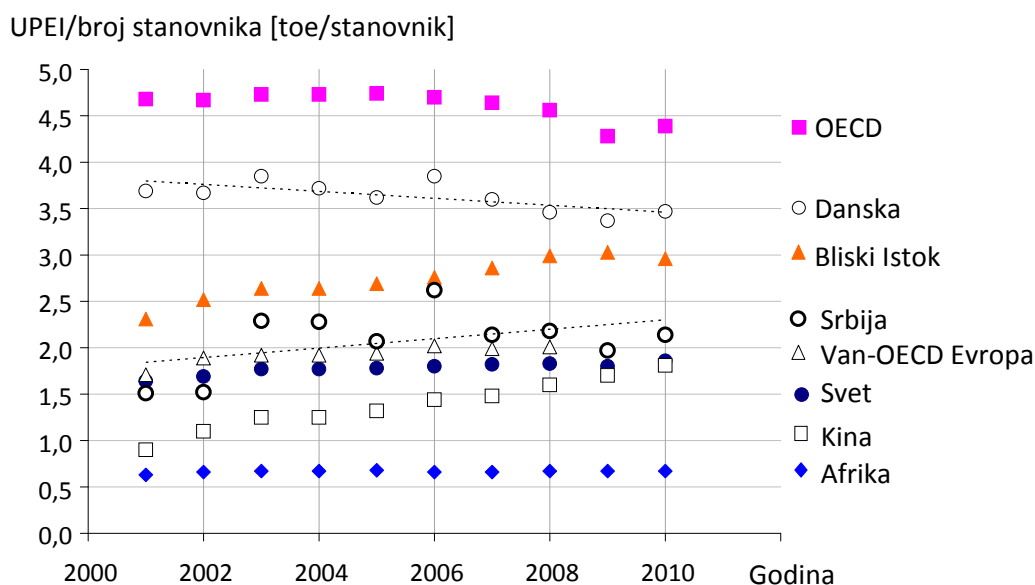
Sve ove aktivnosti su u potpunosti izostale u Srbiji, a to može da se označi kao jedan od razloga za nisku energetske efikasnost. Nije bilo dovoljno razumevanja da se pojedini instrumenti energetske politike striktno sprovode lokalno, tako što će se omogućiti javnim i komercijalnim akterima da uvode i sprovode aktivnosti politike energetske efikasnosti kroz sistematsko uvođenje prakse energetskog menadžmenta koja može postati ključ uspeha energetske politike. Takođe treba napomenuti da proces sprovođenja politike na lokalnom nivou ne može biti uspešan bez adekvatne finansijske podrške kroz stvaranje nacionalnih fondova. Bez jakih, fokusiranih, kompetentnih i efektivnih kapaciteta za implementaciju pojedinih instrumenata politike energetske efikasnosti, sasvim je verovatno da postavljeni ciljevi neće biti ispunjeni [33].

2.2 ANALIZA STANJA NA NACIONALNOM NIVOU

Analiza je urađena na osnovu pojedinih energetskih pokazatelja za Srbiju i nekih drugih zemalja i regiona. Ona obuhvata period od desetak godina i usmerena je na razmatranje potrebnih intervencija u vezi promene nacionalne politike za energetske efikasnost. Bez obzira na stalne pokušaje da se poboljša i poveća energetska efikasnost i da se proširi korišćenje obnovljivih izvora energije, čini se da su ostvareni rezultati još uvek veoma skromni. Analiza nekoliko energetskih pokazatelja i njihovih promena u srednjeročnom periodu potvrđuju ovu izjavu [34].

2.2.1 Ocena energetske efikasnosti

Za potrebe procene stanja u oblasti energetske efikasnosti u Srbiji, neki od energetskih pokazatelja su formirani i njihove vrednosti se upoređuju sa vrednostima u drugim zemljama i regionima. Slika 2.1 prikazuje zavisnost potrošnje Ukupnih Primarnih Energetskih Izvora (UPEI) po broju stanovnika za period od 2001. do 2010. godine [34].



Slika 2.1: UPEI/Broj stanovnika za Srbiju i u pojedinim zemljama

Ovaj indikator se uzima jer ne sadrži direktan uticaj strukture domaće privrede. Vrednosti za energetske intenzitet su često nepouzdana pokazatelji zbog nacionalnog BDP-a ili BDP (PPP), koji su u zemljama u tranziciji i razvoju veoma promenljiva i nepouzdana kategorija, što je slučaj u Srbiji.

Iz prikazanih energetske pokazatelja može se uočiti da Srbija ne troši puno primarne energije po glavi stanovnika, ali je evidentan problem energetske efikasnosti, koja se kvalifikuje energetske intenzitetom ili specifičnom potrošnjom energije po jedinici novostvorene vrednosti kao indikativnim pokazateljima. Srbija po tom osnovu, zaostaje u odnosu na najrazvijenije zemlje i do pet puta. Potrošnja ukupne primarne energije po glavi stanovnika kod nas nije velika, što je posledica slabije industrijske razvijenosti. Srbija troši oko tri puta manje primarne energije po stanovniku i oko dva puta manje električne energije po stanovniku u odnosu na EU.

U ovom segmentu, tabelom 2.1 prikazani su energetske pokazatelji za Srbiju i za Dansku uporedno [34]. Danska je izabrana kao jedna od manjih zemalja u smislu prostora i stanovništva u EU-27 (veoma slično Srbiji), ali svakako jedna od najnaprednijih kada je u pitanju energetska efikasnost i razvoj i eksploatacija obnovljivih energetske tehnologija. Njen BDP po glavi stanovnika je jedan od najvećih u svetu i sigurno je da Danska može da bude dobar primer za mnoge zemlje.

Tabela 2.1: Osnovne društvene i ekonomske karakteristike za Srbiju i Dansku

Srbija	Danska
Blagi pad stanovništva	Veoma blagi rast stanovništva
Usporavanje privrednog rasta	Stabilni ekonomski razvoj
Značajan rast potrošnje prim. energije po stanovn.	Stagnacija u potrošnji prim. energije po stanovn.
Značajan rast potrošnje el. energije po stanovniku	Stagnacija u potrošnji el. energije po stanovniku
Značajan rast emisije CO ₂ po glavi stanovnika	Značajan pad emisije CO ₂ po stanovniku
BDP(PPP)/br.stanovnika = 4.526 US\$ (2000) u '09	BDP(PPP)/br.stanovnika = 30.386US\$(2000) u '09

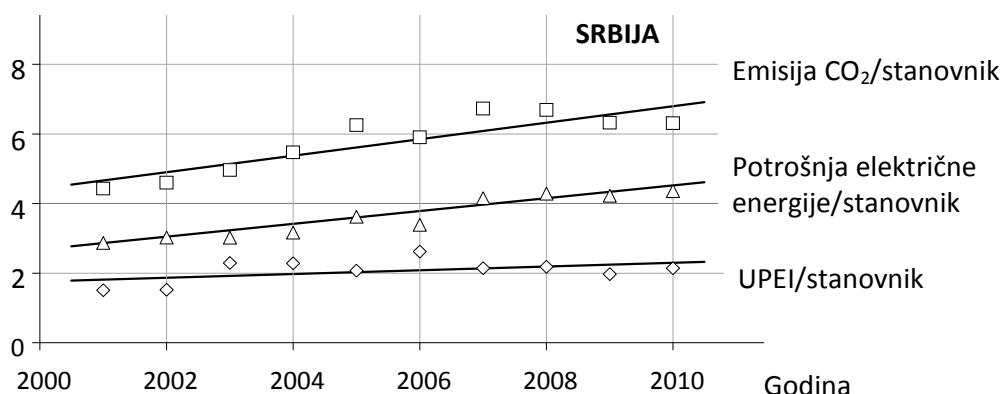
UPEI po stanovniku u Srbiji je u porastu, iako nešto sporije nego u Kini. Međutim, u Danskoj, ovaj pokazatelj je u opadanju i to otprilike dva puta više nego u Srbiji. Činjenica da ovaj pokazatelj raste u Srbiji i da u isto vreme broj stanovnika opada i da privreda stagnira je znak potpunog odsustva efekata mera energetske efikasnosti. U Danskoj, porast broja stanovnika je veoma mali, ali rast privrede i standarda je primetan. U Danskoj, veliki deo UPEI po stanovniku se troši na rast BDP-a, a u Srbiji, nažalost, to se troši na rast standarda ili na pokrivanje rastućih gubitaka. Potrošnja UPEI po stanovniku u Kini je manja nego u Srbiji, ali je rast BDP neuporedivo veći.

Pored UPEI/broj stanovnika, slikama 2.2 i 2.3 pokazuju se dva nova energetske pokazatelja: Potrošnja električne energije po stanovniku i emisija CO₂ po stanovniku Srbije i Danske. Rast emisije CO₂ i potrošnje električne energije po stanovniku u Srbiji je još jedna potvrda loše energetske efikasnosti i takođe odsustva korišćenja tehnologija obnovljivih izvora energije u lancu proizvodnje el. energije. Kada je u pitanju Danska, primetna je stagnacija u proizvodnji el. energije i pad CO₂ po stanovniku.

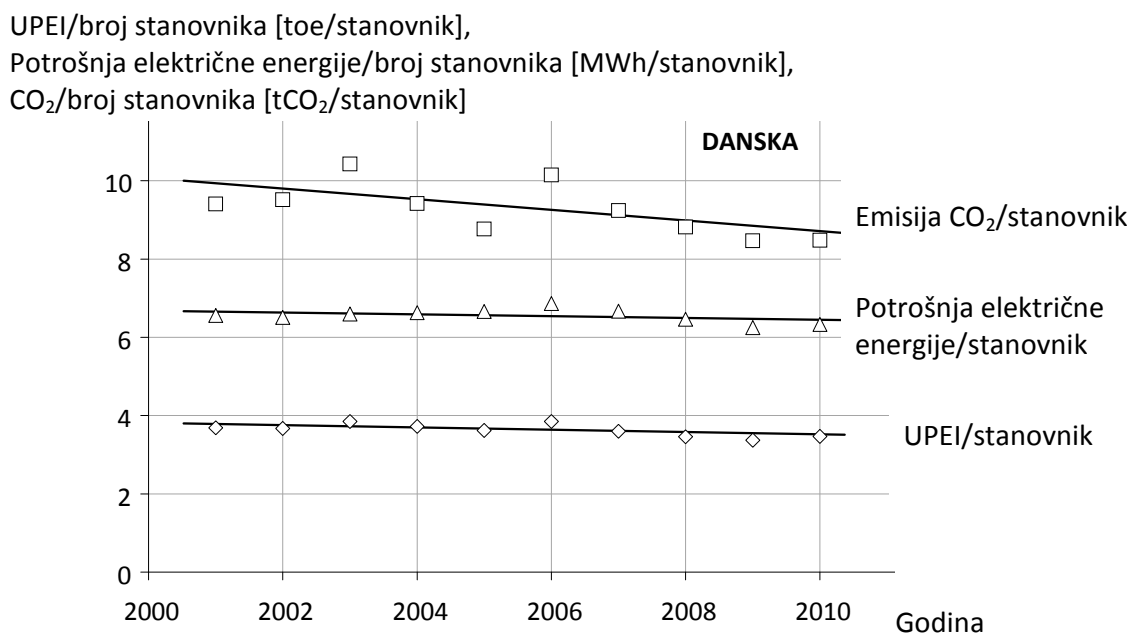
UPEI/broj stanovnika [toe/stanovnik],

Potrošnja električne energije/broj stanovnika [MWh/stanovnik],

CO₂/broj stanovnika [tCO₂/stanovnik]



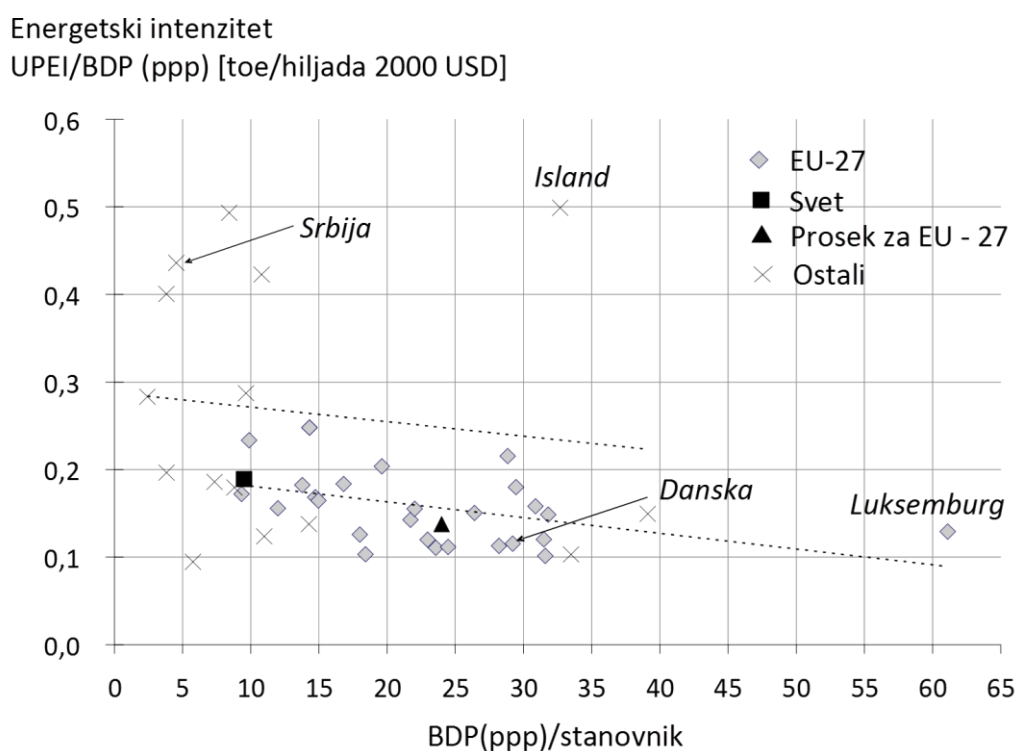
Slika 2.2: Pojedini energetske pokazatelji u Srbiji u periodu od 2001 do 2010 god.



Slika 2.3: Pojedini energetske pokazatelji u Danskoj u periodu od 2001 do 2010 god.

Iz poređenja Danske i Srbije, može se videti da je situacija u Danskoj sasvim drugačija. Postoji stalan pad potrošnje UPEI i emisije CO₂ i stagnacija u potrošnji električne energije. I, iznad svega, BDP po stanovniku u Danskoj je nekoliko puta veća nego u Srbiji.

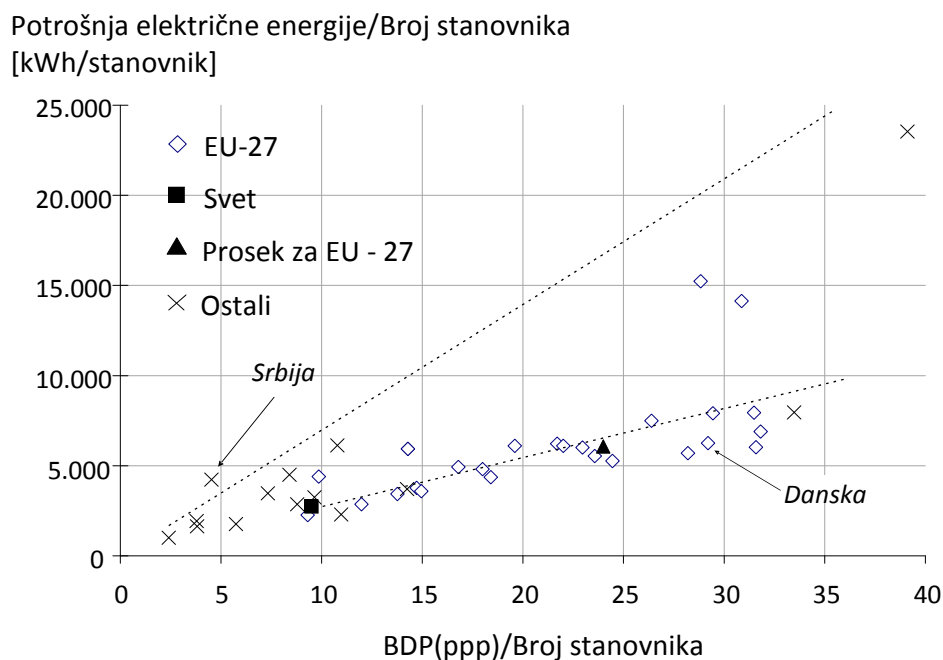
Slike 2.4, 2.5 i 2.6 pokazuju zavisnost energetske intenziteta, potrošnje električne energije i emisiju CO₂ po stanovniku naspram BDP (PPP) po stanovniku. Vrednosti navedenih pokazatelja prikazani su za 27 zemalja koje čine EU - 27, kao i za preostalih 16 evropskih i evroazijskih zemalja. Pored toga, ovi pokazatelji su dati i za svet kao i prosečne vrednosti za celu EU [34]. Energetske intenzitet (slika 2.4) u Srbiji je veoma visok i to je znak da se energija ne koristi za stvaranje BDP-a, već uglavnom radi očuvanja životnog standarda. Generalno, u EU - 27, energetske intenzitet je manji u poređenju sa drugim evropskim zemljama i Evroazijom. Pored toga, može se videti da postoji značajno manji rasipanje pokazatelja u slučaju EU-27, što se takođe može objasniti kao posledica dejstva direktiva i propisa koji usmeravaju i kontrolišu procese razvoja.



Slika 2.4: Energetske intenzitet u odnosu na BDP (ppp)/Broj stanovnika

Značajno odstupanje energetskeg intenziteta je u slučaju Islanda i Luksemburga. Kada je Island u pitanju, ogromna potrošnja primarne energije se odnosi na potrošnju električne energije u aluminijumskoj industriji (74% od ukupne potrošnje električne energije). Pošto je potrošnja povezana sa industrijom, očigledno je da je BDP u Islandu visok u odnosu na Srbiju. Druga velika odstupanja su u slučaju Luksemburga, gde je BDP visok, ali energetske intenzitet mali. Luksemburg je sedište nekoliko institucija i agencija EU, sa malim obimom teške industrije i velikih potrošača energije i kao vrlo mala zemlja ne utiče na energetske sliku Evrope.

Za iste zemlje, slika 2.5 pokazuje potrošnju električne energije po stanovniku [kWh/stanovnik]. Potrošnja električne energije po stanovniku u Srbiji i Danskoj je skoro identična ali je njihov položaj na apscisi veoma nepovoljan za Srbiju, jer je BDP vrlo mali. To samo potvrđuje veoma nizak nivo privredne aktivnosti u Srbiji, ali i nisku energetske efikasnost na nacionalnom nivou, kao i veliku potrošnju električne energije po stanovniku.



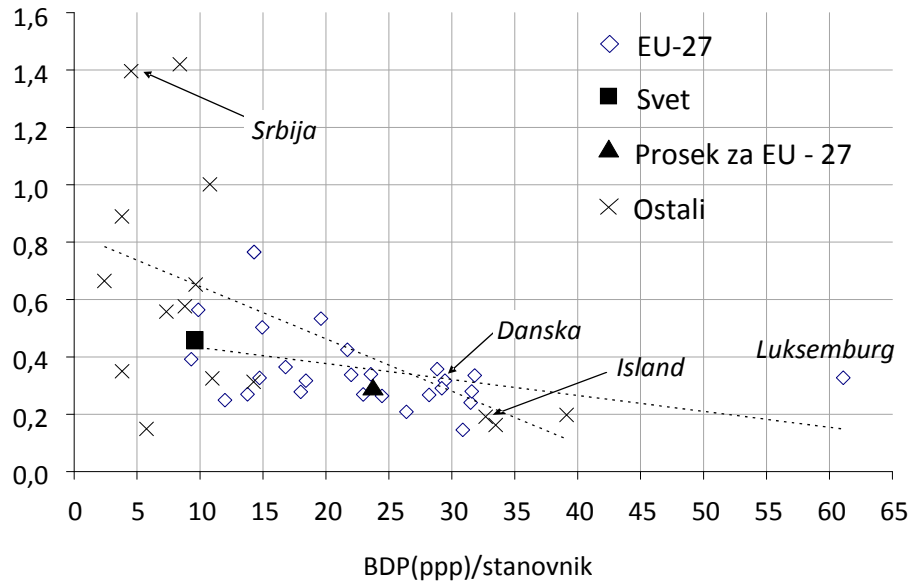
Slika 2.5: Potrošnja električne energije u odnosu na BDP (PPP)/Broj stanovnika

Slika 2.6 prikazuje emisiju CO₂/BDP (PPP) u odnosu na pokazatelj BDP (PPP) po stanovniku. U tom slučaju, Srbija ima veoma loše rezultate i CO₂ emisije su veoma visoke. Ovo se može objasniti činjenicom da Srbija proizvodi oko 80% električne energije iz uglja i da ukupna proizvodnja pokriva sopstvene potrebe. Pored toga, učešće OIE je veoma malo i, kao što je već rečeno, energetske efikasnost transformacije je veoma niska.

Zanimljivo je da ovaj pokazatelj u slučaju Islanda ne odstupa od trenda u drugim zemljama iako ta zemlja ima veliku potrošnju električne energije. Razlog leži u činjenici da je na Islandu hidro i geotermalni potencijal iskorišćen za proizvodnju 95% električne energije.

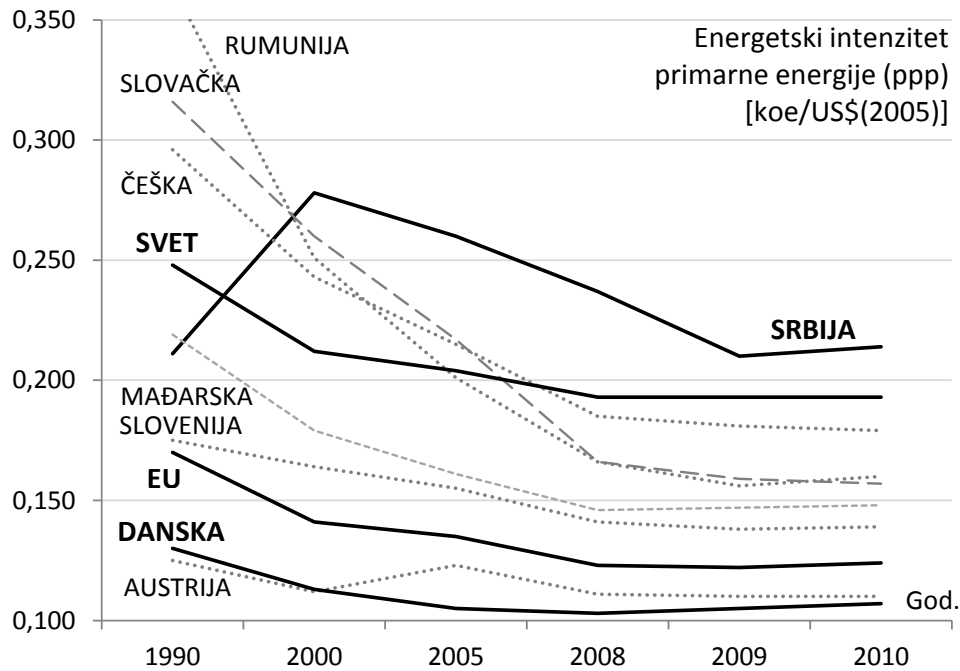
U slučaju ovog pokazatelja, trend linija za EU - 27 i drugih zemalja se seku dok u slučaju energetskeg intenziteta (slika 2.4), ove linije su paralelne. Glavni razlog je situacija koja se odnosi na Island, ali i Norvešku i Švajcarsku. Sve ove zemlje imaju veoma visok BDP po glavi stanovnika, ali i dobro organizovane energetske sektore i celokupne privrede.

Na osnovu navedenih činjenica, može se zaključiti da je energetske efikasnost u Srbiji na veoma niskom nivou. Iako postoje brojne studije i radovi koji ukazuju na potencijale i koje predlažu mere za povećanje energetske efikasnosti, značajniji rezultati izostaju. Sasvim je verovatno da je put ka povećanju energetske efikasnosti kroz suštinske promene u politici energetske efikasnosti i uvođenju elemenata kontrole i upravljanja u procesu njene implementacije [34].

Emisija CO₂/BDP (ppp) [kg CO₂/2000 USD]

 Slika 2.6: Emisija CO₂ u odnosu na BDP (ppp)/Broj stanovnika

2.2.2 Uticaj primene EU propisa u energetske delatnostima

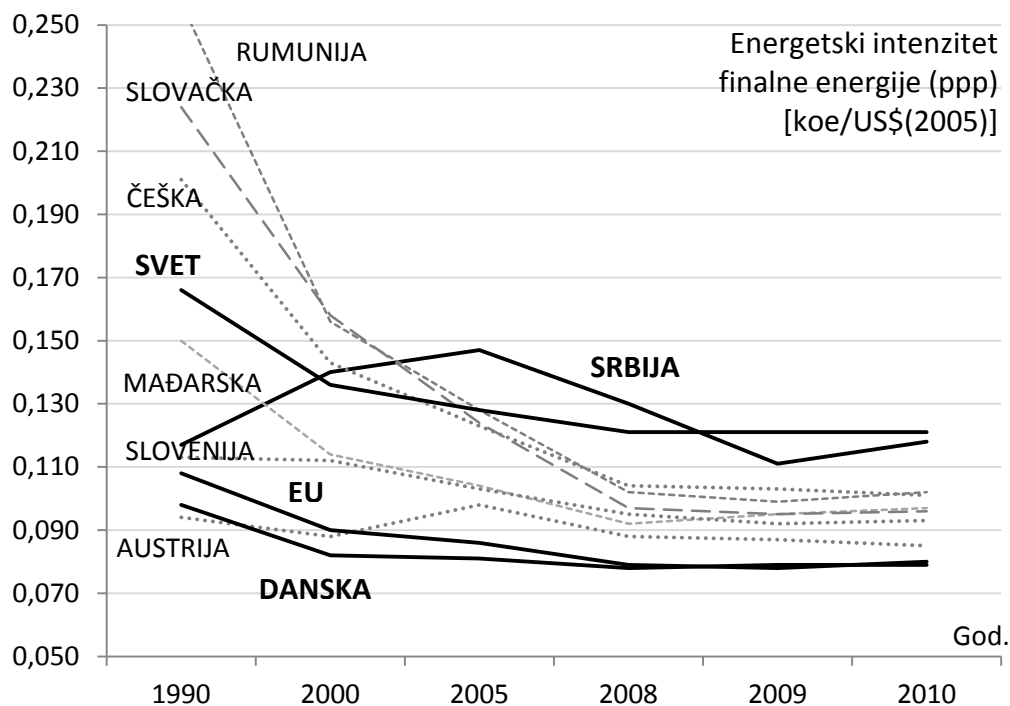
Na slikama 2.7 do 2.9 prikazani su energetske pokazatelji ali u vremenskom okviru od 20 godina, uporedno sa zemljama čije ekonomije imaju sličan kapacitet i potencijal kao i Srbija². Na dijagramima su prikazani i energetske pokazatelji za svet i EU [35]. Ovi dijagrami obuhvataju period pre i posle ulaska u članstvo EU za pojedine zemlje i primenu EU propisa i standarda u energetske delatnostima. S tim u vezi veoma je uočljiv trend poboljšanja, u nekim slučajevima veoma dinamičan, koji se poklapa sa primenom EU direktiva kroz nacionalne zakonodavne okvire, kao i standarda i procedura na operativnom nivou. Svakako ovakav razvoj događaja pratila je i institucionalna reforma zemalja koja je bila neophodna kako bi se implementirale sve preporuke na efikasan način.



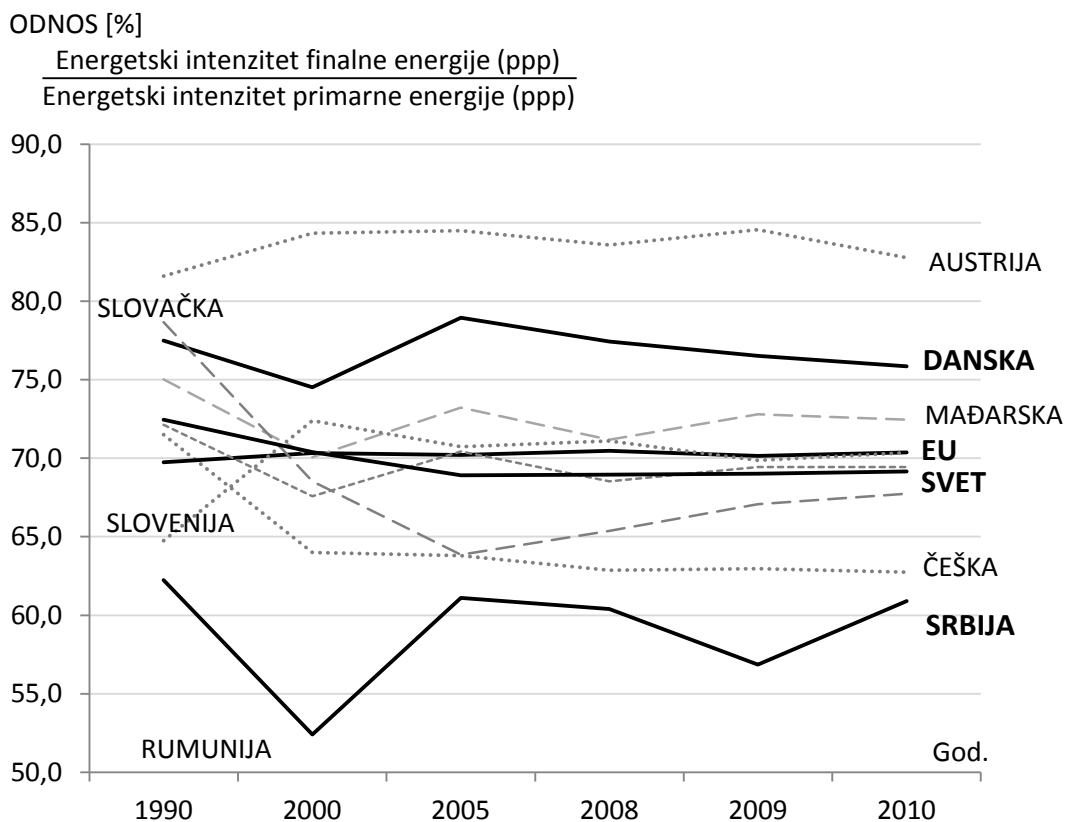
Slika 2.7: Energetske intenzitet primarne energije

² Izvor: World Energy Council (WEC) - UN-akreditovano globalno stručno telo (osnovano 1923), koje se bavi svim pitanjima vezanim za energiju, promoviše pristupačan, stabilan i ekološki odgovoran energetske sistem.

Trend promene energetskeg intenziteta primarne energije pokazuje značajan pad posle promene političkih prilika u Republici Srbiji 2001. godine i promena koje su nastupile u tom periodu. To je svakako pozitivan trend. U današnje vreme ovaj pokazatelj je u Srbiji na nivou blizu svetskog proseka ali može se okarakterisati kao nezadovoljavajući uzimajući u obzir aspiracije zemlje da postane članica EU i da uredi energetske sektor do nivoa da može dostići proseka za zemlje EU [35].



Slika 2.8: Energetski intenzitet finalne energije



Slika 2.9: Odnos energetskeg intenziteta primarne i finalne energije

Trend promene energetskeg intenziteta finalne energije pokazuje takođe pad posle promene političkih prilika u Republici Srbiji 2001. godine i promena koje su nastupile u tom periodu, ali ne u tako

značajnom iznosu kao kod primarne energije. Razlog tome je što potrošnja finalne energije još uvek nije zahvaćena značajnijim sistemskim promenama. Pozitivan trend ovog parametra je posledica spontanih promena čije uzroke možemo tražiti u razvoju tržišne ekonomije, dolasku stranih investitora, podizanja svesti korisnika, većem korišćenju stranih fondova i sl., a ne organizovanih i sistematičnih mera sistemskog karaktera na nacionalnom ili regionalnom nivou [35].

Sa poslednjeg dijagrama može se zaključiti da je odnos energetskeg intenziteta primarne i finalne energije pre svega veoma nizak što se može pripisati objektivnim razlozima i poteškoćama sa kojima se ekonomija Srbije susreće protekle dve decenije ali primetan je i veoma promenljiv trend ovog pokazatelja u Srbiji u odnosu na npr. prosek za zemlje EU, što ukazuje na nedoslednost u primeni zakonskih rešenja, nedovoljnom korišćenju instrumenata energetske politike kao i u slaboj implementaciji, što već nije objektivni i razumljiv uzrok lošem trendu.

Stopa promene pomenutih pokazatelja osrednjena je na 10-godišnjem i 20-godišnjem nivou, na sledeći način: gornja vrednost je za period 1990-2010 (%/god.), a donja za period 2000-2010 (%/god.). Tabela 2.2 prikazuje uporedne vrednosti za grupu zemalja. U slučaju Srbije karakteristično je da su gornje vrednosti veoma mali iznosi što je razumljivo obzirom na period 90-tih godina, a donje vrednosti su umereno do znatno veće u odnosu na razvijene zemlje (Danska i Austrija) i EU prosek, dok su manje od zemalja poput Rumunije i Slovačke koje su doživele značajan industrijski zamah ulaskom u članstvo EU (i tokom predpristupnih pregovora), nakon 2000. godine.

Tabela 2.2: Stope promene važnih energetskeg pokazatelja [35]

Pokazatelj	SRB	A	CZ	DK	HU	RO	SK	SLO	Svet	EU
Energetski intenzitet prim. energije (ppp) [koe/US\$(05)]	+ 0,1	- 0,6	- 2,5	- 1,0	- 1,9	- 4,0	- 3,4	- 1,1	- 1,2	- 1,6
	- 2,6	- 0,2	- 3,0	- 0,5	- 1,9	- 4,4	- 4,9	- 1,6	- 0,9	- 1,3
Energetski intenzitet finalne energije (ppp) [koe/US\$(05)]	+ 0,0	- 0,5	- 3,4	- 1,1	- 2,2	- 4,5	- 4,1	- 1,0	- 1,6	- 1,5
	- 1,7	- 0,3	- 3,4	- 0,4	- 1,6	- 4,2	- 4,9	- 1,8	- 1,2	- 1,2
Efikasnost termoelektrana [%]	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,6	- 0,2	+ 1,4	+ 1,9	- 0,4	+ 0,0	+ 0,4	+ 0,9
	+ 2,1	+ 0,3	+ 0,5	+ 0,1	+ 1,0	+ 1,4	- 1,4	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,3

Pokazatelji u Srbiji prikazuju značajan pozitivan trend, ali to nije posledica energetske tranzicije i reformskih procesa već promene ekonomske politike zemlje početkom 2000-tih. Realan uticaj reformskih procesa primetan je npr. u Slovačkoj gde su parametri unapređeni doslednom primenom principa energetske politike koja je pratila razvoj ekonomije. Pokazatelj energetskeg intenziteta treba da bude što manji kako bi privreda postala konkurentnija, standard građana bolji, a životna sredina čistija. Ni u centralno ni u istočnoevropskim zemljama nije mnogo bolja situacija, ali se od 2000. godine ona stalno poboljšava, a pogotovo posle ulaska ovih zemalja u Evropsku uniju od 2004. godine. Razlog tome je mogućnost korišćenja investicionih fondova, ali i obaveza implementiranja novih propisa. Ova obaveza očekuje i Srbiju.

Harmonizacija nacionalnih propisa sa direktivama i propisima primenjenim u zemljama Evropske unije jedan je od preduslova koji su ispunjavale sve zemlje kada su pristupale EU i koje su formirale sopstvene pravne okvire za unapređenje energetske efikasnosti, a taj cilj se sada postavlja i pred Srbiju. Najvažniji opšti akt koji važi za sve zemlje EU i na osnovu koga su doneti propisi zemalja članica, jeste Direktiva o energetskeg efikasnosti na strani potrošnje energije i energetskeg uslugama – 2006/32/EC. Suština ove direktive jeste ekonomično unapređenje efikasnosti krajnje upotrebe energije putem institucionalnog, finansijskog i pravnog okvira i stvaranjem uslova za razvoj i promociju tržišta energetskeg usluga i za sprovođenje drugih mera unapređenja energetskeg efikasnosti.

U Srbiji se, tek od 2003. godine sistematski vodi računa o energetskeg efikasnosti, dok su se razvijene zemlje posvetile toj oblasti mnogo ranije, čak sedamdesetih godina prošlog veka. Energetska efikasnost u Srbiji može da se poboljša u svim segmentima počev od proizvodnje, prenosa i distribucije pa do krajnjeg korisnika. To se odnosi kako na toplotnu tako i na električnu energiju. Neophodno je da država stvori povoljan ambijent za unapređenje energetskeg efikasnosti a na raspolaganju su veoma različiti instrumenti, kao što je zakonodavni okvir, donošenje energetskeg strategija i politika, akcionih planova, plasiranjem subvencija i novih oblika finansiranja, projekata partnerstva javnog i privatnog sektora, uvođenjem modela finansiranja iz ušteta i dr.

2.2.3 Indeks energetske održivosti

U prethodnim celinama prikazani su pokazatelji koji uzimaju ili isključivo tehničke pokazatelje ili tehničke i ekonomske pokazatelje istovremeno. Takođe takve analize bazirane su na nekim opšte prihvaćenim metodama uspostavljanja specifičnih energetske pokazatelja koji mogu biti manje ili više indikativni. Iz tog razloga dobro je zaključke bazirati paralelno i u odnosu na neke specifične pokazatelje koji su relevantni na svetskom nivou, formirani su od relevantnih stručnih krugova i egzistiraju desetinama godina i prihvaćeni su širom sveta. Jedan takav pokazatelj je Indeks energetske održivosti. Ovaj indeks ne samo da je relevantan iz pomenutih razloga već je i veoma indikativan jer uzima u obzir i neke aspekte društva i zaštite životne sredine koji svakako predstavljaju sastavni deo energetske delatnosti.

Indeks energetske održivosti rangira zemlje članice WEC (World Energy Council - Svetski Energetski Savet) u pogledu njihove sposobnosti da obezbede i sprovedu održivu energetske politiku kroz 3 aspekta i niz parametara vezanih za energetske delatnosti [35]:

1. Sigurnost snabdevanja energijom: efikasno upravljanje procesom snabdevanja primarnom energijom iz domaćih i inostranih izvora, pouzdanost energetske infrastrukture i mogućnosti / sposobnosti energetske kompanija da učestvuju u zadovoljenju trenutnih i budućih energetske potreba.
2. Socijalna korektnost: dostupnost i pristupačnost izvora energije za čitavo stanovništvo i privredu.
3. Ublažavanje uticaja na životnu sredinu: dostizanje zadovoljavajuće energetske efikasnosti na strani snabdevanja (proizvodnja i distribucija) i krajnje potrošnje, kao i razvoja drugih – opcionih energetske izvora, baziranih na obnovljivim i drugim izvorima sa niskom emisijom CO₂.

Rangiranje se zasniva na nacionalnim statističkim podacima zemalja članica WEC, koji obuhvataju kako energetske performanse tako i kontekst u kome se ostvaruju te performanse. Energetska performansa uključuje stranu snabdevanja (proizvodnja i distribucija) i krajnju potrošnju, pristupačnost i sam pristup energiji, kao i uticaj korišćenja energije na životnu sredinu na nacionalnom nivou. Pokazatelji konteksta u kome se ostvaruju energetske performanse uzima u obzir šire okolnosti, uključujući društvenu, političku i ekonomsku snagu i stabilnost. Zemlje su takođe rangirane poređenjem parametara nazvanim „Izbalansiranost“. Dok Indeks energetske održivosti rangira ukupne performanse, Izbalansiranost naglašava koliko dobro zemlja upravlja kompromisom između tri suprotstavljena aspekta energetske delatnosti: Sigurnost snabdevanja energijom, Socijalna korektnost i Ublažavanje uticaja na životnu sredinu. Najbolji rezultat „A“ se daje za veoma visoke performanse. Zemlje sa dobrim rezultatima imaju rezultat „B“. Visoko uređene zemlje dobijaju ocene "AAA", dok zemlje koje još uvek ne sprovedu politiku dosledno imaju "DDD" rezultat. Tabela 2.3 prikazuje indekse za Srbiju [35].

Tabela 2.3: Rangiranje Indeksa energetske održivosti i Indeksa izbalansiranosti za Srbiju

Godina	2011	2012	2013	TREND	RANG
ENERGETSKE PERFORMANSE	107	100	110	▼	
Sigurnost snabdevanja energijom	93	81	101	▼	D
Socijalna korektnost	67	68	65	▲	C
Ublažavanje uticaja na životnu sredinu	119	120	118	▲	D
KONTEKST U KOME SE OSTVARUJU PERFORMANSE	84	81	85	▼	
Politička snaga	81	74	74	►	
Socijalne okolnosti	61	59	59	►	
Ekonomska snaga	118	107	118	▼	
UKUPNI RANG	106	100	106	▼	CDD

Indeks energetske održivosti je 106 (129) a Izbalansiranost CDD.

Pokazatelji nekih zemalja: Švajcarska (AAA); Danska (AAA); Švedska (AAA); Austrija (AAB); Velika Britanija (AAA); Kanada (AAB); Norveška (AAB); Španija (AAA); Francuska (AAB); Nemačka (ABB); SAD (AAC); Japan (ABB); Slovačka (ABB); Slovenija (BBB); Italija (ABC); Hrvatska (ABC); Mađarska (BBB); Češka (ABC); Grčka (ABC); Rumunija (ACC); Rusija (ABD); Albanija (ACC); Bugarska (ACD); Kina (ADD); Crna Gora (BCD); Makedonija (BCD).

2.2.4 Uloga države i mogućnosti

U većini energetske delatnosti u Srbiji primetan je nedostatak organizovanog i sistemskog pristupa u cilju poboljšanja zatečenog stanja. To se posebno odnosi na aspekte energetske efikasnosti, uvođenja savremenih energetske tehnologije i regulatorne aktivnosti na poboljšanje zatečenog stanja u sektoru komunalne energetike, industrije i javnih objekata.

Uloga države je da kreira i implementira aktivnosti i mere za promenu zatečenog stanja. Mogućnosti za realizaciju se ogledaju kroz doslednu primenu zakona o energetske efikasnosti, boljem funkcionisanju fonda za energetske efikasnost, ustanovljavanje procedura i uvođenje obaveze praćenja i periodičnog izveštavanja o specifičnim utrošcima energije, ustanovljavanje pravila za uvođenje sistema upravljanja energijom, edukaciji upravljačkih i operativnih struktura društveno poslovnih entiteta, promotivne aktivnosti i dr. Država treba da odredi ulogu svih subjekata koji moraju, treba i mogu uticati na promenu sadašnjeg stanja počev od krajnjih korisnika finalnih vidova energije, preko organa lokalne i pokrajinske vlasti, inspekcijских službi, univerziteta, instituta, agencija, stručnih organizacija, privredne komore i njenog sistema, medija i dr.

Sa najvišeg – državnog nivoa očekuju se odlučne mere, zakonodavno dosledna i liderski naglašena uloga državnih institucija i stručnih tela i koordinirana aktivnost svih struktura u oblasti energetike. Na taj način moguće je podstaći brigu o energetske resursima, uvođenje i poštovanje energetske procedura, ustanovljavanje evidencija i bilansa, implementaciju mera i drugih aktivnosti koje imaju za cilj sistemske promene i kontinualnu brigu o energetske i drugim aspektima rada kotlarnica [36], [37].

2.2.5 Značaj energetske sistema

Za energetske visoko zavisne države od uvoza i pri tome sa nizom tranzicionih, ekonomskih i drugih poteškoća, svako sniženje udela budžetske troškova za energente je dodatna mogućnost ulaganja u neophodne razvojne, socijalne i druge programe. Interes ustanova, kompanija i drugih korisnika finalne energije je gotovo istovetan, mada se pod pritiskom proizvodno – egzistencionalnih okolnosti energetske problemi često neopravdano potiskuju u drugi plan privređivanja.

Istovremeno, prisutan je i stalni pritisak tržišta. Konkurentska utakmica, insistiranje na što nižim specifičnim utrošcima energije su uslov ekonomske održivosti. Zbog toga i međunarodna zajednica ističe neophodnost stalne aktivnosti na polju povećanja energetske efikasnosti. Kada se ovome doda direktna veza između: zagađenja okoline, povećanja globalnog zagrevanja, stvaranja efekta staklene baše i količine sagorelih energenata potpuno je jasno da je povećanje energetske efikasnosti svuda i na svakom mestu trajni zadatak celog čovečanstva.

Cene energije i energetske su u stalnom porastu, npr. 1996. godine svetska cena nafte je bila ispod 15 2006\$/barel, da bi tokom 2008. godine dostigla i psihološku granicu od 100 2006\$/barel. Kada se ima u vidu da i ostali energenti, a prirodni gas direktno, prate porast cena sirove nafte očigledno je da energetska efikasnost u svim energetske sektorima i svim fazama: transformacije, prenosa, distribucije i korišćenja finalnih vidova energije postaje jedna od ključnih preokupacija.

Potrošnja energenata u kotlovima i njihova energetska efikasnost značajno utiču na ekonomiju i ekologiju, jer su privredne aktivnosti i komoditet življenja najdirektnije povezani sa energijom koju oni generišu. Prema tome plansko povećanje energetske efikasnosti je neophodnost [36], [37].

2.3 ANALIZA STANJA NA REGIONALNOM NIVOU

2.3.1 Energetske sistemi u AP Vojvodini

Registrovani kotlovi u AP Vojvodini, mogu se svrstati u sledeće četiri osnovne grupe delatnosti: industrija, toplane-termoelektrane, toplane i ostalo (najviše zdravstvene institucije, a zatim hoteli, sportski centri i sl.). Ukupna toplotna snaga ovih kotlova iznosi 5.730 MW [40] i [41].

Dominiraju parni kotlovi i čine oko 80% ukupnog broja jedinica, a među 20% vrelovodnih jedinica nalazi se i neznatan broj parnih kotlova koji su prerađeni na vrelovodne. Od toga 81% jedinica je izgrađeno u industriji i 19% u preostalim delatnostima. Zbog privrednih poteškoća u koje je zapala industrija oko 19% jedinica je van upotrebe, uglavnom već napušteno.

Većina kotlova, više od 50% jedinica, koji koriste gasovito gorivo, imaju gorionike i za alternativno korišćenje mazuta. Trenutno stanje je da oko: 66% kotlova koristi gas (aktivno 52%), 27% kotlova radi na mazut (aktivno 26%) i 7% na ugalj (aktivno 7%), a retko i druge energente (najčešće lož ulje za manje jedinice u zdravstvu). Prosečna potrošnja goriva po kotlovskoj jedinici je 29,7 GWh/god., a samo u industriji 34,0 GWh/god., odnosno komunalnim sistemima 27,4 GWh/god. i ustanovama 8,5 GWh/god.,

U 132 industrijska preduzeća u AP Vojvodini ima 312 kotlova za podmirenje potreba za toplotnom energijom (para i/ili vrela voda i/ili topla voda). Ukupno instalisani kapacitet nije poznat i može se samo proceniti na osnovu do sada prikupljenih podataka. Grubo se može reći da je ukupan toplotni kapacitet svih kotlova u industriji oko 2.900 MW (tabela 2.4). U 17 toplana u AP Vojvodini ima ukupno 43 kotla. Ukupna snaga ovih kotlova je oko 1.180 MW. U četiri TE-TO ima 17 kotlovskih jedinica. Njihova ukupna toplotna snaga je oko 1.500 MW. Nominalna snaga generatora je ukupno 420 MW. U 8 zdravstvenih ustanova je instalirano 19 kotlovskih jedinica. Njihova ukupna snaga je oko 150 MW. Ukupna toplotna snaga svih većih i srednjih kotlova u AP Vojvodini je 5.730 MW (tabela 2.4).

Tabela 2.4: Pregled kotlovi po sektorima

Sektor	Broj institucija	Broj kotlova	Toplotna snaga [MW]
Industrija	132	312	≈ 2.900
Toplane	15	43	1.180
TE-TO	4	17	≈ 1.500
Zdravstvene ustanove	8	19	≈ 150
UKUPNO	157	391	≈ 5.730

Za ukupnu energetska efikasnost značajan je i podatak da je udeo proizvedene električne energije iz distribuirane kogeneracije u ukupnoj potrošnji u AP Vojvodini oko 1,6% (u 2003. godini) [39]. Stanje 10 godina kasnije se nije značajnije promenilo. Kada se imaju u vidu ekspanzija ove proizvodnje u Evropi i drugim progresivnim državama sveta i činjenica da je ovakvo nisko učešće na samom dnu evropske lestvice očito je da se o energetska efikasnosti sa aspekta korišćenja pogodnosti distribuirane kogeneracije u energetska strukturi AP Vojvodine gotovo ne može govoriti. Inače, u industriji AP Vojvodine je izgrađeno 12 postrojenja distribuirane kogeneracije, pre svega u šećerana. Ona rade samo zbog sigurnosti snabdevanja delova tehnološkog porocesa koji ne smeju ostati bez napajanja električnom energijom. Ova postrojenja rade samo u nuždi i redukovanim proizvodnim kapacitetima, jer podsticajna zakonska regulativa za njihovo intenzivno korišćenje ne postoji, a važeći pariteti cena energenata i energija ekonomski ne opravdavaju njihov rad.

Pojedina preduzeća imaju i industrijske energane. Njihova osnovna namena je bila ostvarivanje sigurnosti proizvodnog procesa u slučaju prekida snabdevanja električnom energijom iz javne mreže. Ukupno ih je 12. Danas je njihovo učešće u proizvodnji električne energije preduzeća i okoline minimlano zbog niske cene električne energije u odnosu na fosilna goriva. Njihova proizvodnja u ukupnoj potrošnji električne energije u AP Vojvodini je svega 1,6% [40] i [41].

2.3.2 Prikupljanje podataka i formiranja uzorka

Za potrebe analize formirana je baza podataka o kotlovima AP Vojvodine koja se generalno zasniva na: prikupljenim podacima iz istorije rada kotlova, evidentiranju i snimanju zatečenog stanja i potvrde direktnim merenjima u realnim pogonskim uslovima [42].

Za potrebe aktivnosti na prikupljanju podataka pripremljena je uobičajena metodologija (energetski pregled), kojom su prikupljeni istorijski pogonski podaci o radu u proteklom periodu, o rekonstrukcijama i održavanju kotlova i dr. Ovi podaci i trenutno stanje kotlova su diskutovani na licu mesta. Obavljen je intervju sa rukovaocima kotlova i drugim licima odgovornim za njihov rad. Pošto je za neposrednu efikasnost kotlova ključno važan kvalitet sagorevanja, aspektu sagorevanja je posvećena posebna

pažnja. Preuzeti su rezultati ranije obavljenih merenja i kontrole procesa sagorevanja, diskutovana je i utvrđena uobičajena promena opterećenja kotlovskih jedinica i izvršena je kontrola kvaliteta sagorevanja merenjima u neposrednim pogonskim uslovima i simuliranim uslovima koji odgovaraju najčešćem opterećenju postrojenja.

Prema podacima inspekcije parnih kotlova u Vojvodini je registrovan 391 kotao [40] i [41]. Na početku izrade sistemskih akcija nije neophodno snimanje svih jedinica. Zbog toga je, slučajnim izborom, selektovan uzorak od 100 kotlova i na njemu izvršena procena ukupnog stanja. To čini preko 25% svih kotlovskih jedinica i dobar je reprezent za ocenu celine. Baza podataka pokriva kotlove koji se nalaze u sektoru industrije (312), komunalne energetike (toplane) (43), TE-TO (17) i zdravstvenim ustanovama (19). Ovako velik uzorak daje pouzdan podatak o stanju energetske efikasnosti kotlova i omogućava verodostojnu i relevantnu ocenu stanja kao i potencijala povećanja energetske efikasnosti. Prikupljeni su podaci i izvršena su merenja na ukupno 100 kotlova.

Metodologija obrade podataka podrazumeva ekstrapolaciju rezultata dobijenih merenjem i proračunom za kotlove uzorka i procenu mogućih mera i aktivnosti za čitavu populaciju kotlova u AP Vojvodini. Kako je izbor kotlova napravljen po slučajnom uzorku, pokazalo se da neki od kotlova i nisu u funkciji ili su u vrlo lošem stanju tako da se i ne koriste. Ovi kotlovi ravnopravno su tretirani tokom analize i ekstrapolacije, čime se ostvario sveobuhvatan i objektivan uvid u zatečeno stanje što je i bio cilj. Ovaj podatak uz podatak o starosti kotlova je veoma značajan za ocenu tehnološkog nivoa kotlova u AP Vojvodini i potencijala za unapređenje.

2.3.3 Metodologija snimanja stanja i performansi kotlova

Metodologija snimanja stanja i performansi kotlova formulisana je za potrebe istraživanja. Prilikom određivanja energetske efikasnosti celokupnog postrojenja veoma je važno posedovati relevantne informacije o samom kotlu, njegovim pogonskim karakteristikama, dinamici rada i angažovanja kapaciteta kao i sastavu produkata sagorevanja. S tim u vezi prilikom direktne komunikacije (intervjua) sa odgovornim licima u energetskom sektoru svakog preduzeća / ustanove, fizičkog pregleda i direktnih merenja, prikupljane su različite kategorije podataka organizovane na sledeći način [42].

1. Opšti podaci o preduzeću / ustanovi
 - Naziv kompanije/ustanove/organizacije
 - Delatnost / Sektor
 - Kontakt osoba / Kontakt informacije
2. Opšte karakteristike odabranog kotla
 - Fabički broj / Proizvođač kotla
 - Osnovno gorivo / Opciono gorivo (ukoliko ga ima)
 - Tip kotla [parni / vrelovodni]
 - Starost [god]
 - Svrha kotla [grejanje / tehnologija]
 - Nominalni kapacitet [t/h] / [MW]
 - Tehnički minimum
 - Radni parametri [°C / bar]
 - Nominalni stepen korisnosti / najčešći realni
 - Angažovanje pogona [permanentno, sezonski, rezerva, van funkcije – konzerviran ...]
3. Pogonske karakteristike kotla
 - Uobičajeni opseg opterećenja / najčešći radni kapacitet kotla u odnosu na nominalni [%]
 - Broj sati rada na godišnjem nivou [h/god]
 - Specifična potrošnja goriva [m³/h, kg/h i dr.]
4. Merene i izračunate pogonske karakteristike kotla
 - Opseg pri merenju [%]
 - Temperatura produkata sagorevanja [°C]
 - Brzina produkata sagorevanja iza ekonomajzera [m/s]
 - Protok produkata sagorevanja [m³/h]

- Stepenn korisnosti, prema donjoj toplotnoj moći (DTM) [%]
 - Stepenn korisnosti, prema gornjoj toplotnoj moći (GTM) [%]
 - Godišnja potrošnja goriva [GWh/god.]
5. Sastav produkata sagorevanja: O₂ [%]; λ [%]; CO₂ [%]; SO₂ [ppm]; CO [ppm]; NO [ppm]; NO_x [ppm]; H₂ [ppm]; MCO [kg/h], MNO_x [kg/h]
 6. Evidencija merenja u pogonu
 - Stacionarna kontrola O₂
 - Isporuka toplotne energije
 - Protok napojne vode, protok kondenzata
 - Kontrola sastava produkata sagorevanja
 7. Tip upravljanja: ručno, poluautomatski, automatski
 8. Rekonstrukcije: gorionik, ekranske cevi, automatika, ostalo

Ključni parametar među prikazanim je stepenn korisnosti kotla i računat je u odnosu na gubitke vezane za sam proces sagorevanja. Tu se radi o gubicima u produktima sagorevanja izračunatim na osnovu udela kiseonika u produktima sagorevanja, što je inače najpouzdanija i najkorektnija metoda. Prema tome, podatak je dobijen na uobičajenn način, poznat teoriji i potvrđen praktično. Ali najveća vrednost ovog podatka je što je on izračunat na osnovu realnih odnosno merenih podataka i naravno što je u saglasnosti sa preporučenim metodologijama i specifikacijama proizvođača merne opreme. Stepenn korisnosti kotla prikazan je u odnosu na donju i gornju toplotnu moć goriva, a podaci svrstani su u kategoriju „Merenje i izračunate pogonske karakteristike kotla“. Merenja su vršena na samom izlazu produkata sagorevanja iz ekonomajzera odnosno u samom korenu grane dimnjaka što je u saglasnosti sa preporučenom specifikacijom za merenje. Ovo je važno istaći jer to merno mesto obezbeđuje realan udeo kiseonika u ložištu i korektnne (pouz dane) informacije o procesu sagorevanja, na kojima se bazira određivanje energetske efikasnosti. Treba posebno naglasiti da su merenja najčešće vršena pri nivou opterećenja veoma bliskom uobičajennom opsegu opterećenja kotla u pogonskim uslovima u dužim vremenskim intervalima. To se ostvarilo u najmanje 80% slučajeva. Pri takvim okolnostima prikazan stepenn korisnosti kotla predstavlja vrednost koja se najčešće dostiže tokom eksploatacije u dužim vremenskim periodima. Na taj način dobijen je veoma relevantan podatak za ocenu kvaliteta rada kotla.

Imajući u vidu da su kotlarnice u regionu velikim delom predimenzionirane u odnosu na potrebe konkretnih preduzeća ili ustanova ovakav način utvrđivanja stepena korisnosti dobija na značaju. Stepenn korisnosti kotla pri nominalnom opterećenju je značajno povoljniji u odnosu na izračunatu vrednost i ne daje pravu sliku kvaliteta rada kotla. Takođe treba istaći da kotlovi mali deo vremena rade na nominalnom opterećenju, tako da poznavanje kataloške vrednosti stepena korisnosti nije od značaja.

Ostatak podataka prikupljenih putem fizičkog pregleda kotla i intervju a odgovornih lica govori o angažovanosti kotla, realnoj godišnjoj potrošnji goriva, uobičajennom opsegu opterećenja, stanju opreme, revitalizovanim delovima postrojenja i dr. upotrebljeni su za ocenu racionalnosti korišćenja resursa bilo kroz isporučenu energiju putem vodene pare ili vrele vode, ili u odnosu na proizvodne segmente energetske sektora. Pri tome ne postoji unificirana tehnika prikazivanja ovakvih podataka iz dva razloga. Prvi je, jer pojedini sektori ili institucije poseduju metodologiju praćenja i obračunavanja pokazatelja potrošnje energije, na način prilagođen specifičnostima same ustanove ili industrijske grane. Tako pivare imaju obračun potrošnje pogonskog goriva u odnosu na hektolitar finalnog ekvivalentnog proizvoda. Pojedine Ustanove obračunavaju utrošak energenta po korisniku ili bolničkom krevetu, neke kompanije obračunavaju utrošak energenta po toni isporučene pare / tople vode ili usled česte promene vrste goriva obračun vrše u kWh energetske vrednosti ekvivalenta goriva. Drugi razlog je potpuno druge prirode i odnosi se na manjkavost evidencije pogonskih parametara. Tako da pokazatelji ne mogu da se koncipiraju na prihvatljiv način. Često se radi i o grubim procenama operatera, koja mogu biti neprecizna da pokazatelj nije upotrebljiv. Tu se može pridodati i problem nekompletnosti i slabe ažurnosti podataka tako da se teško dobijaju parametri na mesečnom ili godišnjem nivou. Ovo je čest slučaj u pogonima gde su oscilovanja opterećenja česta i sa velikom skokovima (40 do 80% od nominalnog opterećenja). Evidencija u kotlovskim knjigama uglavnom je potpuno neobrađena i neupotrebljiva.

2.3.4 Pregled karakteristika kotlova u AP Vojvodini

U tabelama 2.5 do 2.8 dati su osrednjeni rezultati merenja i proračuna osnovnih parametara rada kotlovskih jedinica objedinjeno u svim sektorima na regionalnom planu (uzorak 100 kotlova) [42]. Dat je pregled prema različitom pogonskom gorivu.

Tabela 2.5: Rezultati merenja i proračuna za kotlove u AP Vojvodini

Parametar	Prirodni gas			Mazut		
	Min.	Prosek	Maks.	Min.	Prosek	Maks.
Period eksploatacije [god.]	2	26	45	4	30	41
Instalisani kapacitet [MW]	0,40	8,52	33,74	0,70	11,41	81,65
Opseg opterećenja [%] – pri merenju	30,0	66,7	100,0	30,0	68,9	100,0
Stepen korisnosti [%] – u odnosu na DTM	80,2	89,5	95,6	61,10	87,24	94,00
Temperatura produkata sagorevanja [°C]	49	196	331	115	201	247
Vreme pogona u radu [h/ god.]	930	4.328	8.480	480	4.282	8.664
Protok produkata sagorevanja [m ³ /h]	1.727	18.040	133.540	1.304	20.042	102.290
Energija goriva [GWh/god.]	0,57	21,32	119,17	1,19	48,61	376,22

Tabela 2.6: Sastav produkata sagorevanja kotlovskih postrojenja na prirodni gas

	O ₂ [%]	λ [%]	CO ₂ [%]	CO [ppm]	NO [ppm]	NO _x [ppm]	H ₂ [ppm]	MCO [kg/h]	MNO _x [kg/h]
Min.	0,61	3,00	3,88	0,00	29,0	30,0	0,0	0,00	0,10
Prosek	5,36	40,31	8,81	4,85	69,9	74,7	5,1	0,03	1,31
Maks.	13,42	176,90	11,56	46,00	197,0	207,0	45,0	0,50	13,00

Tabela 2.7: Sastav produkata sagorevanja kotlovskih postrojenja na mazut

	O ₂ [%]	λ [%]	CO ₂ [%]	CO [ppm]	NO [ppm]	NO _x [ppm]	H ₂ [ppm]	MCO [kg/h]	MNO _x [kg/h]
Min.	2,55	13,80	1,87	0,00	12,0	13,0	0,0	0,00	0,00
Prosek	8,76	68,73	8,98	17,95	168,3	176,1	2,4	0,13	3,89
Maks.	18,51	144,50	13,81	64,00	286,0	300,0	19,0	0,90	17,70

Tabela 2.8: Sastav produkata sagorevanja za ugalj, lož ulje, suncokretova ljuska i silosni otpad

	η [%]	O ₂ [%]	λ [%]	CO ₂ [%]	CO [ppm]	NO [ppm]	NO _x [ppm]	H ₂ [ppm]	MCO [kg/h]	MNO _x [kg/h]
Min.	60,10	10,21	94,70	2,56	1,0	22,0	23,0	0,0	0,00	0,20
Prosek	77,78	13,63	117,07	6,26	1.402,1	57,6	60,6	676,3	10,55	3,63
Maks.	90,60	18,00	148,10	8,81	6.030,0	91,0	96,0	4.025,0	20,50	10,20

2.4 ANALIZA STANJA INDUSTRIJSKIH ENERGETSKIH SISTEMA

Prikazana analiza odnosi se na AP Vojvodinu gde su najzastupljenije privredne delatnosti poljoprivreda, šumarstvo i vodoprivreda; prerađivačka industrija i trgovina. Navedene tri delatnosti čine, redosledno 22,4%, 33,2% i 17,8% (ili ukupno 73,4%) društvenog proizvoda AP Vojvodne [38]. Zbog toga je visoka ukupna energetska efikasnost industrijskih kotlova za ovaj region posebno značajna i to podjednako za krajnje korisnike finalne energije, lokalne organe vlasti, preduzeća i pokrajinske strukture vlasti.

Neophodno je poznavati prilike u kotlovima i energanama industrijskog sektora, kako bi se aktivnosti za poboljšanje energetske efikasnosti na mikro planu mogle bolje sagledati, a zatim selektovati, usmeriti i sistematizovati. Poznavanjem prilika mogu se bolje prepoznati tipični problemi koje su u manjoj ili većoj meri zajednički za čitavu populaciju kotlova, sličnih karakteristika i uslova eksploatacije. U ovom poglavlju izvršena je rekapitulacija osnovnih karakteristika kotlova u industrijskom sektoru AP Vojvodine.

Potrošnja energije u industriji predstavlja oko jedne trećine ukupne energetske potrošnje u svetu. Stalan rast cena energije i povećanje udela energije u jediničnoj ceni proizvoda zahteva sve više pažnje uprave

industrijskih pogona kao i primenu tehnika upravljanja potrošnjom energije. To uključuje povećane investicije, ali omogućava i određene koristi. U industriji se koriste brojni procesi u kojima se energija transformiše, kao i procesi u kojima se energija direktno koristi kao resurs kojim se stvara nova vrednost. U industrijskom pogonu u čijem je sastavu energetska sistem, proizvodni procesi se nalaze na strani potrošnje i prema tome oni određuju način, količinu i kvalitet energije koja se troši.

Svi proizvodni procesi se oslanjaju na snabdevanje energijom u većoj ili manjoj meri. Međutim u energetska intenzivnim industrijama, energetska sistem je okosnica proizvodnog procesa i ključni faktor za profitabilnost i konkurentnost. Za takve industrije promene u efikasnosti potrošnje energije i zaštite životne sredine mogu značajno uticati na cenu proizvodnje. A sa trendom rasta cena energije, čak i u industrijama sa nižom energetska intenzivnosti, značaj energetska sistema postaje sve veći [43], [44].

2.4.1 Značaj energetska delatnosti u industriji

Bez obzira na to o kojoj industrijskoj grani je reč, savremeno tržište pred proizvođače postavlja zadatke koji se ogledaju u povećanju produktivnosti, unifikaciji kvaliteta, racionalnom i efikasnom korišćenju resursa, zatim smanjivanju broja i dužine zastoja, kao i uštedama energije i zaštiti životne okoline.

Kada je reč o energiji, u mnogim industrijskim preduzećima troškovi za energiju predstavljaju značajan trošak poslovanja. Energija se često pogrešno smatra fiksnim režijskim troškom, mada je zapravo jedan od troškova kojima se najlakše upravlja. I zaista, u mnogim zemljama EU iskustvo je pokazalo da mnoge fabrike mogu smanjiti troškove za energiju i do 20% bez ozbiljnog ulaganja, te da je često lakše da se profit preduzeća poveća smanjenjem troškova za energiju nego povećanjem. Prema tome cilj upravljanja energijom je da se smanje troškovi za energiju i da se preduzeću donese neposredna korist povećanjem profitabilnosti odnosno konkurentnosti. Upravljanje energijom predstavlja primenu različitih tehnika upravljanja koje omogućuju organizaciji da identifikuje i primeni mere za smanjenje potrošnje energije i troškova za energiju. Interes preduzeća i drugih korisnika finalne energije je gotovo istovetan, mada se pod pritiskom izraženih proizvodno egzistencionalnih poteškoća energetska problemi često neopravdano potiskuju u drugi plan privređivanja.

U poslednjih 10 do 15 godina svedoci smo velikih oscilacija u ceni sirove nafte pa tako i naftnih derivata. Cena nafte je varirala u iznosima do 50% naviše ili naniže. Kada se ima u vidu da i ostali energenti, a prirodni gas direktno, prate porast cena sirove nafte očigledno je da energetska efikasnost u svim energetska sektorima i svim fazama transformacije, prenosa, distribucije i korišćenja, postaje jedna od ključnih preokupacija.

U AP Vojvodini je zastupljeno 27 industrijska delatnosti. U strukturi industrijske proizvodnje najzastupljenija je prerađivačka delatnost i čini 90,8% industrijske proizvodnje. Ovaj podatak ukazuje na nadmoćnu zastupljenost energetska intenzivnih industrijska tehnologija u prerađivačkoj industriji AP Vojvodine. Pri tome je udeo toplotne energije u energetska strukturi ovih tehnologija dominantan. To važi za veći deo prerađivačke industrije, a pogotovu za hemijsku i deo industrije koji se bazira na preradi poljoprivrednih proizvoda. Samim tim je udeo energenata u ukupnom poslovanju preduzeća po pravilu značajna stavka. Zbog toga je visoka ukupna energetska efikasnost industrijska kotlova posebno značajna [40], [41].

2.4.2 Značaj upravljanja energetska sistemima

Danas se vodena para i vrela/topla voda, kao nosioci energije, koriste u industriji, komercijalnom i javnom sektoru za veoma širok spektar procesa i kao takvi predstavljaju veoma značajan činilac u troškovima proizvodnje čime takođe utiče i na profitabilnost samih procesa. Zbog toga je veoma važno za donosiocima odluka, operatere i korisnike energije da kotlovska postrojenja budu dobro projektovana, instalirana i vođena u kontekstu tri osnovna pokazatelja kvaliteta rada postrojenja: energetska efikasnost, sigurnost pogona i pouzdanost snabdevanja.

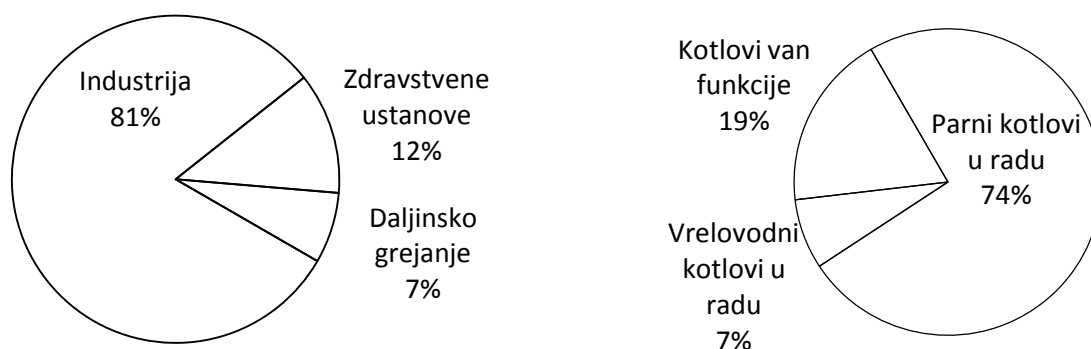
Upravljanje energijom je neprekidan proces koji obuhvata praćenje energetska efikasnosti i neprestano pronalaženje načina da se ona održi i poboljša. Napori tima koji brine o energetici i svih drugih zainteresovanih zaposlenih mogu se dopuniti modernom opremom odnosno automatskim sistemima za

merenje, nadzor i upravljanje ključnih parametara koji utiču na način korišćenja energije. Upravo automatizacija pogona industrijske energetike omogućava da se izvrši optimizacija i racionalizacija svih energetskih tokova, te da stepen korisnosti što manje zavisi od subjektivnih procena čoveka. U tom kontekstu, merenje, nadzor i upravljanje, kao jedinstven integrisan sistem, su neophodni činilac, kako bi se uspešno realizovali pomenuti ciljevi. Ubrzani razvoj automatike i savremenog upravljanja sistemima omogućava efikasno vođenje procesa proizvodnje i distribucije energije.

2.4.3 Pregled kapaciteta i angažovanosti

Analizom rada kotlovskih jedinica u industriji, za sva goriva, ustanovljeno je ukupno prosečno korišćenje kapaciteta od oko 2.360 MW što iznosi oko 81,5% ukupno instalisane snage. Prosečna angažovana snaga kotlova koji su u upotrebi iznosi 10,5 MW. U proseku rade oko 4.462 h/god. i postižu ukupnu srednju efikasnost procesa sagorevanja od 87,8% (u odnosu na DMT goriva). Prosečna potrošnja goriva po kotlovsjoj jedinici u industriji je 34 GWh/god. [36] i [44].

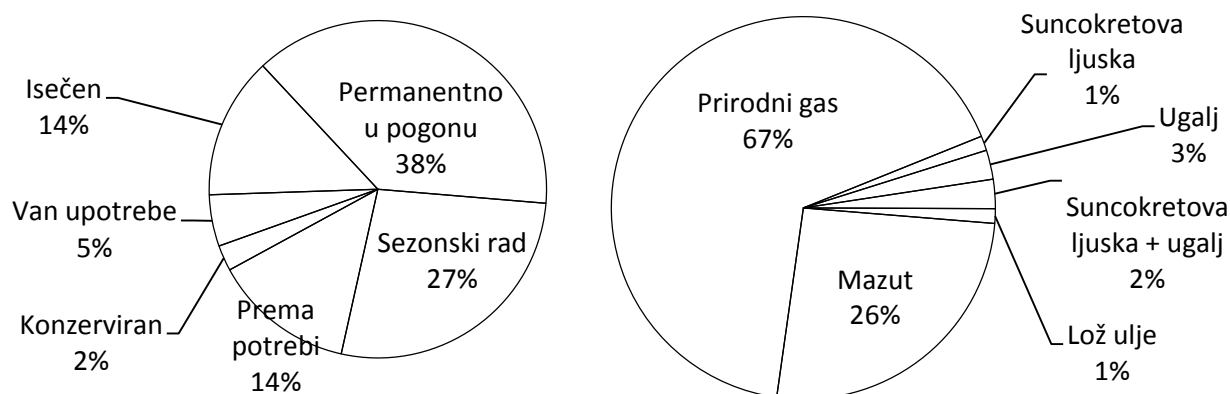
Prikaz raspodele izvršen je prema pripadajućem sektoru i tipu kotla. Slika 2.10 prikazuje procentualnu raspodelu ukupnog broja kotlova u odnosu na tri sektora: industrija, sistemi daljinskog grejanja i objekti zdravstvene zaštite i udeo parnih kotlova u industriji u odnosu na vrelovodne.



Slika 2.10: Raspodela prema pripadajućem sektoru i tipu kotla

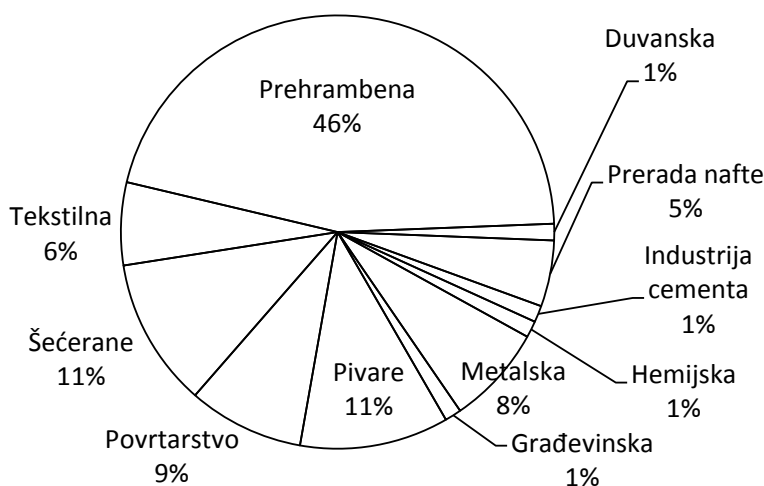
Pregled angažovanosti kotlova u industriji, bez obzira na gorivo prikazan je na slici 2.11 levo. Primetno je da postoji značajan broj kotlova koji nisu permanentno u pogonu, što značajno utiče na efikasan rad. Prirodni gas, kao pogonsko gorivo na prvom je mestu i udeo je 67% u odnosu na ostale raspoložive vrste goriva u industriji (slika 2.11 desno).

Parni kotlovi na prirodni gas su u današnje vreme dominantna kategorija sa stalnom tendencijom rasta udela u odnosu na ostale opcije. Takva tendencija je razumljiva i bazira se na činjenici da je distributivna mreža prirodnog gasa dobro razvijena (što omogućava dobru pouzdanost i stabilnost snabdevanja) i na pogodnostima gasne tehnologije, kao što su, niži početni investicioni troškovi, manji pritisak na životnu sredinu, dobre mogućnosti regulacije i dr.



Slika 2.11: Način rada i vrsta goriva kotlova u industriji

Kada je u pitanju industrijski sektor u AP Vojvodini, obrađeni kotlovi su raspoređeni u 11 industrijskih grana prema udelima kao na slici 2.12. Dominira prehrambena industrija sa šećeranima, pivarama i povrtarstvom, što je očekivano za regionalne prilike. Zbog toga je sezonski karakter rada kotlova, kao i rad prema potrebi ukupno 41% od ukupne populacije kotlova. U ovom segmentu moguća su značajna poboljšanja jer se često radi o kotlovima starije generacije i veće snage.



Slika 2.12: Kotlovi po industrijskim granama

2.4.4 Analiza stanja u industriji

U industrijskim energanama često nedostaju sistemski rešenja u cilju poboljšanja korišćenja energetske resursa. To se posebno odnosi na aspekte energetske efikasnosti, uvođenje savremenih energetske i ekoloških tehnologija i regulatorne aktivnosti za poboljšanje stanja. Za promenu takvog stanja, često nezadovoljavajućeg, neophodne su organizovane, sistematske i odlučne mere operativnih i rukovodećih struktura preduzeća.

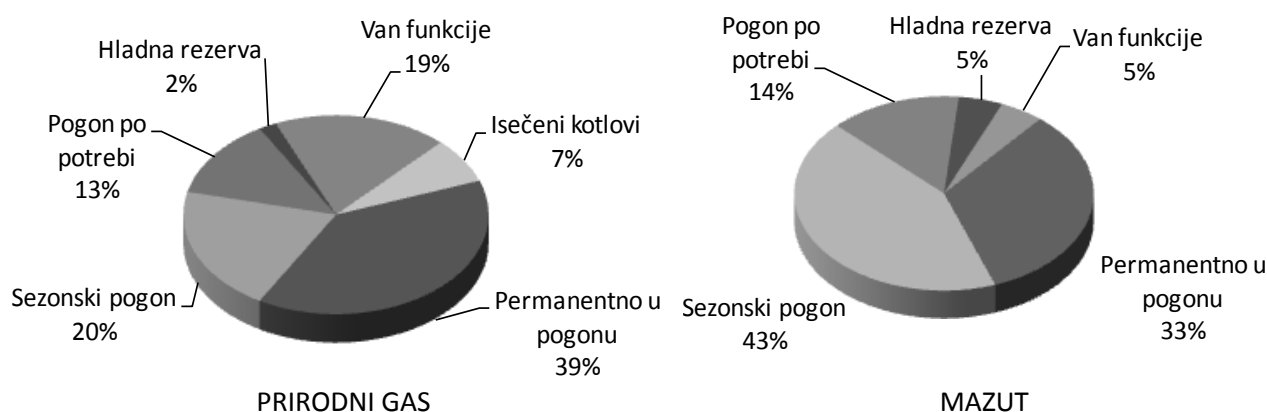
Ocena stanja se bazira na podacima dobijenim putem snimanja pogonskih karakteristika (stanja postrojenja) i merenja u zatečenim pogonskim uslovima na slučajno odabranom uzorku od 25,6% od čitave populacije kotlovskih jedinica u AP Vojvodini. Uzeto je u obzir zatečeno stanje, aspekt ukupne brige o ovim energetske resursima, postojanje i poštovanje energetske procedura, ustanovljenih evidencija, mera racionalizacije i drugih aktivnosti koje imaju za cilj sistemsku promenu i kontinualnu brigu o energetske i drugim aspektima rada industrijskih kotlova.

Za pripremu sistemskih akcija povećanja energetske efikasnosti značajan je nivo, detaljnost i kvalitet evidencije dnevnih pogonskih izveštaja. Utvrđeno stanje u ovoj oblasti nije zadovoljavajuće. Osim časnih izuzetaka, evidencija rada se svodi na popunjavanje podataka u radnim listovima, koji se kasnije uglavnom samo arhiviraju, bez pravog korišćenja evidentiranih podataka. Pri tome, nepouzdana je i tačnost instrumenata sa kojih se merene vrednosti upisuju, jer se redovnim baždarenjima i pregledima uglavnom podvrgavaju samo instrumenti za koje postoji zakonska obaveza. Za razliku od opšte evidencije, inspekcijски nalozi se po pravilu revnosno ispunjavaju. Briga o toj vrsti obaveza je na prihvatljivom nivou. To ukazuje da u preduzećima ne postoji sistemski briga i obaveze u pogledu energetske efikasnosti. Čak i evidentirani podaci u dnevnim pogonskim izveštajima se uglavnom ne koriste za analize stanja. Ne postoje detaljnije namenski osmišljene procedure korišćenja tih podataka za analize i poboljšanje parametara rada kotlova. Istovremeno, osoblje energetske službi ne prepoznaje potrebu da samoinicijativno realizuje ovu aktivnost. Ovo ukazuje da se samo zakonski propisane obaveze revnosno ispunjavaju.

Struktura načina angažovanja kotlovskih jedinica je data na slici 2.13. U tabeli 2.9 su dati osrednjeni rezultati merenja i proračuna osnovnih parametara rada kotlovskih jedinica u industriji na selektovanom uzorku od 81 kotla (selekcija je vršena po metodi slučajnog uzorka) [36] i [44].

Industrijska preduzeća, sem nekoliko izuzetaka uglavnom poseduju i koriste zastarele energetske tehnologije i energetske intenzivne proizvodne tehnologije. Oprema za merenje i upravljanje je takođe zastarela i često van funkcije. Takođe je primetan i nizak nivo investiranja u energetske sektor u poslednjih desetak godina. Ovako nepovoljnu situaciju, često dodatno opterećuje i neadekvatno održavanje, koje se u pojedinim slučajevima svodi na reparaciju elementarnih podsklopova neophodnih za funkcionisanje kotla uz naravno redovne provere i podešavanja armature i gorionika. Imajući u vidu

ove činjenice, prisutna niska energetska efikasnost je očekivana i pokazuje da je veliki deo industrijskih proizvodnih procesa povezan sa visokom specifičnom potrošnjom energije po jedinici proizvoda odnosno sa niskom energetska efikasnošću.



Slika 2.13: Struktura angažovanosti kotlova na prirodni gas i mazut za sektor industrije

Tabela 2.9: Rezultati merenja i proračuna osnovnih pokazatelja rada kotlova

Parametar	Prirodni gas			Mazut		
	Min.	Prosek	Maks.	Min.	Prosek	Maks.
Period eksploatacije [god.]	3	26,5	45	22	32	41
Instalisani kapacitet [MW]	0,40	8,23	33,74	0,93	13,94	81,65
Opseg opterećenja [%] – pri merenju	30,0	67,2	100,0	30,0	64,1	100,0
Stepen korisnosti [%] – u odnosu na DTM	80,2	88,9	93,1	80,0	88,8	94,0
Temperatura produkata sagorevanja [°C]	151	210	331	115	198	247
Vreme pogona u radu [h/god.]	930	4.572	8.480	480	4.058	8.664
Protok produkata sagorevanja [m ³ /h]	1.727	18.855	133.542	3.267	27.177	102.291
Energija goriva [GWh/god.]	0,57	21,71	119,17	1,25	61,16	376,22

Prikazani pojedini parametri nisu zadovoljavajući. Da bi se promenila ovakva situacija neophodno je ne samo prilagoditi i optimizovati proizvodne kapacitete u pojedinim slučajevima, već je često neophodno rekonstruisati postrojenja i instalacije kroz investiciona ulaganja ili kroz investiciono održavanje. To će zasigurno rezultirati uštedom energije na duži rok odnosno sniziti specifičnu potrošnju energije po jedinici proizvoda. Sa ispravnom selekcijom postrojenja, opreme i goriva, inovativnim tehnologijama i sa boljom organizacijom proizvodnih procesa moguće je redukovati troškove proizvodnje i racionalnije koristiti resurse a u isto vreme podići kvalitet proizvodnih procesa. U nekoliko (uspešno privatizovanih) preduzeća došlo je do investicija u kotlarnicama, gde je obnovljena kompletna automatika novom modernom opremom, rekonstruisani su ekonomajzeri, zamenjeni gorionici (uz zamenu goriva) i dr. a u retkim slučajevima došlo je do zamene čitavog kotla. Ovo su pozitivni primeri gde je rukovodstvo preduzeća došlo do saznanja o pozitivnim finansijskim efektima investiranja u energetska sektor [40], [41].

Zatečena energetska efikasnost i opšte stanje kotlova i kotlovskih postrojenja u AP Vojvodini je nezadovoljavajuće. Evidentirano stanje, izmereni rezultati i prikazani energetska pokazatelji to nedvosmisleno potvrđuju. Osim kod časnih izuzetaka, opšti utisak je da su protekla vremena teških uslova privređivanja i sporih tranzicionih procesa dodatno doprinela smanjenju nivoa opšte brige o kotlovima i u celini energetska efikasnosti preduzeća.

2.4.5 Mogućnosti unapređenja postojećeg stanja u industriji

Koliki je značaj povećanja energetska efikasnosti za budućnost preduzeća i ustanova, kao i za uspostavljanje energetska efikasnog društva govori činjenica da su ove aktivnosti navedene kao jedan od prioritarnih zadataka pokrajine i države [44], [45], [46] i [47]. Međutim, proces stvarnih aktivnosti na terenu nije ni započet. Razlog za to je ne postojanje detaljno razrađenih akcionih planova i instrumenata

za njihovu realizaciju. Posebno je neopravdana sporost u donošenju podzakonske regulative. To nameće pomisao da nema čvrste rešenosti za promenom sadašnjeg, više nego nepovoljnog, stanja.

Saznanja tokom istraživanja o sadašnjem stanju ukupne energetske efikasnosti, sistema, tehnoloških celina, uređaja i postrojenja, pa i kotlovskih, nameću neminovnost i hitnost sledećih aktivnosti u cilju ostvarenja pozitivnih pomaka u realizaciji [37]:

- Dosledna implementacija Zakona o energetskej efikasnosti i donošenje podzakonskih akata,
- Stvaranje uslova za bolje funkcionisanje fonda za energetskej efikasnost,
- Ustanovljavanje procedura i uvođenje obaveze praćenja i izveštavanja o utrošcima energije,
- Ustanovljavanje pravila za uvođenje sistema upravljanja energijom (energetskog menadžmenta),
- Edukacija rukovodećih i operativnih struktura preduzeća,
- Promotivne aktivnosti i
- Organizovanje široke kampanje nužnosti stalnog rada na ovoj problematici.

Radi promene stanja u oblasti energetske efikasnosti kotlova, pored navedenih zajedničkih aktivnosti, neophodne su i sledeće neposredne aktivnosti u preduzećima:

- Podizanje svesti o nužnosti i značaju unapređenja energetske efikasnosti kod svih struktura preduzeća, a prvenstveno rukovodećih,
- Podizanje nivoa saznanja u preduzećima o koristima i mogućnostima za povišenje energetske efikasnosti kotlova kroz: pisanje i izdavanje prigodnih brošura i drugih materijala, organizovanje specijalizovanih seminara, obuku neposrednih izvršilaca i promotivne akcije,
- Izrada procedura evidentiranja i izveštavanja o energetskej efikasnosti kotlova,
- Izradu akcionih planova za promenu stanja i
- Monitoring ostvarenih promena i korekcije planova.

2.5 ANALIZA STANJA KOMUNALNIH ENERGETSKIH SISTEMA

Pored relevantnih podataka, strateški dokument [12] navodi pravce razvoja koji su u potpunosti u skladu sa zaključcima predmetne analize tranzicionih procesa. Na regionalnom planu postoji centralizovano snabdevanje toplotnom energijom 17 gradova Vojvodine, a ukupni instalisani kapacitet kotlova centralizovanog snabdevanja je oko 956 MW. Priključena snaga potrošača je oko 1.320 MW, od čega je oko 68% u okviru stambenih i oko 32% u okviru poslovnih objekata.

Osnovni podaci o centralizovanim sistemima snabdevanja toplotnom energijom:

- Ukupan broj stanova u AP Vojvodini je 792.631
- Površina stanova u AP Vojvodini je 56.693.140 m²
- Broj stanova priključenih na toplane je 111.155
- Ukupna površina stanova priključenih na toplane je 5.971.832 m²
- Ukupna površina ostalih ustanova i poslovnih jedinica priključenih na toplane je 1.847.837 m²
- Ukupna površina stanova i poslovnih objekata priključenih na toplane je 7.356.881 m²
- Udeo stanova priključenih na toplane u odnosu na ukupan broj stanova je 14%
- Broj toplana je 17
- Broj kotlova je 50 vrelovodnih i nekoliko parnih
- Kapacitet kotlova je 956 MW
- Priključena snaga potrošača je 1.296 MW
- Godišnja potrošnja goriva 123.425,3 TEN
- Dužina toplovodne mreže je 356,7 km
- Ukupan broj podstanica je 4.497
- Broj podstanica u stambenim zgradama je 3.740

Od približno 800.000 stanova, koliko se procenjuje da ima u Vojvodini, broj stanova sa instalacijama centralnog grejanja koji su priključeni na toplanske sisteme je oko 111.155 (bez podataka za nekoliko manjih gradova - oko 14% od ukupnog broja stanova), dok se oko 65.000 (oko 8%) stanova snabdeva se

toplotnom energijom iz lokalnih kotlarnica. Pri tome od ukupnog broja stanova priključenih na centralno grejanje, 25.207 (oko 3%) stanova ima centralizovanu pripremu tople potrošne vode [12], [49].

2.5.1 Struktura potrošnje energenata

U proizvodnji toplotne energije u toplanama se koriste sledeće vrste goriva: čvrsto gorivo - ugalj, tečno gorivo - mazut i nafta i gasovito gorivo – prirodni gas. Struktura potrošnje energenata u pojedinim toplanama i gradovima je veoma različita i zavisi od starosti toplotnog izvora i lokacijskih karakteristika.

Prirodni gas je najzastupljeniji energent i u sistemu daljinskog grejanja 95% (svedeno na ekvivalent TEN) i u individualnim kotlarnicama 75%. Najveći potrošači gasa su toplane u Novi Sad, Subotica, Pančevo i dr. Mazut učestvuje u potrošnji goriva u sistemima daljinskog grejanja sa približno 5% i u individualnim kotlarnicama sa približno 22%. Veći potrošači mazuta toplane u Pančevu, Rumi, Vrbasu i dr. Mazut će i u narednom periodu ostati kao rezervno gorivo u većem broju toplana koje će koristiti gas kao osnovno gorivo. Ugalj je kao energent, svedeno na ekvivalent TEN, zastupljen je samo u individualnim kotlarnicama sa približno 3%.

Generalno uzevši u narednom periodu bi trebalo da se poveća potrošnja gasa za 6% odnosno, na preko 90% ukupne potrošnje energenata (porast za preko 2%), dok bi prema tendenciji razvoja toplana i individualnih kotlarnica potrošnja mazuta i uglja bi se smanjila [12], [49].

2.5.2 Potreba modernizacije i planovi

U sektoru komunalne energetike neophodni su projekti modernizacije, revitalizacije ili rekonstrukcije postojećih objekata, odnosno postrojenja u okviru gradskih toplana i individualnih kotlarnica i završetak gradnje započetih energetskih postrojenja. Kotlovske jedinice su prosečne starosti oko 20 godina, pri čemu ima i dosta kotlova koji su stari i po 30 godina. Na većini kotlova već su izvršene popravke različitog stepena, pa čak i generalni remont. Sve to ukazuje da je pogonska pouzdanost kotlova relativno niska i da se zasniva na nedovoljno argumentovanim procenama. Otuda i nedovoljno definisani podaci o potrebnim remontima kotlova dobijeni od strane toplana [12].

Problemi koji se javljaju u vezi kotlovskih postrojenja:

1. Nedostatak kotlovskih kapaciteta,
2. Dotrajalost kotlova, opreme i uređaja,
3. Nizak stepen automatizacije,
4. Nizak stepen korisnosti kotlova i kotlovskih postrojenja i
5. Česti kvarovi i otkazi tokom grejne sezone.

Mere koje se preduzimaju u vezi kotlovskih postrojenja:

1. Remont kotlova ili njihova zamena novim kotlovima,
2. Popravka i zamena dotrajalih kotlova i dotrajale opreme i uređaja,
3. Konverzija kotlova sa tečnog na gasovito gorivo i
4. Modernizacija kotlovskih postrojenja:
 - a. Modernizacija opreme i
 - b. Automatizacija sistema upravljanja.

U strateškim dokumentima a na osnovu dobijenih podataka o kotlovskim jedinicama definisani su sledeći projekti rekonstrukcije i revitalizacije toplotnih izvora:

1. Remont i zamena vitalnih delova kotlovskih jedinica (remont ekranskih zidova, cevni sistema, plamenih cevi, dimnih cevi, cevni zidova i ostalih elemenata),
2. Konverzija kotlova sa tečnog na gasovito gorivo (remont ili nabavka gorionika, izrada gasne instalacije, rekonstrukcija postrojenja) i
3. Modernizacija i automatizacija kotlovskih postrojenja (pumpni sistemi, HPV, sagorevanje i dr.).

Očekivani efekti:

1. Poboljšanje sigurnosti i kvaliteta isporuke toplotne energije,
2. Povećanje stepena korisnosti kotlova, odnosno smanjenje potrošnje goriva,
3. Smanjenje emisije štetnih materija i
4. Poboljšanje pogonske spremnosti i radnog veka postrojenja.

2.6 ANALIZA STANJA JAVNIH USTANOVA

Istraživanje je sprovedeno na uzorku grupe javnih ustanova AP Vojvodine i njime su obuhvaćene obrazovne, zdravstvene i administrativne ustanove [50], [51]. Istraživanje je urađeno u različitim opštinama i gradovima širom AP Vojvodine ali odabirom po principu postojanja organizovane i sistematične aktivnosti na evidentiranju energetske podataka i postojanja strukture koja se bavi ovim pitanjima. Time nije narušena relevantnost podataka i vezanih zaključaka jer je organizovanost i doslednost opština u sprovođenju elemenata energetske menadžmenta bazirana na slobodnom opredeljenju pojedine opštine ili grada. Sem toga i veličina uzorka doprinosi relevantnosti informacija.

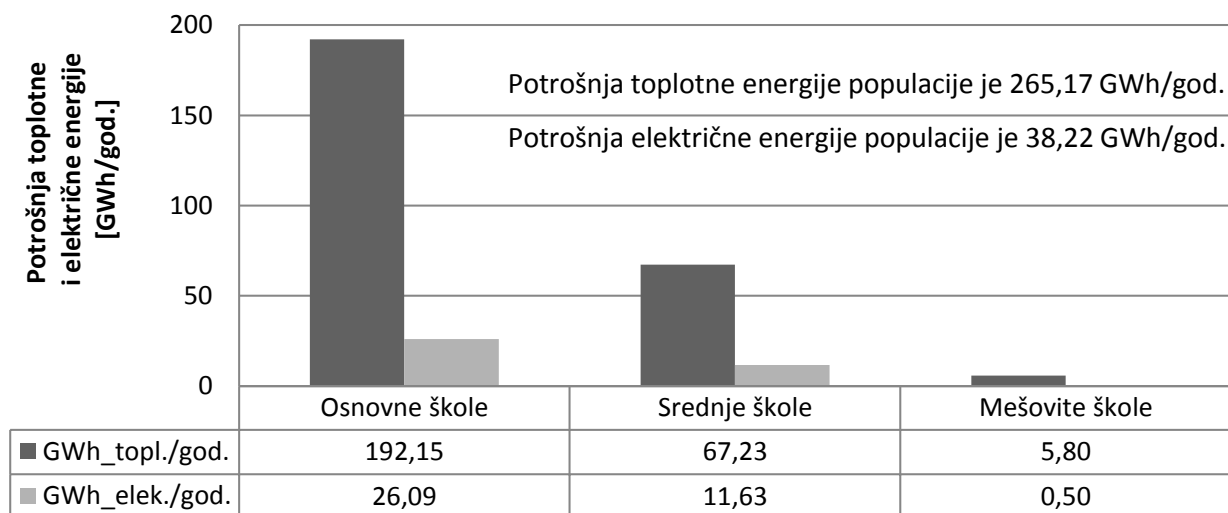
U zavisnosti od tipa objekta, vrste ustanove i načina snabdevanja energijom, zatečeno stanje je dosta promenljivo od objekta do objekta, od opštine do opštine. S tim u vezi stanje se menja od lošeg do veoma dobrog i to po različitim pitanjima. Energetski sistemi i omotači pojedinih objekata su sanirani ili značajnije renovirani ali to je slučaj samo u manjem broju ustanova. Ipak, bez obzira na zatečeno stanje javnih objekata, omotača i energetske sistema, načini korišćenja energije i energetske sistema generalno nisu na zadovoljavajućem nivou.

U veoma malom broju ustanova postoji uspešno implementiran sistem energetske menadžmenta. U pojedinim ustanovama postoje zadžena lica koje se bave pitanjima energetike i energetske sistema ali na adekvatnom nivou.

2.6.1 Obrazovne ustanove

Reprezentativni uzorak se sastoji od 149 škola (118 osnovnih, 25 srednjih i 6 mešovitih) što je 27,6% od ukupnog broja škola u AP Vojvodini kojih ukupno ima 540 [51]. Procentualna zastupljenost je 79% osnovnih, 17% srednjih i 4% mešovitih škola.

Na slici 2.14 i tabelama 2.10 i 2.11 su prikazani energetske pokazatelji u obrazovnim ustanovama.



Slika 2.14: Potrošnja toplotne i električne energije obrazovnih ustanova AP Vojvodine

Tabela 2.10: Specifična potrošnja toplotne i električne energije

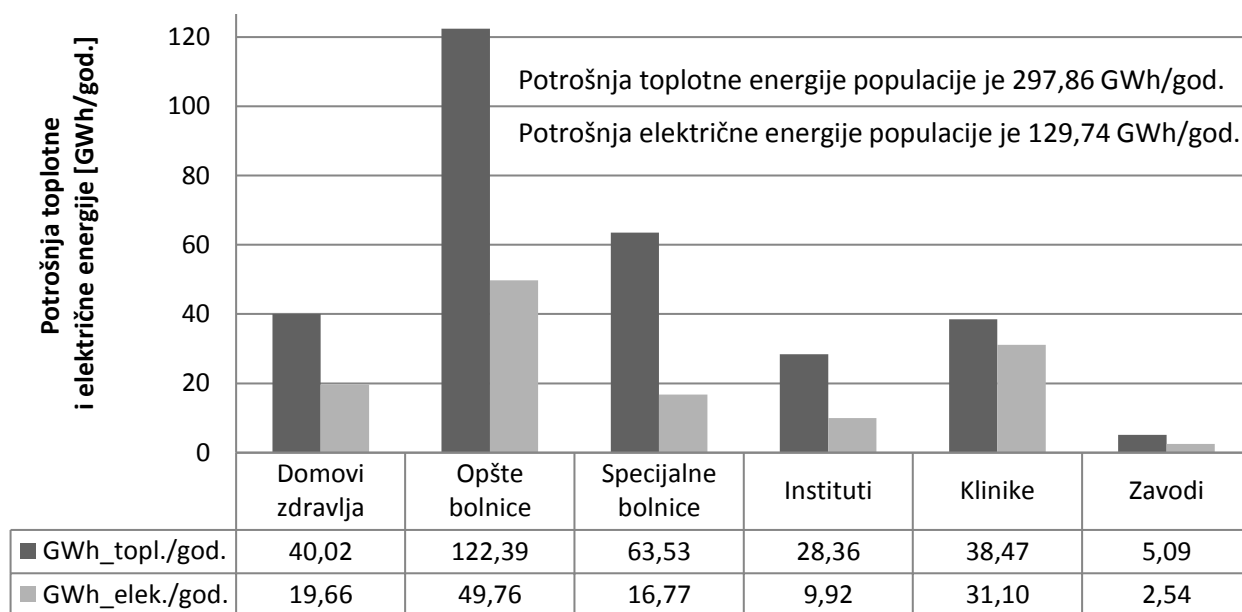
Vrsta škole	Specifična potrošnja toplotne energije		Specifična potrošnja električne energije	
	[kWh/učenik]	[kWh/m ²]	[kWh/učenik]	[kWh/m ²]
Osnovne	1.037	185	141	25
Srednje	851	184	147	32
Mešovite	1.265	229	109	20
Prosek	1.051	199	132	26

Tabela 2.11: Specifični trošak za toplotnu i električnu energiju

Vrsta škole	Specifični trošak za toplotnu energiju		Specifični trošak za električnu energiju	
	[€/učenik]	[€/m ²]	[€/učenik]	[€/m ²]
Osnovne	28,61	5,11	5,56	0,99
Srednje	24,16	5,21	6,24	1,34
Mešovite	19,98	3,62	4,94	0,89
Prosek	24,25	4,65	5,58	1,08

2.6.2 Zdravstvene ustanove

Reprezentativni uzorak se sastoji od 55 zdravstvenih ustanova što je 67,1% od ukupnog broja zdravstvenih ustanova u AP Vojvodini (82) [51]. Zdravstvene ustanove su podeljene u sledeće kategorije: domovi zdravlja, opšte bolnice, specijalne bolnice, instituti, klinike i zavodi. Na slici 2.15 i tabelama 2.12 i 2.13 su prikazani energetske pokazatelji u zdravstvenim ustanovama.



Slika 2.15: Potrošnja toplotne i električne energije zdravstvenih ustanova AP Vojvodine

Tabela 2.12: Specifična potrošnja toplotne i električne energije

Vrsta zdravstvene ustanove	Specifična potrošnja toplotne energije [kWh/m ²]	Specifična potrošnja električne energije [kWh/m ²]
Domovi zdravlja	244	125
Opšte bolnice	392	152
Specijalne bolnice	534	142
Instituti	297	103
Klinike	422	250
Zavodi	182	101
Prosek	345,2	145,5

Tabela 2.13: Ukupni trošak za toplotnu i električnu energiju

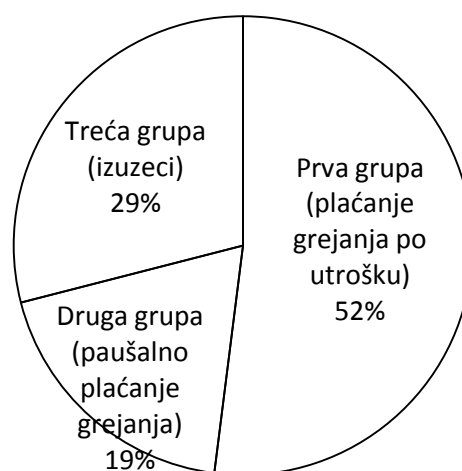
Vrsta zdravstvene ustanove	Ukupni trošak za toplotnu energiju [mil. €/god.]	Ukupni trošak za električnu energiju [mil. €/god.]
Domovi zdravlja	147,56	120,39
Opšte bolnice	415,47	182,70
Specijalne bolnice	240,77	75,71
Instituti	98,22	70,12
Klinike	157,61	95,53
Zavodi	19,39	16,56
Ukupno	1.079,02	561,02

2.6.3 Administrativne ustanove

Reprezentativni uzorak se sastoji od 26 opštinskih (administrativnih) ustanova što je 57,8% od ukupnog broja opštinskih (administrativnih) ustanova u Vojvodini (45). Prema pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada, dozvoljena maksimalna godišnja potrošnja energije za grejanje za upravne i poslovne zgrade (gde spadaju administrativne ustanove) iznosi 65 [kWh/m²]. U tabelama 2.14 do 2.15 je prikazana sistematizacija podataka prikupljenih u administrativnim ustanovama.

Administrativni objekti su podeljeni u tri grupe na osnovu poređenja podataka dobijenih iz ustanova i načina regulisanja troškova za toplotnu energiju (slika 2.16). Prvu grupu čine objekti čiji su energetski indikatori u granicama koje se približno očekuju od strane pravilnika i onim stečenim dugogodišnjim iskustvom u radu na projektima koji uključuju objekte ovog tipa – oni su svrstani pod korisnike koji računaju za grejanje plaćaju po utrošku.

Drugu grupu čine objekti koji grejanje plaćaju paušalno, a treću grupu čine objekti čiji su indikatori potrošnje van granica očekivanja i to je grupa izuzetaka, tj. to su objekti sa nepouzdanim podacima o potrošnji energije.



Slika 2.16: Udeo svake od grupa u ukupnom broju administrativnih objekata

Tabela 2.14: Specifične potrošnje toplotne i električne energije

Vrsta administrativne ustanove	Spec. potrošnja toplotne energije		Spec. potrošnja električne energije	
	[kWh/kor.]	[kWh/m ²]	[kWh/kor.]	[kWh/m ²]
Prva grupa (po utrošku)	8.646	194	2.651	63
Druga grupa (paušalno)	-	-	2.340	62
Treća grupa (izuzeci)	6.415	313	1.616	55

Tabela 2.15: Specifični trošak za toplotnu i električnu energiju

Vrsta administrativne ustanove	Spec. trošak za toplotnu energiju		Spec. trošak za električnu energiju	
	[€/kor.]	[€/m ²]	[€/kor.]	[€/m ²]
Prva grupa (po utrošku)	274,50	7,17	160,41	3,95
Druga grupa (paušalno)	541,66	14,38	166,85	4,26
Treća grupa (izuzeci)	248,71	5,30	98,69	3,21

2.6.4 Ocena stanja javnih ustanova

Najveći deo utrošene energije u obrazovnim ustanovama vezan je za potrebe grejanja u zimskom periodu, dok se ostatak odnosi na osvetljenje, klimatizaciju u letnjem periodu (split sistemi) i pripremu hrane (ukoliko postoji kuhinja u školi). Slična je situacija u zdravstvenim ustanovama, kod njih većina

utrošene energije odlazi na zagrevanje objekata i grejanje TPV, zatim na klimatizaciju („split sistemi“ i u manjem broju centralne klimatizacije), zatim za prostorije posebne namene koje zahtevaju specifične i standardima propisane uslove, osvetljenje, pripremu hrane i za rad medicinskih uređaja.

Tokom vizuelnog pregleda i na bazi intervjua sa licima koja upravljaju energetsom infrastrukturom pomenutih ustanova, evidentirano je da u većini objekata ne postoji upravljanje toplotnim opterećenjem, sistem grejanja nije regulisan i izbalansiran, da je značajna upotreba neefikasnih „split sistema“ a da sistemi centralnih klimatizacija nisu dovoljno automatizovani ili oprema za automatsko vođenje nije u funkciji. Osim toga, u jednom broju ustanova prisutna je i nezainteresovanost za povećanje energetske efikasnosti i racionalnije korišćenje energije.

Administrativni objekti AP Vojvodine predstavljaju jedne od najvećih potrošača energije u zgradarstvu što je posledica godina izgradnje istih, nezainteresovanost i nemotivisanost zaposlenih i nadležnih za energetske efikasno korišćenje energetske resursa i energetske sistema, zatim loše stanje omotača objekata. U ovim objektima evidentno je prisustvo vlage, loša ventilacija, slabo grejanje, loše zaptivanje prozora i vrata, neadekvatno osvetljenje, česti kvarovi, nepostojanje neophodne računarske opreme i nerazumevanja nadređenih za ove i mnoge druge probleme korisnika i zaposlenih. Sa stanovišta energetske efikasnosti, stanje i funkcionisanje energetske sistema u administrativnim ustanovama veoma varira. Na određenim objektima je vršena revitalizacija ovih sistema, međutim, nova oprema u nekim slučajevima ne zadovoljava postojeće potrebe. Sistemi grejanja (primarno radijatorsko grejanje) zastupljeni u objektima zahtevaju uvođenje regulacije na samim grejnim telima i u distributivnom sistemu, kako bi se ostvarila ušteda energije i postigao adekvatniji komfor u prostorijama. Prisutne su velike temperaturske varijacije po delovima zgrada i među prostorijama različite namene. Ovo se posebno odnosi na zdravstvene ustanove u kojima pored komfora treba obezbediti uslove za lečenje i zbrinjavanje pacijenata.

Najveći problemi su u kotlarnicama i distributivnim sistemima. Velik broj kotlarnica je i nadživeo svoj ekonomski vek, te uz upotrebu visoko sumpornih goriva (mazut, lož ulje) ima i mali stepen korisnosti koji direktno utiče na neefikasnost celokupnog sistema snabdevanja toplotnom energijom. Drugi deo problema nalazi se u dotrajanim razvodnim instalacijama (toplovodima, vrelovodima ili parovodima) koji su u kompleksima razvedeni podzemno i time veoma nedostupni za opravku pri havarijama. Gubici omekšane vode su evidentni u većini objekata. Potrebna je hitna revitalizacija najvećeg broja ovih instalacija. Generalno govoreći, revitalizacija ove infrastrukture je više nego nužna.

Takođe se zapaža da u administrativnim objektima centralni sistemi klimatizacije nisu zastupljeni kako bi trebalo. Split jedinice su dominantne. Primarni faktor jeste inicijalni investicioni trošak koji daleko nadmašuje trošak periodične ugradnje split sistema. Energetski, to nije opravdano jer velik broj split sistema izuzetno opterećuje električne instalacije i prouzrokuje upotrebu reaktivne energije zbog velike količine malih električnih motora koji nikada ne ulaze u nominalni režim rada. U zdravstvenim ustanovama postoji zastupljenost centralnih klima komora, od kojih je određeni deo u funkciji preko dvadeset godina. Takvi sistemi nemaju izvedenu adekvatnu automatsku regulaciju i postoje problemi sa preciznim podešavanjem klimatskih uslova u prostorijama. Split sistemi, takođe, predstavljaju velik problem u zdravstvenim ustanovama i za njihovu masovnu upotrebu nema nikakve finansijske i energetske opravdanosti. Često su to pojedinačne donacije. Neophodna je sistematska akcija na sanaciji sistema za klimatizaciju u ovim ustanovama.

S obzirom da se najviše energije u administrativnim i obrazovnim, a pogotovo u zdravstvenim objektima koristi za zagrevanje objekata, u prosečne vrednosti pokazatelja specifične godišnje potrošnje toplotne energije po jedinici površine objekata izlaze van granica maksimalno dozvoljenih godišnjih potreba finalne energije za grejanje prema Pravilniku o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetske svojstvima zgrada i Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada. Ovi podaci upućuju na trenutne probleme i potencijalna mesta za buduće racionalnije korišćenje energije i uštede energije i novca uz implementaciju mera za povećanje energetske efikasnosti [51].

2.6.5 Mogućnosti unapređenja u javnim objektima

Mogućnosti za unapređenje energetske efikasnosti javnih objekata su brojne, ali ipak najbolje je započeti aktivnosti sa formiranjem baze podataka o potrošnji i troškovima za energiju za period od prethodne 2 do 3 godine, zatim edukovati zaposlene o važnosti racionalnog korišćenja energije a samim tim i upravljanjem zaštitom životne sredine, pokrenuti jednostavne akcije u tom smeru, organizovati seminare i skupove sa tematikom racionalnog korišćenja energije, informisanje zaposlenih o tome koliko energije troše (na osnovu dobijenih pokazatelja) i koliko bi se iste moglo sačuvati. Sve to pripada redovnim aktivnostima sistema upravljanja energijom. Implementacija funkcije sistema upravljanja energijom (energetskog menadžmenta) je neophodna obzirom na visinu energetskih pokazatelja i troškova za energiju, posebno ako se uzme u obzir da postoji samo u nekoliko analiziranih ustanova.

Potrebno je napomenuti da u finansijsko zahtevnije mere za povećanje energetske efikasnosti objekata uglavnom spada revitalizacija energetskih sistema. Energetski sistemi u javnim objektima administrativne i zdravstvene namene veoma su dotrajali i neophodno ih je revitalizovati ili zameniti. Sisteme osvetljenja je potrebno poboljšati zamenom starih sa novim energetski efikasnijim svetiljkama i rekonstruisati ih tako da obezbede standardima propisane nivoe osvetljenja na radnim mestima. Kada je reč o sistemima klimatizacije, evidentan je velik broj split sistema što je veoma nepovoljno, stoga treba raditi na implementaciji centralnih klimatizacionih sistema gde god je to moguće i gde ima realnih potreba, takođe je potrebno split sisteme koristiti što energetski savesnije. Zatim, sisteme grejanja, sa kotlovima, vodovima i grejnim telima, treba revitalizovati ili zameniti jer je evidentno da postoje značajni gubici energije. Mali je broj novih instalacija. Revitalizacija kotlova može uključiti i zamenu, i tada treba razmišljati i o promeni tehnologije. Za to je pogodna tehnologija kogeneracije. Bolnički objekti su posebno pogodni za ovu vrstu tehnologije.

Investiciono zahtevna ali najznačajnija mera se odnosi na omotač objekta. U ovu meru spadaju: izolacija zidova, podova i plafona, zamena ili revitalizacija stolarije i promena okova. Na bazi većeg broja analiziranih objekata uočava se da se U-koeficijenti za spoljnu stolariju kreću u okviru $2,6 - 4,2 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ kao i da se U-koeficijenti za spoljašnje zidove susreću u opsegu $0,85 - 1,25 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Kada se ove vrednosti uporede sa onima iz Pravilnika o energetskoj efikasnosti zgrada (spoljašnji omotač $0,4 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ maksimalno i spoljašnji prozori/vrata $1,5 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ maksimalno), brzo se dolazi do zaključka da su poboljšanja na omotaču objekta neophodna i da donose veliku energetsku uštedu. Zatim treba uzeti u obzir i uvođenje fine regulacije temperature. Temperaturna regulacija je fina korekcija isporuke toplotne energije prema trenutnim potrebama i vrši se na samim grejnim telima. Procenjen potencijal uštede za primenu ove mere je oko 13%, prema iskustvima proizvođača termoregulacionih ventila. Mera podrazumeva ugradnju novih radijatorskih ventila sa termoregulacionim glavama. Takođe je moguća regulacija isporuke toplotne energije koja podrazumeva ugradnju ručnih balansnih i prestrujnih ventila. Potencijal uštede za primenu ove mere je oko 2%, prema iskustvima proizvođača balansnih ventila.

Brojni energetski pregledi i analize, koji su deo istraživanja regionalnih energetskih sistema u okviru disertacije, pokazuju da primenom odgovarajućeg paketa mera energetske efikasnosti (termička izolacija objekta, fina regulacija temperature na grejnim telima i regulacija isporuke toplotne energije, povećanje energetske efikasnosti kotlarnice, zamena rasvete i zamena split sistema centralnim jedinicama i sl.) gubici mogu da se smanje prosečno za oko 30 do 50% a ukupno vreme povrata investicije (prost period otplate) kreće se u proseku od 5 do 8 godina.

2.6.6 Sistem upravljanja energijom u javnim objektima

Sistem upravljanja energijom predstavlja sistem organizovanog upravljanja energijom koji obuhvata najširi skup regulatornih, organizacionih, podsticajnih, tehničkih i drugih mera i aktivnosti, kao i organizovanog praćenja i analize proizvodnje, prenosa, distribucije i potrošnje energije, koje u okvirima svojih ovlašćenja, utvrđuju i sprovode organi državne uprave, organi jedinica lokalne samouprave i učesnici i korisnici sistema upravljanja energijom. Jedino uvođenje i redovna planska praksa sprovođenja aktivnosti sistema upravljanja energijom garantuju dugoročne, kontinualne i efikasne aktivnosti na povećanju energetske efikasnosti i stalne racionalizacije korišćenja energetskih resursa.

Dobro ustanovljen i vođen sistem upravljanja energijom je garant minimiziranja troškova za energiju. To podjednako važi za sve vrste objekata. Smanjenje potrebnih količina korisne energije smanjuje trošak za kupljenu energiju ili energent. To, u slučaju javnih ustanova, znači manja izdvajanja budžetskih sredstava za ove potrebe i „oslobađanje“ jednog dela budžeta za druge namene. Država, region ili lokalna samouprava imaju direktan interes da se sistem upravljanja energijom sprovodi i stalno unapređuje.

Strateški principi u oblasti načina korišćenja i brige o javnim objektima su osnova njihovog održivog i dugoročnog korišćenja. Zbog toga vlasnici i korisnici javnih objekata treba da imaju razvijenu strategiju održavanja i poboljšanja uslova u njima. U protivnom, neizbežno se zapada u različite teškoće. Konačne posledice su opšta neefikasnost i visoki troškovi korišćenja zgrada u svakom pogledu. To po pravilu vodi u generisanje niza, najpre finansijskih a potom i tehničkih problema.

Strateški pristup u realizaciji sistema upravljanja energijom treba da bude deo ukupne strategije, ali sa izdvojenim i jasno definisanim sopstvenim ciljevima, nadležnostima i odgovornostima za njihovo ostvarenje.

3. TRANZICIJE REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA

Poglavlje se odnosi na formulaciju tranzicionih procesa regionalnih energetske sistema, utvrđivanje koncepta i strukture. Poglavlje ističe i inkorporira specifičnosti regionalnih energetske sistema kroz oblikovanje ovira u kome bi bilo poželjno da se odvija tranzicioni proces.

3.1 FAZE TRANZICIONIH PROCESA

Analiza regionalnih energetske tranzicija u osnovi sadrži formulisanje, razvoj i implementaciju svake od faza tranzicionog procesa. Prilikom početne faze – definisanja procesa tranzicije, razmatraju se ciljevi, zadaci, pristupi za različite ciljne grupe, zakonski i regulatorni okviri i dr. i to kroz sledeće komponente tranzicionih procesa [8]:

1. Vrsta sistema (organizacija, društveno-tehnički sistem, društveni sistem, tehnološki sistem, veliki kompleksni tehnološki sistem i dr.)
2. Vrsta promene (nepovratna, postepena, u sistemu države, strukturna, u režimu društveno-tehničkih sistema, inovativna, tehnološka transformacija, promena funkcionisanja i dr.)
3. Veličina promene (značajna, elementarna, inkrementalna, radikalna, duboka)
4. Brzina promena (radikalna, umerena, postepena)
5. Stanje pre, tokom i posle prmena (stabilno, relativno stabilno)
6. Razlog (težina problema koji je pretnja razvoju, potreba za održivošću)

Nakon početne faze sledi faza razvoja instrumenata procesa tranzicije koja uključuje podsticaje, sankcije, standarde, tehničku i finansijsku asistenciju. Ukoliko postoji razvijena politika energetske efikasnosti koja je funkcionalna i proverena, onda su instrumenti raspoloživi i upotrebljivi i za tranzicione procese.

Sprovođenje tranzicionih promena je svakako centralni i najzahtevniji segment koji uključuje uspostavljanje institucionalnog okvira, uključivanje svih zainteresovanih aktera, angažovanje i razvoj ljudskih resursa i kapaciteta i sve uz razvoj potporne tehničke infrastrukture;

Poslednja faza je verifikacija i ocena efekata tranzicionih procesa što podrazumeva utvrđivanje i analizu postignutih rezultata i pokazatelje energetske efikasnosti, kvalitativno i kvantitativno vrednovanje uticaja na društvo, ekonomiju i ekologiju.

3.2 KARAKTER TRANZICIONIH PROCESA

Od kako je proces upravljanja energetskom tranzicijom privukao veliku pažnju u stručnim, naučnim pa i političkim krugovima, korisno je pronaći vezi između ponekad različitih pogleda i predstava oko pristupa intervencije putem energetske politike, adekvatnog procesa razvoja energetske sistema kao i tehnike

upravljanja tranzicionim procesima. Velika neizvesnost predstavlja izazov ali i potencijal za procese upravljanja tranzicijom. Kada se promene implementiraju, očekuje se da prođu godine pa i decenije, kako bi se moglo znati koji su efekti i koje aktivnosti treba preduzeti u tekućem vremenskom okviru u cilju oblikovanja razvoja energetske infrastruktura i sistema, kako bi se očekivana tranzicija dogodila u budućoj deceniji. Ključni autori tranzicije i tranzicionog menadžmenta [52], [53], su utvrdili sledeće: "Mi još uvek ne možemo nedvosmisleno odgovoriti na pitanje da li upravljajne tranzicionim procesima zaista funkcionišu. Verovatno će trebati da prođe još jedna decenija da bi mogli da odgovorimo na to pitanje". To je paradoks. Pitanje je da li je moguće pripisati neke aktivnosti procesu upravljanja tranzicijom, a da se pri tome ne zna da li je buduća tranzicija uopšte uspešno realizovana ili ne ili da li rezultati imaju tranzicioni karakter. Ili u još opštijem smislu, kako je moguće pojedine dugoročne promene i intervencije pripisati specifičnim aktivnostima u sadašnjosti ili čak pojedincu koji donosi odluke. Za takvu ocenu ne postoje dobri argumenti. U suštini, proces upravljanja tranzicijom argumentovano preporučuje šta učiniti sad a da možemo biti sigurni da će se u dužem vremenskom periodu energetske sistemi razvijati prema onome što je sadašnja namera i zamisao.

Za odluke o energetske sistemima karakteristično je da važe u dužem vremenskom periodu, u kome se struktura samih sistema menja. Međutim, sve odluke praćene su dubokom neizvesnošću, jer su systemske, infrastrukturne promene veoma zahtevne i složene po pitanju ulaganja i finansiranja i imaju dug ekonomski vek. Pri tome nemoguće je i da se počne ispočetka odnosno da se energetske sistemi iznova projektuju i grade. Čak i ako se to uradi opet nepostoji sigurnost da će sistem biti tako projektovan da neće biti prevaziđen za nekoliko narednih generacija. Postoji previše mogućih razvoja događaja koji mogu da utiču na dugoročnu racionalnost i upotrebljivost arhitekture, što generalno sprečava iznalaženje najboljeg rešenja već samo rešenja uz veću ili manju neizvesnost. Slično tome, mnogi bitni izbori koji i danas utiču na performanse energetske sistema, napravljeni su u vremenima koja su bila veoma različita od današnjeg. Dakle, u složenom sistemu, pojam optimalne konfiguracije sistema je neupotrebljiv. "Optimalno" stanje bi se odnosilo na određeni trenutak u vremenu i ono je zavisno od ostalih varijabli promenljivih u vremenu. Sve su to razlozi zbog kojih ni jedna konfiguracija sistema nije najpogodnija ili najpovoljnija. Može biti samo najprihvatljivija ili najoptimalnija i to je predmet disertacije. "Optimalna" konfiguracija energetske sistema može da se odnosi samo na grubo rešenje u određenom vremenskom okviru, koje će sistem učiniti dovoljno fleksibilnim da bude prilagodljiv određenim više ili manje verovatnim događajima.

3.3 OKOLNOSTI REGIONALNIH ENERGETSKIH TRANZICIJA

Za razvoj energetske sistema i planiranje promena koje taj razvoj nosi sa sobom, neophodno je analizirati okolnosti u kojima će se promene dešavati. Prvenstveno, važno je uzeti u obzir ekonomske okolnosti koje svakako pokreću sve društveno privredne promene. Ekonomske okolnosti su uzete u obzir na bazi tri realna scenarija kako je prikazano u narednim poglavljima. Međutim, pojedini društveni aspekti mogu da se predvide u jednom scenariju a na bazi različitih činjenica, iskustva i stručnih ocena. Kada govorimo o ovim društvenim okolnostima moguć scenario, ujedno i usvojen scenario je ili održavanje konzuma na sadašnjem nivou ili blagi pad potražnje za energijom. Razlozi ovakve tvrdnje su:

1. Različiti instrumenti energetske politike države se kreiraju i stupaju na snagu. To je između ostalog i obaveza Srbije u predpristupnim pregovorima i procesima za ulazak u EU. Njihov cilj je da kod krajnjeg korisnika podstaknu racionalno korišćenje energije. Primeri instrumenata su uvođenje energetske pasoša u sektor zgradarstva, subvencije za aktivnosti sa efektima uštede energije, oslobađanje carina za čiste energetske tehnologije, podsticajne tarife za proizvođače energije, novi tarifni profili za električnu energiju i dr.
2. Očekuje se reforma energetske sektora, postepena primena politike cena baziranih na održivom razvoju i stimulativnih tarifnih sistema. To bi trebalo da pospeši ulaganja u mere za povećanje efikasnosti korišćenja energije i time uspori rast potrošnje energije, posebno kvalitetnih i uvoznih energenata i u sektorima u kojima je značajno povećan energetske intenzitet i specifična potrošnja finalne energije.

3. Strukturne promene u energetske preduzećima su neminovnost. Postoji visok stepen sigurnosti da će se to dogoditi ali nizak stepen sigurnosti da će se desiti u skorije vreme. Verovatno će dinamika pridruživanja Srbije članstvu u EU, biti i dinamika restrukturiranja energetskeg sektora. Za očekivati je da dođe do restrukturiranja prvenstveno javnih komunalnih sistema u bliskoj budućnosti, kako zbog sve većih finansijskih problema tako i zbog dobre prakse i iskustava koja postaju dostupna iz razvijenih zemalja. Ovde se prvenstveno misli na uvođenje principa korporativnog upravljanja.
4. Trenutne ekonomske prilike doprinose povećanju proizvodnih aktivnosti u energetske neintenzivnim, i postepeni pad u energetske intenzivnim granama industrije.
5. Obim i dinamika novogradnje su uravnoteženi. Zaustavljena je neuređena i nerealna ekspanzija gradnje u urbanim sredinama koja je remetila funkcionisanje sistema snabdevanja toplotnom i električnom energijom i stvarala lažnu sliku o povećanju potreba za energijom. Ovo se dogodilo zbog niza faktora, kao što su odnos ponude i potražnje, ekonomskih prilika u državi i okruženju, stanje na tržištu kapitala i dr. Preme tome, ne očekuje se značajnija promena obima i strukture stambenog fonda a takođe i kod poslovnih i javnih zgrada.
6. Broj stanovnika je u blagom padu a u urbanim sredinama, gde je beležen veći rast u poslednje dve decenije, poslednjih godina je poprimio umereniji trend koji nije značajan za širenje sadašnjih kapaciteta energetske infrastrukture. Zvanični dokumenti potvrđuju da neće biti značajnijih demografskih promena, i da će u Srbiji (bez Kosova i Metohije), u narednih 10 -20 godina živeti oko 7,5 miliona stanovnika.
7. Standard građana u proseku stagnira ili blago opada, što ima za posledicu nešto restriktivnije korišćenje energije i sve veća štednja na dnevnom nivou, koja je motivisana uštedama u troškovima.
8. Obzirom na evidentan trend rasta cena svih oblika energije i energenata, mnogi činoci energetske sistema i oni koji pružaju i koriste energetske usluge, od individualnih korisnika do kompanija i javnih preduzeća strateški i dugoročno se okreću novim izvorima energije, novim tehnologijama, inoviranom načinu ponašanja i korišćenja energije.
9. Svest građana kao široke populacije korisnika energije raste kada je u pitanju značaj racionalnog korišćenja energije i čuvanja životne sredine. Osim toga raste i nivo znanja u vezi ove problematike. Zbirni efekat je da građanstvo razmišlja i koriguje svoje ponašanje iz različitih razloga a ne samo iz čisto ekonomskih razloga. Rezultat je evidentan trend blagog pada potrošnje.
10. Tehnički sistemi koje građanstvo kupuje za svoja domaćinstva su sve efikasnija. Tu se prvenstveno misli na sisteme za grejanje, hlađenje, ventilaciju i osvetljenje. Kako prilikom izgradnje novih sistema tako i pri rekonstrukcijama i održavanju sve je više modernih, efikasnih i čistih uređaja i opreme. Osim samih uređaja veoma dinamičan razvoj beleži i oprema za nadzor i automatsko upravljanje sistemima grejanja, hlađenja, ventilacije i rasvete, koja se isporučuje kao standardna oprema prilagođena za jednostavno korišćenje bez predznanja o samoj tehnici.
11. Nova zakonska rešenja predviđaju naplatu po utrošku za korisnike daljinskog sistema koji će u bliskoj budućnosti stupiti na snagu i koji će značajno promeniti ponašanje korisnika i uticati na smanjenje konzuma. Ako se uzme u obzir konzum preko 40 miliona m² grejne površine u sistemu daljinskog grejanja (stambeni i nestambeni fond) nema sumnje da će doći u najmanju ruku do stagnacije količine isporučene toplotne energije, a postoje i stručne ocene koje predviđaju smanjenje.
12. Građevinski materijali su takođe veoma napredovali po pitanju toplotnih karakteristika i danas su dostupni veoma kvalitetni materijali koji se svakodnevno apliciraju na stambenim i nestambenim objektima.

3.4 ENERGETSKA POLITIKA KAO INSTRUMENT TRANZICIJE

Kada se govori o procesima unapređenja energetske sistema, poseban izazov predstavlja infrastrukturna modernizacija i razvoj postojećih energetske sistema i njihovo vođenje putem pravovremenih i promišljenih odluka koje mogu imati i strateški karakter. Postojeći energetske sistemi nisu projektovani i izgrađeni kao moderni veliki i integrisani sistemi. To zahteva posebno profilisan pristup, gde intervencije energetske politike mogu imati značajnu ulogu.

Različite vlade su formirale različite energetske politike kojima su uticale na energetske infrastrukturu i njihove šeme organizovanja i upravljanja. Tokom ovih procesa, te vlade su se, donoseći političke odluke, suočavale sa dubokom nesigurnošću, koja se odnosi na stanje u kome ni profesionalci ni analitičari ne znaju ili ne mogu da se slože oko odgovarajućih pristupa i koncepcija kojim bi mogli da objasne interakciju između varijabli sistema, da formiraju raspodelu verovatnoće neizvesnosti o ključnim parametrima i kako da vrednuju poželjnost alternativnih ishoda.

Pristup razmatra energetske politiku u smislu jedinstvenog i neizostavnog alata kako bi se obezbedio pomak u datim okolnostima. Pristup ne uvažava samo makro-ekonomske pretpostavke i parametre ekonomskog razvoja, već i ciljno utvrđenu promenu kako ekonomske efektivnosti i racionalne upotrebe energije, tako i povećanja energetske efikasnosti pri proizvodnji i korišćenju energije, jednom rečju uvažava efekte planiranih mera u doslednom sprovođenju energetske politike kako na nacionalnom tako i na regionalnom planu. U tom kontekstu, nakon dostizanja planirane dinamike ekonomskog razvoja i proizvodnih / uslužnih aktivnosti, stvorili bi se uslovi za postupno uvođenje novih, energetske efikasne i ekološko prihvatljivih energetske i proizvodnih tehnologija, čime će se ostvariti značajno smanjenje energetske intenziteta. Zbog činjenice, da efekti sprovođenja politike racionalne upotrebe energije i njenog efikasne korišćenja, zavise ne samo od motiva (ekonomski) već i mogućnosti (finansijske) potrošača / korisnika da ulažu u mere, sledi stav, da ne postoji jasna veza između obima i strukture energetske potreba i intenziteta proizvodnih aktivnosti odnosno obima i strukture energetske usluga. U tom smislu tranzicije energetske sistema unutar definisanih okvira svakog scenarija prepoznaju elemente kao što su: povećana energetske efikasnost i racionalnost korišćenja domaćih energetske resursa i upotrebe kvalitetnih energenata, uključujući i učešće novih obnovljivih izvora energije i niže ugrožavanje životne sredine, kao elemente tranzicije koji imaju najviši rang prioriteta.

3.4.1 Prilike u zemljama EU

Evropa je imala sve ambicioznije politike energetske efikasnosti od 1970. god. Posebno od 2000. god., tempo uvećavanja značaja politike racionalne upotrebe energije je primetan a energetske efikasnost postala je sve prioritetnija oblast. Najznačajniji pokazatelj dinamike razvoja politike energetske efikasnosti u EU je kreiranje i implemetacija akcionog plana energetske efikasnosti [54] i [55] (Evropska komisija, 2006.) i drugih dokumenata [56], [57] i [58].

Direktive se sve više koriste i sve doslednije sprovode. Osim toga, sve više će ih biti kao rezultat novog akcionog plana energetske efikasnosti. 25. oktobra 2012., EU je usvojila Direktivu 2012/27/EU o energetske efikasnosti. Ova Direktiva uspostavlja zajednički okvir mera za unapređenje energetske efikasnosti u EU kako bi se osiguralo postizanje glavnog cilja EU kada je u pitanju energetske efikasnost i kako bi se trasirao put za dalja poboljšanja posle 2020. godine.

Direktiva donosi unapred pravno obavezujuće mere koje instruišu države članice (i zemlje kandidate) da pojačaju napore kako bi koristile energiju efikasnije u svim fazama energetske lanca. Ove mere obuhvataju zakonsku obavezu svake države da uspostavi okvir propisa na polju energetske efikasnosti odnosno da se uspostavi i primenjuje politika energetske efikasnosti. To je pokretač procesa unapređenja energetske efikasnosti u svim sektorima. Direktiva propisuje pravila koja imaju za cilj da uklone prepreke u funkcionisanju energetske delatnosti i prevaziđu negativni faktori iz okruženja koji ometaju energetske efikasnost u snabdevanju i korišćenju energije. Sem toga, direktiva predviđa formulisanje nacionalnih ciljeva energetske efikasnosti do 2020. godine.

Treba posebno naglasiti da akcione planove vrlo striktno prate razvijeni finansijski mehanizmi. Za poslednji period finansiranja (2007-2013), finansiranje od strane EU je sve više bilo usmereno na

investicije u energetska efikasnost i obnovljive izvore energije a u skladu sa Strategijom “Evropa 2020” za pametan, održiv i inkluzivan rast i ciljanih 20% povećanja energetske efikasnosti. Planirano finansijsko izdvajanje ovim programom, za održivo investiranje u energetiku, iznosi oko 9,4 milijarde evra od čega oko 5,1 milijarda usmerena je na poboljšanje energetske efikasnosti [59].

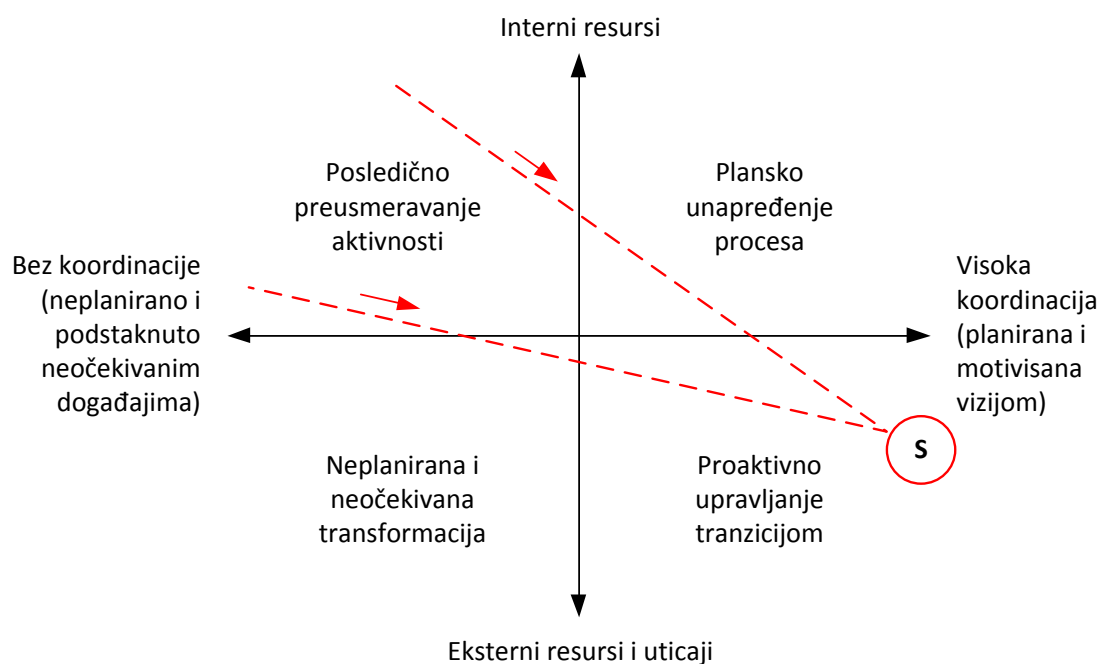
Danas postoje brojni dokumenti u Srbiji, koji pružaju detaljne i aktuelne analize u oblasti energetske efikasnosti i koji takođe sugerišu mere za povećanje energetske efikasnosti. Ovo je samo jedan od neophodnih uslova za povećanje energetske efikasnosti, međutim, to nije dovoljno. Na globalnom nivou, može se reći da su postignuti rezultati veoma dobri, uprkos činjenici da EU za sada nije na dobrom putu da ispuni svoj cilj uštede energije od 20% do 2020 [34].

3.5 SELEKCIJA TIPA TRANZICIJE

Tranzicioni proces energetske sistema neizostavno uključuje plansko upravljanje aktivnostima, događajima, odlukama itd. koji će energetska sistem prevesti iz jednog stanja u drugo. Pri tome nužno je definisati zatečenu praksu a zatim i praksu kako bi moglo i trebalo da se radi u nekom budućem poboljšanom ili idealnom stanju energetske sistema. Tada govorimo o zatečenom i željenom stanju prakse upravljanja energetske sistemima.

Postoje dve dimenzije za formiranje 4 tipa tranzicije [60]. Prva dimenzija se odnosi na to da li su promene koordinisane na nivou tekuće prakse (na operativnom nivou) ili su promene iznenadne, neočekivane i neplanirane odnosno izazivaju odstupanja od uobičajenog ponašanja aktera energetske delatnosti u okviru postojeće prakse upravljanja energetske sistemom. Koordinacija promena podrazumeva aktivnosti u okviru upravljanja tranzicionim procesom. Druga dimenzija se odnosi na resurse koji imaju suštinski uticaj na promene pa i proces tranzicije a locirane unutar energetske sistema ili van njega. Kombinacija ove dve dimenzije stvaraju okvir za definisanje tipa tranzicionog procesa, odnosno za usmeravanje procesa tranzicije u odgovarajućem pravcu.

U slučaju prilika u kojima energetska sistemi funkcionišu u Srbiji, dominantan uticaj na uspeh tranzicionih procesa imaju eksterni resursi. U eksterni resurse mogu se ubrojati na prvom mestu zakonodavni i institucionalni okvir koji profilise način rada i ponašanja, zatim tržište energetske delatnosti (cene, usluge i dr.) kao i finansijski uslovi i mehanizmi koji suštinski utiču na promene u energetske sistemima. Na slici 3.1 nalaze se 4 tipa tranzicije i isprekidanim linijama označen je preporučeni tip tranzicije u skladu sa novim društveno ekonomskim prilikama koje su prisutne kako u zemljama EU tako i u Srbiji.



Slika 3.1: Preporučeni tip energetske tranzicije

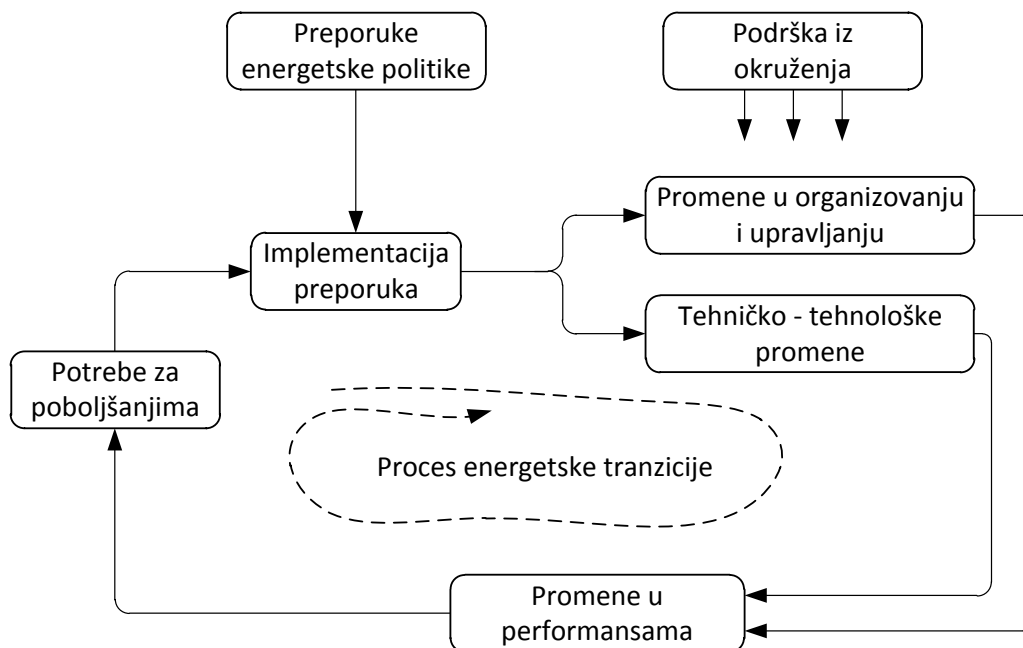
Dakle potrebna je promena načina upravljanja energetskim sistemima uz primenu proaktivnog pristupa koji podrazumeva tehnike planiranja i utvrđivanja ciljeva. To je preporučeni tip energetskih tranzicija. Koncept sanacije loših performansi i poštovanja isključivo internih pravila, koji je prisutan u velikoj meri na regionalnom planu, treba napustiti. Godine iza nas potvrđuju da ovakav koncept nije doneo rezultate.

3.6 KONSTRUKCIJA PROCESA ENERGETSKE TRANZICIJE

Činjenica je da energetski sistemi mogu da se razvijaju i usavršavaju decenijama znači da ih inženjeri, donosioci odluka i drugi činioци oblikuju dok su oni i dalje u procesu razvoja. Oblikovanje energetskih sistema se fundamentalno razlikuje od tradicionalnog inženjerskog pristupa. Energetski sistemi evoluiraju, a za to vreme svaki činilac nastoji da utiče na njihovu buduću putanju razvoja i unapređenja povlačeći raspoložive poteze i koristeći dostupne instrumente iz okruženja [8], [61]. Ovakav koncept je prikazan na slici 3.2.

Oblikovanje energetskih sistema u željenom pravcu evolucije je veoma kompleksan proces, jer se ponašanje određene „slabe tačke“ u lancu proizvodnje, distribucije i korišćenja energije ne može predvideti. U kontekstu globalizacije, elektrifikacije, održivosti i iscrpljivanja resursa, potrebno je imati uvid u dugoročne rezultate odluka koje se donose danas.

Na regionalnom planu ovakav koncept je poznat i načelno prihvaćen ali rezultati izostaju iz razloga nedovoljno uspešne implementacije. Nadležnost za ove procese je raspoređena na različite institucije, organizacije i druge nosioce energetskih delatnosti i samim tim njihovi naponi nisu usklađeni i organizovani a interesi se često veoma razlikuju. Zato se postepen, evolutivan tip promena preporučuje u kome bi se tehnikama nadzora i kontrole sistem uspostavljao postupno i razvijao do nivoa kada bude sposoban da napravi tranzicioni progres. Kako je prikazano na slici 3.2 obavezna je spoljna podrška i jasna energetska politika.



Slika 3.2: Evolutivni razvoj energetskih sistema

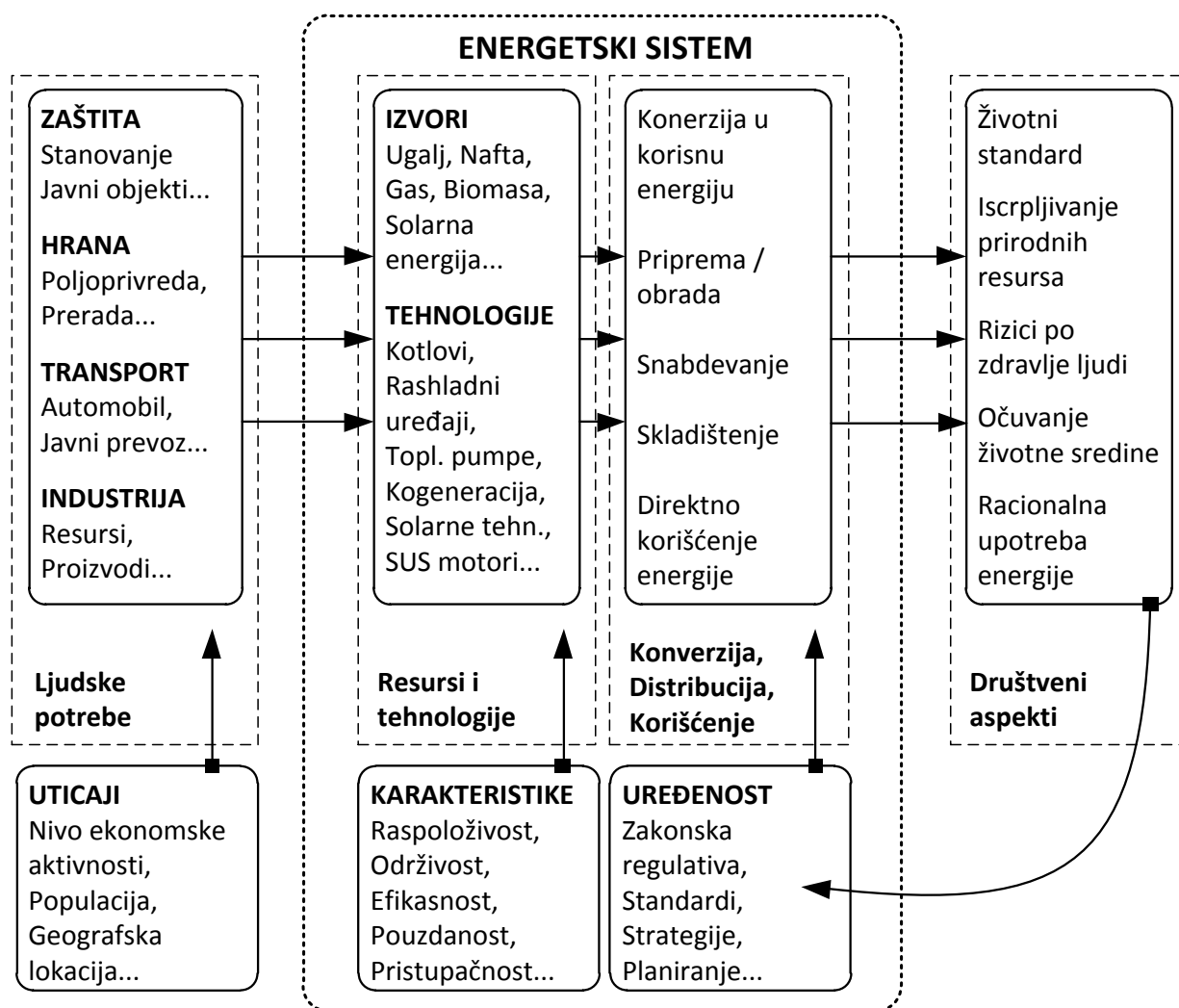
3.6.1 Energetski sistem kao predmet tranzicije

Čovek je oduvek težio da bude kreativan u iznalaženju načina da uradi određenu aktivnost bolje, kvalitetnije, efikasnije itd. uvođenjem u praksu različitih tehnologija i inoviranih pristupa. Tehnologije su tada omogućavale nove aktivnosti, nove vrednosti i ostarivanje sve viših ciljeva. Danas, ovi ciljevi su poznati a energetski sistemi na svom tehnološkom nivou ispunjavaju ih sa većom ili manjom uspešnosti. Poznato je da je čovek najpre upotrebio energiju za kuvanje ali je ubrzo potom u ovom jednostavnom procesu postavio više ciljeve, kao što su očuvanje kvaliteta namirnice i nutritivne vrednosti, mogućnost

čuvanja hrane, zatim jednostavnije postupke pripreme, manji utrošak energije za istu količinu hrane itd. Isti princip je i danas kada su u pitanu postrojenja za proizvodnju energije, samo su se promenili kriterijumi i ciljevi i naravno tehnologije. Današnji energetske sistemi podmiruju iste ljudske potrebe (slika 3.3), ali je kvalitet svih društvenih aspekata kao cilj, podignut na viši nivo.

U tezi se energetske sistem tretira kao sistem koji spaja snabdevače primarnom energijom i krajnje korisnike energije i energetske usluga i koji je sposoban da napravi konekciju između ljudskih potreba i kvaliteta života na održiv način.

Energetske sistemi sadrže veliki broj sastavnih elemenata čija je interakcija složena. Na ove sisteme utiču različite vrste aktivnosti i odluka preduzetih od različitih činilaca koji su deo tih sistema. Složenost je posebno velika zbog postojanja čitave hijerarhije podsistema. Na primer, merna i automatska oprema je podsistem jednog vrelovodnog kotla, koji je podsistem unutar jedne stambene jedinice, koja je podsistem unutar jednog kvarta grada, koji je podsistem unutar jednog grada, regije, jedne zemlje. Ova kompleksnost je još dodatno izražena ako se uvaži činjenica da povezanost i sinhronizovanost energetske sistema i podsistema zahteva i postojanje brojnih povratnih sprega kako na nivou radnih parametara, upravljanja performansama i dr. tako i na nivou poslovnih procesa i ulaganja. Prema tome energetske sistemi su entiteti sa mnogo činilaca i nosilaca aktivnosti, mnogo ciljeva, mnogo nivoa sa različitim zadacima i odgovornostima a pored svega imaju i viševremensku dimenziju u smislu dinamike simultanog funkcionisanja.



Slika 3.3. Formulacija energetske sistema

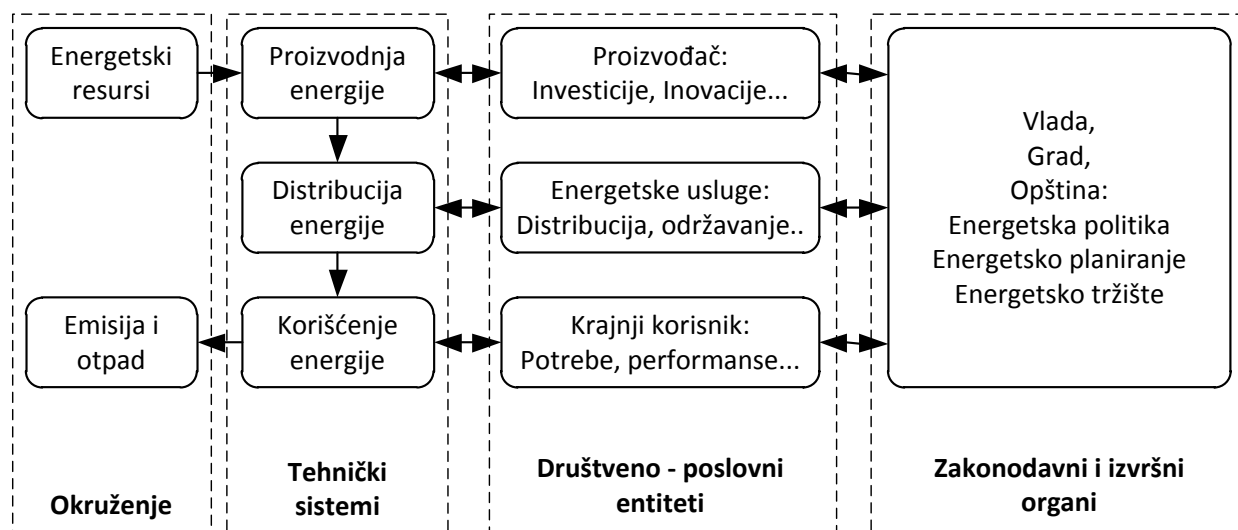
Veliki broj činilaca i učesnika je deo energetske sistema, svaki sa svojim privatnim ili javnim interesom, svojim sredstvima, svojim preferencijama. Mnoge vlade - nadnacionalne, nacionalne, regionalne i lokalne, odgovorne su za nesmetano funkcionisanje energetske sistema ili delova sistema i u tu svrhu

one definišu energetska politiku, zakonodavni okvir i podzakonsku regulativu. Odluke koje se tiču energetska sistema obuhvataju izbor izvora energije i izbor tehnologija konverzije energije, planiranje ulaganja u tehnologije i distributivne sisteme, organizaciju energetskog sektora, kao i ublažavanje eksternih nepovoljnih uticaja.

Međutim nije samo država pozvana za razvoj energetska sistema. U zavisnosti od energetske politike u pojedinim zemljama, vlade i / ili kompanije investiraju u tehničke delove energetska sistema i tako stižu pravo da upravljaju njima a veliki i mali potrošači dobijaju na korišćenje pripadajuće podsisteme i uređaje. Pojavila su se i posebna virtuelna tržišta energetska usluga na kojima značajno mesto zauzimaju mnogobrojni individualni investitori i mala i srednja preduzeća. Učesnici ovih tržišta su veoma agilni i prilagodljivi. Njihove odluke su vođene različitim vrstama dešavanja, kao što su tehnološke inovacije, praćenje konkurencije, nove poslovne šase na globalnom tržištu i sl. To je odličan koncept za razvoj energetska sistema.

3.6.2 Uloga aktera i nosioca tranzicionih procesa

Akteri i nosioci tranzicionih procesa moraju biti prepoznati i organizovani, sa jasnim smernicama ali i odgovornostima. Ovo je izazov i za razvijene zemlje koje se bave energetskom tranzicijom duži niz godina. Brojni dokumenti EU koji uređuju energetska delatnosti u Srbiji su većinom principijelno prihvaćeni, često i implementirani pojedinim zakonskim rešenjima, međutim njihova primena se nikada nije dogodila ili je još uvek na početku. Osnovni razlog je što primena nije imala adekvatnu političku, institucionalnu i finansijsku podršku, odnosno ključni akteri i nosioci tranzicionih procesa nisu ispunili svoja očekivanja u dovoljnoj meri. Osim podrške neophodno je i da institucionalne odgovornosti budu striktno propisane i dosledno poštovane. Ima primera izostanka ovakve podrške čak i u regulisanim sistemima, kao što je slučaj u nekim zemljama EU. U tim zemljama tranzicioni procesi nisu mogli početi bez adekvatne podrške i to je sad slučaj i u Srbiji. Prema tome najpre je potrebno definisati ko je relevantan akter u procesu tranzicije i ko treba da sprovodi, kontroliše, koriguje taj proces. Na slici 3.4 prikazana je principijelna struktura aktera i nosioca energetska tranzicija, njihove uloge kao i funkcionalne veze među njima.

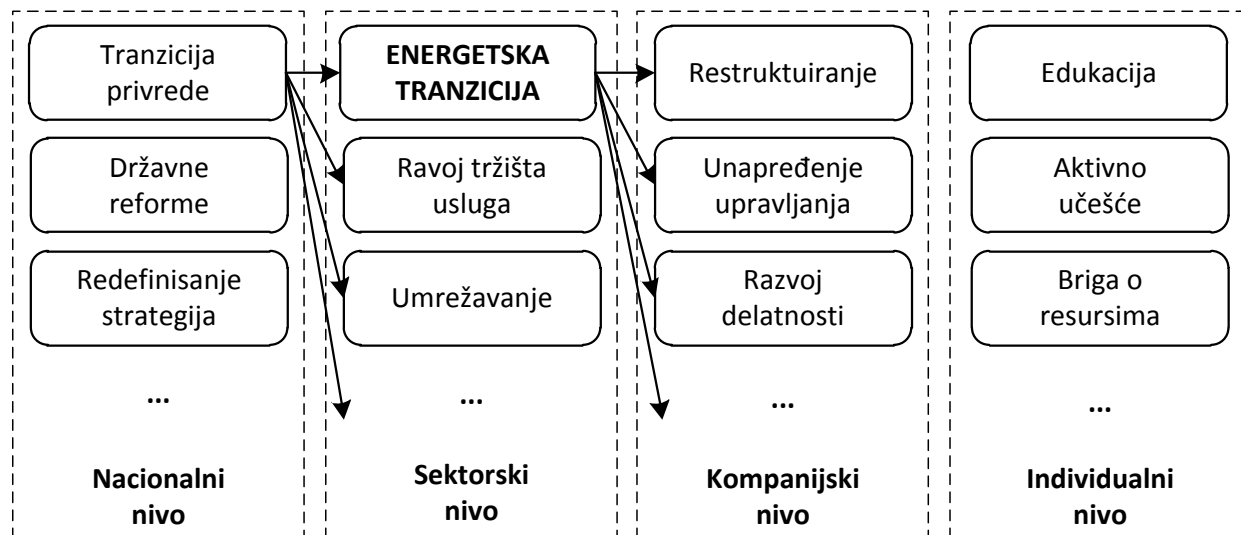


Slika 3.4: Nosioci aktivnosti i akteri energetska tranzicija i njihova uloga

Ključni nosioci i akteri energetska tranzicija na regionalnom planu su društveno poslovni entiteti (ustanove, kompanije, organizacije i dr.) i zakonodavni i izvršni organi ali u sektoru energetska delatnosti (nadležni resori, stručne službe, fondovi i dr.). Prilikom analize efekata energetska tranzicija i srednjeročnih projekcija, pretpostavljeno je da su svi pomenuti akteri uključeni u punom kapacitetu i da je podignuta doslednost u sprovođenju svojih nadležnosti i ovlašćenja. Ovde se radi o suštinskom preduslovu koga je veoma teško pouzdano precizirati i formulirati. Zadaci su poznati i definisani, radi se samo o doslednoj implementaciji.

Takođe neophodno je definisati na kom nivou se sprovodi proces tranzicije. Nivoi mogu biti nacionalni, sektorski, kompanijski i individualni, kako je prikazano na slici 3.5. Postoje i globalni nivo i nivo tehničkog podsistema ili uređaja ali to nije od značaja za energetska tranziciju na regionalnom planu.

Energetska tranzicija generalno pripada sektoru energetike i samim tim sektorskom nivou, međutim ne postoje jasne granice u smislu povezanosti zadataka i aktivnosti među nivoima. Npr. energetska tranzicija predstavlja deo tranzicije privrede a isto tako predstavlja okvir u kome se odvija restrukturiranje kompanije ili razvoj delatnosti. Zatim energetska tranzicija utiče na liberalizaciju tržišta, u većoj ili manjoj meri. Prema tome pozicija energetske tranzicije jeste pozicionirana na sektorskom nivou ali sa jačim ili slabijim vezama po horizontali i vertikali (slika 3.5).



Slika 3.5: Nivoi na kojima se sprovode ili prenose aktivnosti i zadaci tranzicije

Veoma je važno da se naglasi da svaka od navedenih aktivnosti mora biti istovremeno implementirana. Na primer, nije dovoljno da se donese pravilnik o energetske sertifikaciji zgrada a da nisu obezbeđeni održivi finansijski mehanizmi. U Srbiji, ovaj pravilnik je stupio na snagu u oktobru 2012, ali bez adekvatne finansijske šeme, nije moguće očekivati bilo kakve rezultate.

Tranzicija je locirana u odnosu na glavne aktere i nosioce energetske delatnosti gde bi instrumenti tranzicije trebali biti implemetirani. Glavni akteri su podeljeni u dve grupe prema svojim ingerencijama i prirodi svojih aktivnosti i ciljeva a u odnosu na proces energetske tranzicije i za to potrebne instrumete energetske politike. Tabela 3.1 prikazuje formulisane zadatke i aktivnosti aktera, prema ulogama u odnosu na energetska politiku i proces tranzicije.

Tabela 3.1: Formulacija tipa učešća oba aktera u procesu energetske tranzicije

Naziv aktera Tip ušešća	Zakonodavno-izvršni organi i institucije	Društveno poslovni entiteti
Veza sa energetske politikom	Zadaci i aktivnosti su preduslov uspešne energetske politike	Zadaci i aktivnosti su pod ingerencijom energetske politike
Uloga u okviru energetske politike	Formiranje, obezbeđenje adekvatne primene i pravna harmonizacija	Sprovođenje energetske politike
Zadaci aktera u okviru energetske tranzicije	Izgradnja uslova za pokretanje i nesmetano sprovođenje en. tranzicije	Praktična realizacija procesa tranzicije
Segment tranzicije pod ingerencijom aktera	Zakonodavno-izvršni, organizacioni i upravljački segment tranz. procesa	Tehničko-tehnološki i društveni segment tranzicionog procesa
Nosioći aktivnosti tranzicije svakog aktera	Republička Vlada; Gradovi i Opštine; Državne institucije	Proizvođači energije; Nosioći en. usluga; Krajni potrošač
Uloga aktera u procesu energetske tranzicije	Dostizanje nacionalnih i sektorskih energetske ciljeva	Dostizanje kompanijskih i individualnih energetske ciljeva

NAPOMENA: Pod institucijama se smatraju Vladine institucije (Opštinske i Pokrajinske službe – resori, Republičke agencije, Državni instituti i zavodi, Inspektorati), dok zdravstvene, obrazovne, kulturne, vojne, sportske i dr. institucije pripadaju kategoriji Društveno poslovnih entiteta.

3.7 AKTIVNOSTI I ZADACI AKTERA U CILJU IMPLEMENTACIJE

3.7.1 Društveno poslovni entiteti

Aktivnosti i zadaci pod ingerencijom energetske politike, koji se odnose na činioce energetske politike koji imaju sledeće društveno poslovne ciljeve [34], [68]:

A. POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI KORISNIKA ENERGIJE

[Postojeći objekti i u planu za izgradnju, stambeni i nestambeni, energetske i industrijske pogoni]

- Unapređenje procesa gradnje i dosledna primena energetske sertifikacije,
- Formiranje i uvođenje energetske usluge u zgradarstvu,
- Propisivanje preporučenih standarda za energetske efikasnost opreme i materijala,
- Realizacija projekata energetske efikasnosti u javnim objektima po principu “Vlada u akciji”,
- Promocija visokoefikasnih energetske tehnologije (KGH instalacije) u novim objektima,
- Informisanje, edukacija i obuka korisnika objekata o racionalnom korišćenju energije,
- Poboljšanje energetske performansi u stambenom sektoru,
- Formiranje specijalnih – adaptiranih finansijskih mehanizama i proizvoda,
- Uvođenje procedura energetske menadžmeta (nestambeni objekti).

B. RAZVOJ ENERGETSKIH USLUGA

[Projektantski i konsultantski biro, Kompanije za izgradnju i održavanje, Stručne asocijacije, Fakulteti, Instituti, Nevladine organizacije, Institucije stranih zemalja i EU i dr.]

- Unapređenje usluga u vidu novih (savremenih i inovativnih) mera energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije,
- Promocija visokoefikasnih energetske tehnologije (KGH instalacije) savetodavnim putem,
- Praćenje transformacije tržišta i priprema novih inicijativa u okviru energetske politike,
- Dosledna primena preporučenih standarda za energetske efikasnost opreme i materijala,
- Uvođenje procedura energetske menadžmeta (nestambeni objekti),
- Analiza potreba za razvoj ljudskih kapaciteta u ovoj oblasti.

C1. UNAPREĐENJE PROIZVODNJE I DISTRIBUCIJE ENERGIJE

[Komunalna energetika, termoelektrane, elektrane]

- Razvoj podsticajnih mehanizama za obnovljive izvore energije i energetske efikasnost,
- Dati prednost spregnutoj proizvodnji toplotne i električne energije,
- Sistematska modernizacija infrastrukture i opreme,
- Nabavka novih tehnologija i procena radnog veka,
- Proizvodnja električne energije na bazi obnovljivih izvora energije,
- Propisivanje minimalnih standarda za energetske efikasnost opreme i materijala,
- Uvođenje procedura energetske menadžmeta,
- Intenziviranje transformacije tržišta,
- “Zeleni” i “Beli” sertifikati,
- “Trgovina CO₂” i izdavanje sertifikata,
- Zakonodavni okviri, standardi i normativi za goriva,
- Analiza potreba za razvoj ljudskih kapaciteta u proizvodnji energije.

C2. UNAPREĐENJE PROIZVODNJE I DISTRIBUCIJE ENERGIJE UZ JAČANJE POLITIČKE PODRŠKE

Postoje zadaci i aktivnosti koji su u nadležnosti aktera tranzicionih procesa ali nisu pod direktnim uticajem energetske politike i zakonodavstva već zahtevaju značajnu političku podršku kako bi došlo do napretka. Radi se o sledećim aktivnostima:

- Smanjenje državnog preduzetništva u komunalnim delatnostima i proizvodnji energije,

- Uvođenje ili unapređenje tehnike korporativnog upravljanja³,
- Restruktuiranje preduzeća (promena strukture vlasništva, spajanja ili cepanja),
- Razvoj portfolija (uvođenje novih delatnosti),
- Reformisanje preduzeća (nova organizacija i sistematizacija, profesionalizacija).

Posledice ispunjenja cilja C2 su veoma značajne i odnose se na:

- Poboljšanje konkurentnosti usluge po kvalitetu, cenama i raznovrsnosti,
- Unapređenje finansijske efektivnosti i održivosti preduzeća kao poslovnog entiteta.

3.7.2 Zakonodavno-izvršni organi i institucije

Postoje aktivnosti i zadaci koji omogućavaju podršku merama energetske politike. Suština ovih aktivnosti prvenstveno podrazumeva postojanje aktuelne energetske strategije ustanovljene na bazi održive nacionalne ekonomske strategije.

Istovremeno, direktivama EU, kroz većinu tačaka usmeravaju se nacionalne energetske politike ka ostvarenju zajedničkog održivog energetskeg razvoja. Treba posebno naglasiti da su ove direktive predmet stalne koordinacije putem izmena i dopuna koje zadovoljavaju potrebu promenljivosti politike energetske efikasnosti (karakteristika regulatornih dokumenata u Srbiji je njihovo vrlo sporo prilagođavanje i slabija promenljivost).

Aktivnosti i zadaci u direktnoj vezi sa uspehom energetske politike, koji se odnose na Zakonodavno-izvršne organe i institucije, i koji imaju sledeće nacionalne i sektorske ciljeve [34], [68]:

A. UREĐENJE NADLEŽNOSTI ENERGETSKE POLITIKE I ZAKONODAVSTVA

- Uspostavljanje tržišnog ambijenta i usklađivanje tarifne i cenovne, poreske, carinske i antimonopolske regulative,
- Odvajanje odgovornosti među Vladinim resorima i telima, kao i privrednim subjektima,
- Definisane odgovornosti javnog sektora i intenziviranje koordinacije među subjektima,
- Restruktuiranje energetske kompanije (reorganizacija, komercijalizacija, demonopolizacija),
- Uspostaviti lanac primene energetske politike od razvoja do promocije i primene,
- Donošenje energetske zakonske i pozakonske akata u duhu održivog razvoja i decentralizovane proizvodnje toplotne i električne energije,
- Uspostavljanje savremene tehničke regulative, propisa i standarda za energetske tehnologije i delatnosti, kao i instrumenata za podsticaj i nadzor u primeni,
- Stvaranje uslova za diversifikaciju i modernizaciju energetske izvora,
- Razvoj i implementacija programa za racionalno korišćenje energije u svim sektorima,
- Upravljanje socijalnim posledicama nastalim usled promena u energetske sektoru,
- Razvoj regionalne kooperacije,
- Energetske planiranje u urbanizmu, polu urbanizmu i ruralnim područjima,
- Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike, investitora, bankara, i sponzora projekata,
- Izrada Akcionog plana implementacije zadataka kod proizvođača energije, nosilaca uslužnih delatnosti i krajnjih korisnika.

B. STVARANJE USLOVA ZA ODRŽIVI ENERGETSKI RAZVOJ

- Promocija principa održivog razvoja i mobilizacija lokalnih učesnika u oblasti energetike,
- Planiranje korišćenja obnovljivih izvora energije i primene mera energetske efikasnosti na lokalnom nivou,
- Uspostavljanje favorizovanih uslova za razvoj lokalnog tržišta u oblasti energetike i decentralizovane proizvodnje toplotne i električne energije,
- Podrška formiranju lokalnih i regionalnih agencija za upravljanje energetske resursima, kako bi se dublje podstakle lokalne aktivnosti u energetske sektoru,

³ Korporativno upravljanje je proces vođenja, administriranja i usmeravanja kompanije, koji definiše i organizuje poslovne zadatke, strateške odluke i planove, upravlja resursima kompanije i sve u pravcu ostvarivanja ciljeva.

- Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike, investitora, bankara, i sponzora projekata,
- Izrada Akcionog plana implementacije zadataka kod proizvođača energije, nosilaca uslužnih delatnosti i krajnjih korisnika.

C. RAZVOJ FINANSIJSKIH MEHANIZAMA I PODSTICAJA

- Investicioni mehanizmi podrške programa i projekata u oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije i primene mera energetske efikasnosti,
- Uspostavljanje uslova za fer nadmetanje,
- Mikro finansijske šeme,
- Finansijski mehanizmi podsticaja inovativnih projekata za različite ciljne grupe,
- Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike, investitora, bankara i sponzora projekata,
- Izrada Akcionog plana implementacije zadataka kod proizvođača energije, nosilaca uslužnih delatnosti i krajnjih korisnika.

D. PRIMENA TEHNIKA PRAĆENJA I VERIFIKACIJE

- Praćenje i procena efekata različitih programa i mera u oblasti obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti,
- Metodi, pokazatelji i modeli budućih trendova razvoja i energetske politike,
- Razrada mehanizama razmene iskustava u oblasti praćenja i procene projekata,
- Upravljanje energetskim tokovima na bazi napredne tehnike nadzora,
- Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike, investitora, bankara...,
- Izrada Akcionog plana implementacije zadataka kod proizvođača energije, nosilaca uslužnih delatnosti i krajnjih korisnika.

E. UNAPREĐENJE PROPAGIRANJA I PROMOCIJE

- Širenje rezultata istraživačkih, razvojnih i demonstracionih projekata,
- Promocija uspešno realizovanih projekata u svim energetskim sektorima,
- Razmena saznanja o najboljim projektima iz različitih energetskih sektora,
- Širenje programa i njihovih rezultata,
- Javne kampanje za razumevanje i podršku države ili regiona kao energetski održivog društva,
- Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike, investitora, bankara, i sponzora projekata,
- Izrada Akcionog plana implementacije zadataka kod proizvođača energije, nosilaca uslužnih delatnosti i krajnjih korisnika.

3.8 SCENARIO ANALIZA REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA

Za potrebe scenario analize tranzicionih procesa regionalnih energetskih sistema ustanovljena je priroda relevantnih promena koje bi mogle nastati na regionalnom planu (tehnološke i ekonomske, kao i neke društvene). Nakon toga usledilo je istraživanje glavnih faktora i trendova tih promena, dinamike promene tih faktora i trendova, kao i kreativno razmišljanje o budućnosti, bez ekstrapolacije iz prošlosti. Lokalni i makro faktori i trendovi su uzeti u obzir a posebna pažnja posvećena je faktorima koji su najvažniji i najneizvesniji. Ključni faktori ili trendovi su mapirani jedni protiv drugih kako bi pokazali oblasti u kojima mogu da se razviju scenariji. Predloženi scenariji fokusirani su na razumne promene parametara konkretnog faktora ili trenda. Pri tome su identifikovani pokazatelji koji lociraju gde, kada i kako se promena dešava.

Promene koje su razmatrane obuhvataju:

- Spoljašnje promene (kao što su tehnološke promene, društveno ekonomske okolnosti),
- Odluke koje se moraju doneti u bliskoj budućnosti, ali koje mogu imati različite ishode,
- Potrebe zainteresovanih strana i kako se one mogu menjati,
- Promene u makro okruženju (regulativa, demografija, itd.), koje su često neizbežne i neizvesne.

Pošto scenariji definišu samo delove moguće budućnosti, analizirana je verovatnoća javljanja određenog ishoda (scenarija). To je izvršeno na način da se u scenariju koristi najbolji slučaj, najgori slučaj i očekivani slučaj, izvršena je kvalifikacija na bazi podataka iz istraživanja regionalnih energetske sistema. Jasno je da nema najboljeg (best-fit) scenarija ali postoji izvesna i ponekad jasna percepcija opsega u kojima se kreću alternative.

3.8.1 Prednosti i ograničenja

Scenario analiza uzima u obzir niz mogućih budućih ishoda što može biti znatno bolje od tradicionalnog pristupa koji se oslanja prognoze koje, na bazi istorijskih podataka, pretpostavljaju da će budući događaji verovatno nastaviti da prate trendove iz prošlosti. Ovo je važno za situacije o kojima postoji manje saznanja i u kojima se predviđanja ili rizici uzimaju u razmatranje u dužem vremenskom periodu u budućnosti. Ova prednost međutim ima i dodatnu slabost, a to je da tamo gde postoji visoka neizvesnost neki od scenarija mogu biti nerealni.

Glavne poteškoće u korišćenju scenario analize su povezane sa dostupnošću podataka. To je i ograničenje korišćenja scenario analize jer postoji potencijalna opasnost da scenariji koji se koriste nemaju odgovarajući osnov, da podaci mogu biti špekulativni, i da se nerealni rezultati ne mogu smatrati relevantnim.

3.8.2 Kreiranje okvira na bazi društveno ekonomskih pretpostavki

Trenutno u Srbiji vladaju društveno ekonomske prilike koje karakteriše ili nepostojanje pojedinih strateških opredeljenja i dokumenata, ili postojanje sa veoma slabo razvijenom politikom sprovođenja i/ili njenom nedovoljnom implementacijom, kao i odsustvo potpunih i pouzdanih podataka o strukturi i obimu proizvodnih i uslužnih energetske delatnosti i ekonomske efektivnosti upotrebljene energije u proizvodnim i uslužnim delatnostima relevantnih sektora Srbije. U ovim okvirima izvršeno je koncipiranje scenarija na bazi raspoloživih saznanja i iskustva, a uvažavajući prilike tehnološkog, društvenog i ekonomskog karaktera

Pored navedenih prilika situaciju u Srbiji dodatno usložnjava i relativno neočekivana stagnacija privrednih, a posebno proizvodnih aktivnosti u industriji kao i neizvesnost uticaja strukturalnih i institucionalnih promena na obim i strukturu energetske usluga, energetske efikasnosti i na ekonomsku efektivnost upotrebe energije.

Imajući sve u vidu pretpostavljena su tri scenarija društveno ekonomskog razvoja Srbije⁴:

SCENARIO S1: EKONOMSKA STAGNACIJA. Scenario predviđa održavanje zatečenog stanja u uslovima ekonomske stagnacije izazvane novim talasom globalne ekonomske krize i u uslovima izostanka strukturalnih i institucionalnih reformi na nacionalnom planu.

Ovo je nepovoljna opcija i manje verovatna a uslovljena je zadržavanjem tekuće stagnacije proizvodnih aktivnosti i smanjenog priliva stranog kapitala, usled nepovoljnih društveno-ekonomskih okolnosti u zemlji i zastoja u reformama privrednih sektora, uključujući i sektor energetike.

SCENARIO S2: USPORENI EKONOMSKI RAZVOJ ZEMLJE. Scenario predviđa usporeni rast, kako društvenog proizvoda tako i dodatne vrednosti komunalne energetike i industrije, u okviru kojeg se nakon početnog usporavanja ekonomskog razvoja i reformi u energetske sektoru, javljaju pozitivni efekti delovanja nove energetske politike, utemeljene na principima racionalne upotrebe i efikasnog korišćenja energije u proizvodnim i neproizvodnim sektorima potrošnje energije. Saglasno tome, u ovom scenariju se očekuje usporenije opadanje energetske intenziteta.

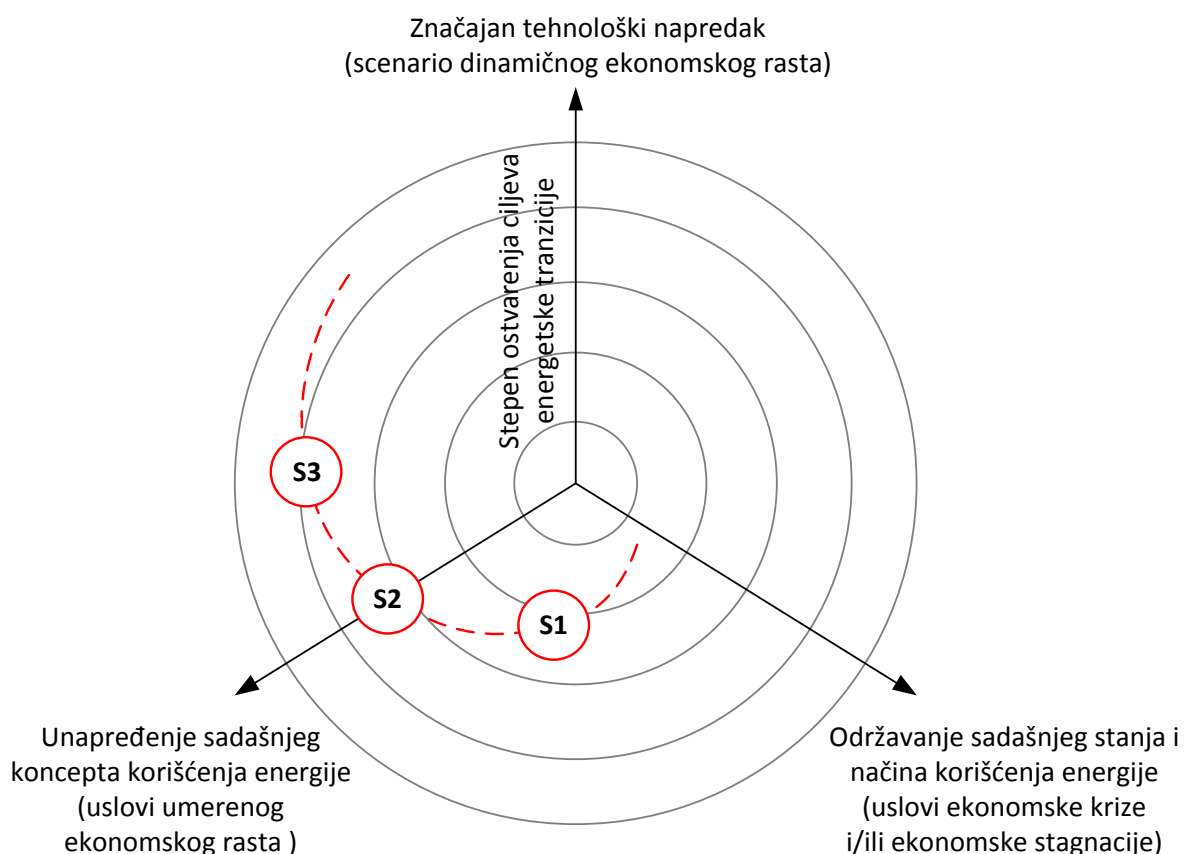
SCENARIO S3: DINAMIČAN EKONOMSKI RAZVOJ ZEMLJE. Scenario predviđa postupno povećavanje, umereno visoke stope rasta društvenog proizvoda, a posebno povoljnog delovanja ekonomskih reformi celokupne privrede Srbije, uključujući i povoljne efekte rada i poslovanja

⁴ Scenariji su u saglasnosti sa Strategijom razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine, Vlade Rep. Srbije

energetskog sektora (saglasno Zakonu o energetici), sa ciljem povećanja ekonomske efektivnosti i energetske efikasnosti upotrebene energije u svim sektorima potrošnje energije.

Ovaj scenario je poželjna opcija ekonomskog razvoja, ujedno i moguća u povoljnim okolnostima (u zemlji i okruženju), a karakteriše je osetno opadanje energetskog intenziteta, kako ukupne (primarne) tako i finalne energije, ciljna promena strukture energenata u finalnoj potrošnji i povećanje energetske efikasnosti celine energetskog sistema.

Grafičkim prikazom na slici 3.6 je pozicioniran svaki od scenarija u zavisnosti od društveno ekonomskog okvira u kome se odvija proces tranzicije i u zavisnosti od potencijala da se ispune ciljevi tranzicionih procesa. Isprekidana linija pokazuje putanju na kojoj se nalazi potencijalni tranzicioni proces.



Slika 3.6: Pozicije scenarija i stepen ostvarenja ciljeva tranzicije

Na slici 3.6 prikazan je i podatak o stepenu ostvarenja ciljeva tranzicije. Svaki tranzicioni proces u okviru pojedinog scenarija ima svoj domet kada su u pitanju projektovani efekti. Domet podrazumeva stepen ispunjenosti ciljeva tranzicije i od suštinskog značaja je oceniti i verifikovati ovaj pokazatelj. Samo tako promena može biti okvalifikovana kao tranziciona – suštinska, dugoročna, stabilna, i uspešna sa stanovišta postavljenih kriterijuma. Postoje različite metode za kvantifikaciju i kvalifikaciju efekata po kojoj bi se svaki od procesa vrednovao u okviru odgovarajućeg scenarija. Zajedničko za sve pristupe je definisanje parametra koji bi bio relevantan pokazatelj uspešnosti promena. Mogući parametri za vrednovanje ispunjenosti ciljeva tranzicionih procesa su prikazani u tabeli 3.2. Neki od njih primenjeni su u predmetnoj analizi ali ne kao apsolutne brojke za potrebe vrednovanja već kao podkriterijumi.

Tabela 3.2: Kriterijumi za vrednovanje ispunjenosti ciljeva tranzicionih procesa

Parametar	Indikacija promene
Specifičan utrošak energije	↓%, ↑%, ↓MWh/god., ↓MWh/kor./m ² /krevet
Iznos smanjenja energetskog intenziteta	↓%, ↑%, ↓MWh/€
Stepen korišćenja uvoznih goriva	↓%, ↑%
Zastupljenost obnovljivih izvora energije	↓%, ↑%
CO ₂ , CO, Nox emisije	↓%, ↑%, ↓ppm, ↑ppm
Troškovi za energiju	↓%, ↑%, ↓€/god. ↓€/kWh, ↓€/m ² , ↓€/toni...

Efikasnost pretvaranja energije	↓%, ↑%, ↑kWh _e /kWh _g , ↑kWh/t _{pare} / TPV ...
Ispunjenost opštih nacionalnih ciljeva	½, ¼, %...
Akumulirani novčani tokovi	↓€/god., ↑€/god.
PPO, DPO, IRR, NPV...	god., ↓%, ↑%, ↓€, ↑€

Ispunjenost ciljeva u konkretnom istraživanju je proverena AHP metodom. Data je prednost ovoj metodi iz jednog suštinskog razloga, a to je prihvatanje da ciljevi nisu jednaki po važnosti. AHP metoda veoma dobro upravlja promenljivom važnošću i različitim stavovima po pitanju različitih alternativa.

3.8.3 Relevantnost pristupa

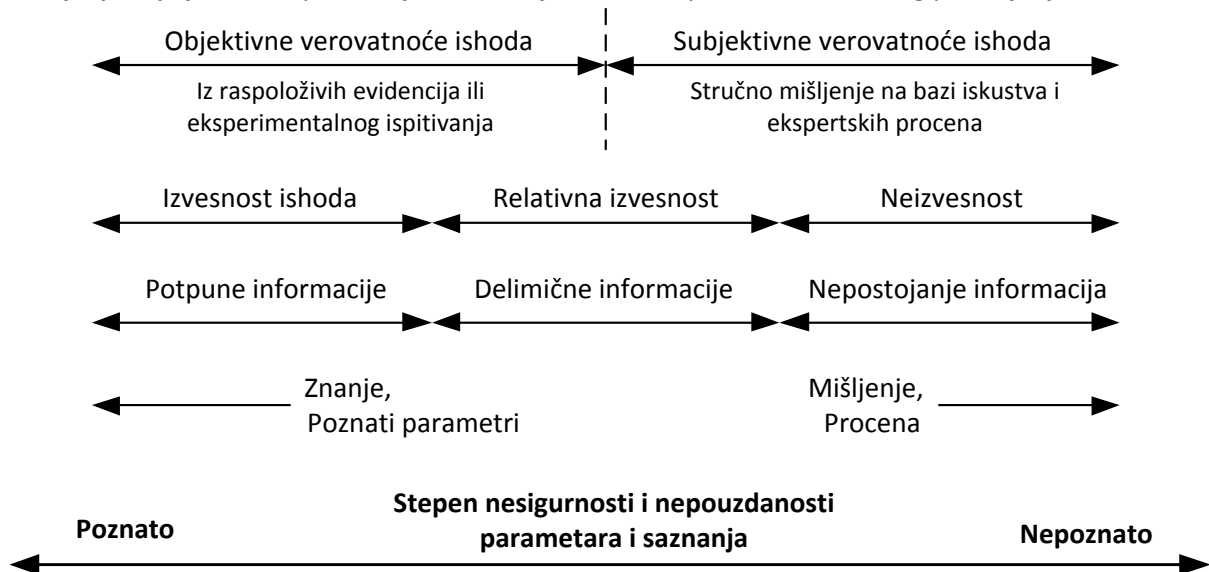
Važno pitanje je relevantnost i pouzdanost dobijenih vrednosti jer činjenica je da kako se tranzicione promene usložjavaju, idući od scenarija S1 do S3, ovo pitanje ugrožava kvalitet rezultata predviđanja. Drugim rečima stepen neizvesnosti ulaznih podataka u postupcima predviđanja prenosi se na neizvestnost izlaznih rezultata. Samim tim neophodno je smanjiti stepen neizvesnosti koliko je moguće. U predmetnom istraživanju to je urađeno energetskim pregledima, merenjima, korišćenjem zvaničnih evidencija i originalne dokumentacije dr. relevantnim izvorima. Naravno, postoji i jedan deo informacija koji se izvodi iz postojećih informacija i tu se krije određen stepen neizvesnosti. Iz tog razloga treba obratiti posebnu pažnju na ovaj potencijalni problem ili poteškoću a to se radi tako što se posebna pažnja posvećuje i usmerava na dva parametra koja su veoma važna za sprovođenje relevantne i pouzdane scenario analize.

Prvi je složenost i sveobuhvatnost modelovanog sistema koja mora biti primerena analiziranim energetskim sistemima i potrebnoj brojnosti uticajnih parametara. Primereno znači da je moguće parametarski definisati model i uključiti sve faktore koji imaju relevantan uticaj na ispunjenost ciljeva tranzicije.

Drugi parametar je stepen nesigurnosti i nepouzdanosti parametara i saznanja, koji takođe mora biti primeren analiziranim energetskim sistemima. To znači da informacije ne mogu biti potpuno proizvoljne i bazirane na pretpostavkama i mišljenjima. U protivnom analiza ulazi u zonu špekulacija što nije cilj analize.

Na slici 3.7 prikazan je spektar neizvesnosti pri postupcima predviđanja i prognoziranja, među kojima je i analiza scenarija a predmetna analiza energetskih sistema se nalazi u levom delu spektra neizvesnosti, desna polovina i desnom delu spektra leva polovina.

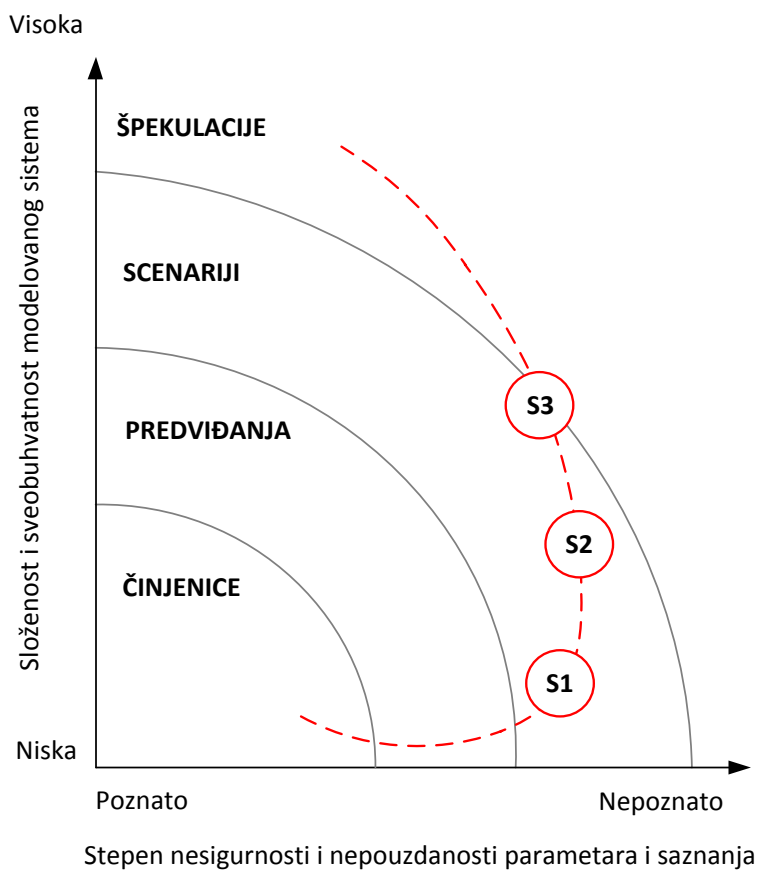
Ovo je uobičajena situacija za energetske sisteme gde desni deo spektra neizvesnosti nije preporučljiv jer postoji previše uticajnih faktora među kojima su i oni koji se odnose na radno stanje energetskog postrojenja koje je veoma promenljivo a značajno utiče na performanse samog postrojenja.



Slika 3.7: Spektar neizvesnosti podataka i informacija

Scenarij analiza je postupak koji veoma odgovara pomenutom stepenu neizvesnosti raspoloživih informacija i stepenu složenosti predmetnih sistema. Na slici 3.8 prikazani su kreirani scenariji koji se nalaze u zoni smanjene sigurnosti i pouzdanosti parametara (x osa) i saznanja i relativno visokog stepena složenosti modelovanog sistema (y osa).

Kada je u pitanju složenost i sveobuhvatnost modelovanih sistema, koncept kreiranja pomenuta 3 okvira za planiranje razvoja energetskih sistema uvažava zatečene proizvodne mogućnosti energetskih izvora i objektivne mogućnosti za ulaganja u nove energetske izvore i programe za povećanje energetske efikasnosti, kako pri upotrebi finalne energije, tako i pri njoj proizvodnji i distribuciji do potrošača.



Slika 3.8: Pozicija kreiranih scenarija

Ovakav pristup je odabran, obzirom da neregularni privredno - ekonomski uslovi u Srbiji, i s tim u vezi neadekvatan rad i poslovanje energetskog sektora, kao i postojanje promjenljivih prilika u snabdevanju u protekloj deceniji (uzrokovanih tranzicijom privrede i brojnim reformama), ne omogućuju korišćenje koncepta tzv. „Baznog scenarija“ za predviđanje razvoja energetskih sistema. Time je analiza „izašla“ iz zone predviđanja na bazi pouzdanih evidencija, trendova energetskih pokazatelja, sistematizovanih podataka i drugih vrsta relevantnih informacija. Analiza se bazira na zatečenom stanju i/ili normativima i/ili standardima propisanim veličinama kao i drugim izvorima indirektnih informacija za sadašnje i projektovano stanje. Ali zasigurno analiza nije u zoni nepostojanja informacija, subjektivnih mišljenja, procena i projekcija. To se u literaturi smatra zonom špekulacija.

3.8.4 Dominatni uticaji i pokretači promena unutar scenarija

Tri scenarija su formulisana u odnosu dominantno ekonomske prilike u zemlji i regionu, međutim i društvene razvojne aktivnosti imaju uticaj na projektovani okvir scenarija. Intenzitet društvenih uticaja svakako varira od scenarija do scenarija međutim oni istovremeno ne mogu biti zastupljeni sa podjednakim intenzitetom, prvenstveno zbog promenljivog karaktera procesa razvoja i implementacije.

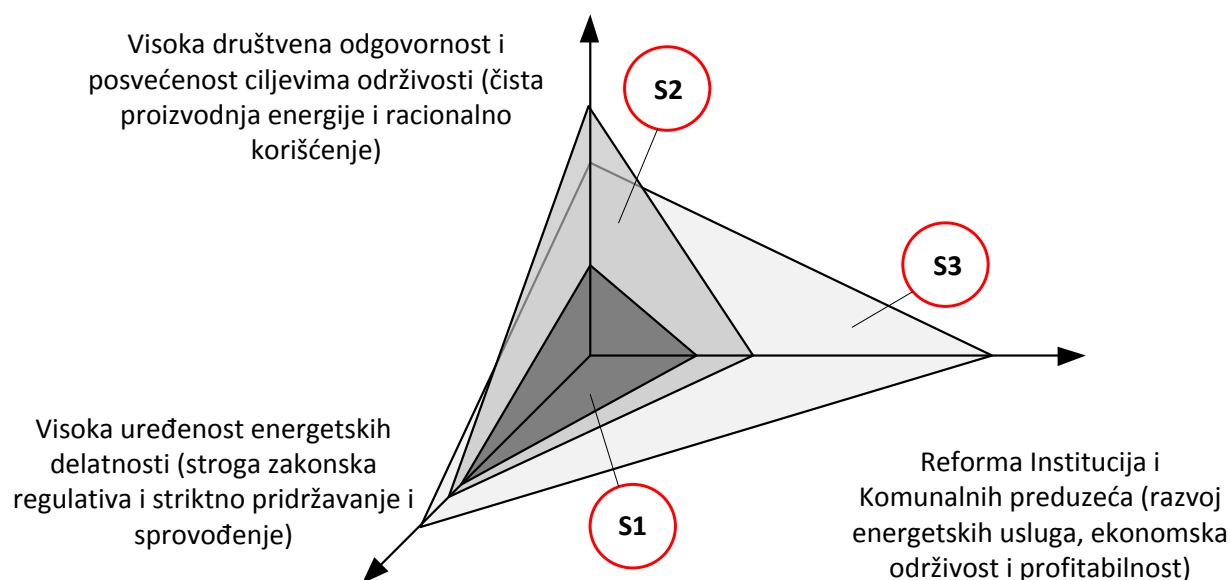
Stoga je napravljena osnovana pretpostavka da će se pojedini uticaju pojaviti sa većom ili manjom dominacijom u odnosu na preostale uticaje u pojedinim scenarijima. Npr. teško je očekivati da u scenariju S1 energetski sistemi beleže skromne pomake a da imamo uspešnu reformu institucija u kojima se nalaze ti sistemi i značajno povećanje odgovornosti korisnika prema energetskim i drugim resursima. Očekivano je da u scenariju S1 dominira snažni spoljni limitator a to je stroga zakonska regulativa koja se dosledno primenjuje. Takođe teško je očekivati da u uslovima otežanog privređivanja i slabih institucija imamo visoku društvenu odgovornost i posvećenost energetske ciljevima u značajnom povećanju od postojećeg. I u tom slučaju je očekivano da dominira spoljni limitator. Drugim rečima, odgovarajući scenario prati pozitivan razvoj pojedinog društvenog aspekta koji ima uticaj na prilike u konkretnom scenariju. Tako se u scenariju S3, kada se očekuje promena generacije tehnologije, gde je obim investiranja povećan, institucije prilagođavaju i prate „glas kapitala“, unapređuju znanja i svest o

energiji kao važnom resursu i lakše poštuju zakonski okvir. Brojna iskustva iz zemalja EU koje su prošle većinu tranzicionih procesa (Slovačka, Mađarska, Letonija i dr.) potvrđuju ovakav razvoj situacije.

Prema tome, spoljni uticaji i pokretači promena različiti su za različite pristupe, strategije i razvoje događaja. U disertaciji su istaknuti sledeći dominantni uticaji i pokretači promena unutar scenarija:

- Snažni spoljni limitatori koji se odnose na strogu zakonsku regulativu koja se dosledno primenjuje. To znači unapređenje uređenosti energetske delatnosti kroz zakonska rešenja i striktno pridržavanje i sprovođenje;
- Visoka odgovornost i posvećenost svih aktera energetske tranzicije. To podrazumeva povećanje društvene odgovornosti i posvećenosti ciljevima održivosti kroz čistu proizvodnju i racionalno korišćenje energije;
- Institucionalna reforma koja obuhvata reformu relevantnih institucija i komunalnih preduzeća kroz nove koncepte upravljanja, razvoj postojećih i uvođenje novih energetske usluga i unapređenje ekonomske održivosti i profitabilnosti.

Slika 3.9 prikazuje vizuelno kako može da se menja uticaj netehničkih prilika od scenarija do scenarija. Pored ekonomskih i tehničkih pokretača, pomenuti uticaji mogu biti i snažni pokretači promena.

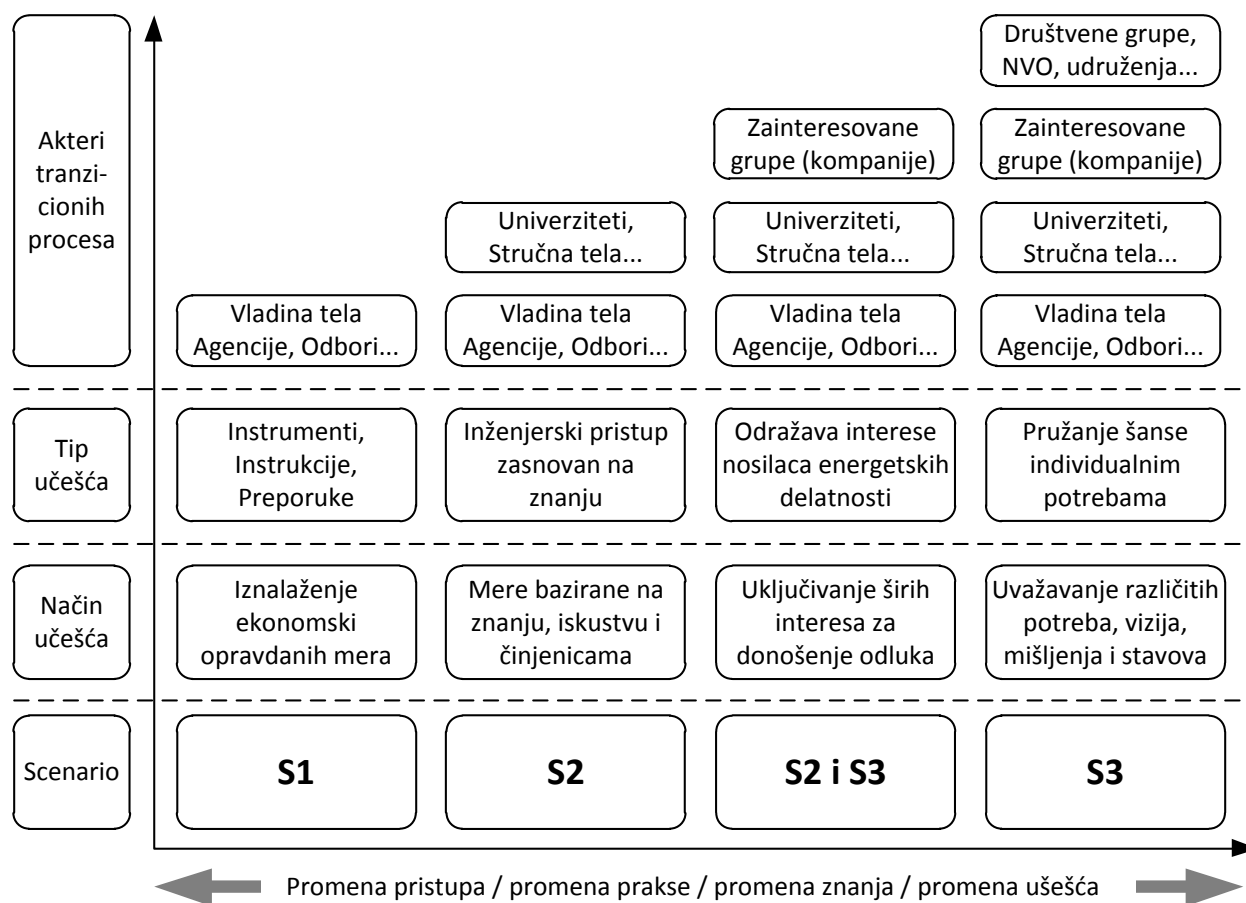


Slika 3.9: Dominantni uticaji i pokretači promena unutar scenarija

3.8.5 Akteri i njihovo učešće unutar scenarija

U tranzicionim procesima ne postoje unificirani pristupi i optimalna angažovanost resursa (materijalnih i ljudskih). Svaki tranziciona platforma zahteva poseban pristup kada su u pitanju resursi, faktori uticaja, organizovanost, nosioci aktivnosti, korisnici i dr.

Analiza scenarija pored analize izvora informacija i podataka, uticaja i pokretača tranzicionih promena, takođe tretira i uloge pojedinih aktera od scenarija do scenarija. Na slici 3.10 prikazani su tipovi i načini učešća pojedinih aktera u svakom od scenarija. Kako se scenario pomera po složenosti i sveobuhvatnosti i po uticaju na tranzicione parametre tako se uključuju različiti akteri ili grupe aktera. To je sasvim logično obzirom da od scenarija do scenarija imamo promenu pristupa i razmišljanja, promenu potrebnih znanja i iskustva itd. Inače i brojni strateški dokumenti EU smatraju da treba napustiti stroge podele nadležnosti i odgovornosti i da treba kombinovati kapacitete i koncepte i na neki način prilagođavati pristup uspehu strateških promena.



Slika 3.10: Tip i način učešća pojedinih aktera u svakom od scenarija

4. USMERAVANJE TRANZICIONIH PROCESA

Poglavlje se odnosi na trasiranje razvojnog puta energetskega sektora putem selekcije, vrednovanja i ocene konkretnih tranzicionih platformi za regionalne energetske sisteme. Poglavlje formuliše ciljne promene na bazi objektivnih kriterijuma, striktno uvažavajući regionalne specifičnosti.

4.1 VAŽNOST ISPRAVNOG PRISTUPA

Usmeravanje tranzicionih procesa ima višestruki značaj jer istovremeno postoji više kriterijuma koji definišu uspeh tranzicije. Prvo, od pravilnog kursa tranzicionog procesa direktno zavisi ishod odnosno ostvarenje svih postavljenih ciljeva, prema nacionalnim ili EU prioritetima. Druga važnost zasniva se na činjenici da je ciljeve potrebno ostvariti u zadovoljavajućem iznosu i vremenskom okviru odnosno u činjenici da je resurse (kao što su vreme, novac, institucije i dr.) potrebno racionalno angažovati i korake prilagoditi specifičnim okolnostima nacionalne ekonomije, kako se tranzicija nebi pretvorila u obimno angažovanje resursa u dužem vremenskom periodu sa neizvesnim ili skromnim ishodom što je u modernim društvima sa visokim ambicijama prevelik rizik.

Teškoće se javljaju jer egzistira različito tumačenje tranzicionog pristupa od strane donosioca odluka u državnim i pokrajinskim telima, političkih struktura, stručnih asocijacija, upravljačkih struktura javnih preduzeća i institucija i sl. Stavovi se ponekad dijametralno razlikuju. Takođe u naučnoj zajednici i stručnim krugovima ne postoji konsenzus o konceptu sistemskih promena unutar energetske tranzicije. Jedan od osnovnih razloga je postojanje različitih pokretača promena u različitim zemljama i regionim koji su po pravilu višeslojni a uticaji se međusobno preklapaju. Uticaji su tržište energenata i cene, razvoj tehnologije, svest o energiji i životnoj sredini i dr.

Kako bi se izvršila adekvatna kvalifikacija efekata energetske tranzicije ovde će biti korišćena višekriterijumska analiza za analizu po pitanju usmeravanja tranzicionih procesa. Višekriterijumska analiza ima mogućnost da sagleda i kvalifikuje sve činjenice kao i da vrednuje specifičnosti društveno – poslovnih okolnosti koje vladaju u Srbiji.

4.2 VIŠEKRITERIJUMSKI PRISTUP

Metod više-kriterijumske analiza (Multiple Criteria Analysis - MCA) je korišćen za analizu intenziteta ključnih uticaja na uspeh u sprovođenju energetske politike u Srbiji, ali i za tumačenje i interpretaciju rezultata. Više-kriterijumska analiza energetske efikasnosti je izvršena putem povezivanja i usklađivanja različitih kriterijuma i ciljeva sa ograničenim brojem alternativa energetske politike. Više-kriterijumska analiza je usvojena kao metod sposoban da uvaži i razmotri sve posledice primene energetske politike na razvoj energetskeg sektora i privrednih delatnosti, kao i na smanjenje pritiska na životnu sredinu.

MCA metodologija dosledno razmatra i uvažava više-ciljni karakter politike energetske efikasnosti i otvara mogućnosti da se utvrdi koliko je adekvatna pojedina opcija ili instrument te politike, koja se može uspešno realizovati u regionalnim okolnostima, ocenjujući primerenost svake opcije politike energetske efikasnosti u odnosu na ekološke, socijalne i ekonomske kriterijume i važeća zakonodavna ograničenja. To može biti od suštinskog značaja za podršku politici energetske efikasnosti. Relevantni autori su primenili MCA pristup po pitanjima energetske politike i izneli pozitivne zaključke [63], [64].

Konačno, MCA zaključci takođe mogu pomoći u izboru strateških razvojnih odnosno tranzicionih puteva, uzimajući u obzir sve specifičnosti lokalnog društva i privrede [34].

4.2.1 Definisane kriterijuma

Praktična implementacija politike energetske efikasnosti može biti veoma kompleksna aktivnost, jer podrazumeva ispunjenje većeg broja, po prirodi različitih kriterijuma. Sagledavanje i ocena efekata ovih aktivnosti predstavlja tada višedimenzionalan problem. Višekriterijumska analiza pruža mogućnost sagledavanja i ocene svih aspekata politike energetske efikasnosti u odnosu na definisane kriterijume i to na jedan organizovan i sistematičan način, uz uvažavanje i vrednovanje svakog pojedinačnog kriterijuma.

Svaki kriterijum je definisan u formi interpretacije cilja koji je od suštinskog interesa za pojedine nosioce ili korisnike energetske delatnosti i kao pokazatelj uspeha sprovođenja politike energetske efikasnosti [34]. U pitanju su sledeći kriterijumi:

K1. Ispunjenje ciljeva, obaveza, i zadataka Republičke Vlade:

- a. Dugoročni razvoj energetskeg sektora,
- b. Energetska tranzicija,
- c. Smanjenje uvozne zavisnosti,
- d. Geografska disperzija energetske izvora,
- e. Kompatibilnost energetske sistema i dr.

K2. Ispunjenje potreba privrednih subjekata:

- a. Jeftina i dostupna energija za privredne delatnosti,
- b. Nove mogućnosti za privatno – javno partnerstvo i ESCO kompanije,
- c. Striktno sprovođenje zakonske i podzakonske regulative,
- d. Uređenje tržišta energije i energetske usluga i dr.

K3. Ispunjenje ciljeva, obaveza i zadataka komunalnih preduzeća i energana drugih javnih sistema: (obrazove, kulturne, zdravstvene i sportske ustanove):

- a. Energetska efikasnost proizvodnje i distribucije energije,
- b. Uvođenje čistih energetske tehnologije i tehnologije koje koriste obnovljive izvore energije,
- c. Obezbeđenje zadovoljavajućeg kvaliteta, cena i raznovrsnosti energetske izvora,
- d. Obezbeđenje tehničke vitalnosti i održivosti energetske infrastrukture,
- e. Obezbeđenje ekonomske i finansijske održivosti i dr.

K4. Ispunjenje društvenih ciljeva i interesa:

- a. Redukcija nivoa rizika usled prekida u snabdevanju, nestašica i zagađenja životne sredine,
- b. Unapređenje standarda po pitanju zdravlja, bezbednosti i zaštite životne sredine (HSE: HHealth, SSafety and EEnvironment) u okviru svih aktivnosti u energetskim delatnostima,
- c. Obezbeđenje zadovoljavajućeg kvaliteta, cena i raznovrsnosti energetskih izvora,
- d. Očuvanje prirodnih resursa i staništa uprkos interesu krupnog kapitala i dr.

4.2.2 Određivanje težinskog faktora svakog kriterijuma

Određivanje težinskog faktora pojedinog kriterijuma je veoma osetljivo pitanje jer ovaj parametar ima dominantan uticaj u vrednovanju intenziteta uticaja pojedine aktivnosti, pojedinog aktera energetskih delatnosti i u krajnjem ima suštinski uticaj u trasiranju puta procesa energetske tranzicije.

Svaki od pomenutih kriterijuma ima različitu važnost u odnosu na neki drugi kriterijum iz grupe a obzirom na željene efekte u poboljšanju energetske efikasnosti. Pri tome, ti efekti su identifikovani i kvantifikovani preko formiranih energetskih pokazatelja za Srbiju i EU-27. Na ovaj način je isključena proizvoljnost u oceni važnosti pojedine tranzicione alternative. Međusobna važnost pojedinog kriterijuma je ocenjena i rangirana prema adekvatnosti i potencijalnoj mogućnosti za poboljšanje zatečenog stanja. Na primer, za smanjenje energetskog intenziteta, ostvarivanje K1 i K2 je dominantno važno i doprinosi povećanju konkretnog pokazatelja u većoj meri nego K3 i K4, respektivno. Ovaj pristup je primenjen za sve kriterijume i sve relativne važnosti svakog kriterijuma. Relativne važnosti svih kriterijuma su sumirane, procenjene i zatim vrednovane u parovima u matrici poređenja prema poznatoj metodi u okviru AHP koncepta (tabela 4.2). Na taj način su određeni težinski faktori svakog pojedinačnog kriterijuma. Energetski pokazatelji, korišćeni za određivanje težinskog faktora svakog kriterijuma, prikazani su grafički na slikama 2.1 do 2.9. U pitanju su sledeći pokazatelji:

- P1. Energetski intezitet, iskazano kao UPEI/BDP(ppp) [ten/103 2000US\$]. U Srbiji je ovaj pokazatelj 0,44 i veći je više od 3 puta u odnosu na EU-27 (0,14). Ovakav odnos se može okarakterisati kao nepovoljan. Vrednosti ukazuju da se energija u Srbiji nedovoljno koristi za stvaranje nove vrednosti i da kriterijum K1 a zatim i K2 imaju dominantan uticaj na poboljšanje i najveći potencijal. Slede kriterijumi K3 i K4 sa manjim uticajem.
- P2. Struktura potrošnje, iskazano kao UPEI/broj stanovnika [ten/stanovnik]. U Srbiji je ovaj pokazatelj 1,97 i manji je oko 2 puta u odnosu na EU-27 (3,31). Drugi pokazatelj je Potrošnja električne energije/broj stanovnika [kWh/stanovnik]. U Srbiji je ovaj pokazatelj 4,23 i manji je oko 1,5 puta u odnosu na EU-27 (6,07). Vrednosti ukazuju na lošu strukturu potrošnje i nisku privrednu aktivnost, i kriterijumi K2 i K3 imaju dominantan uticaj. Slede kriterijumi K1 i K4 sa manjim uticajem.
- P3. Privredna aktivnost, iskazano kao BDP/broj stanovnika [US\$2000/stanovnik]. U Srbiji je ovaj pokazatelj 1.230 i manji je oko 15 puta u odnosu na EU-27 (18.949). Drugi pokazatelj je BDP(ppp)/broj stanovnika [US\$2000(ppp)/stanovnik]. U Srbiji je ovaj pokazatelj 4.526 i manji je za više od 5 puta u odnosu na EU-27 (23.997). Vrednosti ukazuju na nisku privrednu aktivnost i na energetske delatnosti kao potencijalnu poslovnu šansu i podsticaj. Ovde kriterijumi K3 i K2 imaju dominantan uticaj. Slede kriterijumi K1 i K4 sa manjim uticajem.
- P4. Uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi, iskazan kao CO₂/broj stanovnika [tCO₂/stanovnik]. U Srbiji je ovaj pokazatelj 6,32 a u EU-27 manji za 12% (7,15). Drugi pokazatelj je CO₂/UPEI [tCO₂/ten]. U Srbiji je ovaj pokazatelj 3,20 a u EU-27 manji 32% (2,16). Vrednosti ukazuju na neadekvatnu primenu HSE standarda, što naročito ima značaj u uslovima niske privredne aktivnosti. Drugi važan zaključak je nepovoljna struktura potrošnje što se odnosi na neadekvatno korišćenje el. energije dobijene velikim delom iz niskokaloričnog uglja. Ovde su kriterijumi K3 i K4 dominantni. Slede kriterijumi K1 i K2 sa manjim uticajem.

Metod koji se koristi za analizu, vrednovanje i ponderisanje kriterijuma je matrica poređenja u parovima (tabela 4.2), što je tipično za koncept analitičkog hijerarhijskog procesa, AHP. Procena relativne važnosti svakog kriterijuma vrši se u skladu sa ranije utvrđenom adekvatnošću i potencijalom poboljšanja konkretnog pokazatelja. Satijeva skala vrednosti [62] se koristi za poređenje u parovima, koja brojačno

vrednuje intenzitet relativnog značaja. Način određivanja težinskih odnosa prikazan je u tabeli 4.1. Vektori relativnih težinskih faktora "Wc" određuju se uobičajenim matičnim postupkom odnosno normalizacijom geometrijske sredine redova u matrici za poređenje.

Smatra se da ljudi generalno nisu u stanju da vrše izbore ako je skup mogućnosti beskonačan. Pošto su psihološki eksperimenti pokazali da pojedinac ne može istovremeno porediti više od 7 objekata (plus ili minus 2), Sati je definisao skalu koja ima najveću vrednost 9, najmanju vrednost 1 i razlike podeoka 1. Satijeva skala se uglavnom smatra standardom za AHP, a koristi se za poređenje u parovima u smislu kako je definisano u tabeli 4.1. Brojne vrednosti se unose u matricu poređenja [62].

Tabela 4.1: Satijeva skala vrednosti

VAŽNOST (numerička ocena)	DEFINICIJA (opisna ocena važnosti)
1	Elementi jednakog prioriteta
2	Jednaki do umerena prednost
3	Umerena prednost
4	Umerena do jaka prednost
5	Jaka prednost
6	Jaka do vrlo jaka prednost
7	Vrlo jaka prednost
8	Vrlo jaka do apsolutna prednost
9	Apsolutna (ekstremna) prednost

Matičnim postupkom je izvršena procena važnosti i dominacije uticaja među kriterijuma a u odnosu na pokazatelje energetske delatnosti u Srbiji (tabela 4.2). Važnosti druge u odnosu na prvu aktivnost određuju se recipročnim vrednostima važnosti prve u odnosu na drugu aktivnost. To je osnova metode poređenja u parovima.

Tabela 4.2: Poređenja u parovima

	K1	K2	K3	K4	Wc
K1	1,0	1/2	1/3	2,0	0,160
K2	2,0	1,0	1/2	3,0	0,277
K3	3,0	2,0	1,0	4,0	0,467
K4	1/2	1/3	1/4	1,0	0,095

Viši iznos težinskog koeficijenta pojedinog kriterijuma ukazuje da u Srbiji postoji izraženija potreba primene mera politike efikasnosti u skladu sa tim konkretnim kriterijumom. Drugim rečima, jedan kriterijum je važnije ispuniti od drugog sa manjim težinskim koeficijentom. U slučaju Srbije kriterijum K3 (Ispunjenje ciljeva, obaveza, i zadataka javnih komunalnih preduzeća i energana drugih javnih sistema: obrazove, kulturne, zdravstvene i sportske ustanove) ima najdominantniji uticaj.

4.2.3 Vrednovanje uticaja pojedinih opcija energetske politike

Ponderisanje uticaja pojedinih opcija energetske politike prema kriterijumima izvršeno je numeričkim vrednostima koje reprezentuju intenzitet uticaja na definisane kriterijume odnosno ostvarivanje ciljeva interpretiranih sa kriterijumima.

Numeričke vrednosti uticaja su definisane na način kao u tabeli 4.3. Time je napravljena jedinstvena skala i svi uticaji se ravnopravno tretiraju i imaju uporedivu relativnu vrednost, što je bio cilj.

Tabela 4.3: Skala uticaja za MCA pristup

UTICAJ (numerička ocena)	DEFINICIJA (opisna ocena uticaja)
0,0	Bez uticaja
0,2	Minorni uticaj
0,4	Opšti uticaj
0,6	Jak uticaj
0,8	Suštinski uticaj
1,0	Presudan uticaj

Ukupni skor pojedine opcije energetske politike je dobijen uz pomoć jednostavne algebarske operacije:

$$S_i = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot u_i)$$

Gde su: S_i – Ukupni skor pojedinog instrumenta energetske politike

w_i – Težinski faktor i-tog kriterijuma

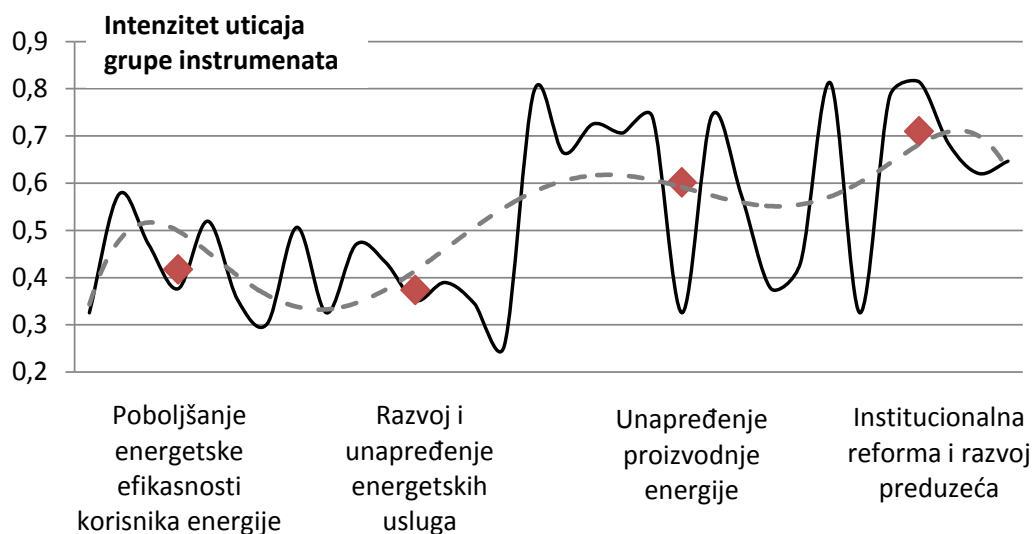
u_i – Numerička vrednost uticaja i-tog instrumenta energetske politike

Na taj način iznos ukupne numeričke vrednosti uticaja (S) interpretira intenzitet uticaja konkretne opcije energetske politike na ispunjenje kriterijuma i u konačnom, dostizanje željenih ili EU energetske pokazatelja. U tabelama 4.4 i 4.5 prikazane su pojedinačne i ukupne numeričke vrednosti uticaja za sve razmatrane opcije gde su aktivnosti / instrumenti sa najvišim vrednostima ukupne numeričke vrednosti uticaja upravo opcije koje imaju najintenzivniji uticaj na ispunjenje definisanih kriterijuma. Dakle to su opcije energetske politike koje najviše nedostaju da bi pokazatelji dostigli zadovoljavajući nivo.

Tabela 4.4: Aktivnosti i instrumenti društveno poslovnih entiteta

CILJ	Aktivnosti / instrumenti (koji omogućavaju tranziciju)	Kriterijum: K1 K2 K3 K4				S
		Težinski faktor kriterijuma: 0,16 0,28 0,47 0,09				
Poboljšanje energetske efikasnosti korisnika energije	Unapređenje procesa gradnje i energetska sertifikacija	0,4	0,2	0,4	0,2	0,325
	Formiranje i uvođenje energetskog servisa u zgradarstvu	0,8	0,4	0,6	0,6	0,577
	Preporuke za energetske efikasnost opreme i materijala	0,6	0,4	0,4	0,8	0,470
	Realizacija projekata energetske efikasnosti u javnim objektima	0,6	0,2	0,4	0,4	0,377
	Promocija visokoeфикаsnih energetskih tehnologija	0,8	0,6	0,4	0,4	0,519
	Edukacija i obuka korisnika objekata	0,8	0,2	0,2	0,8	0,353
	Poboljšanje energetskih performansi u stambenom sektoru	0,6	0,2	0,2	0,6	0,302
	Formiranje specijalnih finansijskih mehanizama i proizvoda	0,6	0,6	0,4	0,6	0,507
	Uvođenje procedura sistema upravljanja energijom	0,4	0,2	0,4	0,2	0,325
Razvoj i unapređenje energetskih usluga	Unapređenje usluga energetske efikasnosti i OIE	0,6	0,4	0,4	0,8	0,470
	Promocija visokoeфикаsnih energetskih KGH tehnologija	0,6	0,4	0,4	0,4	0,432
	Praćenje transformacije tržišta i priprema novih inicijativa	0,8	0,4	0,2	0,2	0,351
	Primena preporučenih standarda za energetske efikasnost	0,8	0,4	0,2	0,6	0,390
	Uvođenje procedura sistema upravljanja energijom	0,4	0,2	0,4	0,4	0,345
	Analiza potreba za razvoj ljudskih kapaciteta u ovoj oblasti	0,2	0,4	0,2	0,2	0,255
Unapređenje proizvodnje energije	Razvoj podsticajnih mehanizama za OIE i energetske efikasnost	1,0	0,8	0,8	0,4	0,794
	Spregnuta proizvodnja toplotne i električne energije	1,0	0,6	0,6	0,6	0,664
	Modernizacija infrastrukture i opreme (nadzor i upravljanje)	0,8	0,6	0,8	0,6	0,725
	Nabavka novih tehnologija i procena radnog veka	0,8	0,6	0,8	0,4	0,706
	Proizvodnja toplotne energije na bazi OIE	1,0	0,4	0,8	1,0	0,740
	Preporuke za energetske efikasnost opreme i materijala	0,4	0,4	0,2	0,6	0,326
	Uvođenje procedura sistema upravljanja energijom	0,8	0,8	0,8	0,2	0,743
	Intenziviranje transformacije tržišta energetskih usluga	0,8	0,8	0,4	0,4	0,575
	“Zeleni” i “Beli” sertifikati	0,6	0,2	0,4	0,4	0,377
	“Trgovina CO ₂ ” i izdavanje sertifikata	0,6	0,4	0,4	0,4	0,432
	Zakonodavni okviri, standardi i normativi za goriva i energiju	1,0	0,8	0,8	0,6	0,813
	Analiza potreba za razvoj ljudskih kapaciteta u proizvodnji en.	0,4	0,2	0,4	0,2	0,325
Institucionalna reforma i razvoj preduzeća	Smanjenje državnog preduzetništva	0,8	0,4	1,0	0,8	0,783
	Uvođenje ili unapređenje korporativnog upravljanja	1,0	0,4	1,0	0,8	0,815
	Restruktuiranje preduzeća i institucija	1,0	0,4	0,8	0,4	0,683
	Razvoj portfolija	0,6	0,2	0,8	1,0	0,621
	Reformisanje preduzeća i institucija	1,0	0,2	0,8	0,6	0,647

Ako se intenzitet uticaja prikaže grafički (slika 4.1) evidentno je da institucionalna reforma i razvoj preduzeća imaju najveći uticaj na ispunjenje kriterijuma a samim tim i na uspeh tranzicionih procesa. Druga grupa instrumenata prema uticaju je unapređenje proizvodnje energije.

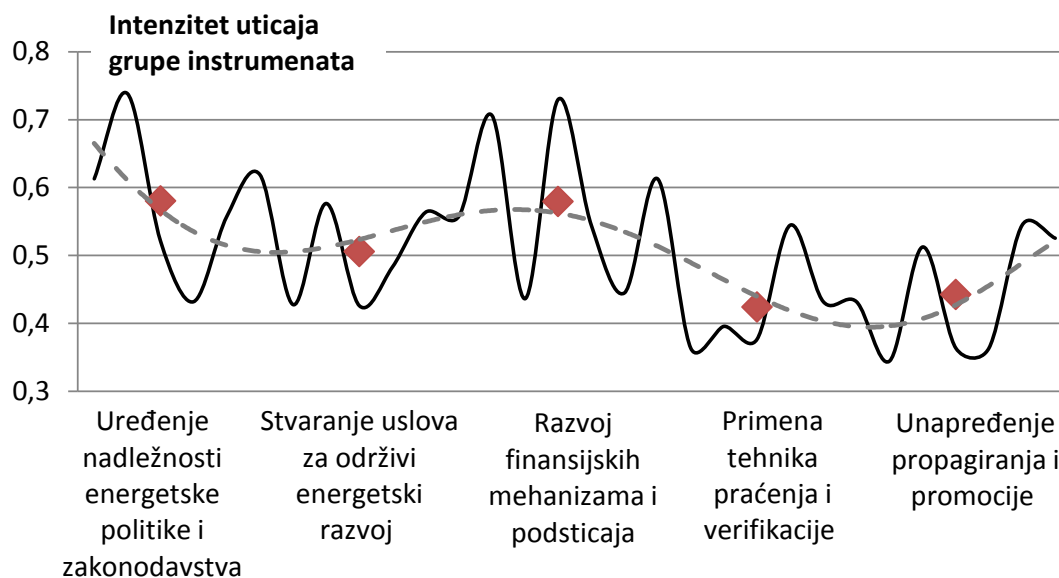


Slika 4.1: Intenzitet uticaja prve grupe instrumenata

Tabela 4.5: Aktivnosti i instrumenti zakonodavno-izvršnih organa i institucija

CIJ	Aktivnosti / instrumenti (koji omogućavaju tranziciju)	Kriterijum: K1 K2 K3 K4				S
		Težinski faktor kriterijuma: 0,16 0,28 0,47 0,09				
Uređenje nadležnosti energetske politike	Lanac primene energetske politike od razvoja do primene	0,8	0,6	0,6	0,4	0,613
	Donošenje zakonskih akata u duhu održivog razvoja	1,0	0,6	0,8	0,4	0,738
	Energetsko planiranje u urbanim i ruralnim područjima	0,8	0,2	0,6	0,6	0,521
	Promocija uspešno realizovanih projekata	0,6	0,4	0,4	0,4	0,432
	Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike i dr.	0,8	0,4	0,6	0,4	0,557
	Izrada Akcionog plana implementacije zadataka	0,6	0,4	0,8	0,4	0,619
Stvaranje uslova za održivi energetski razvoj	Promocija principa održivog razvoja i mobilizacija učesnika	0,8	0,2	0,4	0,6	0,428
	Planiranje korišćenja OIE i primene mera EE na lokalnom nivou	0,8	0,4	0,6	0,6	0,577
	Uspostavljanje favorizovanih uslova za razvoj lokalnog tržišta	0,8	0,6	0,2	0,4	0,426
	Podrška formiranju lokalnih i regionalnih agencija	0,8	0,4	0,4	0,6	0,483
	Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike i dr.	0,6	0,4	0,6	0,8	0,564
	Izrada Akcionog plana implementacije zadataka	0,8	0,4	0,6	0,4	0,557
Razvoj finansijskih mehanizama i podsticaja	Investicioni mehanizmi podrške programa i projekata OIE i EE	0,8	0,6	0,8	0,4	0,706
	Uspostavljanje uslova za fer nadmetanje	0,4	0,6	0,4	0,2	0,436
	Mikro finansijske šeme u energetske delatnostima	0,6	0,8	0,8	0,4	0,730
	Finansijski mehanizmi podsticaja inovativnih projekata	0,6	0,4	0,6	0,6	0,545
	Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike i dr.	0,8	0,4	0,4	0,2	0,445
	Izrada Akcionog plana implementacije zadataka	0,8	0,6	0,6	0,4	0,613
Primena tehnika praćenja i verifikacije	Praćenje i procena efekata različitih programa i mera OIE i EE	0,4	0,2	0,4	0,6	0,364
	Metodi, pokazatelji i modeli budućih trendova razvoja	0,6	0,2	0,4	0,6	0,396
	Razrada mehanizama razmene iskustava za praćenje i procene	0,6	0,2	0,4	0,4	0,377
	Upravljanje energijom na bazi napredne tehnike nadzora	0,6	0,4	0,6	0,6	0,545
	Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike i dr.	0,6	0,4	0,4	0,4	0,432
	Izrada Akcionog plana implementacije zadataka	0,6	0,4	0,4	0,4	0,432
Unapređenje propagiranja i promocije	Širenje rezultata istraživačkih, razvojnih i demonstr. projekata	0,4	0,2	0,4	0,4	0,345
	Razmena saznanja o najboljim projektima iz različitih sektora	0,4	0,4	0,6	0,6	0,513
	Širenje programa i njihovih rezultata	0,4	0,2	0,4	0,6	0,364
	Javne kampanje za razumevanje i podršku državi ili regionu	0,4	0,2	0,4	0,6	0,364
	Obuka i uspostavljanje mreže kreatora energetske politike i dr.	0,6	0,4	0,6	0,6	0,545
	Izrada Akcionog plana implementacije zadataka	0,6	0,4	0,6	0,4	0,525

Navedene aktivnosti su univerzalne a težinski faktor svakog kriterijuma odražava nacionalne i regionalne specifičnosti. Rekapitulacija rezultata prikazana je na slici 4.2. Dominantan uticaj ima uređenje nadležnosti energetske politike i razvoj finansijskih mehanizama i podsticaja.



Slika 4.2: Intenzitet uticaja druge grupe instrumenata

4.2.4 Interpretacija rezultata MCA analize

Analizom intenziteta uticaja (S faktor) na ispunjenje kriterijuma i ostvarivanje ciljeva, izdvojene su najadekvatnije aktivnosti aktera energetske tranzicije, odnosno određeni su najadekvatniji instrumenti energetske politike koji omogućavaju realizaciju tranzicionog procesa. Instrumenti tranzicije se u ovom kontekstu mogu definisati kao raspoložive mere, aktivnosti i resursi u sprovođenju tranzicionih promena na regionalnom planu. Kao najadekvatniji instrumenti prepoznati su:

1. Instrumenti koji nemaju isključivo tehnički karakter. Unutar ove grupe instrumenata izrazito dominantan zadatak je uvođenje ili unapređenje korporativnog upravljanja. To posledično ukazuje na potrebu razvoja novog sistema upravljanja energijom i performansama. Odmah zatim slede tehnološke mere, među kojima dominiraju: razvoj podsticajnih mehanizama za OIE i energetska efikasnost; Spregnuta proizvodnja toplotne i električne energije; Sistemska modernizacija infrastrukture i opreme,
2. Instrumenti koji iskustveno daju rezultate na kraći i srednji rok i
3. Instrumenti čije odgovornosti dominantno pripadaju nadležnim institucijama i telima u Srbiji odnosno donosiocima odluka. Ishodi odluka ovog nivoa imaju presudan značaj za sve delatnosti i sve aspekte razvoja energetskog sektora.

Na bazi tumačenja nameće se zaključak da postoji odsustvo institucionalne uređenosti kad su u pitanju energetske delatnosti. To implicira zaključak da u Srbiji egzistira:

1. Loše vrednovanje politike energetske efikasnosti od strane svih činilaca energetske delatnosti u Srbiji (neadekvatno vrednovanje energije kao resursa),
2. Spora i neefektivna energetska tranzicija (struktura izvora i potrošača nepromenjena),
3. Nedovoljno korišćenje raspoloživih finansijskih mehanizama (skup kapital, nizak IRR projekata energetske efikasnosti, visoka diskontna stopa i dr.),
4. Nerazvijeno tržište energetskih usluga i
5. Inertnost lokalnih vlasti (odsustvo energetskog planiranja, odsustvo doslednog sprovođenja strategija razvoja, nedostatak projektnih ideja i razvijenih projekata i dr.).

Na bazi adekvatnosti pojedinih instrumenata energetske politike i na bazi tumačenja rezultata MCA analize izvršena je selekcija instrumenata tranzicije koji će biti detaljnije vrednovani i ocenjeni.

4.2.5 Selekcija instrumenata tranzicije i obrazloženje

Polazeći od dosadašnjih iskustava, koja se baziraju na do sada preduzetim merama energetske efikasnosti, evidentiranim nezadovoljavajućim pokazateljima i trendovima u potrošnji energije, energetskom miksu i nivou zagađenja okoline, indikativna je neophodnost i prioritarnost novih sistemskih promena, tranzicionog karaktera, prvenstveno u sektoru obrazovnih i zdravstvenih ustanova i komunalnih sistema a takođe i u industriji. Uprkos mnogim idejama, inicijativama i naporima, sistematska i organizovana briga o energetske efikasnosti pomenutih kategorija izostaje a samim tim i poboljšanja, što upućuje na neophodnost novog pristupa u kreiranju puta i sprovođenju tranzicionih procesa energetskih sistema. Upravo iz ovih razloga izvršena je selekcija instrumenata tranzicije metodom višekriterijumske analize. Tako je napravljen uži izbor tranzicionih instrumenata, ali koji su adekvatni i adaptirani prilikama u Srbiji.

Selekcija instrumenata tranzicije je veoma važan i osetljiv proces jer ima suštinski uticaj na uspeh tranzicionih procesa. Ovaj proces nosi sa sobom poteškoće koje su zajedničke u svim zemljama koje sprovode tranzicione procese. Stručna javnost, interesne grupe, donosioci odluka i kreatori energetskih politika i strategija imaju različite pa čak i suprotstavljene stavove o tome kako usmeriti procese tranzicije energetskih sistema, koje instrumente koristiti i kako vrednovati efekte promena.

Važnost selekcija instrumenata tranzicije proizilazi iz činjenice da se one po pravilu odnose na značajne potrošače energije, da su korisnici energije često osetljive društvene grupe, da sistemi imaju trend pogoršanja energetske efikasnosti i da postaju preveliko finansijsko opterećenje za lokalne zajednice i državu, da predstavljaju pretnju po zdravlje korisnika i ljudi u okruženju jer ne koriste čiste energetske

tehnologije i da kreiraju loš stav o energiji u društvu zbog neadekvatnog vrednovanja energije kao resursa budućnosti. To se naročito odnosi na javne objekte i sisteme.

S tim u vezi neprihvatljiva je neselektivna strategija koja nije prilagođena lokalnim prilikama i strateškim opredeljenjima i sa preambicioznim ciljevima za koje ne postoje odgovarajući preduslovi. Na bazi prethodne višekriterijumske analize zaključeno je da energetske tranzicije treba fazno implementirati a prvu fazu treba da čine najprimerenije mere koje su izdvojene pomenutom analizom.

Instrumenti koje su adekvatni kandidati za uspešan početak tranzicionog procesa su:

1. Institucionalna reforma (novi koncept preduzeća i delatnosti, razvoj korporativnog upravljanja u ustanovama i institucijama, uređenje nadležnosti energetske politike i razvoj finansijskih mehanizama i podsticaja),
2. Operativni instrumenti (unapređenje proizvodnje energije kroz operativna poboljšanja u energanama industrije, objektima javnog sektora i komunalnim sistemima) i
3. Novi resursi i tehnologije (unapređenje usluga energetske efikasnosti i korišćenja obnovljivih izvora energije, promocija visokoefikasnih energetskih tehnologija).

Institucionalna reforma nije klasična mera poboljšanja, ona predstavlja svojevrsan preduslov za realizaciju svih elemenata procesa tranzicije bez obzira na tip, ciljeve, instrumente i dr. Ovaj uticaj je veoma teško kvantifikovati jer nije moguće predvideti efekte eventualne reforme institucija. Ako bi se reforma i desila, njena dubina, sveobuhvatnost i efikasnost bi bila promenljiva, uslovljena i veoma podložna uticajima nereformisanih segmenata društva (pod pretpostavkom da nije moguće reformisati sve segmente društva u kratkom roku i jednovremeno). Takođe doslednost u poštovanju zakona i pozakonskih akata, standarda, instrukcija i dr. može biti veoma promenljiva ali i formalna bez suštinskih poboljšanja. Iz pomenutih razloga u istraživanju se polazi od pretpostavke da će se institucionalna reforma pre ili kasnije desiti i da će biti dovoljno uspešna da ne remeti razvoj energetskih sistema.

4.2.6 Razvoj tranzicionih platformi

Tranzicione platforme su definisane kao osnovni činioci jedinstvene energetske tranzicije i odnose se na konkretnu energetske delatnost, npr. solarnu tehnologiju ili SPETE. Dakle, tranziciona platformi je energetska tranzicija jednog segmenta energetskih delatnosti.

Tranzicione platforme i vizije ostvarivanja tranzicionih platformi su razvijene prvenstveno na bazi istraživanja i MCA analize ali i uvažavajući strateška opredeljenja Republike Srbije (tabela 4.6).

Tabela 4.6: Tranzicione platforme i vizije ostvarivanja tranzicionih platformi

TRANZICIONA PLATFORMA		VIZIJA OSTVARIVANJA TRANZICIONE PLATFORME
Razvoj lanca energetske efikasnosti kombinovanim metodama (Operativni instrumenti u energanama)	Novi koncept upravljanja energijom	<ul style="list-style-type: none"> – Razvoj sistema upravljanja energijom i performansama – Poboljšanje operativnih procedura energetskih sistema – Unapređenje investicionog održavanja – Dosledna primena standarda, instrukcija, pravilnika i dr.
	Revitalizacija kotlovskih postrojenja	<ul style="list-style-type: none"> – Regulaciju procesa sagorevanja – Upravljanje opterećenjem kotlarnice – Korišćenje otpadne toplote (odmuljivanje i odsoljavanje) – Automatsko upravljanje energetskom infrastrukturom
Kapitalna ulaganja u modernizaciju; Tehnološke i sistemske promene	Nove – efikasne energetske tehnologije	<ul style="list-style-type: none"> – Primena tehnologija za decentralizovanu proizvodnju električne i toplotne energije (SPETE) na bazi prirodnog gasa (snage od 0,5 do 3 MW) u regionalnim bolnicama
	Novi izvori energije i tehnologije koje koriste OIE; Čista energija	<ul style="list-style-type: none"> – Razvoj lokanih toplotnih izvora male i srednje snage za korišćenje biomase u školskim ustanovama (supstitucija goriva i primena lokalnog i obnovljivog resursa) – Integracija solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme za veći broj korisnika

Zadatak platforme je da u okviru širih društveno ekonomskih okolnosti na nacionalnom i regionalnom planu (organizovanih preko scenarija S1, S2 i S3), implementira vizije ostvarivanja konkretnih tranzicionih platformi prema kojima tranzicije energetskih sistema mogu biti realizovane uz tehničku, ekonomsku i društvenu opravdanost. U okviru svake tranzicione platforme moguć je niz adekvatnih segmenata poboljšanja. Međutim ovde je odabran (a na bazi istraživanja i MCA analize), konkretan niz aktivnosti ili mera koje su nazvane vizijama ostvarivanja tranzicionih platformi.

Selektovane tranzicione platforme i pripadajuće aktivnosti u Srbiji gotovo da ne postoje ili postoje uz skromne rezultate i pojedinačne slučajeve. One se odnose na čitav sektor energetike a samo sektor domaćinstava nije obuhvaćen. Tranzicione platforme, scenariji i korisnici prikazani su u tabeli 4.7.

Tabela 4.7: Tranzicione platforme i pripadajući korisnici

Scenario	Naziv tranzicione platforme	Korisnici
S1	Novi koncept upravljanja energijom	Društveno poslovni entiteti (kompanije, komunalni sistemi, javni objekti...), konkretno kotlarnice veće snage sa više kotlova, velikim brojem sati rada, malim prekidima u radu i dr.
S2	Revitalizacija kotlovskih postrojenja	
S3	Nove tehnologije – SPETE	Regionalni bolnički kompleksi, sa ujednačenim potrebama za grejanjem, TPV i klimatizacijom.
	Novi izvori energije - solarna energija	Podrška daljinskim sistemima snabdevanja u pripremi TPV u gusto naseljenim zonama.
	Novi izvori energije – biomasa	Obrazovne ustanove, konkretno lokalne kotlarnice manjeg kapaciteta koje rade sa većim prekidima, promenljivim opterećenjem i slabijim održavanjem.

Korisnici su odabrani po prioritarnosti preduzimanja mera unapređenja. Praksa korišćenja energetskih resursa kod ovih je nezadovoljavajuća a kod nekih izrazito nepovoljna. Primeri su školske ustanove sa električnim kotlovima i potrebama preko 250 kWh toplotne energije po m² grejne površine, bolnice sa potencijalom uštede od 40%, kotlarnice veće snage bez kontrole sagorevanja i evidencija o potrošnji, neekonomični daljinski sistemi za TPV itd. Kod pobrojanih korisnika mere su neophodne i na njima je izvršena analiza implementacije tranzicionih platformi. Vodio se računa da se mere ne preklapaju.

U odnosu na nacionalna strateška opredeljenja izostavljene su ambiciozne mere i aktivnosti koje u proteklom periodu nisu imale uspeha i za koje se ni danas nisu stvorili uslovi za implementaciju i mere koje nisu prioritetne i izvesno opravdane u odnosu na parametre kao što su potencijal za racionalizaciju, iznos ulaganja i potrebu angažovanja značajnih kapaciteta (materijalnih i ljudskih).

Strateški dokumenti resornog Ministarstva Vlade Republike Srbije tretiraju različite aspekte koji se istovremeno baziraju na veoma ambicioznim projekcijama i jednovremenoj primeni veoma zahtevnih aktivnosti kao što su nove kapitalne hidroelektrane i novi agregati u srednje snage, vertoparkovi, solarne elektrane, nove termoelektrane na lignit i na prirodni gas i dr. i s druge strane tretiraju i aktivnosti koje nemaju tranzicioni karakter. Ova druga lista obuhvata aktivnosti koje se odvijaju već po ustaljenim procedurama i ne predstavljaju sistemske promene pa se ne mogu kvalifikovati kao tranzicione. Tu su npr. razvoj lokalnih mreža prirodnog gasa za obezbeđenje toplotnih energetskih usluga u sektoru zgradarstva (stambenim i javnim), proširenje postojećih toplovodnih magistrala za priključenje novih potrošača toplotne energije iz postojećih i novih toplotnih izvora, uvođenje tehničkih mera za smanjenje toplotnih gubitaka u zgradama (stambenim i javnim) i u termičkim procesima proizvodnih tehnologija, postupna zamena zastarelih kućnih aparata i organizovana zamena postojećih svetiljki sa novim, štedljivim i dr. Na kraju, ovi dokumenti tretiraju i aktivnosti koje su obuhvaćene istraživanjem u okviru disertacije, što daje potvrdu da su prikazani tranzicioni procesi u skladu sa državnim strategijama ali uz uslov pozitivnog ishoda implementacije.

B.

TRANZICIONE PLATFORME REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA

Poglavlje B detaljno obrazlaže ideje, pristupe i koncepte ostvarivanja tranzicionih platformi kao sastavnih elemenata tranzicionih procesa. Prikazane su sve predložene opcije unapređenja, pojedinačno sa svim specifičnostima.

Svaka od tranzicionih platformi je tranzicija jednog segmenta energetske delatnosti koja se razmatra kao važna prema kriterijumima koji su definisani za regionalne prilike.

Tranzicionih platformi ima 4 i analizirane su u poglavljima 5 do 8. Svaku od tranzicionih platformi karakteriše različita tehnologija, različit resurs i različit korisnik:

5. OPERATIVNI INSTRUMENTI U ENERGANAMA → društveno poslovnih entiteta
6. NOVI IZVORI ENERGIJE – BIOMASA → u obrazovnim ustanovama
7. NOVI IZVORI ENERGIJE – SOLARNA ENERGIJA → kao podrška u daljinskim sistemima
8. NOVE TEHNOLOGIJE – SPREGNUTA PROIZVODNJA → u regionalnim bolničkim kompleksima

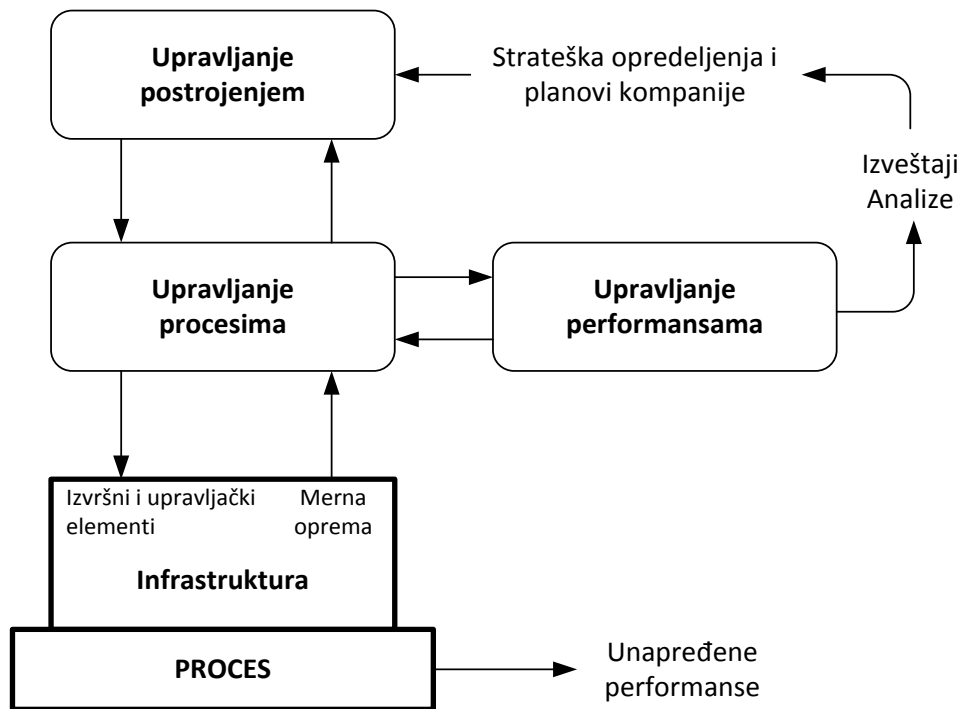
5. OPERATIVNI INSTRUMENTI U ENERGANAMA

5.1 PRISTUP UPRAVLJANJU ENERGETSKIM SISTEMIMA

Kako bi se sagledali aspekti upravljanja energetske resursima potrebno je razgraničiti koji su to generalni pristupi koji imaju isti efekat na korišćenje energije u energetske postrojenju. S timu vezi moguće je menjati navike i svest zaposlenih, znanje i veštine operatera, poboljšati održavanje i dr. a moguće je i investirati u tehnološka rešenja kao što su sistemi automatskog upravljanja u kotlovske i grejnoj tehnici. Navedeni pristupi su po svojoj prirodi potpuno različiti i važno je opredeliti se za onaj koji je primenjiv i prihvatljiv u konkretnom slučaju. Bilo bi idealno sinhronizovano realizovati oba pomenuta pristupa i to je onda najbolja praksa.

Prikazan koncept struktura pomenute podpristupe i pozicionira primenu rešenja automatike u kotlovske i grejnoj tehnici, u odnosu na neke druge pristupe upravljanju energijom. U konkretnom prikazu proces je produkcija toplotne energije u kotlovske postrojenjima. Pristup upravljanju

energetskog postrojenja moguće je koncipirati kroz tri osnovne aktivnosti [65], [66], kako je to prikazano na slici 5.1, i koje su hijerarhijski organizovane.



Slika 5.1: Pristup upravljanju energetskim sistemima

Pomenute tri osnovne aktivnosti u procesu upravljanja termoenergetskim postrojenjem uključuju:

1. **UPRAVLJANJE POSTROJENJEM** podrazumeva kontinualan proces zasnovan na nekoliko osnovnih aktivnosti a to su: utvrđivanje ciljeva na osnovu dugoročnih i strateških opredeljenja i planova kompanije, uspostavljanje najboljih performansi postrojenja, i planiranje i kreiranje operativnih scenarija na osnovu analize efekata i iskustava u toku dosadašnjeg funkcionisanja postrojenja.
2. **UPRAVLJANJE PROCESIMA** je aktivnost koja uključuje korišćenje savremenih i konvencionalnih tehnika upravljanja za dostizanje željenog stanja pojedinih podsistema pa i samog postrojenja.
3. **UPRAVLJANJE PERFORMANSAMA** podrazumeva dijagnostikovanje (lociranje) “slabih tačaka” procesa, pronalaženje mogućnosti za smanjenje operativnih troškova, definisanje pokazatelja performansi prema unapred određenom kriterijumu i njihovo određivanje, unapređenje energetske efikasnosti kroz poznate i proverene tehnike, formulisanje preporuka za racionalnim upravljanjem energijom i predlaganje mera za uštedom, analiza uticaja na ostvarivanje ušteta.

U središtu se nalazi energetsko postrojenje sa procesom i odgovarajućom infrastrukturom koju čini merna instrumentacija, senzori i transmiteri s jedne strane i izvršni elementi (releji, ventili, klapne, žaluzine...) i upravljački elementi (PLC kontroleri, SCADA sistemi i dr.) s druge strane.

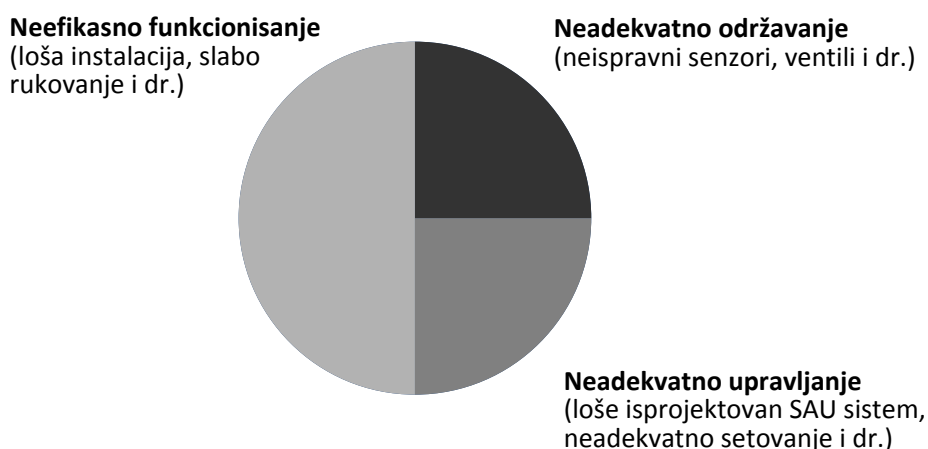
Pomenutim pristupom moguće je kontrolisati funkcionisanje procesa, odnosno kontrolisati performanse postrojenja. Radi se o generalnom pristupu koji treba da poveže i sinhronizuje sve aktivnosti kao bi došlo do poboljšanja energetske efikasnosti pogona [65], [66]. Koristi od upravljanja termoenergetskim postrojenjem prema prikazanom pristupu mogu se organizovati na način prikazan u tabeli 5.1.

Tabela 5.1: Koristi od upravljanja energijom

Resurs / aktivnost	Rezultati poboljšanja
Infrastruktura	<ul style="list-style-type: none"> – Sveobuhvatni, tačni i pouzdani podaci predstavljaju ključni zahtev za uspešno (i racionalno) funkcionisanje termoenergetskog postrojenja – Pravovremena raspoloživost informacija za ostale podsisteme (komunikacione, nadzorno upravljačke) je uslov za dobre performanse – Bolja fleksibilnost upravljanja

Upravljanje procesima	– Poboljšana stabilnost procesa, mogućnost vođenja postrojenja bliže željenom stanju, mogućnost dostizanja (i održavanja) optimalnih performansi
Upravljanje postrojenjem	– Racionalnije upravljanje opterećenjem kotlarnice analizom krajnjih korisnika, mogućnost identifikacije i planiranja najboljih operativnih scenarija
Upravljanje performansama	– Bolje razumevanje procesa – Pravovremena detekcija problema u procesu i samim tim bolje mogućnosti za njihovo otklanjanje – Dobre osnove za odlučivanje – Mogućnost kreiranja relevantnije analize i izveštaja

Usvajanjem dobre prakse upravljanja procesom moguće je ostvariti uštede energije od 5 do 15%, u zavisnosti od kvaliteta i performansi sistema automatskog upravljanja i prirode samog procesa. Pri tome loš sistem automatskog upravljanja (loše setovanje ili konfiguracija) može prouzrokovati veće rasipanje energije nego ručno upravljanje u istom pogonu. Slika 5.2 prikazuje mogućnosti uštede energije u tipičnom industrijskom procesu a u vezi sa SAU⁵ [65].



Slika 5.2: Izvori energetske gubitaka vezani za automatsko upravljanje

5.2 BARIJERE U PRIMENI SAVREMENIH TEHNIKA UPRAVLJANJA

Tipično, svaka investicija u moderne nadzorne i upravljačke procedure i tehnike ostvaruje rapidno brz povrat sredstava investicije, međutim pri tome treba računati sa izvesnim poteškoćama i barijerama koje utiču na podršku najvišeg rukovodstva i donosioca odluka pri realizaciji [65]. Najizrazitije barijere su:

1. Mogućnosti i primena savremenih tehnika upravljanja često zahtevaju visoko stručnu pomoć i konsalting kako bi se doneli odgovarajući zaključci i kvalitetno koristile sve koristi koje instalacija pruža. To važi za fazu projektovanja, izvođenja, puštanja u rad, podešavanja i dr.,
2. Veoma je teško proceniti i predvideti efekte ulaganja u poboljšanje upravljačke infrastrukture. Ovo je veoma značajna barijera jer bez jasne i precizne predikcije efekata sam projekat može doći u problem jer rasuđivanje i donošenje odluka podrazumevaju određenu sigurnost u efekte ulaganja.

Ostale, manje uočljive barijere su:

3. Kompleksnost opreme i instalacije,
4. Teškoće prilikom razumevanja i održavanja instalacije,
5. Mogućnosti instalacije su teško razumljive višim nivoima upravljanja unutar preduzeća i
6. Nedostatak stručnosti i iskustva među strukturama zaposlenih.

⁵ Sistem automatskog upravljanja

5.3 KONCEPT UNAPREĐENJA ENERGETSKIH PERFORMANSI

Jedan od ključnih koraka prilikom analize energetske efikasnosti je identifikacija mesta na kome ima prostora za unapređenje i pouzdana procena efekata tog unapređenja. Generalno, na izgrađenim postrojenjima moguće je postići uštedu energije i do 10% sa merama poboljšanja konfiguracije sistema automatskog upravljanja, iskorišćenja otpadne toplote, poboljšanja operativnih procedura, poboljšanjem sistema za distribuciju i dr. Istraživanja i analize na uzorku sa teritorije AP Vojvodine pokazuju da je očekivana ušteda energije do 7% u zoni poboljšanog procesa produkcije toplotne energije odnosno uz primenu mera za poboljšanje ukupnog stepena korisnosti kotla. Ostatak do 10% uštede moguće je ostvariti primenom mera energetske efikasnosti na sisteme distribucije, predaje energije, tehnološke procese i druge krajnje korisnike, kao i primenom poboljšanih operativnih procedura [43] [67].

5.3.1 Pregled mera, mesta implementacije i potencijala

Mnoge mere povećanja energetske efikasnosti kotlova usmerene su prvenstveno ka unapređenju tehnika upravljanja performansama međutim u konkretnoj analizi uključene su i tehnike upravljanja procesima. Na taj način obezbeđeno je dostizanje željenog stanja pojedinih podsistema i ostvarenje boljih energetskih performansi, istovremeno.

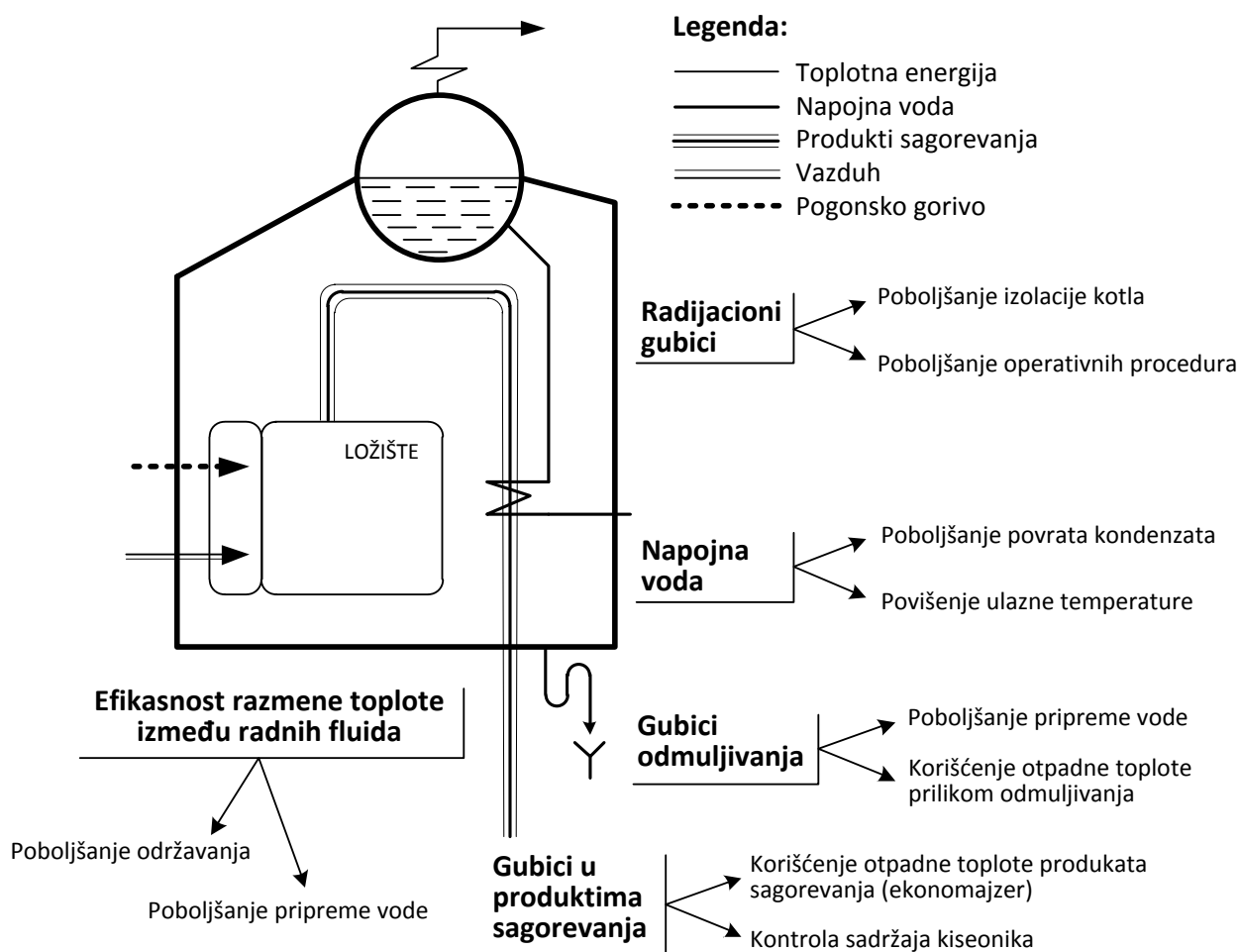
Najpre je izvršen širi pregled mogućih mera poboljšanja energetske efikasnosti kotlova, kojim su obuhvaćene one mere koje su primerene stanju i potrebama kotlova u energanama u regionu. To je šira lista mera i neke od njih su već uspešno implementirane u pojedinim pogonima ali veći deo ne. Na osnovu ove liste, a imajući u vidu zatečeno stanje kotlova, moguće je koncipirati užu listu odgovarajućih mera. Dakle, lista mera prikazana je najpre u najširem kontekstu a zatim je izbor redukovana prema potrebama kotlova u energanama u regionu.

Lista mogućih mera obuhvata:

- Poboljšanje procedura i kvaliteta održavanja kotla,
- Poboljšanje hemijske pripreme vode,
- Zamena / rekonstrukcija gorionika (instalacija energetski efikasnih gorionika),
- Kontrola sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja (kontrola viška vazduha),
- Rekuperacija toplote iz dimnih gasova (predgrevanje vazduha za sagorevanje),
- Rekuperacija toplote iz dimnih gasova (povišenje temperature napojne vode),
- Instalacija sistema za regulaciju opterećenja unutar kotlarnice sa više kotlova,
- Poboljšanje izolacije kotlovskog postrojenja, distributivne mreže, prirubnica i armatura,
- Kontrola broja obrtaja ventilatora i optimalan dovod vazduha u gorionike,
- Kontrola zatvaranja prigušnog elementa u grani produkata sagorevanja,
- Poboljšanje operativnih procedura,
- Poboljšanje sistema povraćaja kondenzata i podizanje temperature rekuperacijom,
- Zamena neispravnih sabirnika pare i odvajača kondenzata,
- Rekuperacija toplote iz procesa odmuljivanja kotla,
- Decentralizacija kotlarnice,
- Primena integrisanog sistema automatskog upravljanja i dr.

Kako se na prvi pogled može zaključiti, korišćenje energije moguće je racionalizovati na više različitih načina, ali koje su mere prioritarnije, isplativije, urgentnije predmet su specifične i konkretne analize.

Mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti u sistemu kotlarnica - distribucija toplote mogu se analizirati u okviru konačnog broja mera za poboljšanje korišćenja energije goriva. Ali isto tako moguće je izdvojiti i mesta odnosno delove postrojenja na kojima se može uticati na energetska efikasnost. Slika 5.3 prikazuje glavne izvore energetskih gubitaka i prostor u okviru koga treba pokušati sa poboljšanjem [68], [69].



Slika 5.3: Izvori energetske gubitaka i prostor za poboljšanje energetske efikasnosti

Efikasnost kotlovskeg postrojenja može se povećati primenom niza mera uštede energije (primena paketa mera) koje se najčešće integrišu sa sistemom automatskog upravljanja (koji se sam po sebi može okarakterisati kao mera uštede energije ali primenjena na konkretan podsistem kotlovskeg postrojenja). Ova činjenica ide u prilog težnji da se ostvari sumarni efekat korišćenja sistema automatskog upravljanja i primene mera uštede energije. Pojedinačni potencijali uštede za različite mere prikazani su tabelom 5.2 [68], [69] sa očekivanim efektima u uštedi energije: smanjenje [%] u odnosu na tekuće energetske potrebe.

Tabela 5.2: Mogućnosti uštede energije

Tehnike / metode	Potencijal za uštedu
Poboljšanje operativnih procedura i kvaliteta održavanja	do 5%
Poboljšanje hemijske pripreme vode i kontrole kvaliteta vode u postrojenju	do 2%
Kontrola procesa odsoljavanja i odmuljivanja	do 2%
Korišćenje otpadne toplote procesa odmuljivanja	do 3%
Kontrola procesa sagorevanja i sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja	do 3%
Kontrola broja obrtaja ventilatora i optimalan dovod vazduha u gorionike	do 60% el. energije
Kontrola zatvaranja prigušnog elementa u grani produkata sagorevanja	do 1,5%
Korišćenje otpadne toplote produkata sagorevanja (instalacija ekonomajzera)	do 5%
Predgrevanje vazduha za sagorevanje	do 5%
Upravljanje rasporedom opterećenja unutar kotlarnice	do 5%
Primena integrisanog sistema automatskog upravljanja	Zavisi od tipa upr.

Prikazani efekti uštede odnose se na uprosečene vrednosti u razvijenim zemaljama. Obzirom da pojedini parametri u prosečnom energetskom sistemu u Srbiji imaju značajno slabije performanse a samim tim i veći potencijal, za očekivati je, sa visokom sigurnošću, da će se desiti poboljšanja, najmanje u iznosu koji je

ostvaren u razvijenim evropskim zemljama. To potvrđuju energetske preglede i analize gde su istraživane i analizirane slične mere energetske efikasnosti, i gde su rezultati bili u skladu sa prikazanim.

Mere poboljšanja energetske efikasnosti mogu se međusobno kombinovati i preplitati i na taj način integralno primenjavati, što je i najpovoljnije rešenje ukoliko se želi celovita i konkretna ušteda energije. Naravno u tom slučaju efekat neće biti kumulativnog karaktera jer svaka od tih mera utiče jedna na drugu.

5.3.2 Selekcija mera povećanja energetske efikasnosti

Od svih prikazanih mera izdvojene su mere koje najviše odgovaraju stanju i potrebama kotlova u energanama u regionu, uvažavajući činjenicu da su neke od mera već implementirane na pojedinim kotlovima i da su iskustva pozitivna. Korigovana lista sadrži mere koje nisu ili jesu u manjoj meri primenjene u energanama u regionu i koje uz razumna ulaganja mogu ostvariti dovoljno dobre uštede kako investicija ne bi izašla iz okvira isplativosti (opravdanosti). To su mere koje je moguće integrisati u nadzorno upravljački sistem, što je posebno važno kad se govori o postojećim sistemima. Prema tome, analiza je usmerena na usvojenu i prilagođenu listu mera uštede energije.

Mere energetske efikasnosti, koje predstavljaju predloge za unapređenje, obuhvataju sledeće:

- a. Poboljšanje procedura upravljanja energijom i performansama, poboljšano održavanje;
- b. Regulaciju procesa sagorevanja putem kontrole sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja;
- c. Upravljanje opterećenjem kotlarnice;
- d. Korišćenje otpadne toplote u procesu automatskog odmuljivanja i odsoljavanja;
- e. Integralni nadzorno upravljački sistem (automatsko upravljanje energetskom infrastrukturom).

Ovom spisku je poželjno dodati i primenu tehnika upravljanja performansama kroz uvođenje i održavanje organizovanog i struktuiranog sistema upravljanja energijom. Ovakva struktura postoji u malom broju energana i tu postoji dosta prostora za unapređenje. Ova opcija bi zanačajno doprinela kako bržoj i efikasnijoj implementaciji predloženih mera, tako i kvalitetnijem i efektivnijem kontrolisanju performansi postrojenja.

U ukupnoj analiziranoj populaciji kotlova, ima preko 50% kotlova sa pogonom na tečna goriva, pa bi logično bilo da predmet analize bude mera zamene ili rekonstrukcije gorionika. Ova mera nije dobila prioritet na prikazanoj listi mada povlači sa sobom pozitivne efekte. Zamena gorionika je korisna iz više razloga, npr. čestih problema sa održavanjem, zbog narušavanja kvaliteta vazduha u gradskim sredinama, zbog čestih varijacija cena i kvaliteta ovog energenata i dr. Ali presudan uticaj na izostanak mere sa liste je nepovoljan odnos visine investicije i uštede u energentima. Sa merom a) obuhvaćen je ovaj problem i ovom merom je stavljen fokus na poboljšanje održavanja i na bolje (i češće) podešavanje, uz angažovaniji nadzor kotlara po tom pitanju.

Poboljšanje hemijske pripreme vode (HPV) i kontrole kvaliteta vode u postrojenju je mera koja se takođe ne razmatra iz sličnog razloga kao kod gorionika, postoji nepovoljan odnos visine investicije i uštede u energentima a sem toga velik deo energana ima zadovoljavajući sistem HPV.

5.3.3 Potencijali selektovanih mera

Tabela 5.3 prikazuje mogućnosti (potencijale) predloženih mera uštede energije [36], [68], [69] koji važe za uslove i stanje kotlova u svim sektorima.

Tabela 5.3: Mogućnosti uštede energije po pojedinačnim merama

Tehnika / Metod	Potencijal uštede energije [%]	Prost period otplate investicije [god]
Poboljšanje operativnih procedura	1 do 3%	1 do 6
Automatska kontrola sadržaja kiseonika	1 do 3%	1 do 6
Upravljanje rasporedom opterećenja unutar kotlarnice	2 do 5%	1 do 5
Automatsko odmuljivanje i odsoljavanje	1 do 2%	2 do 6
Korišćenje otpadne toplote u procesu odmuljivanja	1 do 3%	2 do 6
Integralni nadzorno upravljački sistem	omogućava prikazane uštede	

Posebno treba istaći činjenicu da pojedine mere utiču jedna na drugu, i da kumulativan efekat uštede nije prost zbir ušteda energije pojedinačnih mera već iznos umanjen za međusobni uticaj. Iznosi u tabeli 5.3 su apsolutne uštede i u zbiru trebaju biti umanjene za pomenut efekat uticaja ostalih mera uštede, što reprezentuje situaciju istovremene primene svih predloženih mera. Ovaj efekat je uzet u obzir sa umanjnjima od 5 do 15%.

5.4 PLANIRANJE I ORGANIZOVANJE U CILJU UPRAVLJANJA

Aspekti uvođenja i razvoja sistema upravljanja energijom, su u istoj ravni sa predloženim merama tehnološke prirode, uz preporuku da ih svakako treba uzeti u obzir. U regionalnim energetske sistemima mogu se prepoznati neki elementi organizovanog sistema upravljanja energijom, međutim on je nedovoljno razvijen i treba ga unaprediti i učiniti efikasnijim. Potencijal uštede energije od nekoliko procenata je potencijal koji uključuje pored mera tehnološke prirode i organizacione mere. Često se mali značaj pridaje organizacionim i sistemskim aktivnostima tipa unapređenja sistema upravljanja energijom, poboljšanja evidencije, operativnih procedura i dr. Za racionalno korišćenje energetske resursa neophodne su sistemske aktivnosti na promociji, edukaciji, izradi i primeni procedura i sl. i one moraju imati ključno važnu ulogu kao nužni preduslov za ukupno energetske efikasno funkcionisanje postrojenja.

Primena tehnika upravljanja performansama uslovljena je postojanjem efikasnog sistema upravljanja energijom unutar organizacione strukture društveno poslovnog entiteta. A uvođenje i održavanje organizovanog i struktuiranog sistema upravljanja energijom zahteva različite aktivnosti, koje prvenstveno zavise od veličine i vrste društveno poslovnog entiteta, ali i od stepena u kojem je upravljanje energijom već uključeno u svakodnevne operacije. Postoje mnogi pristupi planiranja i organizovanja u cilju upravljanja energijom. Ali uz pretpostavku da se trenutno malo ili samo delimično primenjuju tehnike upravljanja energijom preporuka je pristup koji ima pet osnovnih faza [70]: Opredeljenost, Razumevanje, Planiranje i organizovanje, Sprovođenje i Kontrola i praćenje.

1. Bitno je da najviše rukovodstvo pokaže čvrstu opredeljenost. Ono neminovno određuju prioritete:
 - Ličnom podrškom i davanjem primera;
 - Odobrenjem za korišćenje resursa;
 - Utvrđivanjem očekivanja u vezi sa učinkom i zahtevom za povratnom informacijom;
 - Podsticanjem i nagrađivanjem uspeha.
2. Razumevanje procesa i performansi počinje:
 - Saznanjem o trenutnom nivou potrošnje i troškovima za energiju;
 - Prikazivanjem načina na koji se energija koristi;
 - Utvrđivanjem standarda (normativa) za efikasnu potrošnju za preduzeće;
 - Analizom mogućnosti smanjenja troškova za energiju i određivanjem praktičnih ciljeva;
 - Prepoznavanjem uticaja potrošnje energije na životnu sredinu.
3. Planiranje i organizovanje treba započeti razvojem odgovarajuće energetske politike za društveno poslovni entitet. Objavljivanjem te politike, visoki rukovodioci promovišu svoje opredeljenje u pogledu postizanja visokog kvaliteta u upravljanju energijom.
4. Sprovođenje počinje uspostavljanjem strukture izveštavanja unutar preduzeća tako što se imenuje lice koje će biti odgovorno za upravljanje energijom. Ovo lice treba da formira svoj energetske tim ili odbor koji, u prvom redu, treba da čine glavni korisnici energije i koga bi podržavao rukovodilac energetike. A rukovodilac energetike u ovim aktivnostima treba da uspostavi ciljeve za poboljšanje i da takve planove i analize dostavi energetske timu ili odboru na razmatranje i odobrenje. Sprovođenje se nastavlja izvođenjem energetske bilansa da bi se utvrdile polazne vrednosti na osnovu kojih se mogu meriti dalja poboljšanja. Potrebno je razviti sveobuhvatni sistem prikupljanja podataka i analize, a mesečni izveštaj treba da se distribuira u čitavom društveno poslovnom entitetu da bi se svi upoznali sa ciljevima i postignućima. Sprovođenje se nastavlja uspostavljanjem različitih projekata uštede energije.

5. Praćenje i kontrola predstavljaju finalnu fazu u kojoj se vrši revidiranje aktivnosti i rezultata radi unapređenja upravljanja energijom. Izmene u energetske performansama obično se prate korišćenjem redovnih evidencija i analiza a zatim se prikazuju u mesečnom izveštaju.

Upravljanje energijom je trajan proces. Važno je održavati stepen interesovanja i opredeljenja. Ako se njime aktivno ne upravlja, na primer od strane rukovodioca energetike, može se lako izgubiti zamah. Pregled aktivnosti upravljanja energijom je pokazao da je ono najjače u organizacijama u kojima je u potpunosti integrisano sa drugim aspektima upravljanja, kao što je upravljanje zaštitom životne sredine, bezbednost, ili gde je tim aspektima dat visok prioritet, a opredeljenje rukovodstva ostvareno [70].

5.4.1 Ocena stanja i uticaj na energetske efikasnost

Unapređenje sistema upravljanja energijom ima nesumnjiv uticaj u ukupnu energetske efikasnost energetske sistema, podsistema i uređaja. To su indirektni uticaji koji se ponekad ne prepoznaju na prvi pogled i čine se minornim. Međutim, zavisno od konkretne situacije, to može biti itekako značajno i do te mere izraženo da organizacione mere i mere upravljanja performansama mogu da nadjačaju tehnološku dimenziju narušavanja ukupne energetske efikasnosti.

Prvi korak ka anuliranju ili minimiziranju ovih uzroka narušavanja energetske efikasnosti je uspostavljanje kvalitetne evidencije, operativnih procedura u vođenju postrojenja i izveštavanja o nastalim promenama. Nema prihvatljivih okolnosti u kojima je opravdano i prihvatljivo zanemarivanje ovog aspekta energetske efikasnosti. U regionalnim energetske sistemima aktivnosti upravljanja energijom su u fazi razvoja i neophodan je iskorak uz korišćenje isprobanih, teoretski i praktično dobro utemeljenih i razrađenih prilaza i procedura.

U regionalnim energetske sistemima u kontekstu sistemskog upravljanja energijom uočene su određene slabosti:

- Energetske službe, organizaciono su pridodate drugim službama (npr. Održavanju ili proizvodnji),
- Vode se samo one evidencije koje zahteva neka od službi društveno poslovnog entiteta (podaci neophodni za administrativno komercijalne poslove) ili inspekcija (prikupljeni podaci koriste se kao dokumentacija koja se stavlja na uvid inspektorima i na njihov zahtev),
- Među tim podacima često se ne mogu naći dovoljno kompletne informacije koje bi se mogle suštinski koristiti za temeljnije analize energetske efikasnosti sistema kao celine ili njihovih pojedinih delova,
- U društveno poslovnim entitetima se nalazi malo lica koja su temeljnije informisana o mogućem značaju i uticaju organizacionih i mera upravljanja performansama na ukupnu energetske efikasnost energetske sistema i
- Pojedinačni entuzijazmi, uglavnom se ne shvataju na pravi način i ne nailaze na razumevanje u rukovodećim strukturama društveno poslovnih entiteta.

Ovakva praksa je najverovatnije posledica dugogodišnje pozicije energetike u drugom planu, zatim daleko prećih briga vezanih za obavljanje najosnovnijih poslovnih i proizvodnih funkcija i čitavog niza nerešenih problema iz prošlosti. Kako energetika ne bi bila prepreka dinamičnom razvoju društveno poslovnog entiteta nužna je brza, efikasna, sveobuhvatna i sistemski akcija. U protivnom, poteškoće se mogu produbljivati i uticati na poslovne rezultate pa i održivost. Naime, sve posledice narušene energetske efikasnosti, pa uzrokovane i na ovaj način, se direktno prenose na funkcionisanje, razvoj i konkurentnost što neminovno ugrožava održivost i prosperitet. Zbog toga, društveno poslovni entiteti razvojenih zemalja koriste i najmanje mogućnosti za povećanje energetske efikasnosti uključujući i sve organizacione i mere upravljanja performansama.

Imajući u vidu sagledano stanje u regionalnim energetske sistemima, svetska iskustva i važeće progresivne aktivnosti u ovoj oblasti, bilo bi dobro učiniti sledeće:

- Pripremiti uslove za uvođenje i puno ostvarivanje funkcije sistema upravljanja energijom, a u tom smislu, kao pripremna aktivnost, trebalo bi:

- Reorganizovati službu energetike u pravcu povećanja njihove efikasnosti u radu i uticaja na odluke i
- Izvršiti dodatna širenja saznanja o značaju ovih aktivnosti kroz specijalizovane radionice i seminare, ciljno organizovane za različite strukture društveno poslovnih entiteta,
- Afirmisati značaj povećanja energetske efikasnosti za ukupno funkcionisanje društveno poslovnih entiteta i informisati svakog pojedinca koji ima veze sa energetske delatnostima i
- Podići nivo obaveznosti i odgovornosti svih struktura radi poboljšanja zatečenog stanja.

Na taj način bi se postepeno stvarali bolji uslovi za razvoj i unapređenje sistema upravljanja energijom koji podrazumeva otklanjanje ili minimiziranje svih nepovoljnih uticaja organizacione prirode na energetske efikasnost.

Svetska iskustva nas uče da se uvođenjem i dobrim funkcionisanjem sistema upravljanja energijom, na dokazanim principima i po sistemski dobro postavljenim procedurama, čak i u do tada dobro organizovanim društveno poslovnim entitetima sa aspekata funkcionisanja energetske službi, ukupna energetska efikasnost može da se poveća i do 3% uz minimalna ulaganja. Taj podatak bi morao biti više nego dovoljan razlog za nužnim promenama [68], [70].

5.4.2 Preporuke za organizaciju i aktivnosti službe energetike

Upoznavanjem sa praksom u regionalnim energetske sistemima a vezano za upravljanje energetske tokovima, utvrđeno je da struktura za upravljanje energijom delimično postoji ali ne funkcionise na najbolji način odnosno funkcionise na način koji se može unaprediti.

Postojanje službe energetike nije samo po sebi dovoljno. Potreban je neko ko će sprovoditi politiku, procedure i uputstva na jedan sistematski i organizovan način i obezbediti podatke koji su potrebni radi donošenja odluka. Prema tome, imenovanje odgovorne osobe predstavlja značajan korak u utvrđivanju efikasnog programa upravljanja energijom. Uloga te osobe (pozicije) može biti različita, ali kao minimum trebalo bi da sadrži sledeće zadatke:

1. Prikupljanje i analiza podataka o energiji:
 - Održavanje evidencije celokupne potrošnje energije i vode;
 - Redovno proveravanje očitavanja svih mernih sistema i podsistema;
 - Određivanje dodatnih mernih sistema potrebnih kako bi se proširio kapacitet za nadzor;
 - Razvijanje specifičnih pokazatelja potrošnje energije i stalno mesečno informisanje;
 - Utvrđivanje standardnih performansi u smislu efikasnog rada svih energetske sistema.
2. Nadzor nabavke energije:
 - Pregled svih mesečnih računa za komunalije i gorivo, kao i staranje o tome da su računi ispravni i da li je u svakom slučaju primenjena optimalna tarifa za naplatu;
 - Istraživanje mogućnosti i preporučivanje za supstituciju i kombinovanje različitih goriva ako je na taj način moguće ostvariti niže troškove;
 - Izrada planova za nepredviđene situacije (prekida isporuke, skok cene, nestašice);
 - Rad sa pojedinačnim odeljenjima radi izrade godišnjih planova troškova za energiju.
3. Ocenjivanje projekta racionalnog korišćenja energije:
 - Priprema ideja i projekata racionalnog korišćenja energije i primene obnovljivih izvora, rad sa zaposlenima, isporučiocima opreme i spoljnim konsultantima;
 - Kratak prikaz i ocena mogućih projekata uštede energije, kao i vršenje potrebne ekonomske analize da bi se omogućila ocena projekata od strane donosioca odluke;
 - Plainranje potrebnih sredstava i izvora za sprovođenje projekata.
4. Sprovođenje projekta energetske efikasnosti:
 - Nadzor nad sprovođenjem projekata racionalnog korišćenja energije, uključujući specifikaciju opreme, zahteve za ponudu, ocenu ponude, narudžbu materijala, gradnju/montažu, obuku izvršilaca, puštanje u rad i konačni prijem;
 - Iniciranje programa održavanja opreme radi uštede energije.

5. Komunikacije i odnosi sa javnošću:

- Priprema mesečnih izveštaja za rukovodstvo u kojima se daje kratak prikaz mesečnih troškova i potrošnje energije, kao i posebnih elemenata potrošnje energije;
- Komunikacija sa svim odeljenjima tako da svi učestvuju u programu upravljanja energijom;
- Izrada programa podizanja nivoa svesti radi podsticanja aktivnog učešća svih zaposlenih u aktivnostima uštede energije;
- Izrada programa obuke radi unapređenja znanja i stručnosti zaposlenih na svim nivoima o pitanjima koji se odnose na energiju;
- Davanje publiciteta opredeljenju društveno poslovnog entiteta za racionalno korišćenje energije kada je to primereno, putem davanja obaveštenja za štampu i internih obaveštenja ili prezentovanja na različitim medijima i skupovima.

Generalno, rukovodilac energetike može biti ta odgovorna osoba i da se zajedno sa saradnicima bavi svim pitanjima koja se odnose na nabavku, distribuciju i korišćenje energije unutar društveno poslovnog entiteta. Ako je rukovodilac energetike neko ko može efektivno da učestvuje na nekoliko projekata, da radi sa svim odeljenjima i službama i ko je vrlo motivisan i organizovan, ovaj način organizacije može dobro da funkcioniše i obezbedi racionalizaciju [70], [71].

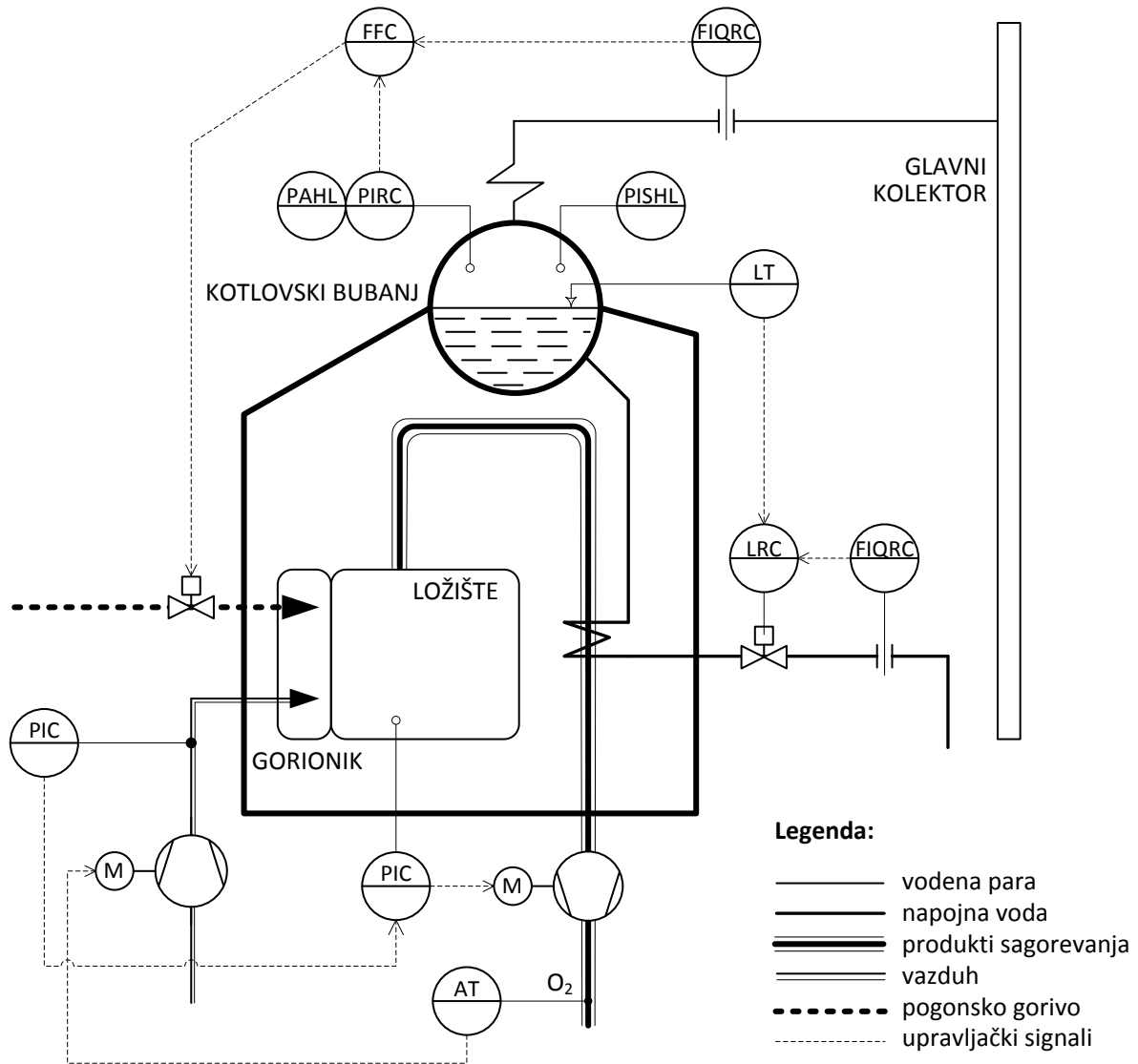
5.5 OPTIMIZACIJA PROCESA SAGOREVANJA

Ukoliko je imperativ da kotlarnica funkcioniše ekonomično (uz minimalan utrošak goriva) i u skladu sa važećom zakonskom regulativom iz oblasti zaštite životne sredine (minimalna emisija štetnih gasova) neophodno je vršiti kontrolu procesa sagorevanja. Regulacija procesa sagorevanja podrazumeva kontrolu protoka goriva i vazduha u cilju postizanja najviše moguće efikasnosti procesa sagorevanja. Ona se vrši putem kontrole temperature produkata sagorevanja na izlazu iz ložišta i kontrole sastava produkata sagorevanja, konkretno sadržaja kiseonika. Količina toplotne energije koju produkti sagorevanja kao gubitak odnose iz ložišta zavisi upravo od ovih parametara, a stepen korisnosti kotla zavisi direktno od količine ove toplotne energije (gubitaka). Prema tome kontrolišući pomenute parametre reguliše se efikasnost kotla a pri tome se redukuje emisija štetnih gasova (CO_2 , NO_x , SO_x i CO) koji su posledica nekontrolisanog procesa sagorevanja.

Kontrola sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja podrazumeva merenje udela kiseonika u sastavu produkata sagorevanja a zatim regulaciju viška vazduha u procesu sagorevanja. Udeo kiseonika je parametar koji pruža informaciju o kvalitetu sagorevanja i samim tim predstavlja veoma dobar pokazatelj o efikasnosti samog procesa sagorevanja. Signal o sadržaju kiseonika u produktima sagorevanja, usaglašen sa ambijentalnim parametrima koriguje količinu vazduha koja se dozira procesu sagorevanja u svakom trenutku i na taj način održava optimalne uslove sagorevanja. Previše vazduha ili malo vazduha može prouzrokovati neželjene efekte, smanjenu efikasnost procesa sagorevanja usled veće količine vazduha od optimalne, nepotpuno sagorevanje i pojavu ugljen-monoksida, zatim značajno prljanje pa čak i eksploziju usled manjka vazduha u odnosu na optimalnu količinu.

Periodični nadzor, podešavanje i kontrola sadržaja kiseonika ponekad nisu dovoljni. Ipak često je neophodno kontinualno praćenje sadržaja kiseonika i kontinualno regulisanje snabdevanja gorionika svežim vazduhom prema definisanom kriterijumu potpunog sagorevanja. Signal sa analizatora sastava produkata sagorevanja menja i prilagođava količinu vazduha u procesu sagorevanja (regulacijom broja obrtaja ventilatora) i na taj način održava optimalne uslove sagorevanja, koji su pri tome usaglašeni sa opterećenjem pogona i sa parametrima ambijentalnog vazduha [72].

Automatska kontrola sadržaja kiseonika može biti nadograđena i integrisana u postojeći nadzorno upravljački sistem. Ova mera poboljšava energetska efikasnost odnosno ostvaruje uštede energije kontinualnom optimizacijom koeficijenta viška vazduha, čime se postrojenje kontinualno vodi na maksimalnom stepenu korisnosti. Primenom ove mere postiže se pravilan proces sagorevanja što rezultira uštedom energije, čiji se iznos može očekivati u granicama do 3%. Na Slici 5.4 je prikazana principijelna tehnološka šema automatske kontrole sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja koja se predlaže kao mera povećanja energetske efikasnosti kotla [73].



Slika 5.4: Automatska kontrola sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja

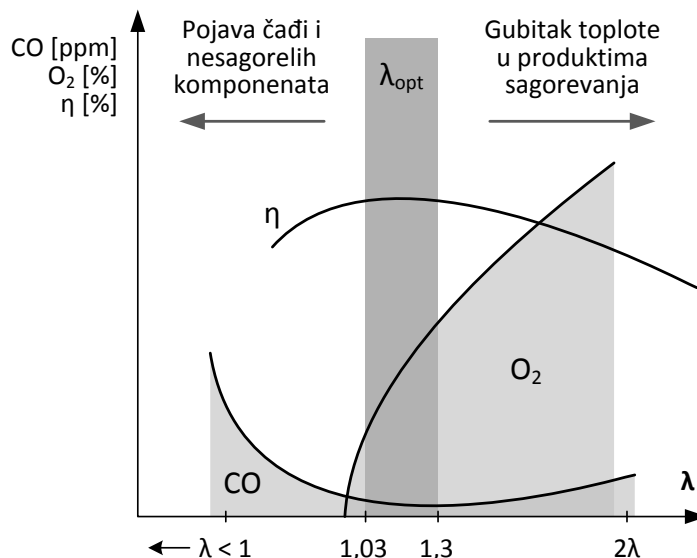
5.5.1 Koeficijent viška vazduha i stepen korisnosti kotla

Na kvalitet sagorevanja utiče niz faktora, kao što su temperatura i pritisak goriva (tečna i gasna goriva), stanje gorionika, temperatura vazduha, pritisak pomoćnih fluida i dr. Najvažniji faktor među pomenutim je koeficijent viška vazduha i prema tome osnovni cilj je održati višak vazduha na nivou koji je neophodan za stabilno i potpuno sagorevanje uz minimalan gubitak energije sa produktima sagorevanja. Prevelika količina vazduha u procesu sagorevanja u odnosu na teorijski potrebnu količinu dovodi do povećanih energetske gubitaka u produktima sagorevanja, dok mala količina dovodi do nepotpunog sagorevanja i nepotrebnog smanjenja efikasnosti kotla.

Optimizovanje procesa sagorevanja u ložištu, se postiže posredno održavanjem vrednosti koeficijenta viška vazduha (λ) u optimalnim granicama. Koeficijent viška vazduha predstavlja odnos stvarne količine vazduha (V_{stv}) za sagorevanje jedinične količine goriva i stehiometrijski potrebne količine (V_{min}), ($\lambda = V_{stv} / V_{min}$) [72].

U zavisnosti od vrste goriva, preporučuju se različite vrednosti koeficijenta viška vazduha (λ), pa tako za gasovita goriva koeficijent je najčešće u granicama (1,05 ÷ 1,15), za tečna goriva u intervalu (1,15 ÷ 1,25), a kod čvrstih goriva preporuka da se vrednost kreće u intervalu (1,3 ÷ 1,5). Merenjem sadržaja kiseonika (O_2 , %) može se sa dovoljnom tačnošću odrediti vrednost koeficijenta viška vazduha pomoću formule $\lambda = 21 / (21 - O_2)$. Vrednost λ može biti korišćena kao marker za definisanje ekonomičnosti odnosno efikasnosti procesa sagorevanja u jednoj industrijskoj kotlarnici. Na slici 5.5 prikazan je dijagram kojim je predstavljena zavisnost zapreminskih udela O_2 , i CO, kao i koeficijenta efikasnosti sagorevanja od koeficijenta viška vazduha.

Uvođenjem automatske kontrole sagorevanja, merenjem sadržaja O_2 u produktima sagorevanja, održava se zapreminski udeo O_2 konstantnim bez obzira na opterećenje kotla, a efikasnost procesa sagorevanja raste sa porastom opterećenja kotla, dok se u slučaju korišćenja klasičnog sistema gorionika bez povratnog signala o sastavu produkata sagorevanja, sadržaj O_2 u produktima sagorevanja povećava sa povećanjem opterećenja kotla, a zbog toga se efikasnost smanjuje. Na ovaj način, ugradnjom sonde za merenje sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja i njenog povezivanja u nadzorno upravljački sistem, može se u svakom trenutku optimizovati rad gorionik odnosno proces sagorevanja goriva.



Slika 5.5: Zavisnost sadržaja CO i O_2 i stepena korisnosti od koeficijenta viška vazduha

Uvođenje sistema merenja zapreminskog udela O_2 u produktima sagorevanja i povezivanje u zatvoreno upravljačko kolo sa gorionikom omogućava:

1. Značajne uštede u potrošnji goriva, gde se za kotlove snage od 5 do 10 MW koji rade preko 5.000 sati godišnje, investicija za ugradnju jedne O_2 sonde sa sistemom za automatsku regulaciju sagorevanja može isplatiti u roku od 6 do 8 meseci.
2. Smanjenje emisije štetnih komponentata (NO_x i CO) u produktima sagorevanja i održavanje u predviđenim granicama.
3. Povećanje stepena efikasnosti i racionalno korišćenje kotlova.

5.5.2 Efekti regulacije sadržaja kiseonika

Provera efekata izvršena je na jednom uzorku iz populacije kotlova uz sledeće pretpostavke:

- Parni kotao, nominalna produkcija pare je 10 t/h
- Nominalno opterećenje kotla prilikom eksploatacije
- Temperatura produkata sagorevanja od 160 °C
- Temperatura vazduha od 20 °C
- Temperatura napojne vode od 105 °C

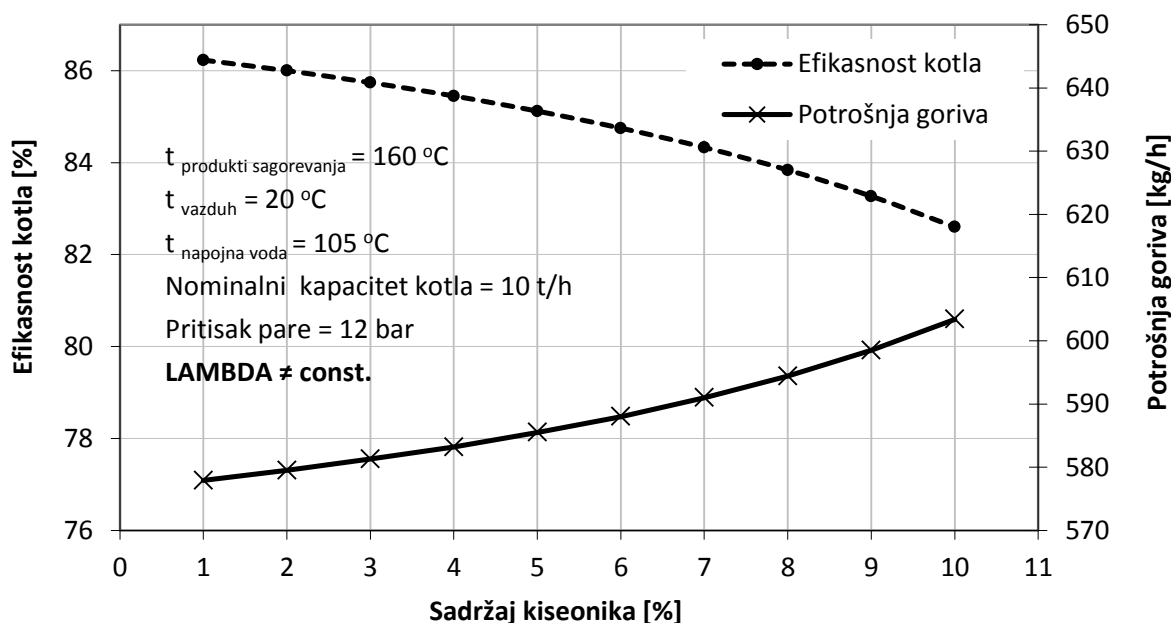
Sadržaj kiseonika u produktima sagorevanja je promenljiva koja varira od 1% zapreminskog udela do 10% što je prouzrokovalo promene koeficijenta viška vazduha od $\lambda = 1,05 \div 1,85$. Rezultati analize prikazani su u tabeli 5.4. Najbolji rezultati ostvaruju se ako se vrednost sadržaja kiseonika održava oko 2% po mogućstvu kontinualno i na svim opterećenjima. Iz tabele 5.4 moguće je uočiti da povećanjem sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja dolazi do povećanja potrošnje pogonskog goriva za nepromenjenu produkciju vodene pare, što je, naravno direktna posledica snižavanja stepena korisnosti kotla. Količina prekomernog kiseonika u produktima sagorevanja je otprilike direktno proporcionalna gubitku efikasnosti procesa sagorevanja.

Tabela 5.4: Efekti regulacije sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja (kotao na mazut)

Višak vazduha, λ [-]	1,05	1,10	1,16	1,22	1,29	1,38	1,47	1,58	1,70	1,85
Sadržaj O_2 [%]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Efikasnost kotla [%]	86,23	86,00	85,74	85,45	85,12	84,75	84,33	83,84	83,27	82,60
Ulazna snaga [$MW_{topl.}$]	6,91	6,93	6,95	6,98	7,00	7,03	7,07	7,11	7,16	7,22
Potrošnja goriva [kg/h]	577,9	579,5	581,3	583,2	585,5	588,0	591,0	594,4	598,5	603,4
Troškovi goriva [$\times 10^3$ €]	2.219	2.225	2.232	2.239	2.248	2.257	2.269	2.282	2.298	2.317

Većom potrošnjom goriva utiče se na povećanje troškova proizvodnje toplotne energije. Treba napomenuti da su troškovi računati na godišnjem nivou za vreme pretpostavljeno vreme rada kotla od

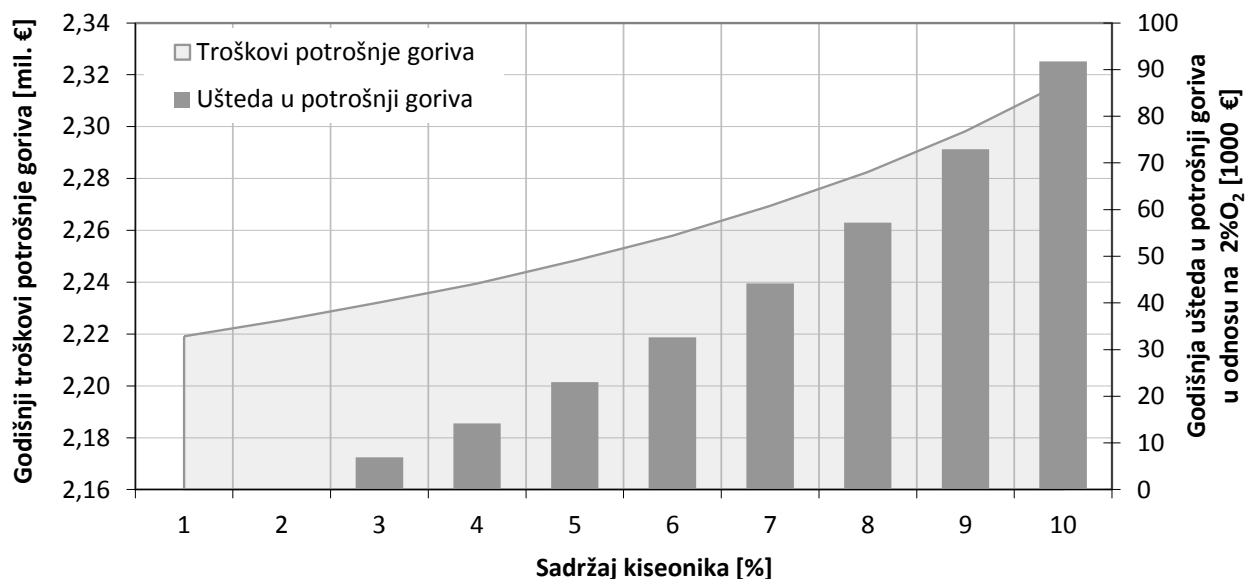
11 meseci ili 7.680h i cenu mazuta od 0,5 €/kg. Na slici 5.6 prikazan je trend promene efikasnosti kotla i časovne potrošnje goriva u zavisnosti od sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja. Takođe se može primetiti nepovoljan trend u slučaju povećanja sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja.



Slika 5.6: Efikasnost kotla i časovna potrošnja goriva u zavisnosti od sadržaja kiseonika

5.5.3 Analiza troškova i ušteda

Na slici 5.7 prikazana je analiza troškova u slučaju regulacije sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja na uzorkovanom kotlu. Osenčena površina predstavlja godišnje troškove za pogonsko gorivo, iskazane u milionima evra. Primetan je trend rasta troškova sa porastom sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja odnosno koeficijenta viška vazduha. Međutim, teško je proceniti koliki je potencijal uštede u troškovima obzirom da na kotlu ne postoji stacionarna kontrola sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja a ne postoji ni periodično merenje kontrolnog karaktera. Ono što je moguće izvući kao zaključak je potencijalna ušteda energije (iskazano u troškovima odnosno hiljadama evra) ako se kotao vozi u uslovima u kojima je sadržaj kiseonika veći od 2%. Ova potencijalna ušteda prikazana je na istom dijagramu u formi stubića. Tako se na primer, može očekivati godišnja ušteda u troškovima za energiju od približno 20.000 € ako se sadržaj kiseonika smanji sa 5% na 2% uz uslov da se oba nivoa sadržaja kiseonika održavaju konstantnim ili približno konstantnim u kontinualnom procesu tokom godine i da je vreme rada kotla 7.680 h.



Slika 5.7: Troškovi potrošnje goriva u zavisnosti od sadržaja kiseonika i potencijal uštede

Kako je u pitanju kotao na mazut, za očekivati je da je sadržaj kiseonika, u uslovima nepostojanja kontrole veći od 2%. U tom slučaju može se sa sigurnošću predvideti ostvarenje značajne uštede instalacijom stacionarne kontrole sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja. Iznos uštede u mnogome zavisi od načina zatečene prakse regulacije procesa sagorevanja koja se bazira na iskustvu kotlara i službe održavanja koja periodično čisti i setuje gorionik.

Troškovi opreme variraju veoma malo u zavisnosti od kapaciteta kotla, dok značajno zavise od obrtnog momenta servomotora i tipa analizatora. Prema tome instalacioni troškovi mogu varirati od instalacije do instalacije. Tipični troškovi za sistem kontrole sadržaja kiseonika za kotlove snage oko i iznad 1 MW iznose:

- Za opremu: kontrolni panel, senzor pritiska, O₂ analizator, senzor temperature produkata sagorevanja, servomotor (aktuator) za dovod goriva i vazduha ukupno (8.250 ÷ 12.750) €,
- Instalacija: 5.250 ÷ 9.000 €,
- Puštanje u rad i obuka: 1.850 ÷ 3.000 €,
- Ukupno: 15.350 ÷ 24.750 €.

U pesimističkom scenariju to znači da je prost period otplate investicije oko 1,5 godina a mnogo realnije je oko ili čak ispod 1 godine. Uzorkovani kotao ima nešto manju ili jednaku vrednost sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja u odnosu na prosek za AP Vojvodinu koji iznosi 7 do 8%, a sem toga i režimska karta rada kotla ukazuje da je sadržaj kiseonika od 6 do 8%. Prema dijagramu na slici 6.6 može se očekivati ušteda od približno 25.000 do 35.000 €/god., međutim nerealno je očekivati da kotao radi 11 meseci godišnje na nominalnom opterećenju pa je uzimanjem u obzir stvarne dinamike rada kotla iznos godišnjih ušteda u troškovima za gorivo 20.000 do 25.000 €, što omogućava prost period otplate investicije oko 1 g.

Procentualno smanjenje potrošnje goriva moguće je proceniti na osnovu jednostavne zavisnosti:

$$\text{smanjenje potrošnje goriva} = 1,0 - (\text{početna efikasnost} / \text{krajnja efikasnost})$$

Konkretno to znači:

- a. Ako se radi o smanjenju sadržaja kiseonika sa 5,0% na 2,0%,
smanjenje potrošnje goriva = $1,0 - (0,851/0,860) = 0,0104 = 1,04\%$
- b. Ako se radi o smanjenju sadržaja kiseonika sa 7,0% na 2,0%,
smanjenje potrošnje goriva = $1,0 - (0,843/0,860) = 0,0197 = 1,97\%$

5.5.4 Frekventna regulacija broja obrtaja motora ventilatora

Kada se govori o automatskoj kontroli sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja nije moguće izostaviti regulaciju broja obrtaja elektromotora ventilatora, kao sastavnog elementa sistema automatske kontrole sadržaja kiseonika. Iz tog razloga neophodno je osvrnuti se na načine regulacije količine vazduha.

Instalacija sistema promenljivog broja obrtaja naročito je značajna u slučajevima kada je opterećenje postrojenja promenljivo. Dovodeći u vezu trenutno opterećenje kotla i broj obrtaja motora ventilatora stvaraju se optimalni uslovi sagorevanja koji predstavljaju osnovni preduslov za vođenje kotla na maksimalnom stepenu korisnosti. S druge strane otvara se mogućnost smanjenja potrošnje električne energije koja je približno proporcionalna trećem stepenu broja obrtaja. U zavisnosti od specifičnosti postrojenja i dinamike operativnih režima ponekad su realne uštede električne energije i do 60%.

Da bi se zaista i ostvarili optimalni uslovi sagorevanja neophodno je integrisati sistem kontrole sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja i sistema za kontrolu broja obrtaja motora ventilatora, jer je korektan sadržaj O₂ u produktima sagorevanja u direktnoj vezi sa količinom vazduha potrebnom za optimalan proces sagorevanja. U ovakvim okolnostima treba očekivati veoma dobre rezultate koji postaju još značajniji ukoliko postrojenje radi na opterećenjima manjim od nominalnih i ako su ti intervali duži. Ključni zaključci primene frekventne regulacije broja obrtaja motora ventilatora su:

- Smanjenje potrošnje električne energije pri manjim opterećenjima kotla
- Redukovanje prosečnog nivoa buke
- Mogućnost fleksibilnije i kvalitetnije regulacije
- Značajno poboljšanje uslova sagorevanja.

A. UŠTEDE U POTROŠNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kalkulacija uštede u potrošnji električne energije usled smanjenog (potrebnog) broja obrtaja motora ventilatora, izvedena je za motor sa sledećim parametrima:

- Snaga 30 kW
- Nominalna struja 51 A
- Broj obrtaja 1.465 o/min
- Frekvencija 50 Hz
- $\cos \phi = 0,82$

Tabele 5.5 i 5.6 prikazuju snagu pre i posle implementacije sistema promenljivog broja obrtaja odnosno aktuelnu snagu i ostvarenu snagu motora u kW, pri radu na maksimalnom broju obrtaja odnosno bez primene kontrole broja obrtaja.

Tabela 5.5: Pokazatelji pre i posle implementacije sistema promenljivog broja obrtaja

Parametar	Sa promenljivim brojem obrtaja	Bez promenljivog broja obrtaja
Broj obrtaja (o/min)	255	1.465
Napon (V)	31	380
Frekvencija (Hz)	8,5	50
Struja (A)	8	25
Snaga (W)	365	13.500

Tabela 5.6: Pretpostavljeno stanje kada motor radi sa maksimalnim brojem obrtaja

Izlazna snaga (kW)	30
Stepen korisnosti motora (-)	0,93
Operativni broj obrtaja (%)	100
Operativno vreme (%)	100
Angažovana snaga (kW)	32,25

Ukoliko bi motor radio sa promenljivim brojem obrtaja, snaga motora bi značajno bila redukovana u zavisnosti od dinamike opterećenosti samog ventilatora tokom eksploatacije u toku godine. Profil opterećenja varira dnevno, sezonski ali na osnovu monitoring podataka moguće je napraviti realan raspored opterećenosti motora ventilatora, koji uglavnom prati profil opterećenja samog postrojenja. Ostvarena snaga (kW) u pretpostavljenom slučaju prikazana je tabelom 5.7.

Tabela 5.7: Pretpostavljeno stanje ukoliko bi motor od 30 kW posedovao frekventnu regulaciju

Operativni broj obrtaja (%)	Operativno vreme (%)	Angažovana snaga (kW)
100	10	32,25
80	30	25,80
60	40	19,35
40	20	12,90

Potrošnja energije ukoliko motor ne poseduje frekventnu regulaciju:

$$32,25 \text{ kW} \times 7.680 \text{ h/god} = 247.680 \text{ kWh/god}$$

Ako se sad pretpostavi situacija da motor poseduje frekventnu regulaciju biće i ako se pretpostavi da motor radi prema operativnom vremenu (%) prikazanom u tabeli 6.4 angažovana snaga će iznositi:

$$32,25 \text{ kW} \times 0,1 + 25,80 \times 0,3 + 19,35 \times 0,4 + 12,90 \times 0,2 = 21,28 \text{ kW}$$

$$21,28 \text{ kW} \times 7.680 \text{ h/god} = 163.430 \text{ kWh/god}$$

Ušteda u električnoj energiji na godišnjem nivou:

$$247.680,0 \text{ kWh/god} - 163.430,4 \text{ kWh/god} = 84.250 \text{ kWh/god}$$

Ako je cena 6,5 c€/kWh onda je godišnja ušteda električne energije:

$$84.250 \text{ kWh/god} \times 0,065 \text{ €/kWh} = 5.476 \text{ €/god. (smanjenje za 34%)}$$

B. UŠTEDE U POTROŠNJI GORIVA

Uštede u potrošnji goriva nastaju usled povišenog kvaliteta procesa sagorevanja koji je posledica regulisanog koeficijenta viška vazduha putem frekventne regulacije broja obrtaja motora ventilatora. Na bazi realnih parametara uzorkovanog kotla, može se pretpostaviti kretanje sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja i stepena korisnosti kako je to prikazano u tabeli 5.8.

Tabela 5.8: Vrednosti ključnih parametara vezanih za proces sagorevanja

Parametar	Sa promenljivim broja obrtaja	Bez promenljivog broja obrtaja
Sadržaj O ₂ (%)	2	7
Višak vazduha (-)	1,10	1,47
Stepen korisnosti kotla (%)	86,0	84,3
Potrošnja goriva (kg/h)	579,5	591,0

Uštedu goriva moguće je izračunati na osnovu promene stepena korisnosti kotla:

- Ušteta u potrošnji goriva = $(86,0 - 84,3) / 86,0 = 1,97\%$
- Potrošnja goriva je prvobitno 591,0 kg/h, zatim redukovano na 579,5 kg/h, što omogućava uštedu od 11,5 kg/h ili 88,3 t/god.
- Ako je cena mazuta 550 €/t, ušteta je 48.565 €/god.

Stepen korisnosti kotla moguće je povećati za 1% za svakih 15% smanjenja viška vazduha odnosno za redukovanih 2,9% O₂ u produktima sagorevanja. Ušteta u potrošnji goriva od skoro 2% je očekivana i u saglasnosti sa različitim stručnim analizama i konkretnim merenjima [36] i [43]. Veće uštede mogu biti realizovane samo u slučajevima kada je sadržaj kiseonika bio nekontrolisan i podešavanje gorionika slabo. Tada uštede idu i do 5%.

5.6 UPRAVLJANJE RASPOREDOM OPTEREĆENJA

Kada se na lokaciji nalazi više od jednog kotla, metodom upravljanja rasporedom opterećenja unutar kotlarnice šteti se energija putem usklađivanja (uspostavljanja i održavanja) broja kotlova u radu i njihovog nivoa opterećenja sa trenutnim potrebama korisnika u proizvodnom procesu. Efikasnost procesa sagorevanja varira u zavisnosti od nivoa trenutnog opterećenja (u odnosu na instalisan kapacitet kotla) i raste ukoliko kotao radi na višim opterećenjima (veliki plamen). Metoda upravljanja rasporedom opterećenja maksimizira stepen korisnosti tako što se obezbeđuje minimalan broj kotlova u pogonu koji pri tome rade maksimalno dugo vreme i na što višem nivou opterećenja.

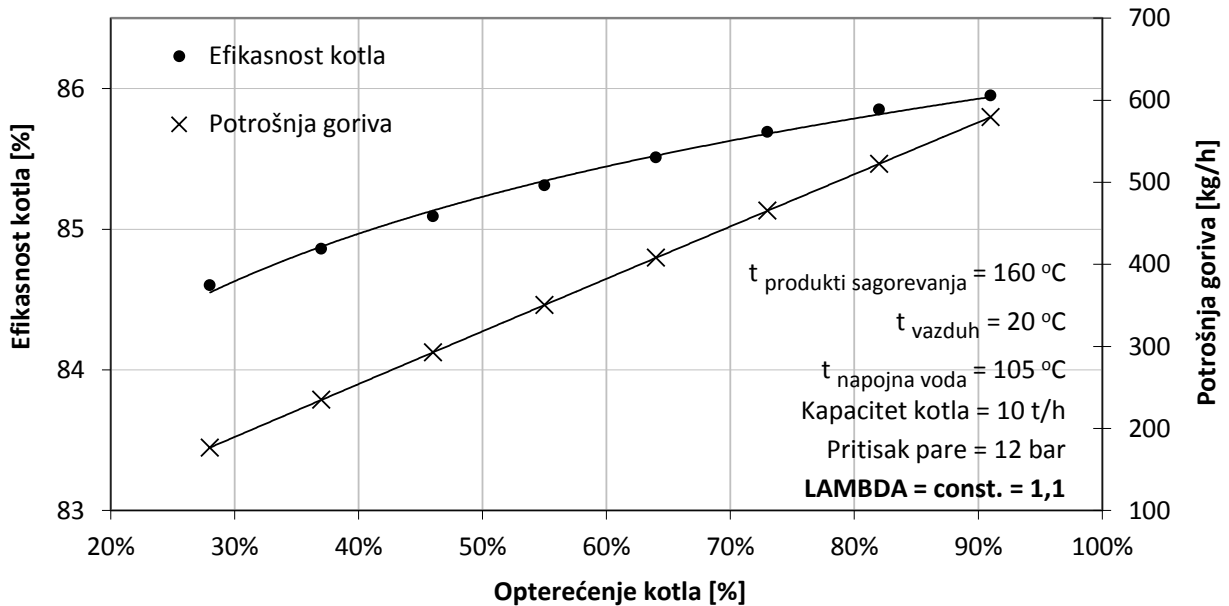
Mera upravljanja rasporedom opterećenja unutar kotlarnice odnosi se na definisanje operativnih režima koji mogu imati značajan uticaj na efikasnost kotlovskog postrojenja. Ciljevi poboljšanja obuhvataju:

- Redukciju toplotnih gubitaka u vremenu van pogona, što se ostvaruje minimiziranjem broja kotlova u toplom standby režimu;
- Redukciju kratkotrajnih oscilovanja opterećenja, što se može ostvariti tehnikama upravljanja opterećenjem na strani korisnika (npr. Bolja organizacija rasporeda proizvodnih procesa);
- Izbegavanje vođenja postrojenja na niskom opterećenju kroz pogon manjeg broja kotlova ili korišćenjem alternativnih sredstava za posebne potrebe.

Mera povećanja energetske efikasnosti u odnosu na promenu opterećenja podrazumeva uvođenje sistema automatske regulacije opterećenja pojedinačnih kotlova unutar kotlarnice sa više kotlova (Boiler sequencing control system). Mera se primenjuje u energanama koje poseduju više od jednog kotla, gde su kotlovi konfigurisani na modularnom principu kako bi zadovoljili različitu dinamiku rada i na optimalan način pratili zahtev konzuma. Kako je dinamika konzuma često nestabilna to ova mera dobija na značaju. Naročito je mera pogodna ako pogon radi 24 h/dan a konzum osciluje u velikim intervalima ili u slučajevima postojanja alternativnog izvora energije (upravlja se prioriteto i opterećenjem istovremeno).

Obzirom da uzorkovani kotao ostvaruje promenljiv stepen korisnosti pri različitom opterećenju od 1,5 do 2% pri promeni opterećenja 30 do 90% (slika 5.8), optimalan način vođenja kotla u ovom kontekstu znači

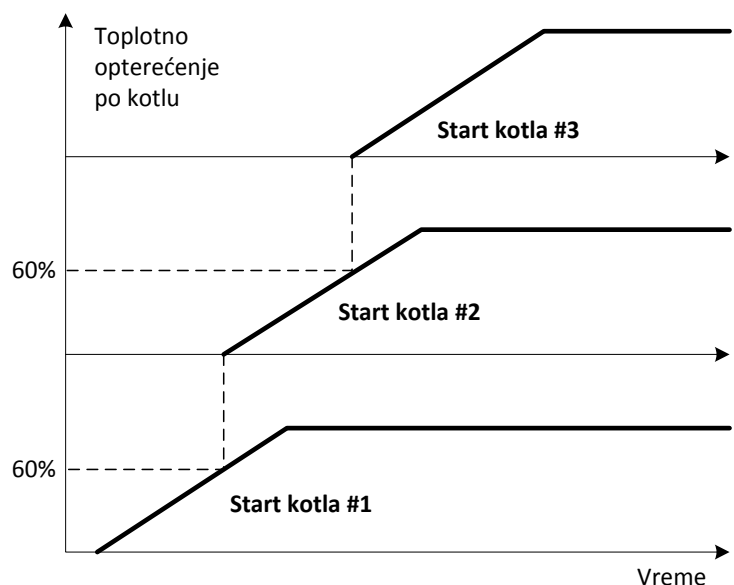
vođenje kotla pri takvom opterećenju pri kome mu je stepen korisnosti najviši moguć u datom režimu. Uvođenjem regulacije opterećenja kotlova u postojeći nadzorno upravljački sistem izbegava se nepovoljna preraspodela opterećenja kotlova, i mogućnost da pojedini kotlovi pri zajedničkom radu dostignu svoj minimalni / maksimalni kapacitet. Ova situacija je veoma nepovoljna u energetskom smislu [73].



Slika 5.8: Stepen korisnosti pri različitim opterećenju

Sistem automatske regulacija opterećenja određuje redosled uključivanja pojedinih kotlova i podešava opterećenje svakog kotla prema trenutnim potrebama kako bi na najefikasniji način iskombinovao zajednički kapacitet i optimizovao opterećenje svakog kotla u pogonu prema stepenu korisnosti. Većina kotlova postiže visoku efikasnost na punom (nominalnom) opterećenju i kontroler treba da pusti u pogon jedan kotao na punom opterećenju umesto npr. dva na ½ opterećenja.

Na slici 5.9 je prikazana pojednostavljena šema raspodele opterećenja unutar unapred definisanog sistema prioriteta, tzv „LOAD MAP“ (mapa opterećenja). Ona prikazuje tri kotla povezana na jedinicu koja upravlja opterećenjem kotlarnice. Prema slici 5.9 kotlovi su organizovani u odnosu na pojedinačne karakteristike svakog kotla koje karakterišu stepen korisnosti kotla u zavisnosti od trenutnog opterećenja. Naravno šema je samo ilustrativnog karaktera i to iz dva razloga. Prvi razlog je što upravljanje zavisi od same opreme kao i od načina podešavanja pri različitim opterećenjima a drugi razlog je što pogoni često kombinuju dve vrste goriva, gde je gorivo tada prvi kriterijum selekcije kotla u pogonu a stepen korisnosti drugi.



Slika 5.9: Pojednostavljena šema raspodele opterećenja, tzv. „LOAD MAP“

Sva tehnološka rešenja u sebi sadrže opciju za podešavanje načina rada i upravljanja rasporedom opterećenja po algoritmima i logici koji su zaštićeni kao pravo svojine od strane proizvođača. Ali zajednično za sve kontrolere je da u potpunosti optimizuju opterećenje svakog kotla u svakom vremenskom trenutku prema kriterijumu maksimalnog stepena korisnosti svakog kotla u pogonu pojedinačno. Ono što je takođe specifično za svakog proizvođača je stepen integracije sa centralnim sistemom upravljanja (odgovarajućim softverom za nadzor) i pripadajućom opremom. Svaki proizvođač dostavlja veoma obimnu dokumentaciju u vezi kontrolera sa brojnim specifikacijama ali i u vezi samog softvera koji upravlja i optimizuje rad svakog

kotla pojedinačno. To je naročito važno jer od operatera zavisi kako će se, po pravilu, velike mogućnosti opreme iskoristiti i kako će se očekivani rezultati realizovati. Upravo se od operatera očekuje da do detalja definiše način rada, kriterijume, uslove i dr.

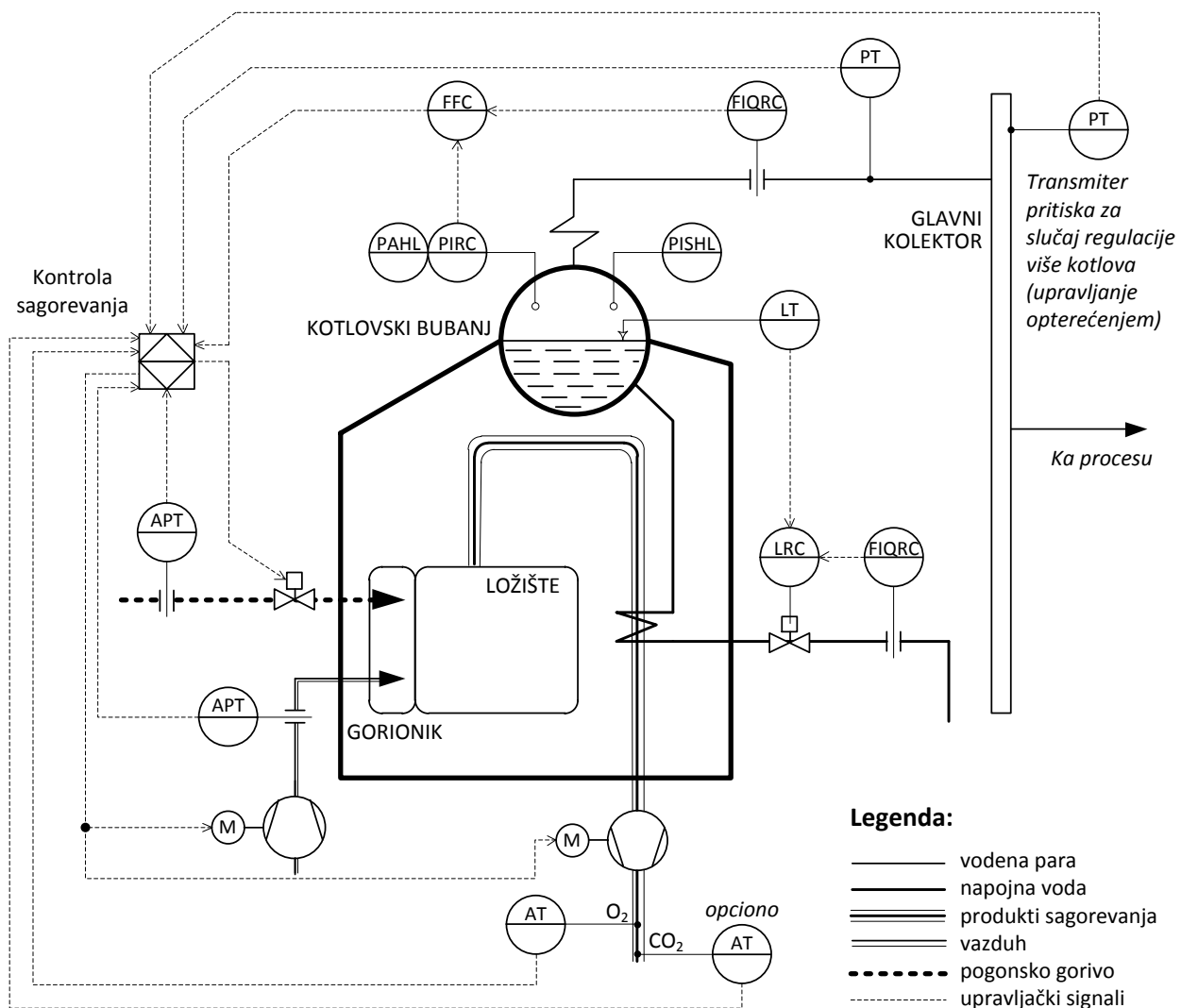
Očekivane uštede od 4% u proseku (zasnovana na iskustvenim i naučnim saznanjima) odnose se prvenstveno na kotlarnice sa više kotlova, npr. 3 ili 4 sa prvom i drugom opcijom pogonskog goriva (recimo prirodni gas i mazut), međutim realan okvir za procenu očekivanih efekata na regionalnom planu treba tražiti na nivou i ispod 3% jer je osnovna specifičnost postojanje alternativnih goriva koja mogu biti značajno isplativija od drugih – raspoloživih a sem toga često su u pitanju kotlovi starije generacije gde je slabija elastičnost i gde su opcije čestog variranja opterećenja, stand-by režimi, pa u krajnjem slučaju i paljenje i gašenje, veoma nepoželjna stanja. Iz svih pomenutih razloga ova mera ima i manji potencijal od 3%. Za proračun efekata ulaganja usvojeno je da je to 2%.

Troškovi implementacije sistema automatske regulacija opterećenja za kotlarnicu sa 2 ÷ 4 kotla iznose:

- za opremu 3.500 ÷ 6.500 €,
- za instalaciju i montažu 2.000 ÷ 3.500 € i
- za puštanje u rad, testiranje i obuku rukovaoca do 1.000 €.

To ukupno iznosi 6.500 ÷ 11.000 €.

Mogući način upravljanja podrazumeva korišćenje svih postojećih regulacionih elemenata i opreme uz uvođenje (nadogradnju) opreme za regulaciju sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja i upravljanje opterećenjem kotlarnice (slika 5.10). Na ovaj način bi se, pored koristi od automatskog vođenja, izvršila i dodatna racionalizacija potrošnje energije i poboljšale ukupne performanse energane [73].



Slika 5.10: Principijelna tehnološka šema unapređene regulacije

Na slici 5.10 je prikazan PID regulator (kontrola sagorevanja) čiji upravljački algoritam dobija signal (4-20 mA) od vodećeg (master) davača pritiska pare u glavnom kolektoru. Regulator sa opcijom setovanja određuje i deli opterećenje na takav način da održava pritisak u zajedničkom kolektoru kotlarnice na zadanom nivou.

Koristi od implementacije sistema automatske regulacija opterećenja:

- Ušteda goriva eliminacijom rada kotla na niskom opterećenju,
- Povećava se eksploatacioni vek svakog kotla jer automatska regulacija opterećenja vrši preraspodelu opterećenja i prema satima rada, tako da se postiže ravnomerna angažovanost svakog kotla. Vodeći kotao se rotira iz dana u dan ili nedeljno,
- Automatska, nezavisna i optimizovana kontrola paljenja, gašenja i „stand-by“ režima vrši se prema pritisku ili temperaturi glavnog razdelnika pare / vrele vode, čime se eliminišu oscilacije u radu,
- Mogućnost veoma precizne regulacije isporuke pare / vrele vode,
- Postizanje i kontrola parametara na jednakom nivou (pritisci i temperature) za sve kotlove. Nije dobro postojanje različitih pritisaka i temperatura unutar kotlarnice.

5.7 AUTOMATSKO ODMULJIVANJE I ODSOLJAVANJE KOTLOVA

Odmuljivanje i odsoljavanje predstavlja važan deo tretmana kotlovske vode i ima zadatak da ograniči koncentraciju soli i ostalih nepoželjnih materija u kotlovske vode. Optimalan stepen odmuljivanja i odsoljavanja je presudan, budući da previsok stepen odmuljivanja rezultira toplotnim gubicima i povećanju količine upotrebljenih hemijskih sredstava za tretman napojne vode, dok nizak stepen odmuljivanja rezultira povećanjem koncentracije nepoželjnih materija u kotlovske vode. Ne postoji čvrsto definisano pravilo za optimalnu vrednost stepena odmuljivanja budući da kvalitet napojne vode značajno varira, a kreće se u intervalu od 1% pa sve do 25% (u odnosu na protok napojne vode u kotlu) [72], [74].

Pri proizvodnji pare u parnim kotlovima nastaje čvrsti talog (supstance koje su se nalazile u napojnoj vodi i oksidi gvožđa sa unutrašnje površine kotla) koji se nagomilava u unutrašnjosti kotla i potrebno ga je odvesti iz doboša kotla. Ukoliko se ovaj talog ne odvodi, on se nagomilava i time remeti pravilan rad kotla, što može dovesti i do havarije. Takođe, rastvorene soli i primese doprinose stvaranju pene na slobodnoj površini vode u dobošu kotla. Pojava pene nepovoljno utiče na rad kotla. Savremeni načini pripreme napojne vode imaju za cilj da pretvore štetne primese u mulj koji se nagomilava na dna doboša kotla i koji se u definisanim intervalima, pomoću posebnih odmuljnih ventila odvode sa dna doboša kotla. Ukoliko se ne odvodi iz kotla, mulj postaje čvrsta naslaga na dnu kotla i remeti njegov pravilan rad. Remećenje pravilnog rada znači i pojavu nepotrebnih energetskih gubitaka.

Zatečena praksa je da se odmuljivanje često vrši ručno. U toj opciji mora se paziti da se to uradi na vreme kako bi se proces odvijao optimalno obzirom na moguće gubitke toplote ili ugrožavanje intenziteta razmene toplote. Naročito je teško postići dobre rezultate jer je potrebno odmuljivanje više kotlova u sistemu. Zato se predlaže automatski režim rada podsistema za odmuljivanje.

TDS (Total Dissolved Solids - ukupno rastvorene čvrste materije) predstavlja meru "zagađenosti" kotlovske vode i samim tim je jasan pokazatelj kada je potrebno izvršiti odmuljivanje. Princip na kome se zasniva merenje koncentracije TDS zasniva se na merenju električne provodnosti/otpornosti vode u kotlu. Čista voda je veoma loš provodnik električne struje nasuprot vode sa visokim sadržajem rastvorenih jedinjenja (TDS) koja dobro provodi električnu struju. Rasprostranjeni, i značajno jednostavniji metod merenja ukupne koncentracije rastvorenih materija je pomoću prozirnog stakla, čime se vizuelno utvrđuje stanje vode u kotlu. Kada rukovaoc kotla uvidi da se voda u kotlu "zaprljala", vrši odmuljivanje koje je najčešće ručno i prema osećaju i iskustvu rukovaoca kotlovskim postrojenjem. Ovakav vizuelni način odmuljivanja, i pored svoje jednostavnosti nije efikasan i zahteva konstantno praćenje stanja vode u kotlu. Prekomerno odmuljivanje je veoma skupo, podjednako u pogledu gubitka toplote i potrebnih hemikalija za hemijsku pripremu vode (HPV) pa je veoma bitno da odmuljivanje bude svedeno na neophodan minimum.

Kada napojna voda ulazi u kotao, ona sadrži određenu količinu soli. Soli su dospale u napojnu vodu u hemijskoj pripremi vode za kotao. Voda dalje u kotlu isparava, ostavljajući soli u kotlovske vode. Količina soli se vremenom povećava stvarajući penu i čineći kotlovsku vodu agresivnom prema unutrašnjoj strani

kotla. Zato je potrebno vršiti odsoljavanje kotla kako bi se sadržaj soli održao u normali. Odsoljavanje se u odnosu na odmuljivanje vrši sa nivoa približnom nivou kotlovske vode.

Postoje tri načina odmuljivanja i odsoljavanja kotlova: kontinualno, ručno i automatsko. Kod kontinualnog odmuljivanja se koristi kalibrisani ventil a otvor za odmuljivanje na najnižoj tački kotla, dok se otvor za odsoljavanje nalazi u ravni slobodne površine vode u kotlu. Kao što sam naziv govori, kontinualnim odmuljivanjem i odsoljavanjem vrši se kontinualno odvođenje vode iz radnog prostora kotla u zadatoj količini. Svi kotlovi kao obaveznu opremu imaju ručni ventil za odmuljivanje. Ručno odmuljivanje omogućava uklanjanje mulja koji se nataložio na dnu kotla. Međutim automatskim odmuljivanjem se postižu najbolji rezultati obzirom da:

- je smanjena potreba za stalnim prisustvom obučenog rukovaoca kotlom,
- su toplotni gubici i potreba za upotrebom hemijskih sredstava svedeni na minimum,
- je povećana efikasnost, a mogućnost havarije i zastoja svedeni na minimum.

Korišćenje otpadne toplote u procesu odmuljivanja može redukovati gubitke odmuljivanja do 50%, što donosi uštedu energije od 0,5 do 2,5% od ulazne toplotne energije goriva za pogon kotla. Ukoliko se koristi i tečni ostatak iz procesa odmuljivanja moguće je ostvariti dodatnih 25% što u konačnom iznosu ostvaruje uštedu energije od 0,75 do 3,75 od ulazne toplotne energije goriva (postrojenja koja poseduju HPV) [74].

Dodatnu toplotnu energiju moguće je realizovati razmenjivačem toplote koji koristi toplotu odmuljne tečnosti iz procesa odmuljivanja za npr. predgrevanje napojne vode ili alternativno za druge svrhe. Tečnost se hladi ispod temperature od 43°C pre nego što napusti postrojenje. Na taj način do 80% od ukupne otpadne toplotne energije je moguće iskoristiti. Ova mera ostvaruje uštede tako što povećava temperaturu napojne vode i na taj način smanjuje potrošnju goriva [72], [74].

5.7.1 Korišćenje otpadne toplote kod kontinualnog odmuljivanja

Ovde je prikazan primer uštede u procesu korišćenja otpadne toplote prilikom automatskog kontinualnog odmuljivanja na jednom uzorkovanom kotlu.

Produkcija pare	9,15 t/h
Pritisak u kotlu	12 bar
Pritisak u sudu za otparavanje	1,4 bar
Temperatura napojne vode	16 °C (pripremljene)
Stepen odmuljivanja	0,0845
Stepen korisnosti kotla	0,86
Donja toplotna moć goriva	$H_d = 40.430 \text{ kJ/kg}$ (mazut)
Cena goriva	0,5 €/kg
Godišnje vreme rada kotla	7.680 h (usvojeno 11 meseci)
Protok odmuljne tečnosti	0,844 t/h (količina tečnosti koja se izbacuje odmuljivanjem)
Entalpija vode	798,3 kJ/kg (na pritisku u kotlu, na 12 bar)
Entalpija otparka	458,4 kJ/kg (na pritisku u rezervoaru otparka)
Latentna toplota na 1,4 bar	2.231,5 kJ/kg (na pritisku koji vlada u sudu za otparavanje)

UKOLIKO SE CELOKUPNA KOLIČINA ODMULJNE TEČNOSTI IZBACUJE (BACA) ODMULJIVANJEM

Količina toplote otpadne vode	674.195,1 kJ/h
Količina utrošenog goriva	19,4 kg/h (za toplotu otpadne vode)
Gubitak u novcu (godišnje)	74.460 €/god (na bazi utrošenog goriva za izgublenu otpadnu vodu)

UKOLIKO SE INSTALIRA SISTEM ZA KORIŠĆENJE OTPADNE TOPLOTE koji se sastoji od otparavanja na 1,4 bar i pločastog razmenjivača toplote za pothlađivanje vode na 30°C moguće je ostvariti sledeće uštede:

OTPARIVAČ:

Količina otparka	128,6 kg/h (otparavanje sa 12 bar na 1,4 bar)
Stepen otparavanja	15,2%
Novi protok odmuljne tečn.	715,9 kg/h (količina tečnosti nakon otparavanja)
Korisna toplota otparka	287.058,6 kJ/h (prelazak otparka u tečno stanje)

RAZMENJIVAČ TOPLOTE:

Entalpija otpadne (odmuljne) vode koja napušta razmenjivač na 30 °C: 125,8 kJ/kg

Entalpija otpadne (odmuljne) vode koja ulazi u razmenjivač na 1,4 bar: 458,4 kJ/kg

Korisna toplota otpadne tečnosti: 238.109,60 kJ/h (hlađenje ostatka odmuljne tečnosti do 30°C)

UKUPNO (ukupna ušteda energije korišćenjem otpadne toplote odmuljne tečnosti):

Ukupna ušteda energije 287.058,6 + 238.109,6 = 525.168,2 kJ/h (145 kW)

Ušteda goriva 15,10 kg/h (2,61%)

Ušteda goriva na god. nivou 116 t/god.

Ušteda u novcu 58.000 €/god.

Ušteda u odnosu na ukupni trošak za gorivo je 2,6%. U pitanju je značajna ušteda a takođe treba napomenuti da je smanjenje potrebe za hemijskom pripremom napojne vode 20%. To je korist koja nije uzeta u obzir a često iznosi 25 ÷ 50% od uštede u gorivu.

Troškovi implementacije sistema automatske kontrole odmuljivanja i odsoljavanja i korišćenja otpadne toplote zavise od mnogih faktora kao što su kapacitet kotla, dinamika rada, kvalitet opreme za funkcionisanje podsistema i dr. Orjentacione vrednosti za uprosečene uslove su:

- za opremu za kontrolu odmuljivanja i odsoljavanja 3.000 ÷ 4.500 €,
- za opremu za korišćenje otpadne toplote 11.000 ÷ 15.500 €,
- za instalaciju i montažu 2.500 ÷ 4.500 € i
- za puštanje u rad, testiranje i obuku rukovaoca oko 1.000 €.

To ukupno iznosi 16.500 ÷ 25.000 €.

Na osnovu procene troškova i potencijalnih ušteda u tabeli 5.9 su prikazani ekonomski pokazatelji i očekivana ušteda energije pri korišćenju otpadne toplote u procesu odmuljivanja i odsoljavanja.

Tabela 5.9: Ekonomski pokazatelji u procesu odmuljivanja i odsoljavanja

Vreme rada kotla	7.680 h/god	5.570 h/god	6.625 h/god
Ušteda u potrošnji goriva	115,9 t/god.	84,1 t/god.	100,1 t/god.
Ušteda u troškovima za gorivo	58.000 €/god.	42.065 €/god.	50.030 €/god.
Prost period otplate investicije*	0,43	0,60	0,50

* Pretpostavka da je visina investicije maksimalna i procenjena na 25.000 €.

5.8 AUTOMATSKO UPRAVLJANJE I NADZOR KOTLOVA

U novije vreme se od tehnika merenja, automatskog upravljanja i nadzora očekuje da ponude rešenje za efikasno vođenje složenih energetskih postrojenja kakvo je kotlovsko, uz sve strožije zahteve za visokim performansama i da s druge strane ulaganja budu prihvatljiva i korišćenje ljudskih resursa racionalno. Takva situacija doprinela je razvoju integrisanih nadzorno upravljačkih sistema, koji mogu da pomire ove oprečne i brojne kriterijume [75].

Do nedavno je vladalo mišljenje da su nadzorno upravljački sistemi skupi, nepouzdati i nepotrebni, međutim situacija se danas prilično promenila. Savremeni sistemi, kada se ispravno koriste, često mogu da ostvare značajno poboljšanje performansi procesa uz minimalne dodatne troškove za opremu i proširenje infrastrukture. Do ove promene je uglavnom došlo zahvaljujući postojanju kvalitetnih i sofisticiranih uređaja za merenje i akviziciju podataka, mrežne opreme i hardverskih i softverskih modula, što je rezultiralo boljim performansama i nižim investicionim troškovima. To podrazumeva da su specifični troškovi instalacije jednog tipičnog sistema manji, dok sam sistem obezbeđuje veću količinu i viši kvalitet informacija koji su u stanju da značajno doprinesu povećanju ukupne efikasnosti kompleksnih postrojenja.

Iako je to očigledno, ipak treba istaći da nadzorno upravljački sistemi pružaju mnoge pogodnosti. Automatskim očitavanjem omogućava se da sistem sam pravi profile ključnih energetskih i procesnih pokazatelja i obezbeđuje podatke u realnom vremenu. Kao rezultat toga, uočavaju se i eliminišu „slabe tačke“ procesa, dok se pojednostavljaju procedure utvrđivanja referentnih vrednosti kao i procedure analiza i kontrole troškova. Gotovi „paketi“ merno-akvizicijskih i nadzorno-upravljačkih sistema, nude

planski ulaz i izlaz podataka, što omogućava laku integraciju (i nadogradnju) sa već postojećim proizvodnim i računovodstvenim sistemima, kao i izradu specifičnih kalkulacija kao što je npr. „analiza troškova po delovima“ za svaku pogonsku celinu [75].

Trend automatizacije energetske postrojenja kreće se ka sve većoj upotrebi programibilnih logičkih kontrolera (PLC) direktno povezanih sa elektronskim mernim pretvaračima fizičkih veličina karakterističnim za dati proces sa jedne i izvršnim organima za upravljanje sa druge strane.

Razvoj i značajno sniženje cena telekomunikacione, računarske i mikroprocesorske tehnologije i senzorske tehnike omogućili su promenu pristupa u nadzoru i upravljanju kod kotlovskih postrojenja. Povećan kvalitet, uvođenje sopstvene provere i praćenje ispravnosti samih mernih uređaja značajno su doprineli povećanju pouzdanosti u praćenju rada kotla. Razvoj senzora i uređaja za kontinualno praćenje tvrdoće vode, analiza produkata sagorevanja i dr. i povezivanje ovih uređaja u sistem automatskog upravljanja, uz istovremeno pojednostavljenu komunikaciju svih elemenata sistema (npr. Field-bus tehnologija), omogućili su da se smanji uticaj ljudskog faktora u fazi upravljanja postrojenjem [76].

Krupan napredak je načinjen poslednjih godina na unapređenju standarda sigurnosti i pouzdanosti regulisanja pojedinih tehnoloških parametara kotla. Sonde bez pokretnih delova i moderna elektronika tako su pouzdani da najveći broj havarija na kotlovima pripada prošlosti. Ovaj razvoj je uslovio donošenje preporuka ili standarda u zemljama Evropske unije za kontinualan rad kotlovskog postrojenja bez konstantnog ljudskog nadzora u toku 24, odnosno 72 sata (TRD 604 ili EN 12953).

Savremeni energetske sistemi danas ostvaruju visok nivo energetske efikasnosti u mnogome zbog prisustva sofisticirane merne i upravljačke opreme i automatskog vođenja postrojenja. Na taj način učinjeno je mogućim takvo automatsko upravljanje gde se pri promeni jednog parametra izvrši istovremena trenutna korekcija ostalih parametara, koji su međusobno zavisni. Ova mogućnost uz optimalno podešavanje i regulisanje pomenutih tehnoloških parametara, obezbeđuje da postrojenje tokom eksploatacije ostvaruje racionalizaciju korišćenja goriva pri procesu proizvodnje toplotne energije ili tehnološke pare.

Osnovni elementi koji se koriste u praktičnim rešenjima nadzorno upravljačkih sistema i komunikacija su programabilni logički kontroleri - PLC (Programmable Logic Controller) i SCADA sistemi (Supervisor Control And Data Acquisition) i oni čine jedinstvenu celinu u automatizaciji energetske postrojenja.

Programabilni logički kontroler se koristi za automatizaciju industrijskih procesa, za kontrolu pojedinačnih postrojenja i opreme ili kompletnih proizvodnih procesa [78], [79]. Osnovna razlika u odnosu na standardne računare je mogućnost rada sa velikim brojem ulazno izlaznih periferija i to omogućava povezivanje senzora i izvršnih organa, a sem toga otporan je na spoljne uticaje, kao što su visoke temperature, vibracije, prašina, mehanički udari, električne smetnje i dr. Ulazno izlazne periferije mogu biti uključene u okviru samog PLC uređaja i/ili mogu biti proširive dodatnim modulima. Na sličan način pojedine karakteristike ili funkcije PLC-a moguće je proširiti ili omogućiti dodatnim modulima. PLC je nastao kao zamena automatskim sistemima koji su koristili hiljade releja, tajmera i dr. Jedan PLC može biti isprogramiran da zamenjuje hiljade releja. Izmena logike upravljanja je zahtevala izmenu kompletnog povezivanja u sistemima sa relejima dok se izmena logike upravljanja na PLC izvodi prostom promenom programa upravljanja. Funkcionalnost PLC je tokom godina evoluirala tako da danas obavlja mnoge operacije kao što su: obrada podataka, čuvanje podataka, obezbeđuje komunikacione kanale, upravlja distribuiranim periferijama, povezuje se sa višim nivoima upravljanja, omogućuje razmenu podataka sa ostalim sistemima u okviru procesa automatizacije na nivou pogona ili kompletnog postrojenja ili čak niza postrojenja [79].

PLC-u je potrebno da vrši interakciju sa korisnicima radi potreba konfiguracije, izveštaja, alarma. Za te potrebe služe računarski sistemi za nadzor i upravljanje odnosno SCADA sistemi. Danas su to obično računari opremljeni odgovarajućim softverom i interfejsima koji omogućuju vezu prema PLC-u, a savremene telekomunikacione tehnologije su omogućile daljinski nadzor sistema korišćenjem tehnologija kao što su internet i mobilna telefonija. Praktično je danas vrlo teško zamisliti PLC bez odgovarajućeg korisničkog interfejsa. SCADA je softver koji služi za kontrolu i prikupljanje podataka u jednom procesu. Predstavlja sistem za automatizaciju opštih procesa koji se koristi za prikupljanje podataka sa senzora i instrumenata lociranih na udaljenim stanicama i za prenos i prikazivanje tih podataka u centralnoj stanici u svrhu nadzora ili upravljanja. Prikupljeni podaci se obično posmatraju na jednom ili više SCADA računara u

centralnoj (glavnoj) stanici. Podaci se takođe mogu čuvati u istorijatu, koji je često podržan bazom podataka, radi prikaza trendova i drugih analitičkih radnji [79].

5.8.1 Značaj nadzorno upravljačkih sistema

Osnovna težnja je uspostavljanje i održavanje energetske performansi u kontinuitetu. To je najbolje uraditi uz pomoć nadzorno upravljačkih sistema. Samo održavanje performansi na visokom nivou u dužim vremenskim intervalima obezbeđuje uštedu. To je zadatak nadzorno upravljačkih sistema kojima se obezbeđuje i kontroliše primena predloženih mera i potvrđuje ušteta.

Investicije u ove sisteme mogu biti visoke ako se implementacija sprovodi u uslovima nepostojanja bilo kakve opreme i infrastrukture. Međutim često nadzorno upravljački sistemi koriste postojeću komunikacionu infrastrukturu i postojeće merne uređaje i postojeće procesne računare. U tom slučaju govori se o nadgradnji i proširivanju sistema i investicija može biti znatno manja. Zatečeno stanje u regionalnim energanama je veoma promenljivo i mogu se sresti situacije u potpunosti bez automatizacije i nadzora do onih subjekata koji poseduju i koriste nadzorno upravljačke sisteme veoma uspešno. Ovo je uzeto u obzir prilikom analize efekata i potrebe investiranja.

5.9 ANALIZA EFEKATA OPERATIVNIH UNAPREĐENJA

Na bazi analize slučajeva nije moguće obraditi čitavu populaciju energana na zadovoljavajući način što je neophodno za kvalifikaciju tranzicionih procesa. Analize slučajeva važne su iz razloga provere i potvrde koncepta i proveru rezultata i efekata na reprezentativnom - uzorkovanom pojedinačnom sistemu. Međutim to nije najadekvatniji način analize šire populacije na regionalnom planu gde postoji velika različitost tehnologije, stepena zastupljenosti neke tehnologije, namene sistema, načina korišćenja i upravljanja, različite generacije opreme i dr.

Iz tog razloga korišćen je pristup predikcije operativnih parametara putem modela neuronskih mreža a za promenu ulaznih parametara i kontrolu izlaznih promenljivih korišćena je analiza slučajeva, prikazana u prethodnim poglavljima.

Dva su osnovna razloga za izbor pristupa predikcije operativnih parametara putem modela neuronskih mreža a korišćenjem analize slučajeva za obezbeđenje ulazno izlaznih parametara:

1. Da bi se adekvatno sagledali kumulativni efekti pojedinih analiziranih poboljšanja operativnih performansi, jer pretpostavka je da se revitalizacijom obuhvata više mera i aktivnosti obzirom da je istraživanjem utvrđeno da je to neophodno i
2. Da bi se efekti pratili i analizirali po osnovu različitih parametara (kao što su vrsta goriva, radni vek, tip kotla, kapacitet, trenutno opterećenje, postojanje regulacije i dr.), u uslovima značajnijih varijacija ulaznih parametara, na različitom obimu, različitoj nameni sistema i sl.

Kada je u pitanju scenario S1: Sadašnja praksa unapređenja bez sistemskih promena institucionalnog i zakonodavnog okvira (implementacija sistema energetske menadžmenta; poboljšanje operativnih procedura energetske sistema; unapređenje investicionog održavanja; dosledna primena standarda, instrukcija, pravilnika i dr.) i scenario S2: Razvoj lanca energetske efikasnosti kombinovanim metodama (revitalizacija kotlovske postrojenja; uvođenje tehničkih mera energetske efikasnosti, novih tehnologija) primenjena je tehnika predikcije operativnih parametara putem modela neuronskih mreža. Na taj način uzeti su u obzir svi pomenuti parametri a efekti su korišćeni za projekciju troškova i koristi.

5.9.1 Model neuronske mreže i energetska efikasnost

Obzirom da se radi o veoma raznovrsnim uticajnim faktorima čija kombinacija veoma varira od energane do energane i pri tome intenzitet uticaja nije isti po pravilu, može se konstatovati da klasičan proračun pokazatelja kakav je efikasnost kotla, ne može dati dobre rezultate sem u slučaju značajnih pojednostavljenja pri modelovanju i simulacijama i uvođenja brojnih pretpostavki za koje nije moguće pružiti pouzdano utemeljenje.

Iz ovih razloga u disertaciji je razvijen model na bazi uspostavljanja matematičke relacije svih uticajnih faktora, metodom obuke neuronske mreže [80]. Relevantnost modela proverena je na realnom uzorku koji pri tome nije korišćen za obuku iste neuronske mreže.

Jedan od najvećih problema u analizi energetske efikasnosti odnosi se na stohastičku prirodu uticajnih faktora. U takvim okolnostima, samo adekvatan pristup omogućava preciznije razmatranje i pouzdanije predviđanje izlaznih energetske performansi kroz varijacije odabranih ulaznih promenljivih. ANN metodologija omogućava pouzdano predviđanje na osnovu kojih se zatim može bazirati energetske planiranje i sprovođenje mera koje su neophodne kako bi se postigli specifični ciljevi.

Klasične metode za predviđanje uključuju regresije i „state space“ metode. Savremenije metode uključuju ekspertske sisteme, „fuzzy“ sisteme, napredno programiranje (evolutionary programming), neuronske mreže i različite kombinacije ovih alata. Među mnogim postojećim alatima, neuronske mreže su privukle veliku pažnju zbog njihovog jasnog modela, lake implementacije i dobrih performansi. Neuronske mreže su postale popularan pristup u različitim realnim aplikacijama i u različitim oblastima, uključujući tehnike predviđanja (prediction) i prognoziranja (forecasting)⁶, funkcije aproksimacija, grupisanja (clustering), prepoznavanje i sintezu govora, kao i prepoznavanje oblika i klasifikacija, između ostalog [80].

MATLAB je izabran kao tehnički računarski jezik za ANN modeliranje i alat neuronske mreže (Neural Networks Toolbox) kao pred-definisano okruženje. Model kotla je razvijen, obučen, testiran i korišćen u MATLAB interaktivnom okruženju, što je veoma pogodno za razvoj algoritama, vizuelizaciju podataka, analizu podataka, kao i izvođenje simulativnih proračuna.

5.9.2 Selekcija ulaznih i izlaznih parametara

U cilju obuke neuronske mreže, skup ulazno-izlaznih promenljivih je definisan. Povezani ulazni i izlazni parametri su korišćeni za tu obuku, i zasnovani su na poznatim realnim podacima. Ovi podaci uključuju niz ulaznih podataka koji definišu operativne uslove u kombinaciji sa izlaznim podacima koji definišu efikasnost transformacije energije.

Izbor ulaznih i izlaznih parametara je izvršen u skladu sa specifikacijama kotlarnica u regionu i neefikasnosti identifikovanoj kroz preglede, istraživanja, intervju i merenja. Izlazni parametar je efikasnost kotla definisana kao pokazatelj performansi. Selektovani ulazni parametri su: vrsta goriva, tip kotla, period eksploatacije, nominalni kapacitet, opseg opterećenja i sadržaj kiseonika u dimnim gasovima – produktima sagorevanja.

5.9.3 Učenje mreže

U višeslojnim „feed forward“ mrežama (*multilayer feed forward networks*), ulazni i izlazni vektori se koriste za obuku mreže. Mreža će naučiti da vezuje date izlazne vektore sa ulaznim vektorima prilagođavajući svoje težinske koeficijente na bazi kontrole izlazne greške. Algoritam modifikacije težinskih koeficijenata je najstrijmiji silazni algoritam (steepest descent algorithm) koji se često naziva delta pravilo i koji će smanjiti nelinearnu funkciju. Algoritam se zove „back error propagation“ or „back propagation“, jer greške se prenose povratno kroz skrivene slojeve (širenje greške unatrag) [81].

Težinski koeficijenti se mogu formirati („naučiti“) procesom treninga mreže, koristeći trenazni skup ciljanih vrednosti x_p^T za izlaz iz datog skupa ulaznih promenljivih, gde je p pojedinačna vrednost iz trening baze. Najstrijmiji silazni algoritam u suštini pokušava da izabere težinske koeficijente tokom treninga. Tokom tog procesa, srednja kvadratna greška E između ciljanog izlaznog x^T i stvarnih izlaza x mreže nad svim podacima za obuku se svodi na minimum. Dakle, težinski koeficijenti se određuju za n izlaznih neurona, tako da algoritam povratnog prenosa (back propagation algorithm) minimizuje srednju kvadratnu grešku E za N trening ciklusa.

⁶ Predviđanje (predicting) se zasniva na najboljoj pretpostavci iz iskustva, dok se prognoziranje (forecasting) bazira na podacima koji su posledica merenja ili monitoringa konkretnih procesa ili događaja.

$$E = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N \sum_{i=1}^n (x_{pi}^T - x_{pi})^2$$

Delta pravilo se zatim koristi da se pronađe minimum za srednju kvadratnu grešku E, diferenciranjem sa težinskim koeficijentom T_{ij} . Težina T_{ij} se menja:

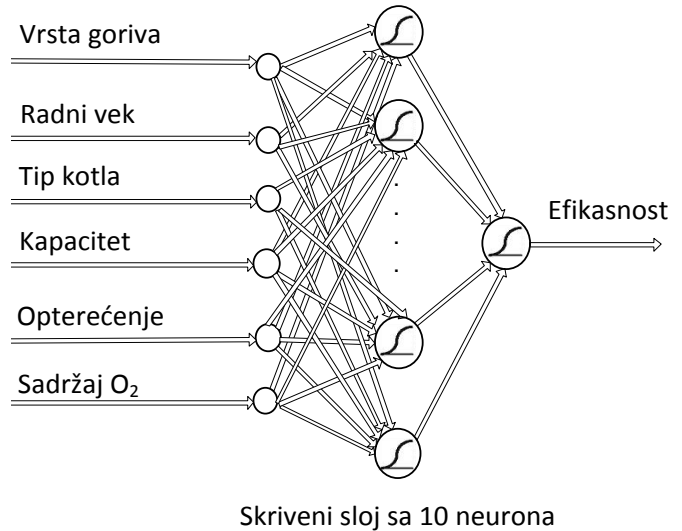
$$\Delta T_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial T_{ij}}, \text{ gde je } \eta \text{ stopa obuke.}$$

Nakon obračuna ΔT_{ij} , novi težinski koeficijent se određuje na sledeći način: $T_{ij,new} = T_{ij,old} + \Delta T_{ij}$

5.9.4 Arhitektura neuronske mreže

Nekoliko arhitektura ANN je testirano sa različitim brojem skrivenih slojeva i različitim brojevima neurona u tim slojevima. Prvi set eksperimenata pokazao je da i jedan i dva skrivena sloja daju slične rezultate, tako da je usvojena neuronska mreža sa jednim slojem. Nakon toga, sproveden je novi set eksperimenata kako bi se utvrdio tačan broj neurona u sloju.

Testiran je niz slojeva sa brojem neurona u rasponu od 5 do 30. Eksperimenti su pokazali da mreža sa deset neurona u skrivenim slojevima obezbeđuje najbolje rezultate. Konačna arhitektura neuronske mreže prikazana je na slici 5.11.



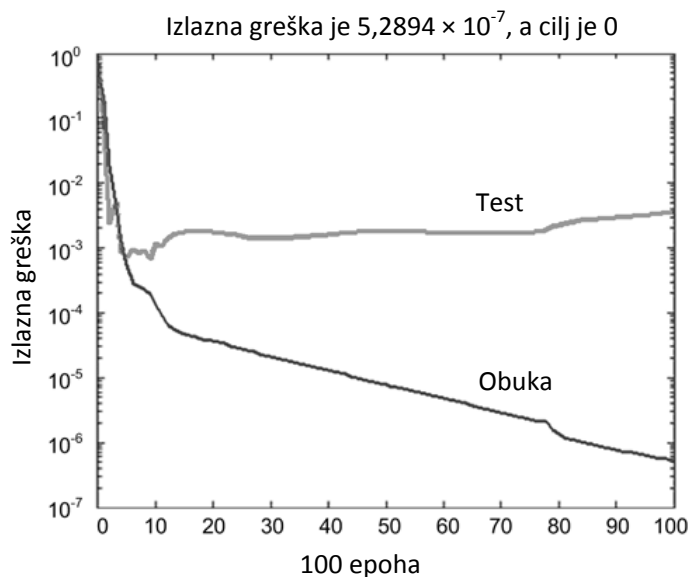
Slika 5.11: Arhitektura predložene neuronske mreže

Aktivaciona funkcija za sve slojeve bila je Logaritamska sigmoidna prenosna funkcija: $\text{logsig}(x) = \frac{1}{(1 + e^x)}$

5.9.5 Proces validacije i analiza greške

ANN model je obučen sa 60 parova ulaznih i izlaznih vrednosti. Prema preporukama u literaturi, deset procenata od raspoloživih merenih podataka je korišćeno u svrhu validacije [82].

Broj epoha je ograničen na 100, ali obuka je bila završena mnogo ranije u svim eksperimentima. Posle nekoliko desetina epoha greške u obuci bile su manje od 0,1%, što je prihvatljivo ako se uzme u obzir preciznost ulaznih podataka. Greška tokom procesa verifikacije bila manja od 1 procenta, što ukazuje da obučeni ANN model može da se koristi u analizi sa podacima koji nisu korišćeni u procesu obuke. Slika 5.12 pokazuje greške u ANN modelu kroz epohe obuke.



Slika 5.12: Greška u obuci modela neuronske mreže

Model je ocenjen na osnovu grešaka u procesu predviđanja. Tehnika merenja grešaka koja se najčešće koristi u modelima neuronskih mreža, a koja je korišćena u proceni rezultata koje su ovde predstavljene,

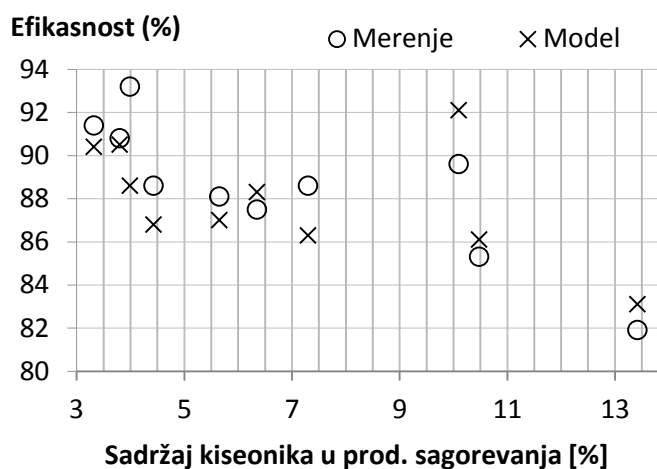
je srednja apsolutna greška izražena u procentima (Mean Absolute Percentage Error - MAPE), koja je definisana kao:

$$\text{MAPE} = \frac{|x_i - y_i|}{x_i} \times 100$$

Gde su x_i aktuelne - stvarne vrednosti, a y_i su vrednosti – rezultati predikcije u i -toj vremenskoj instanci. Izračunata srednja apsolutna greška za podatke u procesu testiranja je 3,18%.

Dobijeni rezultati dobro korespondiraju sa prikupljenim podacima tokom audita u regionalnim kotlarnicama i izmerenim vrednostima, dok su računarski zahtevi ANN metode i vreme potrebno za analizu razumni. Ovo implicira da ANN model može efikasno da se koristi za predviđanje i prognoziranje operativnih performansi.

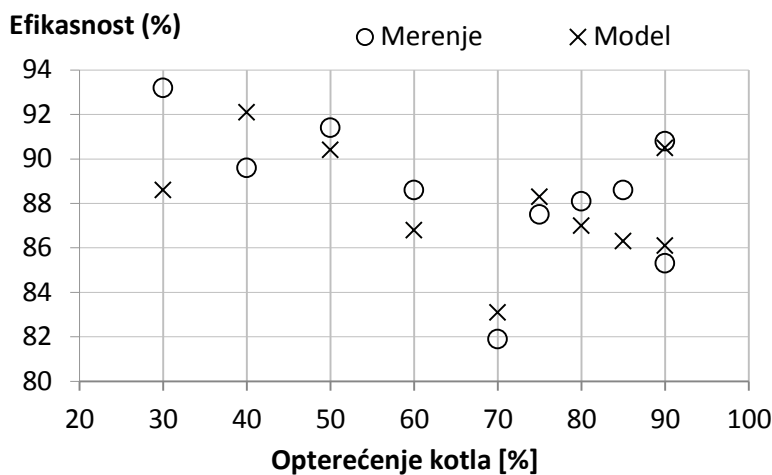
Ovakav stav se može podupreti ispitivanjem odstupanja između rezultata iz modela i prikupljenih podataka. Slika 5.13 pokazuje poređenje između rezultata iz modela i prikupljenih podataka.



Slika 5.13: Poređenje model rezultata i podataka

Veća odstupanja između rezultata iz modela i prikupljenih podataka su uočljiva u opsezima operativnih karakteristika sa višim vrednostima izmerenog sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja ili manjeg radnog opterećenja postrojenja. Tokom energetskih pregleda, podaci iz ovih opsega pojavljuju se ređe, samim tim je prikupljena manja količina podataka, i ti podaci su samim tim nedovoljni za obuku mreže koja bi vernije odslikavala realne performanse. Otuda proizilazi veće odstupanje.

U opsegu operativnih karakteristika, gde većina kotlova radi češće, prikupljeno je znatno više podataka, jer je sadržaj kiseonika u rasponu od 3% do 5% kao i radno opterećenje postrojenja od 60% do 90% mnogo češće zastupljeno. Veći broj uzoraka je omogućio bolju obuku mreže i preciznija predviđanja. Mreža je u ovim opsezima pokazala je dobre rezultate odnosno podudaranje između rezultata iz modela i prikupljenih podataka je bilo veće. Slika 5.14 pokazuje poređenje model rezultata i prikupljenih podataka.



Slika 5.14: Poređenje model rezultata i merenih podataka

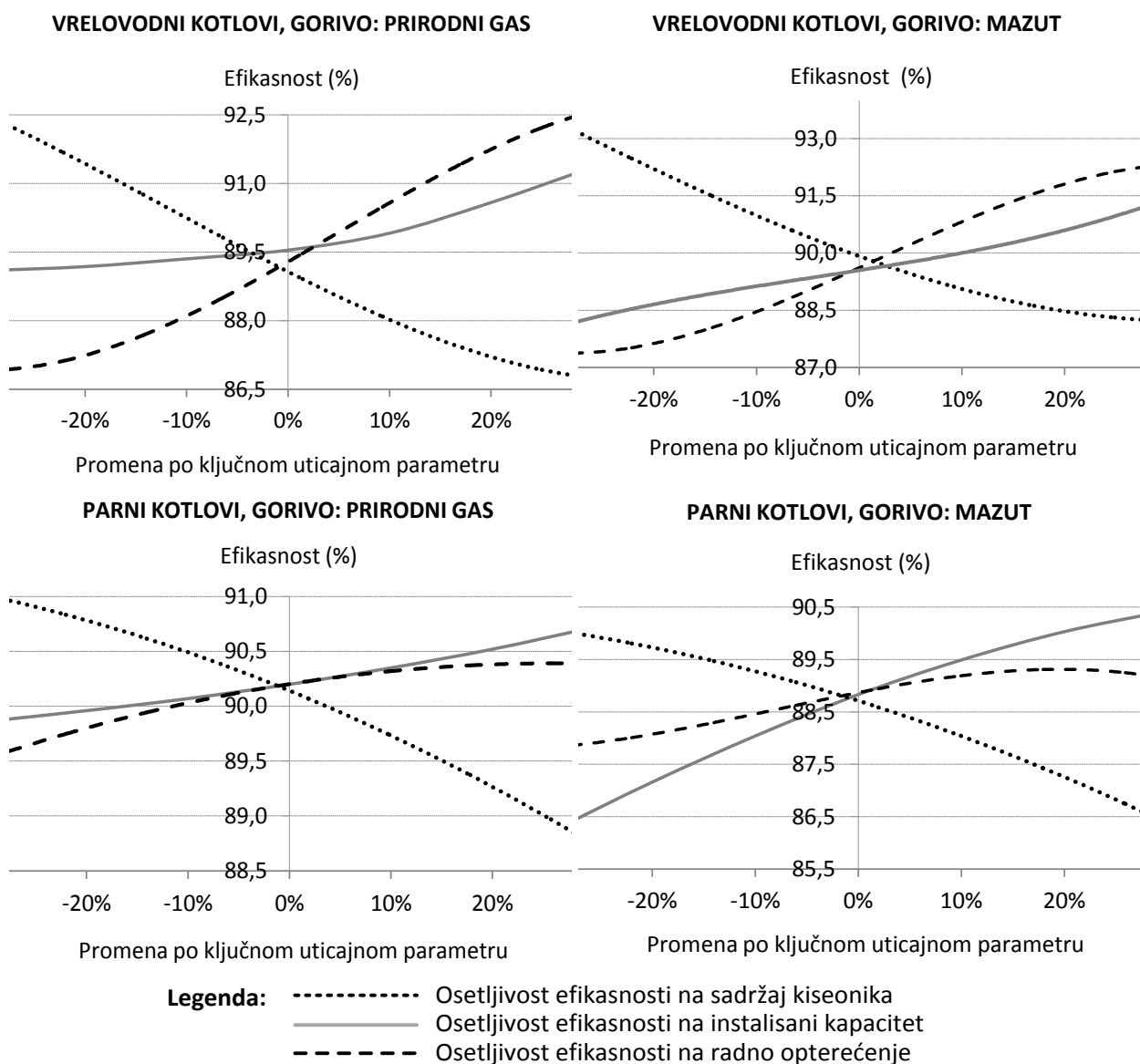
5.9.6 Tehnika simulativne analize

Predviđanje operativnih performansi kotlova izvršeno je korišćenjem ANN modela. Stvaranjem skupa mogućih ishoda, model omogućava uvid kako će promene jedne ili više promenljivih uticati na izlaznu – ciljnu promenljivu. Ulazni parametri analize su podaci dobijeni energetskim pregledima, merenjima i proračunima (analizom slučajeva).

Ispitivanje operativnih performansi je sprovedeno za odabrane promenljive koje su usvojene kao ulazni parametri: vrsta goriva, tip kotla, eksploatacioni vek, nominalni kapacitet, opseg prosečnog operativnog opterećenja i sadržaj kiseonika u produktima sagorevanja. Izlazni parametar je efikasnost kotla. Predviđanje efikasnosti kotla se vrši promenom jednog od ovih ulaznih parametara zadržavajući sve

ostale konstantnim. Eksploatacioni period je pretpostavljen i usvojen kao fiksni ulazni parametar jer godine eksploatacije nemaju značajan i konzistentan uticaj na efikasnost.

ANN model je na taj način korišćen za sve kombinacije promenljivih parametara. Jedan grafički pregled po određenom tipu kotla i goriva prikazan je na slici 5.15. Rezultati su organizovani i strukturirani u formi analize osetljivosti kao odgovarajuće tehnike za utvrđivanje kako će različita nezavisna ulazna promenljiva uticati na određenu zavisnu promenljivu pod datim uslovima i pretpostavkama. Stopa varijacije je 10% od zatečenih performansi kotla usvojenih kao polazna radna tačka i to u opsegu od -30% do +30%. Navedeni ključni uticajni parametri su varirani, a odgovarajući rezultati su raspoređeni na isti način. Slika pokazuje izlazne operativne performanse na bazi predviđanja i to za sve konfiguracije koje su proučavane.



Slika 5.15: Osetljivost stepena korisnosti prema uticajnim parametrima

Primer analize prikazan je na slici 5.15 i predstavlja tipičnu specifikaciju zamišljenog kotla iz skupa regionalnih kotlova (uzorka) koji je korišćen kao reprezentativan predstavnik po karakteristikama i performansama za testiranje i tumačenje. Specifikacija kotla uključuju sledeće: 25 godina eksploatacije, kapacitet 10 MW, prosečno operativno opterećenje od 69% i sadržaj kiseonika u produktima sagorevanja 6,33%. Efikasnost je zatim izračunata ANN modelom i rezultati su sledeći: 90,20% za prirodni gas i parne kotlove, 89,54% za prirodni gas i vrelovodne kotlove, 88,83% za mazut i parni kotao i 89,74% za mazut i vrelovodne kotlove. Ilustracija jednog mogućeg scenarija, koji bi se mogao interpretirati za pomenuti kotao, ima sledeće indikacije: ako se sadržaj kiseonika u produktima

sagorevanja smanji sa 6,33% na 5,33%, efikasnost kotla će porasti sa 88,8% na 89,5% (model rezultati). Za istu konfiguraciju i konstantan nivo kiseonika u produktima sagorevanja od 6,33%, povećanjem trenutnog radnog opterećenja od 69% do 80%, povećaće se i efikasnost kotla sa 88,8% na 89,4% (model rezultati).

Na ovaj način izvršena je predikcija za različite ulazne promenljive iz populacije regionalnih kotlova i utvrđena promena stepena korisnosti. Rezultati su organizovani u jedan opseg gde se nalaze minimalne i maksimalne varijacije izlaznog parametra – efikasnosti kotla ali isto tako usvojena je jedinstvena vrednost unutar tog opsega kao vrednost koja je najrealnija i ona je korišćena za predikciju. Analiza energetske efikasnosti kotlova razvijenim ANN modelom na ovaj način kvantifikuje odstupanja u efikasnosti a samim tim i u specifičnoj potrošnji pogonskog goriva, uzrokovanih različitim devijacijama kod ulaznih operativnih parametara u odnosu na referentne vrednosti dobijene istraživanjem.

5.9.7 Vrednost metoda

Vrednost ove metode može da se oceni prema mogućnostima i potencijalu za kompetentnu i pouzdanu analizu performansi a takođe i prema brojnosti ograničenja koje prate ovu metodu. U tom smislu vrednost metoda može se opisati sledećim mogućnostima koje obezbeđuje primenjena analiza:

1. Predviđanje varijacija efikasnosti za različite ulazne parametare i uslove rada,
2. Razmatranje prirode varijacija efikasnosti u skladu sa promenama na ulazima,
3. Procena intenziteta uticaja pojedinih parametara,
4. Rangiranje određene ulazne promenljive prema potencijalu uticaja na efikasnost,
5. Analiza trendova promena operativnih performansi,
6. Identifikacija nivoa poboljšanja efikasnosti uz određeni operativni režim.

Relevantnost ovog metoda je verifikovana i potvrđena kroz mnogobrojne procese testiranja i ispitivanja u kojima se podaci dobijeni iz modela dobro poklapaju sa merenim aktuelnim podacima iz postrojenja.

S druge strane, nedostatak ovog pristupa je u tome što je neophodno izvršiti duga i kompleksna merenja konkretnih parametara koja pri tome imaju dinamičku dimenziju i moraju biti vremenski odnosno sekvencijalno specifikirana i takođe moraju biti sprovedena u određenom vremenskom periodu. To dovodi do situacije da pristup obuhvata samo najčešće operativne režime i procesuiru predviđanja u opsezima koji ne uključuju ekstremne vrednosti pojedinih ulaznih parametara kao i granične režime, i samim tim manje je pouzdan. Međutim, ovo ograničenje se može efikasno prevazići kroz dalji razvoj postupaka pregleda i uz proširenje merenja na različite, predefinisane režime rada.

Vrednost ove metode ogleda se i u tačnosti predviđanja koja može biti poboljšana povećanjem brojnosti ulaznih parametara. A obzirom da se ulaznim podacima jednog kotlovskeg postrojenja mogu dodavati podaci dobijeni iz drugih sličnih kotlovskih postrojenja, obuka mreže se poboljšava a samim tim i tačnost predviđanja postaje veća.

5.9.8 Rezime i komentar

ANN model predstavlja jedan od mogućih pristupa i metodologija za simulativne proračune energetske efikasnosti u široj populaciji kotlova. Kada se rezultati dobijeni simulativnim ANN modelom uporede sa evidencijama baziranim na merenjima i vrednostima zasnovanim na analizi i analitici, primećuje se visok stepen saglasnosti. Ovaj nalaz ukazuje na to da je tehnika, koja je primenjena u ovoj analizi, sposobna da reprodukuje nelinearno ponašanje kotlovskih postrojenja [80].

Trenutno, mnoge mogućnosti za ostvarivanje značajnih poboljšanja energetske efikasnosti u uzorkovanim kotlovima se propuštaju, bez obzira na dostupnost dobro poznatih metoda i mera za poboljšanje. Ova situacija ukazuje da postoji prostor za implementaciju proaktivnog pristupa predviđanja pomoću ANN modela i samim tim za uspostavljanje tehnike planiranja i poboljšanja.

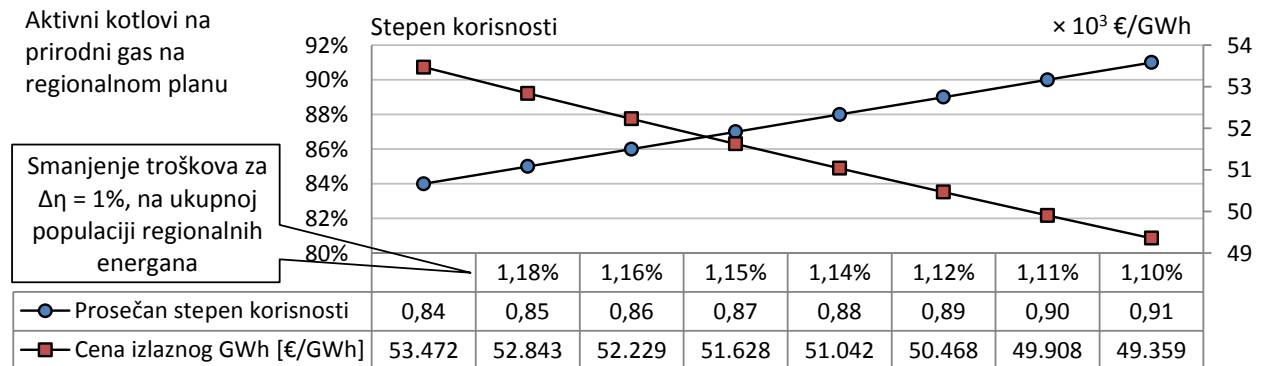
Model je demonstrirao da se merljiv stepen poboljšanja može postići odgovarajućom promenom neke od operativnih promenljivih identifikovanoj tokom simulativne analize. Pri tome i poboljšanja i promene operativnih promenljivih mogu biti kvantifikovani i vrednovani. Razmatrajući izabrane ključne uticajne

promenljive i njihove realne i ostvarive ili očekivane varijacije, analiza je pokazala da se efikasnost regionalnih kotlova može poboljšati u određenoj meri kroz varijacije ovih ključnih uticajnih parametara u rasponu od 20% do 30%. Za različite vrste goriva i različite tipove kotlova, poboljšanje energetske efikasnosti može biti od 0,5% do 1,0% za parne kotlove koji koriste prirodni gas, od 2,0% do 3,5% za vrelovodne kotlova na prirodni gas, od 0,5% do 1,5% za parne kotlove koji koriste mazut, a od 1,5% do 3,5% za vrelovodne kotlove na mazut.

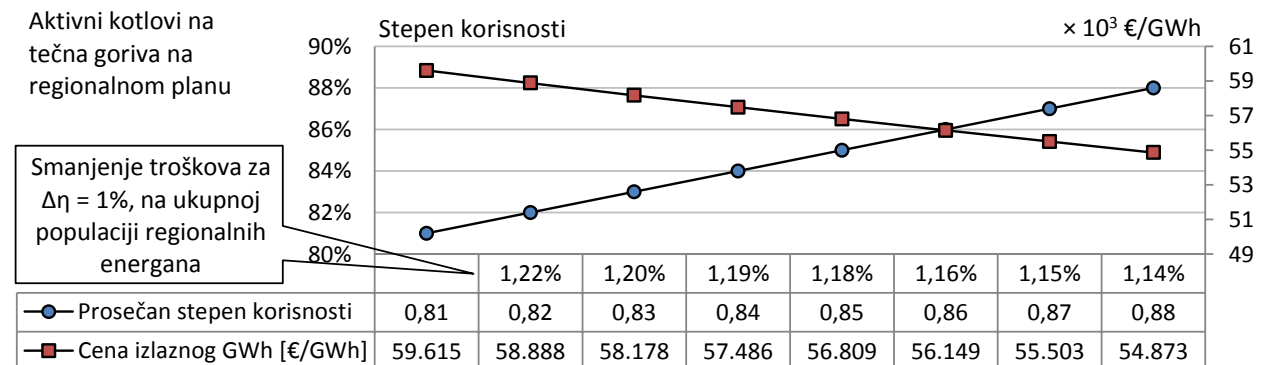
5.10 TEHNO-EKONOMSKE PROJEKCIJE

Nakon što je model kreiran i testiran, upotrebljen je za analizu i ekstrapolaciju rezultata poboljšanja na čitavu populaciju regionalnih energana. Tom prilikom analiza se bazira na dve dominantne vrste goriva: prirodni gas i tečna goriva u koje spada prvenstveno mazut, a zatim i lako loživo ulje i dizel – D2. Takođe ekstrapolacija je uključila samo aktivne kotlove, odnosno kotlove koji nisu konzervirani, hladna rezerva ili van funkcije iz bilo kog razloga. Udeo aktivnih kotlova u ukupnoj populaciji u regionu je 85% što je utvrđeno metodom uzorka kako je navedeno u objašnjenju metodologije formiranja uzorka kotlova. Nakon toga aktivni kotlovi su svedeni na kotlove pogonjene sa dva pomenuta goriva i takav uzorak umanjen je za 8% koliko iznosi udeo kotlova na čvrsto gorivo, poljoprivredni otpad, silosni otpad i dr. Ovi kotlovi su izuzeti iz analize jer ne predstavljaju relevantne jedinice obzirom da su to često veoma netipična postrojenja sa specifičnim radnim parametrima a sem toga rade veoma promenljivom dinamikom, često imaju sezonski karakter i neizvestan nastavak rada u perspektivi. Tako formirana grupa kotlova obuhvata 78% svih kotlova na regionalnom planu.

Prostom analizom uticaja stepena korisnosti kotla na troškove proizvodnje toplotne energije odnosno na cenu izlaznog toplotnog GWh, a zatim ekstrapolacijom ovih podataka na pomenutu populaciju regionalnih kotlarnica, moguće je sagledati novčane efekte promene stepena korisnosti. Ove promene prikazane su na slikama 5.16 i 5.17 gde se jasno može uočiti direktan i izrazit uticaj na veoma važan parametar kao što je cena proizvedene energije.



Slika 5.16: Promena stepena korisnosti i toška po izlaznom GWh, za kotlove na prirodni gas



Slika 5.17: Promena stepena korisnosti i toška po izlaznom GWh, za kotlove na tečna goriva

Uočljivo je da se za svaki procenat povećanja prosečnog stepena korisnosti kotla obezbeđuje smanjenje godišnjih troškova za toplotnu energiju za 2,7 miliona evra kada je prirodni gas u pitanju i za 1,6 miliona evra kada su tečna goriva u pitanju. Prosek za obe vrste goriva je ušteda od 2 miliona evra godišnje za svaki procenat povećanja prosečnog stepena korisnosti kotla. Pomenute novčane uštede odnose se na promenu prosečnog stepena korisnosti kotla čitave populacije uzorka, odnosno 78% regionalnih kotlarnica koje čine grupu aktivnih kotlova.

Tehnikom korišćenja formiranog modela određeni su efekti koji na postrojenje imaju predložene mere poboljšanja. Na taj način izračunata su poboljšanja stepena korisnosti kotla primenom selektovanih mera, a time i proverene potencijalne novčane posledice. Te mere razvrstane su po definisanim scenarijima na način kako je prikazano u tabeli 5.10:

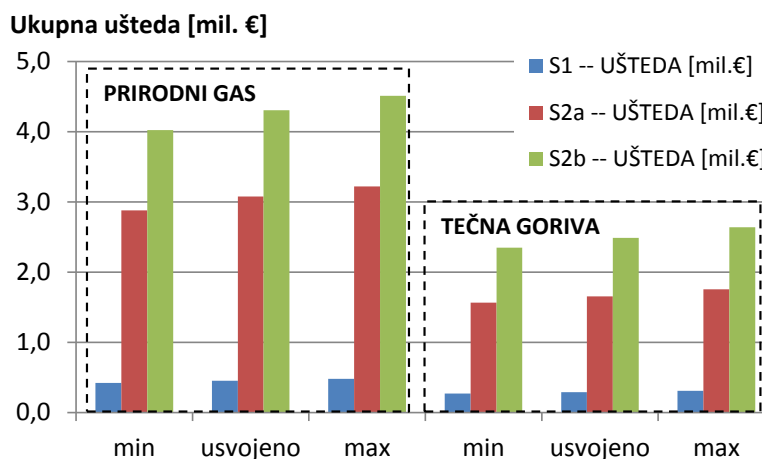
Tabela 5.10: Struktura mera poboljšanja energetske efikasnosti po scenarijima

Scenario	Mere poboljšanja energetske efikasnosti
S1	Primena tehnike poboljšanja operativnih procedura
S2	S2a Kontrola procesa sagorevanja (preko sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja) Upravljanje opterećenjem (kotlarnice sa više kotlova i izvora toplotne energije)
	S2b Korišćenje otpadne toplote u procesu odmuljivanja i odsoljavanja Integrirani nadzorno upravljački sistemi

Simulacijom primene različitih mera očekivano se pokazalo da viši nivo ulaganja i kompleksnost mera donosi veće uštede energije a samim tim i veće novčane efekte. Ipak različito zatečeno stanje u regionalnim energanama uslovalo je različite potrebe i različit broj kotlova gde se konkretna mera može primeniti što je uslovalo različite efekte. Na primer, kontrola sadržaja kiseonika u produktima sagorevanja je mera koja donosi značajne uštede na bazi efikasnijeg procesa sagorevanja i po relativnom iznosu sličnog je reda veličina kao i mere koje su svrstane u Scenario S2b, međutim potencijal uštede je znatno manji. Razlog tome nalazi se u manjem broju jedinica na koje potencijalno može da se primeni ova mera. U regionu mnogo kotlovskih jedinica već ima implementiranu stacionarnu kontrolu kiseonika i već ostvaruje uštede po ovom osnovu. Sve kotlovske jedinice koje imaju implemetiranu neku konkretnu meru izuzete su iz analize, pa tako prikazan potencijal uzima u obzir stvarno stanje i relevantan uzorak.

Kao osnov za simulaciju korišćen je model kreiran metodom neuronskim mreža. Karakteristično za ovaj pristup je potreba da se pojedini ulazni parametri odrede ili pretpostave. U konkretnom slučaju kritični parametri su uzimani po principu da budu realni i u okvirnim granicama u kojima se najčešće pojavljuju. S tim u vezi korišćen je pristup „od-do“ a na bazi prikupljenih informacija tokom direktnih odita i intervjua sa rukovaocima kotlova. Na primer, opseg opterećenja je proveravan od 65% do 85% što je u saglasnosti sa prosečnim vrednostima uzorka za konkretno gorivo ili konkretan opseg instalisanog kapaciteta. Tom prilikom je jedna vrednost proglašavana minimumom a druga maksimumom. Vrednosti koje je model neuronske mreže pokazivao je takođe tumačen kao donja i gornja vrednost.

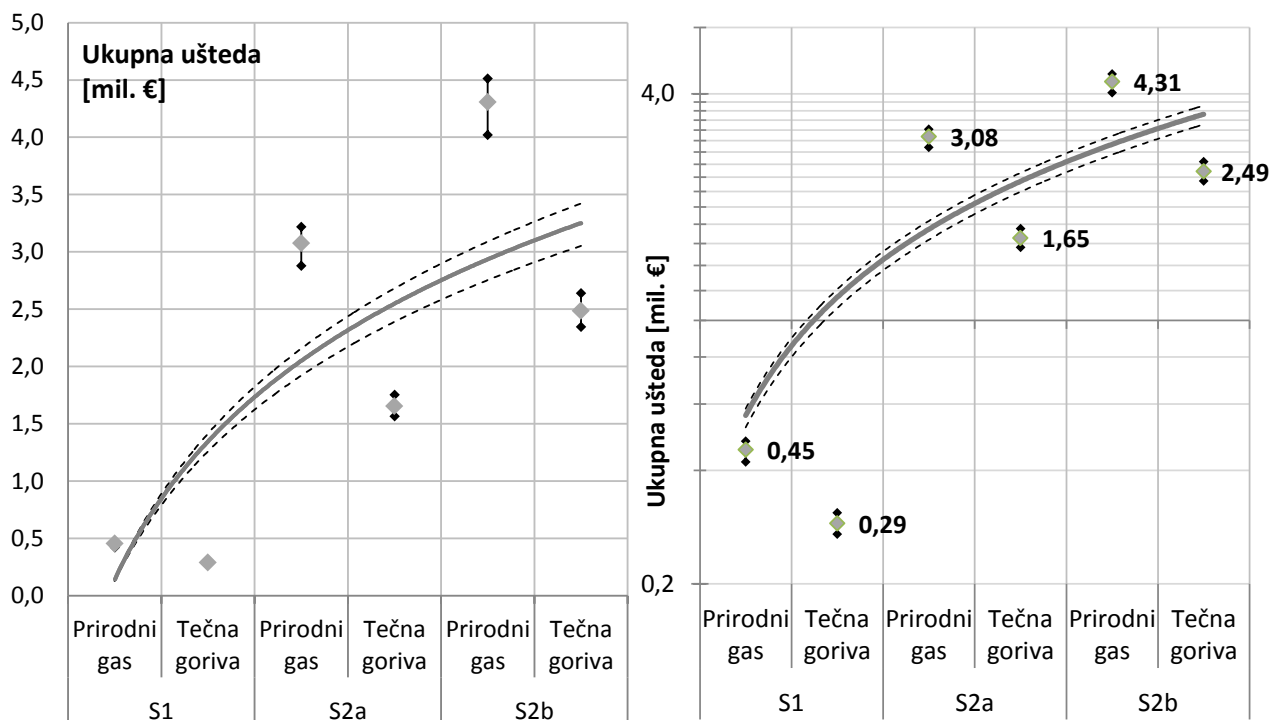
Između ova dva granična slučaja, usvojena je jedinstvena vrednost koja je proglašena za najverovatniju tokom predviđanja izlaznog parametra. Ova vrednost nije srednja vrednost već vrednost koja je simulacionim postupkom proglašena za najverovatniju i usvojena je kao relevantna za proces predviđanja. Dijagram na slici 5.18 prikazuje ove tri opcije dobijene simulacijom ali razvrstano prema gorivu na kotlove pogonjene prirodnim gasom i tečnim gorivima.



Slika 5.18: Potencijal uštede

Indikativno je da su uštede u slučaju kotlova na prirodni gas znatno veće a razlog tome može se tražiti u većoj populaciji aktivnih kotlova na prirodni gas, većim instalisanim kapacitetima kao i u boljim mogućnostima regulisanja. Ono što ne ide u prilog ovakvim rezultatima je veći potencijal ušteda kod kotlova na tečna goriva gde je stepen korisnosti niži u zatečenim uslovima iz različitih razloga.

Ukupna ušteda u novcu primenom predloženih mera energetske efikasnosti prikazana je na slici 5.19 za svako gorivo posebno i u granicama u kojima pojedini kritični operativni parametri mogu da variraju a koji imaju suštinski uticaj. Isti prikaz rezultata nalazi se na slici 5.19 desno, gde je korišćena logaritamska skala i konkretan iznos ušteda za usvojen paket operativnih parametara.



Slika 5.19: Potencijalne ukupne uštede za dve dominantne vrste goriva

Apsolutni iznos ušteda jeste indikativan u tranzicionim procesima ali resursi koji se za to koriste moraju biti uvaženi. Neophodno je sagledati iznos investicija koji je potreban za realizaciju. Potrebne investicije za opremu (uključujući transport i puštanje u rad) u okviru svake od mera, prikazane su u tabeli 5.11. Iznosi su u milionima €. Novčani iznosi odnose se na individualnu meru sa opsegom u kojem se može očekivati kretanje troškova, a u saglasnosti sa troškovima analiziranim za svaku predloženu meru. Srednja vrednost je uzeta u obzir prilikom projekcija troškova. U istoj tabeli nalazi se i podatak o broju pozicija (kotlovskih jedinica) na kojima je neophodna primena konkretne mere. Može se primetiti da pojedine mere već postoje u manjem broju energana i u njima se ne predviđa investiranje.

Tabela 5.11: Pozicije na kojima nedostaje mera sa iznosima potrebne investicije

Mera energetske efikasnosti	Pozicije na kojima nedostaje mera		Iznos/min. [mil.€]	Iznos/maks [mil.€]	Srednja vred.[mil.€]
Primena poboljšanih operativnih procedura	38,5%	118	0,88	1,41	1,15
Kontrola procesa sagorevanja	85,9%	263	3,94	6,30	5,12
Upravljanje opterećenjem kotlarnice	25,6%	78	0,51	0,86	0,68
Automatsko odmuljivanje i odsoljavanje	67,9%	208	3,43	5,19	4,31
Integrirani nadzorno upravljački sistemi	78,2%	239	5,14	6,93	6,04

Nakon procene potrebnih troškova za implementacijom pomenutih mera (oprem uključujući transport i puštanje u rad) izvršena je procena troškova po svakom od scenarija i iznosi su prikazani u tabeli 5.12.

Obzirom da investicija podrazumeva i indirektno troškove oni su uzeti u razmatranje u skladu sa iznosima prikazanim u tabeli 5.13, procentualno u odnosu na troškove opreme.

Tabela 5.12: Iznosi potrebne investicije za svaki od scenarija

Mere energetske efikasnosti za svaki scenario	Scenario	Iznos / min. [mil.€]	Iznos / maks. [mil.€]	Srednja vred. [mil.€]
Primena poboljšanih operativnih procedura	S1	0,88	1,41	1,15
Kontrola procesa sagorevanja Upravljanje opterećenjem	S2a	5,33	8,57	6,95
Automatsko odmuljivanje i odsoljavanje Integrirani nadzorno upravljački sistemi	S2b	13,90	20,70	17,30

Tabela 5.13: Indirektni troškovi

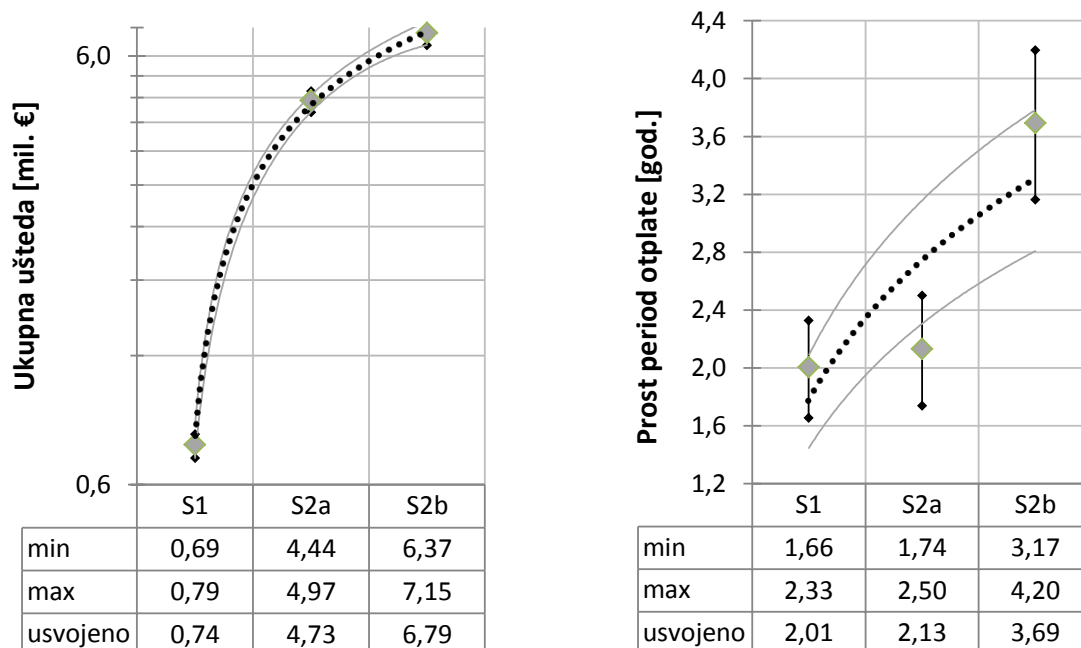
Integracija opreme u postojeći nadzorno upravljački sistem, montaža, podešavanje, testiranje	5%
Prilagođavanje infrastrukture i manji mašinski, građevinski i elektro radovi	10%
Troškovi upravljanja projektom, izrada projektne dokumentacije	20%
Kontrola procedura, monitoring i verifikacija	5%
Nepredviđeni troškovi i ostali troškovi	5%

Iznos ukupne investicije određen je dodavanjem indirektnih troškova na potrebne iznose za opremu i implementaciju, koja uključuje transport, montažu i puštanje u rad.

Tabela 5.14: Ukupni troškovi za svaki scenario

Mere energetske efikasnosti za svaki scenario	Scenario	Iznos / min. [mil.€]	Iznos / maks. [mil.€]	Srednja vred. [mil.€]
Primena poboljšanih operativnih procedura	S1	1,15	1,83	1,49
Kontrola procesa sagorevanja Upravljanje opterećenjem	S2a	7,73	12,43	10,08
Automatsko odmuljivanje i odsoljavanje Integrirani nadzorno upravljački sistemi	S2b	20,15	30,02	25,09

Iznosi sredstava potrebnih za svaki scenario sagledani su preko prostog perioda otplate sredstava. Ovde je primenjen sličan pristup i korišćene su granične i srednja vrednost investicionih sredstava i usvojen izlazni parametar simulacione analize - ušteda. Na taj način formirane su vrednosti za svaki scenario min. / max. i usvojena vrednost. Slika 5.20 prikazuje ove rezultate i oni se odnose na oba pogonska goriva zbirno. Slika prikazuje ukupnu uštedu [mil.€] i prost period otplate izražen u godinama.



Slika 5.20: Zbirni pokazatelji za dve dominantne vrste goriva

Dobijeni rezultati su povoljni i oni su u većoj meri uslovljeni dostupnošću tehnologije (manji početni troškovi a značajne mogućnosti), a u manjoj meri potencijalom ušteda koji nose selektovane mere.

Kako bi se prethodno prikazani parametri kvalifikovali u dužem vremenskom periodu, konkretno u ekonomskom veku predloženih mera po svakom od scenarija, neophodno je uraditi dinamičku ekonomsku analizu – analizu troškova i koristi („Cost Benefit Analysis“). Nakon što se odrede ukupne koristi i troškovi primene pojedine energetske tehnologije ili mere energetske efikasnosti, neophodno je njihovo diskontovanje u cilju obračuna ekonomskih pokazatelja rentabilnosti. Na taj način se vrednuju buduće koristi i troškovi u odnosu na trenutno stanje.

Za potrebe ove analize definisan je diskontni faktor od 12%. Ovako visok diskontni faktor usvojen je zbog realne mogućnosti da inflacija na godišnjem nivou bude blizu ili čak oko vrednosti 10% a i iz razloga provere promena u uslovima koji nisu najpovoljniji.

Visoka diskontna stopa je izabrana uzimajući u obzir sledeće činjenice:

1. Analiza pretpostavlja finansiranje uz visoku cenu kapitala (stanje na međunarodnom tržištu kapitala nije najpovoljnije), a i na bazi ekonomskih kretanja u zemlji (kreditni rejting Srbije je dva puta redukovano u poslednjih godinu dana);
2. Obzirom da se radi o investiciji sa odloženom otplatom (kreditiranje) i visokim kamatnim stopama komercijalnih banaka u Srbiji. Kamatna stopa po kojoj se može dobiti zajam nije povoljna. Srbija je među zemljama sa najvećim kamatnim stopama u Evropi i to već niz godina u nazad a takav trend se može očekivati i na srednji rok;
3. Rizik davanja ili preuzimanja sredstava se ocenjuje kao visok kada je privreda Srbije u pitanju. Sem toga, kada se radi o sektoru energetike, plasmani se inače smatraju rizičnim prema ocenama bankarskih stručnih službi. Rizik projekata energetske efikasnosti i primene obnovljivih izvora energije je visok (rizik ostvarivanja očekivanih rezultata projekata je visok). Tako da se rizik percipira kao visok na bazi obe činjenice;
4. Radi se o jednoktaoj nabavci imovine i opreme koja ima dogoročan efekat odnosno uštede i racionalizacije raspoređene su na period od 20 godina. Predložene mere energetske efikasnosti i nove tehnologije ostvarivaće uštede i nakon isteka ovog ekonomskog veka, najmanje još 10 god.
5. Godišnja stopa inflacije za 2013. god., prema podacima i projekcijama Narodne banke Srbije. Inflacija na mesečnom nivou kreće se od nekoliko procenata pa do preko 10%;
6. Projekti koji se predlažu su više radno a manje kapitalno intenzivni;
7. Raspoloživa količina sopstvenih sredstava je manja a dominiraju pozajmljena sredstva;
8. Opšte stanje preduzeća i ustanova po pitanju razvojne i finansijske politike u Srbiji nije povoljno;
9. Ekonomska politika zemlje je takva da problemi u sektoru energetike nemaju visok prioritet.

Amortizacija nije prikazana na dijagramima jer predstavlja trošak koji ne zahteva odliv novčanih sredstava i zato se ne nalazi u novčanom toku.

Analiza rentabilnosti investicije rađena je uz korišćenje konstantnih – realnih cena energije koje su fiksirane u baznoj godini. To su konstantne cene odnosno cene iz kojih je isključena inflacija i koje se koriguju u odnosu na baznu godinu primenom konstantne stope rasta cena na godišnjem nivou. Eskalacija cene prirodnog gasa i tečnih goriva je usvojena ispod nivoa inflacije što je takođe iz razloga provere modela promena u nepovoljnijim uslovima a i iz razloga što cene na domaćem tržištu ne prate dosledno inflatorna kretanja. Usvojen je faktor eskalacije cena energije i energenata od 4%.

Izvor sredstava za finansiranje je usvojen da bude većim delom izvan kategorije „sopstvena sredstva“, obzirom da energetska sektor u najvećem broju slučajeva koristi klasičan metod kreditiranja, uz otplatu na bazi ostvarenih ušteda i obzirom da sistemske promene na većem broju aktera u energetskom sektoru kontroliše država resornim ministarstvima i institucijama. Pozajmljena sredstva pokrivaju nabavku opreme, transport, montažu i puštanje u rad. Manji deo (oko 30%) predstavljaju sopstvena sredstva zainteresovanih strana u predloženim aktivnostima. Taj deo odnosi se na integraciju nove opreme u

postojeći nadzorno upravljački sistem, prilagođavanje infrastrukture sa manjim mašinskim, građevinskim i elektro radovima, troškove upravljanja projektom, izrade projektne dokumentacije, kontrolu procedura, monitoring i verifikaciju, nepredviđene troškove i ostale troškove.

Kada su sredstva finansijskih institucija u pitanju, kalkulacija je izvršena sa godišnjom kamatnom stopom od 8%. Kamatna stopa je usvojena na ovom nivou kao čisto komercijalni kredit iako pozajmljena sredstva mogu da se kombinuju da sredstvima koja bi obezbedila država ili pokrajina pod uslovima povoljnijim od komercijalnih. U takvoj konstelaciji realno je za očekivati da bi „kombinovana“ kamatna stopa bila niža od usvojene. Ipak ideja je bila da se promene provere pod nepovoljnijim uslovima.

U tabelama 5.15 do 5.20 prikazani su iznosi investicija po različitim scenarijima kao i struktura izvora finansiranja sa detaljima. Takođe, u ovim tabelama prikazani su planovi otplate sa detaljima oko godišnjih anuiteta.

Tabela 5.15: Izvori finansiranja za scenario S1_ Primena tehnike poboljšanja operativnih procedura

Izvori finansiranja	Iznos [€]	Kamatna stopa [%/god.]	Rok otplate [god.]
Sopstveni kapital	343.982		
Kredit	1.146.608	8	10
Ukupna investicija	1.490.590		

Tabela 5.16: Plan otplate za scenario S1_ Primena tehnike poboljšanja operativnih procedura

Anuitet	Godina	Glavnica duga	Ostatak duga	Kamata	Anuitet
			1.146.608		
1	2015.	114.661	1.031.947	91.729	206.389
2	2016.	114.661	917.286	82.556	197.216
3	2017.	114.661	802.625	73.383	188.044
4	2018.	114.661	687.965	64.210	178.871
5	2019.	114.661	573.304	55.037	169.698
6	2020.	114.661	458.643	45.864	160.525
7	2021.	114.661	343.982	36.691	151.352
8	2022.	114.661	229.322	27.519	142.179
9	2023.	114.661	114.661	18.346	133.006
10	2024.	114.661	0	9.173	123.834
Ukupno		1.146.608		504.507	1.651.115

Tabela 5.17: Izvori finansiranja za S2a_ Kontrola procesa sagorevanja i upravljanje opterećenjem

Izvori finansiranja	Iznos [€]	Kamatna stopa [%/god.]	Rok otplate [god.]
Sopstveni kapital	3.129.356		
Kredit	6.954.125	8	10
Ukupna investicija	10.083.482		

Tabela 5.18: Plan otplate za S2a_ Kontrola procesa sagorevanja i upravljanje opterećenjem

Anuitet	Godina	Glavnica duga	Ostatak duga	Kamata	Anuitet
			6.954.125		
1	2015.	695.413	6.258.713	556.330	1.251.743
2	2016.	695.413	5.563.300	500.697	1.196.110
3	2017.	695.413	4.867.888	445.064	1.140.477
4	2018.	695.413	4.172.475	389.431	1.084.844
5	2019.	695.413	3.477.063	333.798	1.029.211
6	2020.	695.413	2.781.650	278.165	973.578
7	2021.	695.413	2.086.238	222.532	917.945
8	2022.	695.413	1.390.825	166.899	862.312
9	2023.	695.413	695.413	111.266	806.679
10	2024.	695.413	0	55.633	751.046
Ukupno		6.954.125		3.059.815	10.013.941

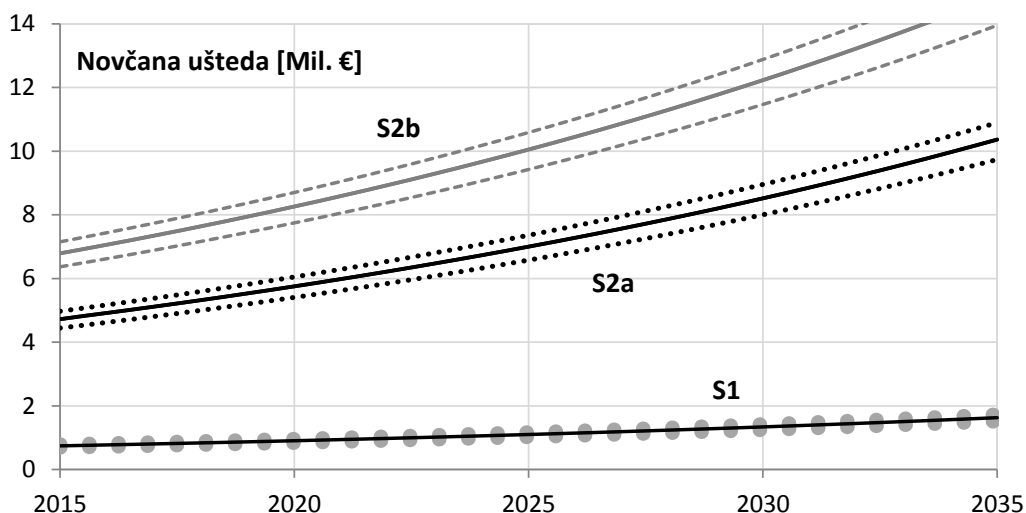
Tabela 5.19: Izvori finansiranja za S2b_ Aut. odmuljivanje i nadzorno upravljački sistemi

Izvori finansiranja	Iznos [€]	Kamatna stopa [%/god.]	Rok otplate [god.]
Sopstveni kapital	7.786.347		
Kredit	17.302.993	8	10
Ukupna investicija	25.089.340		

Tabela 5.20: Plan otplate za S2b_ Aut. odmuljivanje i nadzorno upravljački sistemi

Anuitet	Godina	Glavnica duga	Ostatak duga	Kamata	Anuitet
			17.302.993		
1	2015.	1.730.299	15.572.694	1.384.239	3.114.539
2	2016.	1.730.299	13.842.395	1.245.816	2.976.115
3	2017.	1.730.299	12.112.095	1.107.392	2.837.691
4	2018.	1.730.299	10.381.796	968.968	2.699.267
5	2019.	1.730.299	8.651.497	830.544	2.560.843
6	2020.	1.730.299	6.921.197	692.120	2.422.419
7	2021.	1.730.299	5.190.898	553.696	2.283.995
8	2022.	1.730.299	3.460.599	415.272	2.145.571
9	2023.	1.730.299	1.730.299	276.848	2.007.147
10	2024.	1.730.299	0	138.424	1.868.723
Ukupno		17.302.993		7.613.317	24.916.310

Slično kao i u prethodnom razmatranju, svi pokazatelji su rađeni za minimalne, maksimalne i usvojene parametre. Važno je i napomenuti da uštede predstavljaju kumulativne iznose odnosno scenario S2b u sebi sadrži scenario S1 i S2a. Tom prilikom vodilo se računa o preklapanju efekata mera i ušteta je umanjena za taj efekat. Prema tome scenario S2b je sumarni efekat scenarija S1 i S2 ukupno. Na slici 5.21 prikazana je novčana ušteta za svaki scenario.

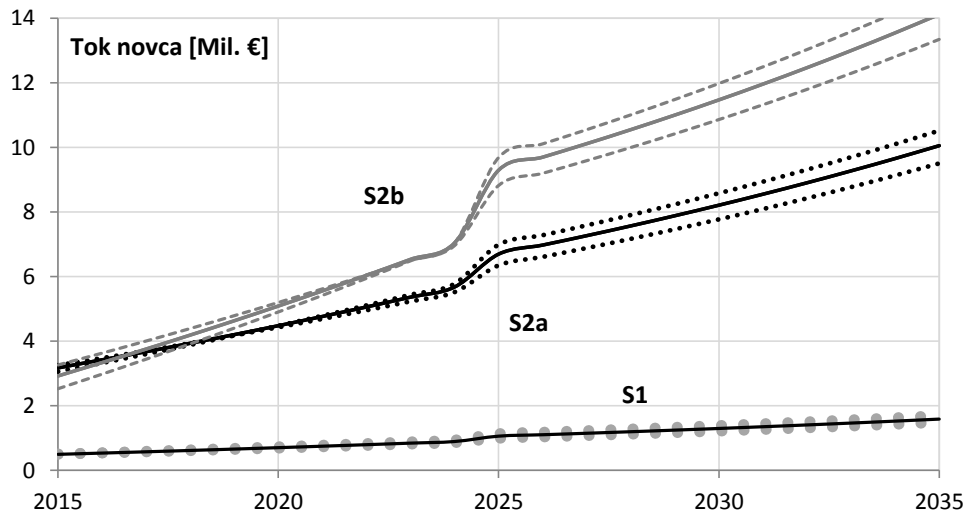


Slika 5.21: Novčana ušteta za svaki scenario

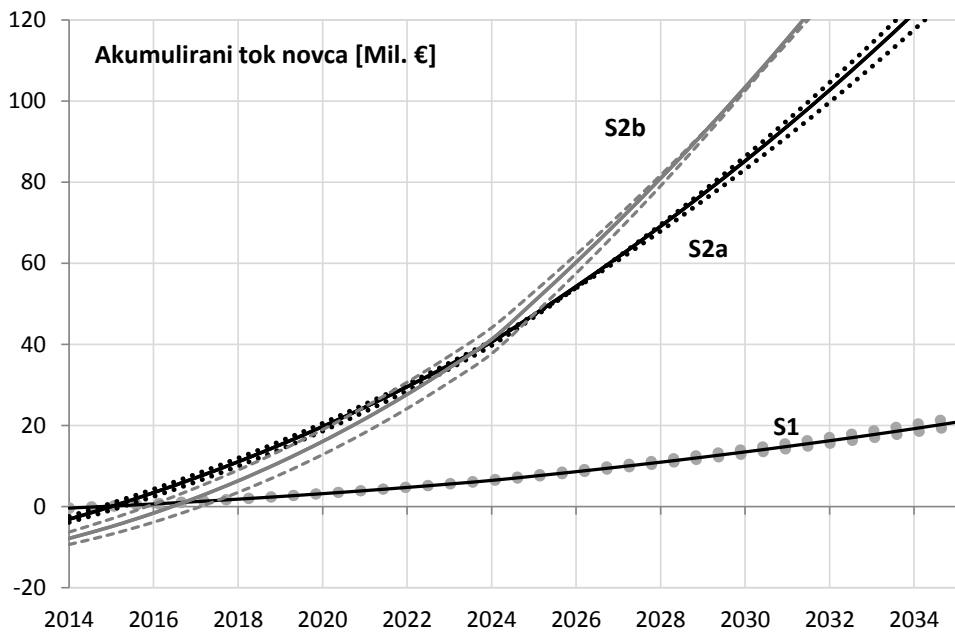
Zaključak sa dijagrama novčanih ušteta je činjenica da rastom obima investicija (rastom broja implementiranih mera energetske efikasnosti) raste i ušteta u odnosu na manji obim unapređenja odnosno u odnosu na promene manjeg obima.

Na dijagramu 5.22 prikazan je tok novca koji je važan pokazatelj tranzicionih platformi. Može se primetiti da u uslovima finansiranja putem kredita godišnje uštete prevazilaze godišnji anuitet koji se sastoji iz glavnice i kamate. To dovodi do pozitivnog novčanog toka tokom čitavog ekonomskog veka.

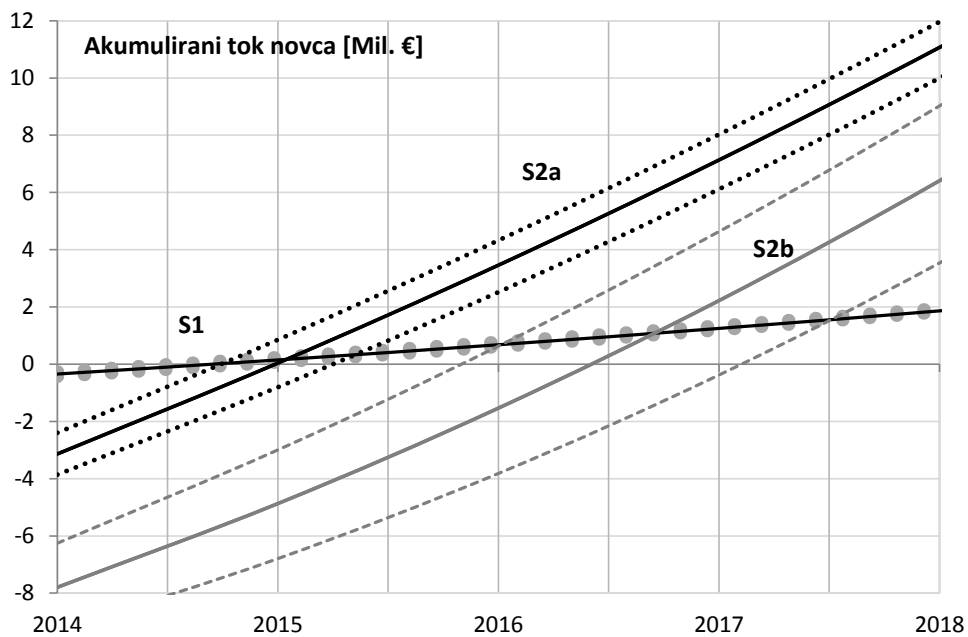
Na dijagramima 5.23 i 5.24 prikazan je akumulirani tok novca (za periode od 20 i 3 godine), koji je izveden iz podataka o toku novca. Projekcija rasta akumuliranih novčanih ušteta je veoma povoljna, ali ovde treba napomenuti da ovo nije ušteta u pravom smislu reči već tzv. izbegnut trošak za energiju. Tako da je iznos od oko 140 mil.€ do 2030. godine uslovna dobit a realno izbegnut trošak za energiju.



Slika 5.22: Tok novca za scenario S1 i S2

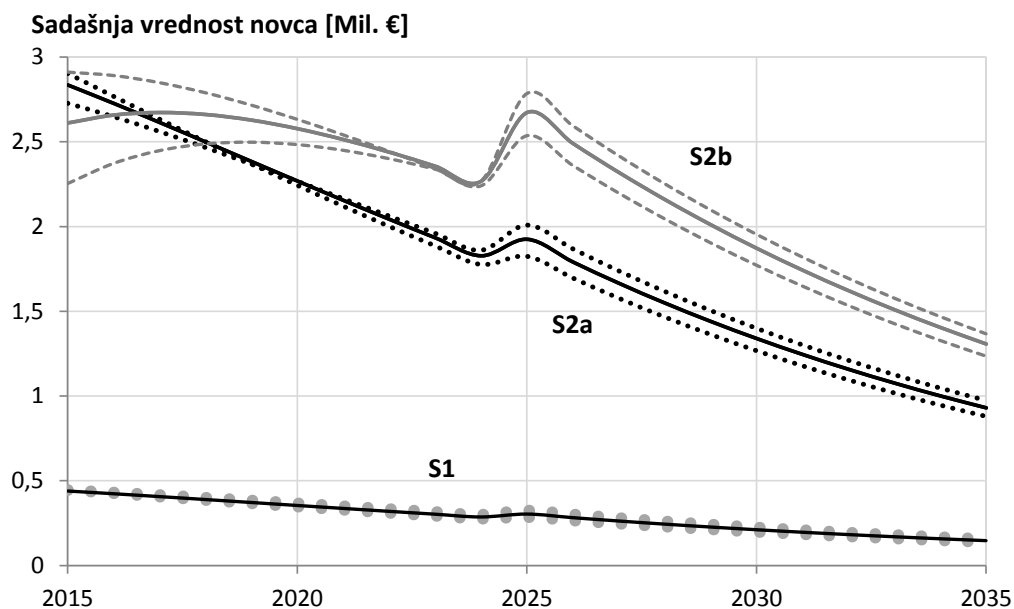


Slika 5.23: Akumulirani tok novca za scenario S1 i S2 i period 20 godina



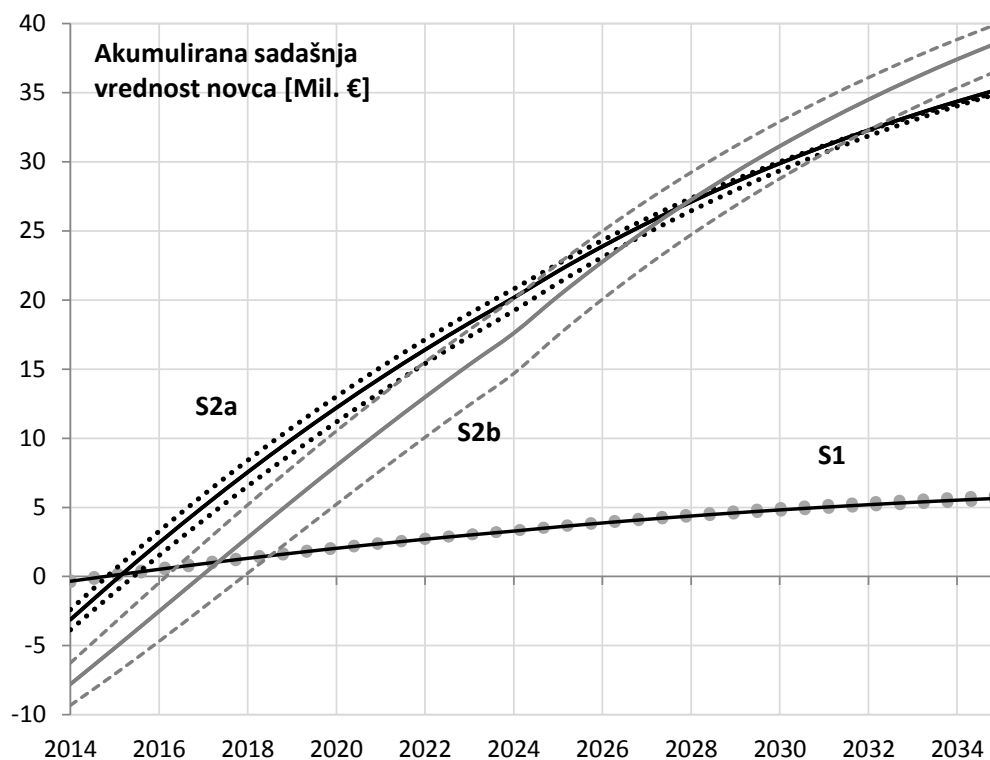
Slika 5.24: Akumulirani tok novca za scenario S1 i S2 i period 3 godine

Druga važna stvar koja sledi je uzimanje u obzir realne vrednosti novca u vremenu. Iznos od 130 do 140 mil.€ do 2035. godine nije realan novac i treba uzeti u obzir promenu vrednosti novca primenom metode sadašnje vrednosti. Primenom ove metode, uzimanjem u obzir diskontne stope od 12% izračunata je sadašnja vrednost novca za period do 2030. godine. Rezultati su prikazani na slikama 5.25 – 5.27. Sadašnja vrednost novca u periodu od 20 godina je pozitivna u sva tri slučaja. Projekat je rentabilan kada je neto sadašnja vrednost veća od nule.



Slika 5.25: Sadašnja vrednost novca

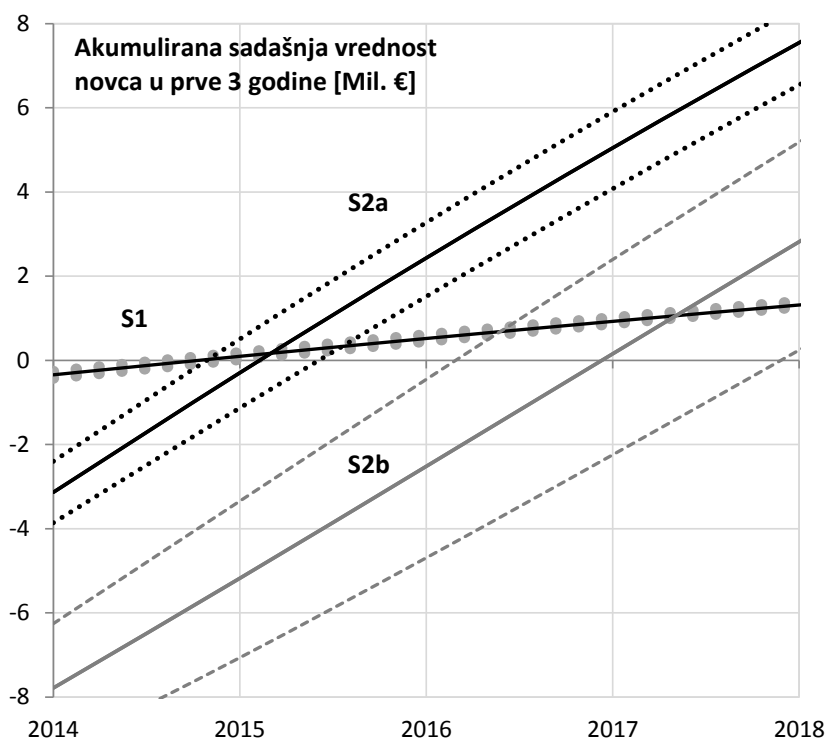
Dijagram 5.26 prikazuje projekciju akumulirane sadašnje vrednosti novca, gde je akumuliran iznos sadašnje vrednosti novca – praktično akumulirani „izbegnut trošak za energiju“ sveden na sadašnji vremenski trenutak, oko 35 do 40 mil.€.



Slika 5.26: Akumulirana sadašnja vrednost novca za 20 godina

Na dijagramu 5.27 prikazana je akumulirana sadašnja vrednost novca za 3 godine kako bi se bolje uočio diskontovani period povrata investiranih sredstava koji je od 1 do 3 godine, što je veoma povoljno.

Nakon prikazanih analiza očigledna je ekonomska opravdanost ulaganja u scenarije S1 i S2. Naravno to je samo predušlov da ove tranzicione platforme budu ocenjene kao uspešne u odnosu na sve kriterijume.



Slika 5.27: Akumulirana sadašnja vrednost novca za 3 godine

Uzimajući u obzir neto tok novca u periodu od 20 godina i iznos sopstvenog kapitala investiranog u pojedine mere a u skladu sa definisanim scenarijima, dobijene su interne stope rentabilnosti (IRR) prikazane u tabeli 5.21. Tabela sadrži i podatak o diskontovanom periodu otplate (DPO). Primetno je da su interne stope rentabilnosti iznad vrednosti diskontne stope (12%) i iznad vrednosti od 15% koja se smatra donjim pragom za ovaj parametar da bi ulaganje bilo opravdano. Obzirom da su vrednosti daleko iznad, može se zaključiti da postoji rentabilnost ulaganja novca u konkretne energetske tehnologije.

Tabela 5.21: Interne stope rentabilnosti i diskontovani period otplate

Scenario	Mere poboljšanja energetske efikasnosti	IRR	DPO
S1	Primena tehnike poboljšanja operativnih procedura	151%	0,78
S2	S2a Kontrola procesa sagorevanja Upravljanje opterećenjem	109%	1,12
	S2b Automatsko odmuljivanje i odsoljavanje Integrirani nadzorno upravljački sistemi	49%	2,94

6. NOVI IZVOR ENERGIJE - BIOMASA

6.1 KONCEPT

Postoje različita razmišljanja i stavovi na temu izbora trenutka zamene kotla ili istovremene zamene kotla i pogonskog goriva u odnosu na eksploatacioni vek i broj sati rada. Iskustva pokazuju da je kotao stariji već od 10 godina energetsko-ekonomski isplativo zameniti novim. Prema zahtevu EU Direktive o energetskim karakteristikama zgrada (2002/91/EC) sve kotlove u sistemima grejanja starije od 15 godina treba zameniti ili temeljno rekonstruisati.

U okviru ove tranzicione platforme proverava se efekat zamene kotlova, koji podrazumeva i nov uređaj i novu tehnologiju. Oba aspekta nose sa sobom kumulativni efekat poboljšanja. Nova tehnologija po

pravilu nosi visoku efikasnost, veću elastičnost, mogućnost regulacije različitih režima rada i dr. a novi uređaj donosi pouzdanost u radu, sigurnost u snabdevanju, kvalitetu energije, smanjeno održavanje, lakše rukovanje i dr. To je uslov da bi ovakva promena mogla doneti suštinsko poboljšanje i trajan efekat kroz postojanost visokih performansi

Tranziciona platforma uključuje obuhvatanje šire populacije kotlova u javnim ustanovam ali van sistema daljinskog grejanja. Time se ne narušava postojeći toplifikacioni sistem, već se menja stanje u sektoru ustanova gde je briga o energetske sistemima na niskom nivou i gde su sistemi zastareli i u lošem stanju. Takođe i struktura pogonskog goriva u ovoj grupi kotlova nije zadovoljavajuća. Brojni su kotlovi na čvrsto gorivo (ugalj i ogrevno drvo), mazut i električnu energiju što je posebno neprihvatljivo. Ova grupa kotlova odnosi se na kotlove manje snage, 300 do 500 kW koji nisu obuhvaćeni tranzicionom platformom koja se odnosi na unapređenje efikasnosti postojećih sistema veće snage.

Na bazi istraživanja u okviru teze, raspoloživih statističkih podataka, studija Ministarstava i različitih naučnih istraživanja, utvrđena je podloga za primenu biomase na širu populaciju škola na regionalnom nivou (AP Vojvodina). Istraživanjem je ustanovljeno da oko 330 škola može biti predmet rekonstrukcije kotlarnice i prelazak na biomasu (62% svih škola u AP Vojvodini). Škole priključene na daljinski sistem snabdevanja toplotnom energijom (31%) nisu razmatrane u smislu zamene izvora snabdevanja. Podaci su prikazani u tabeli 6.1 [51].

Tabela 6.1: Energetski pokazatelji za školske ustanove u AP Vojvodini

	Potrošnja toplotne energije [GWh/god.]	Toplotna snaga izvora [MW]
Ukupno sve školske ustanove u AP Vojvodini	265,2	184,1
Škole priključene na sistem daljinskog grejanja	83,4	57,9
Raspoloživo za biomasu	163,6	113,6

Preostale škole (oko 7%), koje su kandidati za rekonstrukciju kotlarnice, nisu obuhvaćene analizom iz razloga što su to škole koje su u raznim programima donacija uspešno revitalizovale svoje sisteme grejanja ili čak obezbedile novi kotao i novu tehnologiju i u takvim slučajevima nema smisla menjati stanje. Postoje i malobrojni slučajevi gde je škola ili deo škole povezan na spoljnog proizvođača energije iz neposrednog okruženja, pa praktično koristi lokalni daljinski sistem snabdevanja.

6.2 RESURS BIOMASE

Za potrebe analize korišćenja biomase, odabran je pelet kao biogorivo koje se tradicionalno koristi za grejanje manjih potrošača ali i u većim postrojenjima za proizvodnju energije za grejanje delova naselja. Pelet je homogenizovana forma goriva proizvedena od celog stabla ili drvnog ostatka koji nastaje u procesu pilanske prerade drveta kao i od ostatka iz drugih oblika prerade drveta njihovim sitnjenjem do nivoa drvnog brašna. Njihove konzistentne osobine ih čine idealnim gorivom za automatizovane sisteme za grejanje. Korišćenje peleta za grejanje je potvrđena tehnologija i dobra opcija za grejanje sa stanovišta ekonomike a u prilog tome ide i činjenica da je u poslednjim godinama značajno povećan broj prodatih kotlova na pelet. Postoje i domaći proizvođači koji razvijaju ovu tehnologiju.

Kada je u pitanju biomasa, postoje dva ograničavajuća faktora koja su razlog nesrazmere između potencijala ove tehnologije i resursa s jedne strane i primenjenih rešenja u energetske sistemima s druge strane.

Prvi problem je slaba uređenost tržišta biomase u Srbiji. To podrazumeva postojanje opreme slabijeg kvaliteta koja uzrokuje slabo funkcionisanje sistema za grejanje što kod korisnika snižava stepen poverenja. Takođe i sam pelet je promenljivog kvaliteta i na tržištu prolaze prodavci koji mogu da obmanu kupca po pitanju kvaliteta peleta. Kvalitet peleta u velikoj meri utiče na sagorevanje, iskorišćenje energije pa time i na potrošnju. Ovi problemi se rešavaju postepeno i polako sazreva ambijent u našoj zemlji za bolje funkcionisanje ove tehnologije i ovog resursa. Tome mnogo doprinosi razvoj specifičnih normativa za pelete koji će regulisati i standardizovati proizvode. Potrebno je da proizvođači peleta poseduju razne sertifikate. Poželjan je ONORM 7135 a potom DINPlus i Swissspellet

sertifikati. Pelet mora da bude bez aditiva kao što su smole, lepkovi, plastike, metala itd. Samo prirodna vezivna sredstva su dozvoljena kao što je lignin, inače element svakog drveta.

Efikasnost kotlova je značajno unapređena poslednjih godina. Današnja tehnologija omogućava jednostavnije posluživanje kotla, potpuno automatizovano čišćenje komore sagorevanja i površina izmjenjivača toplote, integrisana je centralna regulacijska jedinica (regulacija krugova grejanja, pripreme TPV, regulacija temperature povrata, regulacija solarnog kruga, nadzor parametara i dr.). Omogućena je regulacija sagorevanja pomoću lambda sonde za ekonomičan rad i manju potrošnja goriva zbog optimalnog sagorevanje. Kotlovske jedinice zahtevaju izrazito mali potrebni prostor za smeštaj peleta a toplotna izolacija je poboljšana. Izdvajanja štetnih čestica je takođe unapređeno. Pregled efikasnosti kotlova za različita goriva prikazan je u tabeli 6.2.

Tabela 6.2: Efikasnosti kotlova za različita goriva

Vrsta goriva	Vrsta kotla	Efikasnost
Čvrsta goriva	Peći	60 do 75%
	Kotlovi – starija izvedba	60 do 75%
	Kotlovi – novija izvedba	80 do 90%
	Kotlovi na različitu biomasu	82 do 92%
	Kotlovi na pelet	87 do 92%
Tečna goriva	Kotlovi na sečku	85 do 90%
	Kombinovani kotlovi (č/t)	65 do 75%
	Standardni kotlovi	85 do 90%
Gasovita goriva	Nisko temperaturni	90 do 95%
	Standardni kotlovi	92 do 95%
	Nisko temperaturni	95 do 89%
	Kondenzacioni	Do 108%

Drugi problem je postojanje zastarelog i neosnovanog mišljenja da biomasa više zagađuje okolinu od drugog goriva. Obzirom da se ovde govori o postojećim kotlovima na ugalj, ogrevno drvo i mazut, starim po 20 i više godina i to u naseljenim sredinama, jasno je da prelazak na moderne kotlovske jedinice manjih snaga i sa visokom efikasnošću predstavlja pomak na bolje po svim osnovama. Neosnovani stavovi su više vezani za korišćenje starih kotlova sa veoma malom efikasnošću, a ne na današnje generacije postrojenja sa značajno boljim energetske i ekološkim performansama.

Ako se pogledaju podaci o faktoru emisije CO₂ (tabela 6.3), jasno je da pelet spada u čistija goriva i svakako doprinosi smanjenju pritiska na životnu sredinu. Procenat pepela je do 1% što znači da se stvara manji otpad u odnosu na druga čvrsta goriva (ugalj 10 do 30%). Sadržaj sumpora je 2 do 7 puta manji u odnosu na druga goriva. Emisija čvrstih čestica (prašine) se prevazilazi upotrebom npr. keramičkih filtera ili ciklona za hvatanje čvrstih čestica iz produkata sagorevanja, koji su sastavni deo postrojenja [84].

Tabela 6.3: Emisija CO₂ za različita goriva

Vrsta goriva	Emisija CO ₂ [kg/kWh _t]
Prirodni gas	0,19
Mazut	0,27
Ugalj	0,29
Drveni pelet	0,03
Drvena sečka	0,03

Po proizvodnji peleta lider u Evropi je Švedska. Od zemalja u okruženju najvažnije su Austrija, Italija i Nemačka. Razvoj proizvodnje i tržišta peleta u Evropskoj uniji posebno se stimuliše odgovarajućom politikom od strane Evropske komisije. U martu 2007. godine članice Evropske unije su postigle dogovor da do 2020. godine 20% od ukupno proizvedene energije treba da potiče od obnovljivih izvora energije u čemu će biomasa imati značajan udeo. U Evropskoj uniji se u 2006. godini oko 4% od ukupnih energetske potreba zadovoljavalo energijom proizvedenom iz biomase.

Podaci pokazuju da je proizvodnja peleta (2007. godina), nekoliko država iznosila: Švedska: 1.600.000 tona; Austrija: 600.000 tona; Nemačka: 800.000 tona. U našem regionu lider u proizvodnji peleta je Bosna i Hercegovina sa godišnjom proizvodnjom od preko 150.000 tona. Tržište peleta u Srbiji se razvija iz godine u godinu. Trenutno na području Srbije postoji oko 7 ozbiljnijih postrojenja za proizvodnju peleta. Pelet koji se tu proizvede značajno se razlikuje i po ceni i kvalitetu. Trenutna proizvodnja iznosi otprilike 90.000 tona godišnje. Preko 90% ukupne proizvodnje drvenog peleta se izvozi iz Srbije. Razlozi su brojni, a osnovni su nedovoljna informisanost domaćih potrošača i nedostatak subvencija od strane države. Srbija spada u vrh evropskih zemalja po količini biomase koja se može koristiti za proizvodnju energije. Energetski potencijal na bazi drveta iznosi 43.000 TJ/god. u šumarstvu i drvnoj industriji. Ne računajući mogućnost namenskog gajenja brzorastućih šuma sa energetske potencijalom od oko 16.000 TJ/god. [83].

Mogućnosti primene su potvrđivane mnogo puta uspešnim primerima i brojnim stručnim preporukama od strane proizvođača opreme i postrojenja. Objekti koji se pojavljuju kao potencijalno dobri objekti su veliki javni objekti: bolnice, škole, ustanove, administrativne zgrade, itd., zatim hotelski kompleksi (grejanje zgrada kao i grejanje bazena, velnes područja, fitnes i spa zone i sl.) i objekti u zoni stambenih naselja gde je primena ili u formi daljinskog grejanja ili za direktno centralno grejanje porodičnih kuća.

Cena sečke, peleta i briketa značajno oscilira tokom godine i zavisi od potražnje na tržištu koja je najveća u mesecima neposredno pre zimskog perioda a najmanja odmah nakon prestanka sezone grejanja. Cena pelata sa PDV-om kreće se od 120 do 200 €/toni [84]. Za potrebe proračuna usvojena je prosečna – realna cena od 160 €/toni (uključujući PDV) odnosno 0,031 €/kWh. U tabeli 6.4 prikazane su cene korišćene za analizu ali uzimajući u obzir stepen korisnosti energetske transformacije.

Tabela 6.4: Cena energije za različita goriva

Vrsta goriva	Cena energije [€/kWh]
Prirodni gas	0,049
Lož ulje / Mazut	0,057
Ugalj	0,025
Električna energija	0,085 (plava zona)
Drveni pelet	0,036 (pakovanje 1 t)
Drvena sečka	0,019

Vlade mnogih država u Evropskoj uniji raznim merama stimulišu potrošače na prelazak sa fosilnih na bioobnovljiva goriva kakvo je drvo. Tako npr. od aprila 2001. godine u Velikoj Britaniji svi proizvođači i uvoznici kotlova i peći na drvenu biomasu ostvaruju posebne poreske olakšice, a potrošači u Austriji još i povraćaj sredstava u iznosu od 30% od cene peći, kotla ili cene koštanja instaliranja centralnog grejanja na drvenu biomasu. Treba imati u vidu da se tu subvencionišu postrojenja sa visokim stepenom korisnosti (preko 85, 90%) jer se samo tako može objediniti upotreba obnovljivih izvora energije i očuvanja životne sredine. Direktive i programi subvencionisanja biomase su prisutni u mnogim zemljama Zapadne Evrope, stim da su Austrija, Nemačka, Švedska i Švajcarska najnaprednije. U Austriji, svaka pokrajina ima svoj plan i program subvencionisanja [84].

6.3 ANALIZA SLUČAJA

Pre nego što je razmatrana supstitucija fosilnih goriva i električne energije, kao dominantnih opcija pogonskog goriva u regionalnim školskim ustanovama, detaljnije je analizirana pojedinačna supstitucija goriva na 7 realnih objekata, tipa: osnovna škola, srednja škola i jedna predškolska ustanova (tabela 6.5).

 Tabela 6.5: Potrošnja energije i bilans CO₂ sa supstitucijom goriva

Objekat	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Jedinica
Pogonsko gorivo	ogr.drvo / ugalj	elektr. energ.	elektr. energ.	ugalj	mazut	prir. gas	ogr.drvo / ugalj	
God. energetske potrebe	967,9	112,3	198,3	254,6	62,6	512,6	75,5	MWh/god.
Cena finalne energije	0,034	0,085	0,085	0,026	0,058	0,049	0,035	€/kWh
Sadašnji godišnji troškovi	32.910	9.515	16.809	6.532	3.630	25.322	2.643	€/god.
God. potrošnja energije	1.402,8	119,5	211,1	369,1	74,5	576,0	109,4	MWh/god.
Godišnje potrebe za gorivom	311,7	119,5	211,1	82,1	6,6	62.203	24,3	t,m ³ ,MWh/g.
Spec. energetske potrebe	176	192	223	98	195	183	204	kWh/m ² god.
Sadašnja god. emisija CO ₂	491	131	232	129	21	115	38	t/god.
Potrošnja energije i bilans CO ₂ sa supstitucijom goriva								
Nova god. potrošnja energije	1.099,9	127,6	225,4	289,4	71,2	582,5	85,8	MWh/god.
Potrebna god. količina peleta	215,6	25,0	44,2	56,7	13,9	114,2	16,8	t/god.
Novi godišnji troškovi	34.508	4.004	7.072	9.078	2.234	18.276	2.692	€/god.
Smanjenje troškova	-1.598	5.512	9.736	-2.546	1.397	7.046	-49	€/god.
Smanjenje potrošnje energije	22%	-	-	22%	5%	-1%	22%	%
Godišnja emisija CO ₂	33	4	7	9	2	17	3	t/god.
Smanjene god. emisije CO ₂	458	128	225	120	19	98	36	t/god.

Kao novo gorivo odabran je drveni pelet toplotne moći 5,10 kWh/kg. Toplotne moći korišćene tokom analize su: za ugalj (lignit) 4,5 kWh/kg, ogrevno drvo 1.680 kWh/m³, za mazut 11,30 kWh/kg i prirodni gas 9,26 kWh/m³. Stepeni korisnosti energetske transformacije uzeti su kao uprosečene vrednosti tokom grejne sezone a na bazi istraživanja: za ugalj 0,71, ogrevno drvo 0,69, za mazut 0,84 i prirodni gas 0,89 i za pelet 0,88. Gubici u distributivnom sistemu su uračunati mada oni često nisu značajni jer su lokalne kotlarnice izgrađene uz sam objekat ili čak u samom objektu.

U slučaju da je osnovno gorivo u zatečenom stanju ugalj sa opcijom korišćenja ogrevnog drveta, supstitucija nije ekonomski opravdana ali imajući u vidu druge koristi u ovom konkretnom slučaju (poboljšana efikasnost, bolja zaštita životne sredine, eliminisanje zastarele tehnologije i velikog angažovanja na opsluživanju i održavanju, elastičniji sistem i dr.), treba razmišljati o potrebi supstitucije. Međutim u uzorku van toplanskih sistema je svega 7% kotlova na ugalj / drvo, dok dominiraju prirodni gas (38%) i mazut (42%). Električna energija je zastupljena sa 13%. Prema tome sumiranjem efekata na široj populaciji regionalnih kotlarnica efekti su pozitivni i energetski i ekonomski, uz sve pomenute druge koristi. Uzimajući u obzir rast cena postojećih izvora energije, i ekonomska opravdanost će biti izraženija.

Sa uprosečnim novčanim koristima, može se očekivati ušteda u troškovima za energiju od 4 do 5 hiljada €/god. po ustanovi što znači da kotao od 100 kW može da se otplati za 2 do 2,5 godine. Kako su kotlarnice u proseku 200 do 300 kW, očekivani prost period otplate je 4 do 6 godina.

6.4 ANALIZA NA ŠIROJ POPULACIJI

Sagledavanje tehno-ekonomske opravdanosti primene peleta, izvršeno je uključivanjem sveobuhvatne vrednosti investicije za energetske postrojenje što podrazumeva pored samog kotla i transportni sistem i eventualna ugradnja ciklona. Za snage od 100 do 300 kW po jedinici, sa transportnim sistemom, ciklonima, filterima i dr. opremom, kvalitetno kotlovsko postrojenje košta oko 100 do 150 €/kW (strani renomirani proizvođači). Za potrebe analize usvojena cena je 100 €/kW uvažavajući činjenicu da se radi o većem obimu instalacija i mogućnosti domaće proizvodnje. Prema tome investicija koja obuhvata 60% škola i potrebnu snagu od 113,6 MW iznosi 11.35 mil.€

Troškovi rada pomenute populacije kotlova na pelet izračunati su na bazi cene tone peleta od 160 €/t i prosečne toplotne moći od 5,10 kWh/kg. Na taj način došlo se do cene od 35.651 €/GWh toplotne energije. Ukoliko projektovane toplotne potrebe pokrijemo na ovaj način godišnji trošak će iznositi 5,83 mil.€/god. Ukoliko bi isti toplotni konzum pokrili sa gorivima koja se sad koriste (80% prirodni gas i mazut i 20% čvrsto gorivo i električna energija) troškovi su 8,52 mil.€/god. Prema tome ušteda u godišnjim troškovima je 2,68 mil.€/god. ili značajnih 32%. Na bazi ove godišnje uštede, prost period otplate investicije iznosi 4,2 god.

Kako bi se sagledali efekti u dužem vremenskom periodu, izvršena je analiza troškova i koristi za period od 20 godina. U tabelama 6.6 i 6.7 prikazani su iznosi investicija kao i struktura izvora finansiranja sa detaljima. Takođe, u ovim tabelama prikazani su planovi otplate sa detaljima oko godišnjih anuiteta.

Izvor sredstava za finansiranje je usvojen da bude većim delom izvan kategorije „sopstvena sredstva“, korišćenjem klasičnog metoda kreditiranja, uz otplatu na bazi ostvarenih ušteda. Pozajmljena sredstva pokrivaju nabavku opreme, transport, montažu i puštanje u rad. Manji deo (35% od vrednosti opreme) predstavljaju sopstvena sredstva zainteresovanih strana u predloženim aktivnostima. Taj deo odnosi se na integraciju nove opreme u postojeći nadzorno upravljački sistem (Instrumentacija, regulacija i kontrola), prilagođavanje infrastrukture sa manjim mašinskim, građevinskim i elektro radovima, troškove upravljanja projektom, izrade projektne dokumentacije, kontrolu procedura, monitoring i verifikaciju, nepredviđene troškove i ostale troškove.

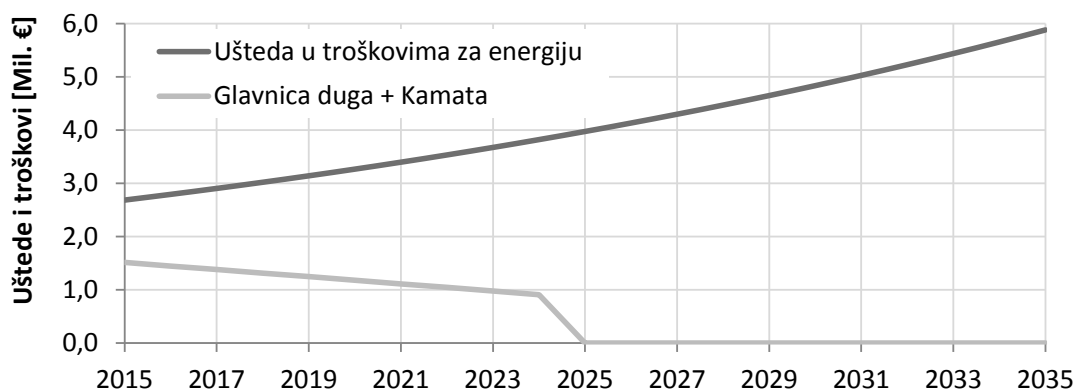
Tabela 6.6: Izvori finansiranja za scenario_novi izvor energije: biomasa

Izvori finansiranja	Iznos [€]	Kamatna stopa [%/god.]	Rok otplate [god.]
Sopstveni kapital	2.943.058		
Kredit	8.408.738	8	10
Ukupna investicija	11.351.797		

Tabela 6.7: Plan otplate za scenario_novi izvor energije: biomasa

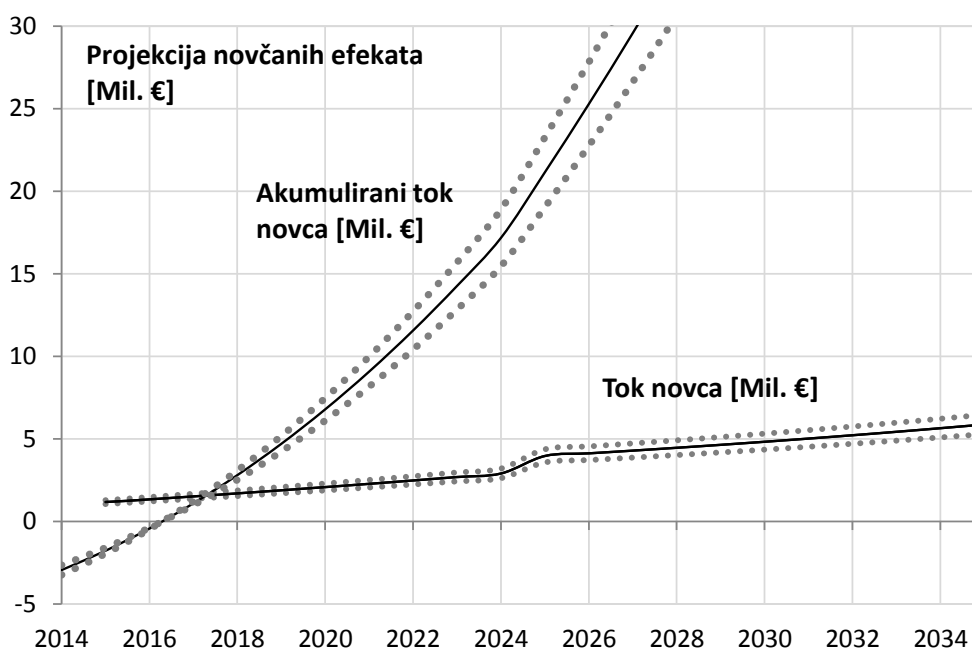
Anuitet	Godina	Glavnica duga	Ostatak duga	Kamata	Anuitet
			8.408.738		
1	2015.	840.874	7.567.864	672.699	1.513.573
2	2016.	840.874	6.726.991	605.429	1.446.303
3	2017.	840.874	5.886.117	538.159	1.379.033
4	2018.	840.874	5.045.243	470.889	1.311.763
5	2019.	840.874	4.204.369	403.619	1.244.493
6	2020.	840.874	3.363.495	336.350	1.177.223
7	2021.	840.874	2.522.621	269.080	1.109.953
8	2022.	840.874	1.681.748	201.810	1.042.684
9	2023.	840.874	840.874	134.540	975.414
10	2024.	840.874	0	67.270	908.144
Ukupno		8.408.738		3.699.845	12.108.583

Godišnji profil ušteda i troškova prikazan je na slici 6.1. Godišnji faktor eskalacije uštede u troškovima za energiju usvojen je kao i za prethodne scenarije i iznosi 4%.



Slika 6.1: Godišnji profil ušteda i troškova

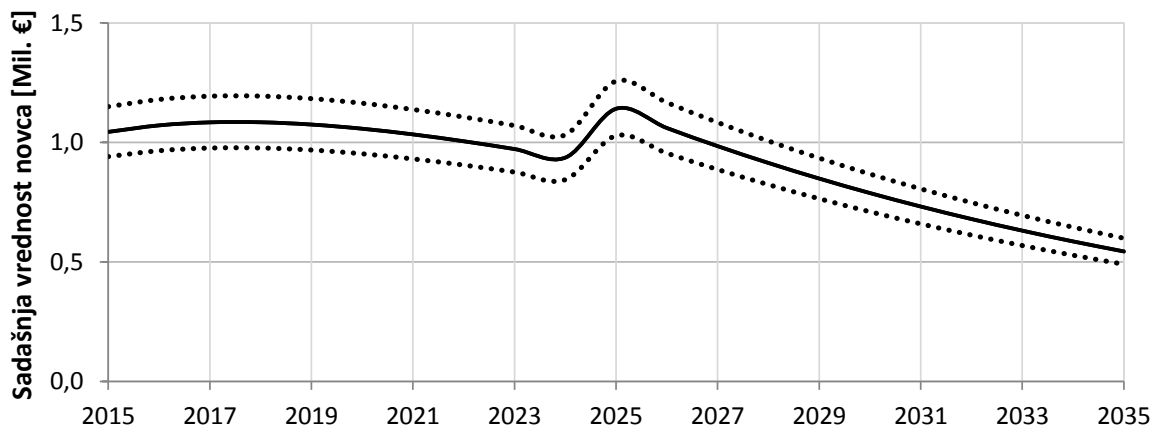
Na slici 6.2 grafički je prikazan novčani tok ove investicije kao i akumulirani novčani tok. Na slici su prikazani uslovi kada je ušteda energije u opsegu $\pm 10\%$ i isto toliko za investiciju. Puna linija označava usvojenu projekciju kao najviše verovatnu. Analiza podrazumeva finansiranje putem kreditiranja sa godišnjom kamatnom stopom od 8%, rokom otplate od 10 godina i diskontnim faktorom od 12%.



Slika 6.2: Tok novca i akumulirani tok novca za biomasu

Može se primetiti da u uslovima finansiranja putem kredita godišnje uštede prevazilaze godišnji anuitet koji se sastoji iz glavnice i kamate. To dovodi do pozitivnog novčanog toka tokom čitavog ekonomskog veka. Sa dijagrama se vidi da je iznos od preko 40 mil.€ do 2030. godine izbegnut trošak za energiju.

Kao i u drugim kalkulacijama i ovde je izvršeno uzimanje u obzir realne vrednosti novca u vremenu. Iznos od preko 40 mil.€ do 2030. godine (prikazan na slici 6.2) nije realan novac i treba uzeti u obzir promenu vrednosti novca primenom metode sadašnje vrednosti. Primenom ove metode, uzimanjem u obzir diskontne stope od 12% izračunata je sadašnja vrednost novca za period do 2035. godine koja je pozitivna što znači da je ulaganje rentabilno. Rezultati su prikazani na slici 6.3.

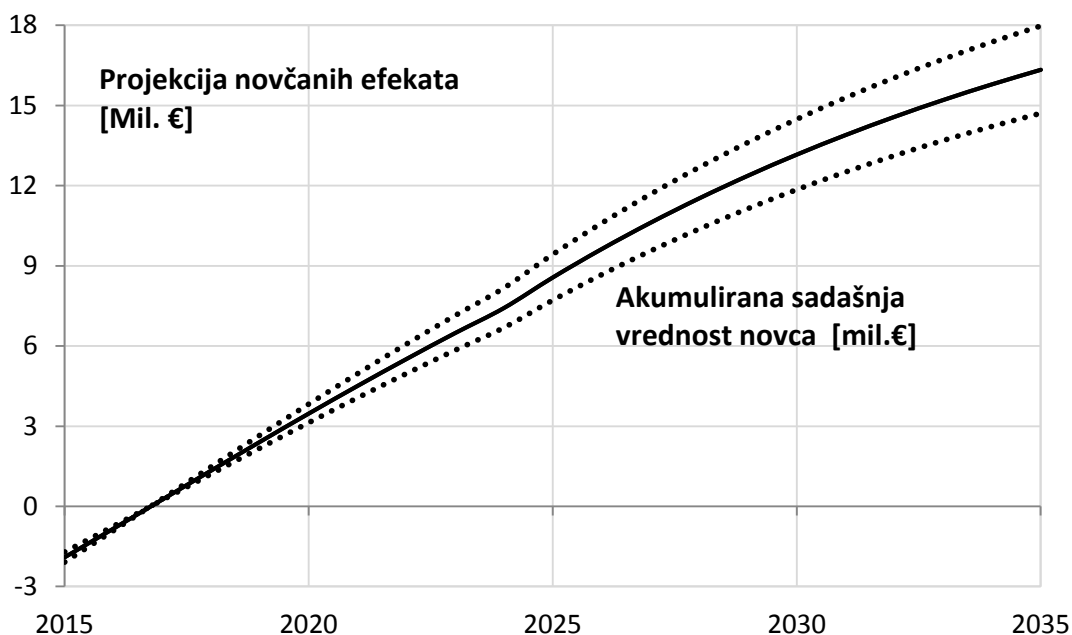


Slika 6.3: Sadašnja vrednost novca za biomasu

Na slici 6.4 prikazana je projekcija akumulirane sadašnje vrednosti novca. Vidimo da je akumuliran iznos novca (praktično akumulirani „izbegnut trošak za energiju“) sveden na sadašnji vremenski trenutak, oko 16 mil.€. Diskontovani period povrata investicije je 2,7 godina.

Nakon prikazanih analiza očigledna je tehno-ekonomska opravdanost ulaganja u ovu tranzicionu platformu. Naravno, to je samo preduslov da ona bude ocenjena kao uspešna u odnosu na sve kriterijume i druge tranzicione platforme.

Još jedan ekonomski pokazatelj potkrepljuje opravdanost ulaganja u tehnologiju biomase. Radi se o Internoj stopi profitabilnosti (IRR). Za slučaj biomase ovaj parametar je 50,1% za period 10 godina i 52,1% za period od 20 godina. Obzirom da je vrednost ovog parametra veća nekoliko puta od drugih opcija ulaganja u energetske tehnologije a veća je od usvojene diskontne stope (12%) može se konstatovati da je ulaganje u ovu tehnologiju ekonomski isplativo.



Slika 6.4: Akumulirana sadašnja vrednost novca za biomasu

7. NOVI IZVORI ENERGIJE – SOLARNA ENERGIJA

7.1 PRIMENA SOLARNE ENERGIJE U DALJINSKOM SISTEMU

Energetski sistemi za snabdevanje korisnika toplom potrošnom vodom (TPV) mogu se smatrati posebnom kategorijom sistema sa mnogim sličnim funkcijama, performansama kao i sastavnim elementima. Ta sličnost energetske sistema za snabdevanje TPV i načina njihovog korišćenja omogućava sistemsko planiranje, predlaganje i preduzimanje mera za poboljšanja i unapređenja. To je moguće kroz rekonstruisanje i osavremenjavanje postojećih tehnoloških rešenja, ali i njihovu zamenu sa novim, savremenim i efikasnijim rešenjima.

Osnovna ideja je razvoj koncepta integrisanog i unapređenog sistema snabdevanja TPV različitih kategorija objekata, od stambenih do objekata složene namene. Analiza se bazira na primeni sistemskog pristupa, adaptiranog uslovima u gradskim sredinama, uključujući savremene ali komercijalne tehnologije [85]. Radi se o konceptu integracije centralnog i solarnog sistema snabdevanja toplom potrošnom vodom, koji menja konvencionalne sisteme pripreme tople sanitarne vode kakvi postoje u gradovima u regionu AP Vojvodine. Pokazalo se da se smanjenje od 23% u ukupnim troškovima sistema, može postići u odnosu na postojeće sisteme. Rezultati istraživanja i stručni izvori ukazuju na postojanje opravdanosti ulaganja u razvoj i izgradnju ovako integrisanih sistema.

Predmetni energetski sistemi su centralni sistemi pripreme TPV koji postoje u okviru sistema daljinskog grejanja i pripadajuće infrastrukture. Izvršena je energetska analiza integrisanog solarnog i centralnog sistema za snabdevanje TPV, uz poređenje sa konvencionalnim sistemima TPV na jednoj stambenoj jedinici u Novom Sadu uz ekstrapolaciju na veći broj jedinica odnosno stambenih blokova. Analiza je izvršena za period od 20 godina, obzirom na ekonomski vek kod solarnih sistema za pripremu TPV.

Analiza tipskih korisničkih grupa i objekata kao i proverenih tehnologija, dobra je osnova za sistemsko unapređenje sadašnjeg stanja, koje se može okarakterisati kao nezadovoljavajuće. Koncept integracije centralnih i solarnih energetske sistema za snabdevanje TPV, u različitim kategorijama objekata, predstavlja jedno logično i racionalno rešenje. Pri tome su u fokusu aspekti sigurnosti i pouzdanosti snabdevanja toplotnom energijom, dok su ekonomski, ekološki i zdravstveni aspekti uslovni kriterijumi koji se podrazumevaju.

U osnovi koncept integracije nudi poboljšanja postojećih tehnoloških rešenja i uvodi nove i savremene tehnologije, uz potpuno poštovanje postojećih energetske, funkcionalnih, zdravstvenih, ekoloških i ekonomsko-finansijskih uslova korišćenja objekata, što je osnovni cilj [85].

Ipak nameću se i napredniji, viši ciljevi, koje je unapređen koncept snabdevanja TPV sposoban da obezbedi i realizuje. Tu se misli na sledeće ciljeve i načine ostvarivanja:

Povećanje sigurnosti snabdevanja TPV:

- Putem diversifikacije energetske izvora, gde solarna energija predstavlja dodatni izvor energije dostupan na mestu proizvodnje i potrošnje,
- Putem implementacije proverene, pouzdane i fleksibilne tehnologije integrisane u postojeće instalacije i podsisteme i
- Povećanjem mogućnosti planiranja i upravljanja energetske sistemima kod različitih tipova objekata u gradskim sredinama.

Ostvarivanje racionalnijeg snabdevanja TPV:

- Putem razvoja i modernizacije energetske infrastrukture objekata, koja posledično doprinosi povećanju energetske efikasnosti u podsistemima proizvodnje i distribucije toplotne energije,
- Na bazi unapređenja mogućnosti nadzora, regulacije i upravljanja sistemom i
- Kombinovanjem sa klasičnim izvorima energije, već izgrađenim postrojenjima i instalacijama.

Ostvarivanje ekonomske održivosti:

- Putem redukovanja operativnih troškova snabdevanja korisnika, što posledično rasterećuje budžet distributera rezervisan za nabavku uvoznih energenata,
- Kroz stvaranje uslova za snižavanje nabavne jedinične cene TPV za krajnjeg potrošača,
- Putem otvaranja novih mogućnosti proizvodnje i održavanja tehnologije na nivou lokalne zajednice, kao i korišćenja tehnologija koje imaju potencijal i perspektivu lokalnog razvoja,
- Putem eliminacije neželjenih posledica na poslovanje usled porasta cena fosilnih energenata na tržištu (trend rasta cene prirodnog gasa je evidentan i potvrđen), a istovremeno rast cena fosilnih energenata povoljno utiče na period otplate investicije u solarno postrojenje.

Smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu:

- Putem korišćenja čistih izvora energije sa najnižom mogućom emisijom štetnih gasova, što je posebno značajno u gradskim sredinama. Solarne energije je najčistiji oblik energije - ekološki čista energija (nema produkata sagorevanja koji sadrže CO, CO₂, SO_x, NO_x ...) i
- Putem korišćenja izvora energije dostupnog i besplatnog na mestu proizvodnje, distribucije i potrošnje (gubici transporta i konverzije su minimalni).

7.2 OBRAZLOŽENJE O POTREBAMA INTEGRACIJE

Prosečne specifične potrošnje energije u Srbiji su i po nekoliko puta veće nego u državama Evropske unije (podaci uključuju i potrošnju TPV). To je u današnjem energetsom, ekonomskom i ekološkom trenutku nedopustivo. Budžetska sredstva se nepotrebno rasipaju, troškovi korisnika objekata su viši nego što mogu da budu a istovremeno zadovoljenje energetske potrebe objekata prouzrokuje povećane emisije gasova sa efektom staklene bašte. Osim toga energetske sistemi objekata postaju nepouzdana, tehnološki zastarevaju, ne ispunjavaju propisane uslove na pravi način, a mogu da imaju i negativan uticaj na zdravstveno stanje korisnika objekata.

Politika razvijenih zemalja kreće se ka podsticanju što većeg korišćenja solarne energije. Zemlje Evropske unije su do 2010. godine instalirale 100 miliona m² solarnih kolektora ili oko 250 m² na 1.000 stanovnika. U Srbiji postoji značajan, ali još nedovoljno iskorišćen, potencijal za korišćenje solarne energije za zadovoljenje dela potreba za pripremu TPV. Broj sunčanih sati se, prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda kreće od 1.500 do 2.200 sati godišnje. Stvarna prosečna energija zračenja koja dolazi do površine za Srbiju je procenjena na oko 3,8 kWh/m² na dan i kreće se u opsegu od 3,6 do 4,2 kWh/m² na dan, u zavisnosti od geografskog položaja. Iz komercijalnih tipova kolektora može se u toku grejne sezone dobiti od 1,2 do 3,0 kWh/m² na dan. To znači, da kolektor može da preda grejnom sistemu u toku jednog meseca toplotu od 36 do 90 kWh po jednom kvadratnom metru kolektorske površine. Praksa je pokazala da solarni kolektor po 1 m² uštedi godišnje i preko 750 kWh energije [27], [28]. Solarni sistem u letnjem periodu može da podmiri potrebe za TPV u iznosu od 90 do 100%, u prelaznom periodu 50 do 70% a u zimskom periodu 10 do 25%. Tipični solarni sistem za pripremu sanitarne vode po jednom porodičnom stanu sa 3 do 4 osobe može se uštediti i od 50 do 60% ukupnih godišnjih potreba za toplom vodom. Solarni sistem ukoliko je pravilno proračunat, prema stvarnim potrebama potrošača, može da se otplati za 7 do 10 godina, a vek trajanja solarnog sistema je oko 30 godina [87], [88], [89].

7.3 MOGUĆNOSTI PRIMENE SOLARNE TEHNOLOGIJE

Razvoj sistema snabdevanja TPV u gradovima je tekao i teče po starim standardima i nije dovoljno učinjeno na unapređenju njihove energetske efikasnosti uopšte i primeni novih energetske tehnologije. A upravo energetska efikasnost i diversifikacija energetske izvora, ekonomski su najdelotvorniji načini za poboljšanje svih aspekata snabdevanja energijom kod daljinskih sistema. Primena energetske efikasne tehnologije na bazi korišćenja i integracije solarne energije, mogu da uspore rast potrošnje prirodnog gasa i mazuta i eliminišu potrebe izgradnje novih energetske kapaciteta, uprkos rastu broja stanovnika i životnog standarda.

Do najveće primene termalnih prijemnika sunčeve energije došlo je u mediteranskim zemljama, kao što su Grčka, Španija i Izrael i to na individualnim zgradama. Međutim, ove zemlje nemaju razvijen sistem daljinskog grejanja i takva primena je, svakako opravdana. U skandinavskim zemljama (Danska i Švedska) došlo je do uspešne primene velikih solarnih sistema u sklopu gradskih toplanskih sistema i to su iskustva koja nama mogu biti veoma korisna. Dva su razloga za to. Srbija, pa time i Novi Sad, ima razvijenu mrežu daljinskog grejanja i povoljne klimatske uslove kada je reč o specifičnoj dozračenju sunčevoj energiji po kvadratnom metru kolektorske površine (to je za oko 30% više sunčevog zračenja u odnosu na severne delove Evrope, gde je koncept uspešno implementiran).

Primena sunčeve energije najisplativija je u sistemima za pripremu TPV, jer su se sadašnji načini snabdevanja, naročito tokom letnjih meseci, pokazali neracionalni. Međutim, primena sunčeve energije za potrebe grejanja ima ograničenje u vidu nesrazmere između njene dostupnosti i zahteva potrošnje u toku zimskog perioda, kada su potrebe za grejanjem najveće.

Prema sadašnjim okolnostima, daljinski sistem grejanja isporučuje TPV ograničenom broju potrošača i to uglavnom u delovima grada sa većom gustinom stanovanja. U tim delovima grada postoji i razvijena infrastruktura za snabdevanje TPV, koja je odlična osnova za nadogradnju i integraciju solarne tehnologije. Takav koncept može biti tada i tehnički i ekonomski opravdan [85].

Kada se govori o mogućnostima primene solarne energije u daljinskom sistemu, neophodno je sagledati sledeće, povoljne i nepovoljne aspekte:

A: POVOLJNI ASPEKTI CENTRALIZOVANE ISPORUKE TPV UZ KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE

- Jedinična cena solarne instalacije je niža prilikom implementacije na krovovima stambenih zgrada jer je broj korisnika TPV po objektu i instalaciji veći (veća gustina stanovanja), a i ukupna efikasnost čitavog sistema je veća,
- Zbog faktora jednovremenosti isporuke TPV, ukupni kapacitet ne mora nužno biti velik a instalacija robusna i složena,
- Opseg radnih temperatura u sistemima daljinskog grejanja povoljan je za primenu solarnih kolektora,
- Kod centralizovanih sistema, održavanje, nadzor i upravljanje je efikasno i olakšano,
- Moguća je izgradnja velikog solarnog postrojenja u kratkom vremenskom roku, a moguća je i realizacija solarnog postrojenja postupnim proširivanjem po fazama do punog kapaciteta,
- Postojeće toplane već poseduju izgrađenu distributivnu mrežu, kapacitete i infrastrukturu, čime se smanjuju investicioni troškovi prilikom nadogradnje i integracije,
- Voda u toplovodima može poslužiti kao ogroman rezervoar koji bi ujednačavao potrošnju i proizvodnju (viškovi energije tokom letnjih meseci mogu biti iskorišćeni u velikoj meri a osim toga značajno se redukuje problem stagnacije i visokih temperatura kolektorskog medijuma) i
- Niža je jedinična cena akumulatora toplote.

B. NEPOVOLJNI ASPEKTI CENTRALIZOVANE ISPORUKE TPV UZ KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE

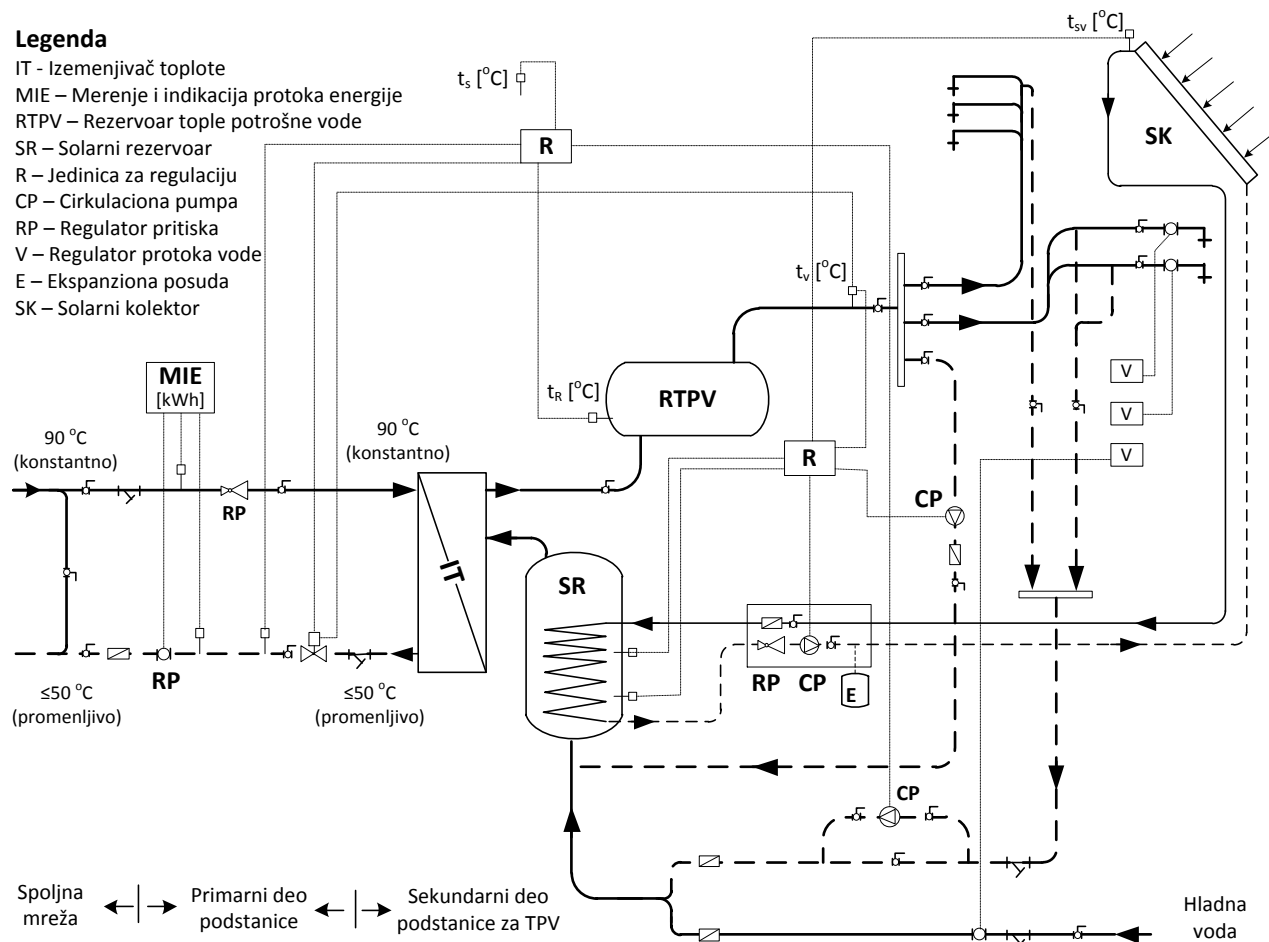
- Problem je kod visokih zgrada, gde često nema dovoljno prostora na krovovima za instalaciju potrebne površine solarnih kolektora. Problem je smestiti odgovarajući kapacitet koji bi bio u skladu sa gustinom stanovanja, koja raste sa brojem spratova,
- Kod većine zgrada krovovi su orijentisani slučajno, a ne prema jugu, gde su najveći dobici sunčevog zračenja,
- Vlasništvo nad krovovima nije regulisano u velikom broju stambenih zgrada i
- Propisi i projektni parametri koji bi omogućili veće korišćenje sunčeve energije u daljinskim sistemima nisu razvijeni.

7.4 KONFIGURACIJA INTEGRISANOG SISTEMA ZA TPV

Šemu tipičnog - osnovnog solarnog sistema čine: sunčevi kolektori, akumulator (rezervoar) tople vode sa izmenjivačem toplote, solarne stanice sa pumpom i regulacijom i razvod sa odgovarajućim radnim

medijumom. Danas se na tržištu mogu naći i izabrati različite izvedbe solarnih sistema koji se razlikuju s obzirom na iskoristivost sunčeve energije, radni vek, montažu i cenu.

Međutim kada je u pitanju integracija sa postojećom instalacijom odnosno kada je potrebno zadržati postojeći rezervoar tople vode, razvod i ostalo, tada se može primeniti posebna hidraulična šema koja omogućava racionalno spajanje solarne instalacije (slika 7.1), [85].



Slika 7.1: Solarna priprema TPV, sa rezervoarom predgrevanja i postojećim rezervoarom

Već postojećem rezervoaru mora se predspojiti monovalentni solarni rezervoar, kao stepen predgrevanja. Solarno zagrevanje se vrši preko regulacije temperaturske razlike, samo u rezervoaru predgrevanja. Kod svakog puštanja tople vode na izlivnom mestu (tuš kabina), predgrejana ili dovoljno zagrejana topla voda dovodi se rezervoaru u pripravnosti. Time se može uštedeti do 50% energije, budući da razmenjivač već toplu vodu ne mora dogrevati ili samo neznatno.

Postojeća instalacija se može dodatno optimizovati primenom solarnog regulatora i dodatnim cevnim vodovima. Regulator u tom slučaju preuzima izmenu toplote između oba rezervoara. Čim se u solarnom rezervoaru pojavi viša temperatura, tada će se preko dodatne pumpe tople potrošne vode, toplija voda pumpati u rezervoar u pripravnosti. Time se može postići dalja ušteda od 5 do 10%.

Dogrevanje ostaje nepromenjeno i vrši se preko postojećeg razmenjivača toplote. Kako bi se omogućio visoki priliv solarne energije, moguće je dodatno ugraditi mešać tople potrošne vode. On bi omogućio povišenje maksimalne temperature vode u solarnom rezervoaru na 90°C i istovremeno služio kao pouzdana zaštita od previsokih temperature tople vode na izlivnom mestu (zaštita od opekotina).

7.5 ANALIZA RADA SOLARNOG SISTEMA

Solarni sistemi proračunavaju se na osnovu prosečne potrošnje TPV po osobi i broja osoba koje borave u objektu. Preporučene vrednosti prosečne potrošnje TPV date su u tabeli 7.1 [89] i izražene su u litrama vode na temperaturi od 60°C, dnevno i po osobi.

Tabela 7.1: Preporuke za prosečne potrošnje TPV

Vrsta zgrade		Niži komfor (min. potrošnja)	Srednji komfor (stand. potrošnja)	Visoki komfor (maks. potrošnja)
Stambena zgrada	Socijalna stanogradnja	25	30	35
	Opšta stanogradnja	30	35	45
	Stanogradnja višeg ranga	35	40	50

Za potrebe proračuna korišćeni su osnovni klimatski podaci na lokaciji Rimski Šančevi (prikazani su tabeli 7.2) i neophodni parametri za određivanje dnevne solarne radijacije na kolektor, prikazani su tabeli 7.3.

Tabela 7.2: Osnovni klimatski podaci na lokaciji Grada Novog Sada

Mesec	Temperatura vazduha	Relativna vlažnost	Dnevna solarne radijacija na horizontalnu ravan	Atmosferski pritisak	Brzina vetra na 10 m visine
	°C	%	kWh/m ² /dan	kPa	m/s
Januar	0,1	85,4%	1,42	99,9	2,6
Februar	2,0	78,7%	2,18	99,7	2,8
Mart	6,4	69,5%	3,40	99,5	3,2
April	11,7	67,9%	4,52	99,1	3,1
Maj	17,1	66,6%	5,52	99,2	2,6
Jun	20,1	69,1%	6,09	99,2	2,3
Jul	22,0	67,5%	6,25	99,2	2,2
Avgust	21,8	67,3%	5,40	99,3	2,1
Septembar	16,9	71,6%	4,11	99,4	2,3
Oktoibar	12,0	75,2%	3,14	99,7	2,7
Novembar	5,9	83,1%	1,49	99,7	2,8
Decembar	1,1	86,2%	0,96	99,8	2,7
Godišnje	11,5	74,0%	3,72	99,5	2,6

Tabela 7.3: Parametri za određivanje dnevne solarne radijacije

Parametar	Jedinica	Vrednost
Geografska širina	°N	45,3
Geografska dužina	°E	19,9
Nadmorska visina	m	87
Amplituda temperature zemlje	°C	20,8
Azimut kolektora	°	13 (Jugoistok)
Ugao nagiba kolektora	°	30 (mereno od horizontale)
Solarno vreme	h	4,2

7.6 OCENA PRIMENE NA POJEDINAČNI OBJEKAT

Proračun radijacije i izbor potrebne opreme izvršen je za jednu višespratnicu u naselju Liman u Novom Sadu, koja je priključena na instalaciju za snabdevanje TPV iz toplanskog distributivnog sistema. Izbor zgrade izvršen je prema kriterijumu najmanje povoljnih uslova za gradnju solarnih kolektora koji se pojavljuju na zgradama na području Grada Novog Sada, a obzirom na raspoloživ prostor krovne površine za montažu solarnih kolektora i gustinu stanovanja.

Za proračun usvojena je potrebna dnevna količina TPV procenjena na bazi standarda i preporuka za srednji do viši komfor u uslovima opšte stanogradnje odnosno zgrada prosečnih energetske karakteristika. Proračun pokrivenosti konzuma, opravdanost primene i izbor kapaciteta izvršen je za scenario koji uzima u obzir usvojenu dnevnu potrošnju od 40 l/dan po osobi. Ova vrednost je nešto iznad preporučene potrošnje za uslove u Srbiji, ali istovremeno je u skladu sa navikama potrošača (na lokaciji Grada Novog Sada) koje zalaze u zonu višeg komfora. Uslovi proračuna podrazumevaju temperaturu TPV od 45°C, temperaturu skladištenja TPV od 60°C, temperaturu hladne vode od 12°C, usvojen faktor istovremenosti potrošača od 0,75 i planiranu rezervu za oblačno vreme od 75%.

Zgrada ima 214 stanara, korisnika TPV, instalisana snaga sistema za pripremu TPV je 244 kW a specifična instalisana snaga za pripremu TPV je 1,14 kW/stanaru. Površina osnove zgrade je 450 m², koliko je približno i površina ravnog krova. Izračunata maksimalna raspoloživa površina za montažu kolektora je 65% ili 300 m². Ova površina više je nego dovoljna da se montira instalacija potrebnog kapaciteta. Rezultati proračuna potrebnog kapaciteta i izbora potrebne opreme prikazani su tabelom 7.4. Ovaj scenario odnosi se na teoretski potrebnu potrošnju TPV od strane korisnika i dobro stanje instalacije i merne opreme.

Tabela 7.4: Rezultati proračuna u budućim okolnostima

Parameter	Vrednost	Jedinica
Dnevna potrošnja TPV	7.725	l/dan
Dnevna potrebna količina toplotne energije	435	kWh/dan
Godišnja potrebna količina toplotne energije	157.880	kWh/god
Iskorišćena dozračena energija *	3.773	kWh/dan/m ²
Usvojen broj kolektora	60	kom.
Ukupna usvojena površina kolektora	120	m ²
Moguća apsorbovana energija po m ² kolektorske površine	878	kWh/m ² god
Izlazna toplotna snaga instalacije	103	kW
Stepen pokrivenosti godišnjih potreba za TPV	55	%
Godišnja količina energije proizvedena solarom	86.834	kWh/god

* Odavanje pločastog kolektora za prosečan letnji dan bez oblačnosti, na osnovu koeficijenta korisnog dejstva

Proračun pokazuje da je moguće ostvariti visok stepen pokrivenosti godišnjih potreba za TPV, koji nije uobičajen kod većih instalacija. Kod većih instalacija stagnacija može biti značajan problem i ona ograničava kapacitet a samim tim i stepen pokrivenosti. Međutim, kada je u pitanju integracija solarnih sistema u sistem daljinskog grejanja, instalacija dozvoljava preuzimanje viška toplotne energije u najtoplijim letnjim mesecima i periodima kada opada potrošnja TPV. Razlog postojanja ovakve mogućnosti leži u činjenici da temperaturski režim postojeće instalacije za snabdevanje TPV veoma odgovara temperaturskom režimu u trenutku pojave viška toplotne energije. Tada je moguće vratiti višak toplote u toplanski krug odnosno primarni deo podstanice.

7.7 OCENA ISPLATIVOSTI ZA POJEDINAČNI OBJEKAT

Za konkretan slučaj zgrade od 13 spratova i 214 stanara (potrošnja od 40 l/dan po osobi i 120 m² kolektora), ukupna izračunata potrošnja toplotne energije za TPV je 157.880 kWh/god od čega se 86.834 kWh/god može dobiti iz solarne instalacije, što ukazuje na stepen pokrivenosti solarnom energijom za zagrevanje TPV od 55%.

Proračun isplativosti izvršen je na bazi aktuelnih cena energije i energenata (za sistem daljinskog snabdevanja) - tabela 7.5 i jediničnih cena solarnih kolektora srednjeg kvaliteta na lokalnom tržištu.

Tabela 7.5: Jedinične cene energije korišćene za proračun

Tip energije	Vrednost	Jedinica
Električna energije	0,065	€/kWh
Toplotna energija bazirana na prirodnom gasu	0,050	€/kWh
Toplotna energija bazirana na mazutu	0,057	€/kWh
Solarna energija	0,000	€/kWh

Prikazane cene su promenljive. S toga je izvršena analiza osetljivosti efekata integracije solarnih sistema i to za različite scenarije kretanja pojedinih cena. Tom prilikom je usvojeno da se svaka cena može kretati od 10% do 50% i naviše i naniže. Naravno, uzeto je u obzir da pojedini vidovi energije i energenata ne mogu pojeftiniti u nekom značajnijem iznosu.

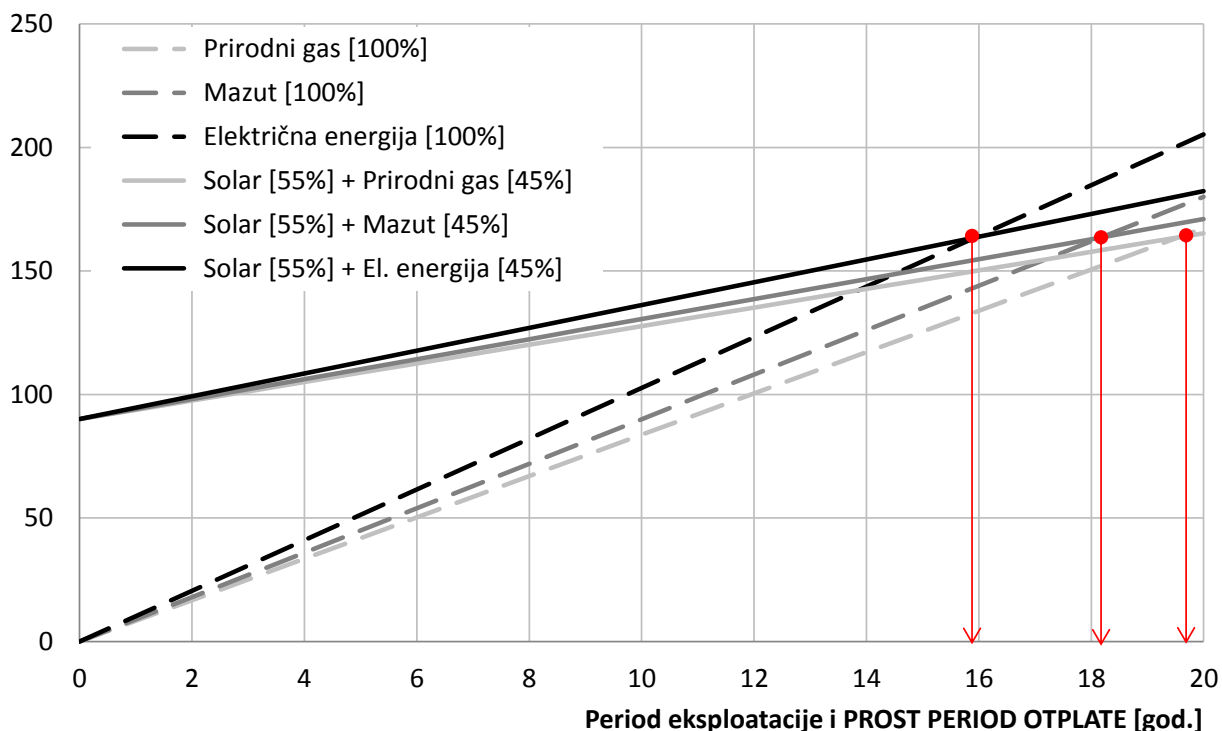
Osim toga, analiza osetljivosti pruža mogućnost analize efekata integracije solarnih sistema za različite načine snabdevanja odnosno za različite energente ili oblike energije koji dolaze u obzir prilikom produkcije toplotne energije u toplanskim sistemima. Tu su razmatrane opcije snabdevanja bazirane na

prirodnom gasu i mazutu, a uzeto je u obzir da postoji mogućnost implementacije solarnih sistema u zgradama priključenim na toplanski sistem a gde je snabdevanje TPV bazirano na električnoj energiji.

Usvojena jedinična cena solarne instalacije u odnosu na kvadratni metar kolektora je 750 €/m_c^2 uključujući projektovanje, isporuku, montažu, puštanje rad, potrebnu prateću opremu, kao i adaptaciju infrastrukture. Ova cena je usvojena kao trenutna tržišna vrednost a analizom osetljivosti razmatrani su efekti za kretanje jedinične cene od 450 €/m_c^2 (-40%) pa do 975 €/m_c^2 (+30%). Poređenja radi, u Nemačkoj, ukupna cena solarne instalacije za pripremu TPV po metru kvadratnom kolektora kreće se od 800 do 1.100 € za slučajeve integracije solarnog sistema sa sistemom daljinskog snabdevanja TPV. Za region opseg kretanja cena je od 600 do 1.125 € po metru kvadratnom kolektora.

Analiza kumulativnih (akumuliranih) troškova zgrade od 214 stanovnika i 120 m^2 kolektora prikazana je na slici 7.2 gde je prikazan i podatak o prostom periodu otplate investicije za slučaj integracije odnosno proširenja instalacije sa modulima za solarnu pripremu TPV u određenom stepenu pokrivenosti.

Kumulativni (akumulirani) troškovi proizvodnje TPV za različite izvore [1.000 EURO]



Slika 7.2: Analiza kumulativnih troškova zgrade od 214 stanovnika i 120 m^2 kolektora

Ukoliko bi se posmatrala opcija integracije sistema snabdevanja na mazut i solarnog sistema, period otplate bi iznosio oko 18,5 godina pri sadašnjim cenama energije i energenata i cenom opreme od 750 €/m_c^2 . Slično posmatrano, za slučaj prirodnog gasa, ukoliko bi došlo do integracije prost period otplate investicije bio bi čak preko 19,5 godina. U slučaju integracije opcija električna energija i solar, prost period otplate investicije iznosio bi oko 15,5 godina. Ove vrednosti svakako nisu najpovoljnije, ali treba imati u vidu činjenice da je analiza izvršena u okolnostima bez ikakve vrste podsticaja, kako za opremu tako i za operativne troškove.

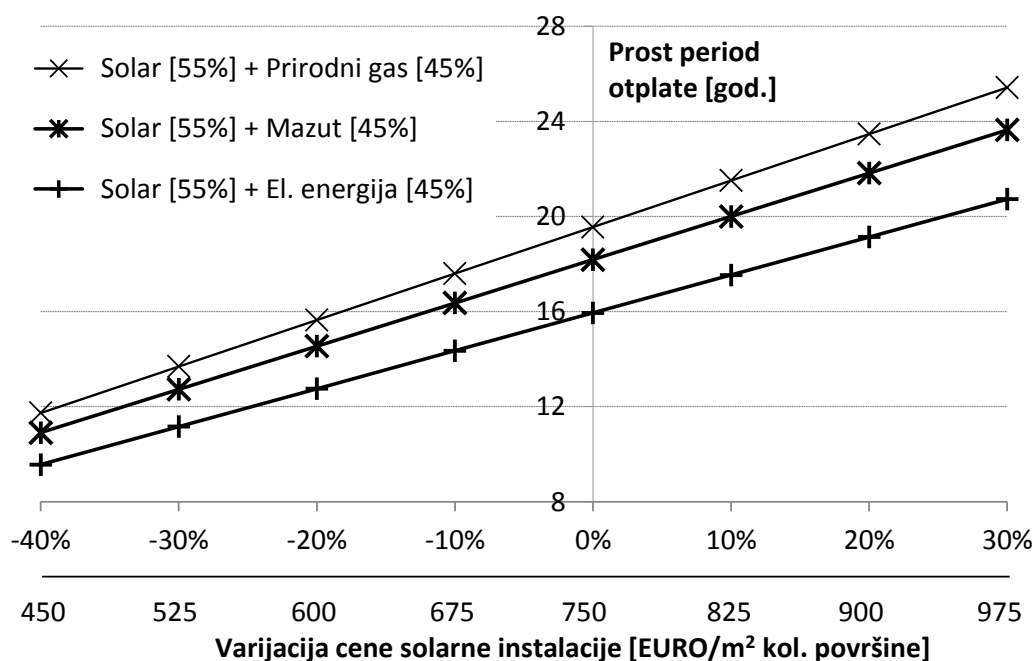
Realno je očekivati da rezultati budu povoljniji za oko 20 do 25%, usled neminovnog rasta cena prirodnog gasa i mazuta a takođe i električne energije. Takođe i cena opreme može biti znatno niža jer nabavka velikih kapaciteta (površina) spada u kategoriju kapitalnih projekata koji podrazumevaju posebne povoljnosti od strane isporučiooca opreme. Iz tog razloga ispitana je osetljivost prostog perioda otplate na jediničnu cenu opreme odnosno kvadratnog metra kolektorske površine (slika 7.3).

Na osnovu slike 7.3 realno je očekivati da prost period otplate bude između 12 i 15 godina, i to bez ikakvih subvencija, podsticaja, sopstvene proizvodnje ili drugih okolnosti već isključivo na bazi smanjenja investicionih troškova vezanih za nabavku i instalaciju solarnih kolektora i prateće opreme. To smanjenje

investicionih troškova uslovljeno je blagim trendom opadanja cena opreme na tržištu (uključujući prosek za sve proizvođače i distributere, kako domaće tako i strane).

Osetljivost parametra PROST PERIOD OTPLATE

na cenu opreme uz trenutne cene energije i energenata



Slika 7.3: Analiza osetljivosti na jediničnu cenu opreme

Ukoliko bi se organizovala domaća proizvodnja, namenski za potrebe Toplane i ukoliko bi Toplana uzela učešće u takvoj proizvodnji (tehnički i finansijski), može se očekivati da bi specifična cena solarne instalacije mogla biti snižena na nivo od oko 500 €/m² kolektorske površine. Tada bi prost period otplate mogao da bude između 10 i 12 godina. Kako se već sada na slobodnom tržištu pojavljuju ponude od 500 do 550 €/m² kolektorske površine, ovakav scenario je veoma izvodljiv i realan.

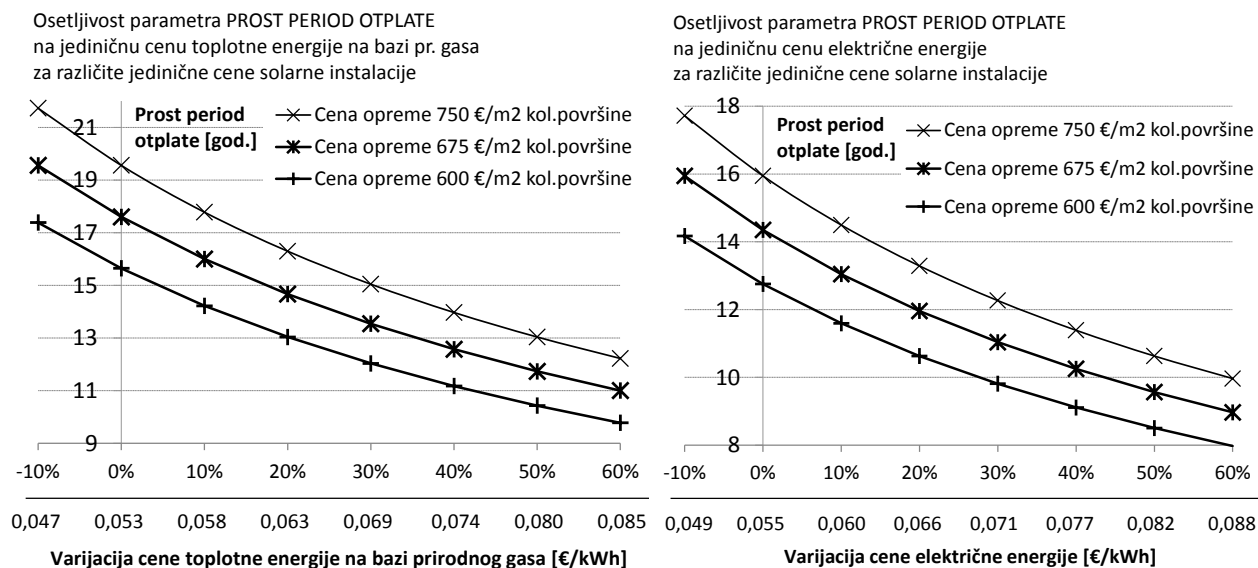
Postoje mogućnosti da se u saradnji sa renomiranim proizvođačima otpočne proizvodnja ili montaža opreme koja bi imala znatno nižu jediničnu cenu od postojećih na tržištu. Time bi se stvorilo sistemsko rešenje i šira primena ove tehnologije na veći broj stambenih blokova. Tako nešto bi značajno poboljšalo performanse projekata integracije solarnih sistema u daljinski sistem snabdevanja TPV, i mogao bi se očekivati povrat investiranih sredstava u prvoj trećini radnog veka opreme i instalacije. Osim toga, koncept lokalnog razvoja opreme bi imao višestruko pozitivan društveno ekonomski efekat.

Imajući u vidu da efekti rekonstrukcije, troškovi implementacije predloženih rešenja i očekivane uštede veoma zavise od cena energije i energenata na tržištu kao i same opreme, neophodno je proveriti osetljivost parametra - prost period povraćaja investicije, prema svakoj pojedinačnoj ceni pojedinih energenata i vidova energije. Analiza podrazumeva promenu prostog perioda otplate u zavisnosti od promena jediničnih cena pojedinih oblika energije i energenata za po 10%.

Prikazanom analizom su obuhvaćene tri opcije kombinovanja resursa odnosno izvora energije i u svima je solarna energija zastupljena i to sa učešćem od 55%. Uzeta su dva scenarija, kada toplane rade na prirodni gas ili mazut i treća opcija da se korisnici snabdevaju putem električne energije. Najpre je ispitana osetljivost pomenutog parametra na jediničnu cenu prirodnog gasa i za tri nivoa jedinične cene solarnih kolektora (slika 7.4 levo). Slično je ispitana osetljivost pomenutog parametra na jediničnu cenu električne energije i za tri nivoa jedinične cene solarnih kolektora, što je prikazano na slici 7.4 desno. Za slučaj da je gorivo mazut trend promena je gotovo isti kao za prirodni gas ali za 1,5 godinu povoljniji.

Ako se uzme u obzir trend povećanja cena energije i energenata može se uočiti da svaki energent ili oblik energije ima različit uticaj na efekte implementacije predloženih rešenja i očekivane uštede. Uočava se da rast cena energije i energenata značajno utiče na očekivane efekte i to na povoljan način.

Prema tome može se očekivati varijacija prostog perioda otplate ali u smeru smanjivanja jer je trend povećanja cena energije i energenata realniji scenario.



Slika 7.4: Analiza osetljivosti na jedinične cene prirodnog gasa i električne energije

7.7.1 Ocena efekata rekonstrukcije za pojedinačni objekat

Ukupna potrošnja toplotne energije prema evidenciji toplane je 373.253 kWh na godišnjem nivou, za konkretan objekat. Prema izračunatoj ceni toplotne energije na bazi mazuta i na mestu isporuke ukupan godišnji trošak toplane za konkretan objekat je 25.575 €. Ukoliko se na objektu integriše solarni sistem prema standardima potrošnje TPV po osobi i po jednom danu, sa ukupnom površinom solarnih kolektora od 120 m², ukupna godišnja potrošnja toplotne energije se redukuje za deo proizveden solarom u iznosu od 86.834 kWh/god. ili 23% od ukupnih potreba za TPV. Time se redukuje godišnji trošak toplane za 5.950 €.

7.8 OCENA PRIMENE NA VIŠE OBJEKATA – URBANISTIČKI BLOK

Kako je već naglašeno jedinična cena solarnih kolektora značajno utiče na investiciju i njene efekte. S tim u vezi povoljnije okolnosti kao i bolji rezultati mogu se očekivati samo sa proširenjem kapaciteta i primenom koncepta na veći broj zgrada i blokova. U ZONI VI, urbanistički blok 194 (Liman III, stambeni blok između bulevara Stefana Despota i Narodnog fronta i ulica Šekspirove i Balzakove) sa brojem stanovnika 4.806 i brojem stanova 1.743 za kolektivno stanovanje, izvršena je simulacija implementacije koncepta integracije solarne tehnologije i rezultati su prikazani tabelom 7.6.

Tabela 7.6: Rezultati proračuna u stambenom bloku

Parametar	Vrednost	Jedinica
Dnevna potrošnja TPV	173.250	l/dan
Dnevna potrebna količina toplotne energije	9.700	kWh/dan
Godišnja potrebna količina toplotne energije	3.540.000	kWh/god
Iskorišćena dozračena energija *	3.773	kWh/dan/m ²
Usvojen broj kolektora	1.285	komada
Ukupna usvojena površina kolektora	2.570	m ²
Moguća apsorbirana energija po m ² kolektorske površine	878	kWh/m ² god
Izlazna toplotna snaga instalacije	2.300	kW
Stepen pokrivenosti godišnjih potreba za TPV	55	%
Godišnja količina energije proizvedena solarom	1.950.000	kWh/god

* Odavanje pločastog kolektora za prosečan letnji dan bez oblačnosti, na osnovu koeficijenta korisnog dejstva

Rezultati podrazumevaju potrošnju TPV po osobi i po danu kako je preporučeno standardima i stručnom literaturom [14], odnosno količinom koja se smatra racionalnom i dovoljnom u svakom smislu.

Ukoliko se godišnja količina energije proizvedena solarom izrazi kao redukovan trošak toplane, obračunat cenom finalne energije na bazi proizvodnje TPV mazutom kao pogonskim gorivom, ušteda toplane je 135.000 €/god., a ukoliko se ušteda izrazi na bazi proizvodnje TPV prirodnim gasom kao pogonskim gorivom ušteda toplane je 105.000 €/god. Investicija na nivou čitavog urbanističkog bloka je 1.670.000 €, što ukazuje da se prost period povrata investicije može očekivati u rasponu 12 do 16 god.

Ukoliko bi ocenili uštedu solarne instalacije, dimenzionisanu prema standardnim potrošnjama TPV po osobi i po danu u odnosu na sadašnje zatečeno i evidentirano stanje potrošnje TPV, ona bi iznosila približno 25%. Ukoliko bi se uzela u obzir stvarna potrošnja korisnika zgrada koja nije poznata sa visokom pouzdanošću, već samo na nivou stručne i iskustvene procene toplane i koja se može proceniti kao 30% uvećana u odnosu na preporučene vrednosti, ušteda na strani toplane može dostići vrednosti i do 35%.

Analizom nekoliko objekata u pomenutoj zoni, i sa ravnim i sa kosim krovovima utvrđeno je da je implementacija potrebnih kapaciteta ostvariva, ali samo za slučajeve da korisnici ostanu u opsegu potrošnje TPV od 35 do 40 l po danu i po osobi i da stepen pokrivenosti ostane 50 do 55%. U slučaju da je potrošnja visoka kako je trenutno evidentirana i ako se očekuje veći stepen pokrivenosti, ne može se potvrditi dovoljna raspoloživa površina.

7.9 PROJEKCIJA NA GRAD NOVI SAD

Projekcija je izvršena metodom analize troškova i koristi i određen je diskontovani period otplate investicije. Usvojena je pretpostavka da se organizovano i sistemski isplanira, projektuje i izvede serija instalacija na raspoloživim površinama ravnih krovova u Novom Sadu.

Na teritoriji Novog Sada postoji 473 objekta sa ravnim krovovima čija je ukupna površina 255.730 m² površine ravnih krovova⁷. Obzirom da se jedan deo krovova koristi u određene svrhe i da je zauzeto različitim objektima i opremom usvojeno je da je za gradnju bilo kakve infrastrukture raspoloživo 70% površine ravnih krovova i to iz građevinskih, inženjerskih i pravnih razloga. Ovaj podatak je procena na bazi uzorka ravnog krova i uvida u prilike. To je oko 180.000 m² površine ravnih krovova. Ako na ovu površinu primenimo preporuke renomiranih proizvođača solarnih sistema da je od raspoložive građevinske površine ravnog krova 65% iskoristivo za solarnu instalaciju (ostalo su koridori za prolaz, prostor za armaturu, vodove, pristup samoj instalaciji i dr.) onda dolazimo do podatka da je raspoloživo za solarne instalacije 116.300 m² površine ravnih krovova. Na ovu površinu ravnih krovova moguće je smestiti 45.350 m² solarnih kolektora. Ovaj podatak je dobijen na bazi uprosečene gustine stanovanja u sektoru kolektivnog stanovanja u Novom Sadu, uprosečenih potreba za TPV po stanaru i realnim mogućnostima pokrivenosti potreba za TPV solarnom instalacijom (pokrivenost od 45 do 55%) na konkretnom geografskom području. Ova površina solarnih kolektora može da proizvede oko 42 GWh/god. za klimatske uslove u Novom Sadu. Ova energija predstavlja energiju koja supstituiše energiju koja se proizvodi u toplanskim postrojenjima, i ista je uzeta kao osnova za obračun uštede u troškovima za toplanski sistem. Toplotna snaga koja se supstituiše solarnom instalacijom je 38,9 MW. Imajući u vidu da se solarnom instalacijom proizvodi toplotna energija na mestu korišćenja, potrebno je uračunati i uštedu koja se ostvaruje na osnovu eliminacije gubitaka u sistemu distribucije koji postoje u klasičnom načinu snabdevanja. Podaci o iznosu ovih gubitaka nisu pouzdani i pojavljuju se različiti podaci u pojedinim stručnim ocenama. Razlog je zavisnost od mnogobrojnih faktora i velika promenljivost. Za potrebe ovog proračuna usvojena je uprosečena procena različitih saznanja od strane lica iz toplana i ona iznosi 15%. Na taj način ušteda na strani toplane uvećana je za ovaj iznos. Prema tome, energija koja se supstituiše je 48,2 GWh/god. Trošak koji toplana na ovaj način izbegava je 2.652.500 €/god. Ako se usvoji da je cena instalacije 750 €/m² investicija iznosi 33,98 mil.€. Prost period povraćaja uložениh sredstava je 12,8 godine. Supstitucija prirodnog gasa iznosi 5.340.000 m³/god.

⁷ Podatak Javnog preduzeća za održavanje objekata za kolektivno stanovanje u Novom Sadu

Izvor sredstava za finansiranje (tabela 7.7) je usvojen da bude većim delom izvan kategorije „sopstvena sredstva“, korišćenjem klasičnog metoda kreditiranja, uz otplatu na bazi ostvarenih ušteda. Pozajmljena sredstva pokrivaju nabavku opreme, transport, montažu i puštanje u rad. Manji deo (27% od vrednosti opreme) predstavljaju sopstvena sredstva zainteresovanih strana u predloženim aktivnostima. Taj deo odnosi se na integraciju nove opreme u postojeći nadzorno upravljački sistem (instrumentacija, regulacija i kontrola), prilagođavanje infrastrukture sa manjim mašinskim, građevinskim i elektro radovima, troškove upravljanja projektom, izrade projektne dokumentacije, kontrolu procedura, monitoring i verifikaciju, nepredviđene troškove i ostale troškove. Plan otplate prikazan je u tabeli 7.8.

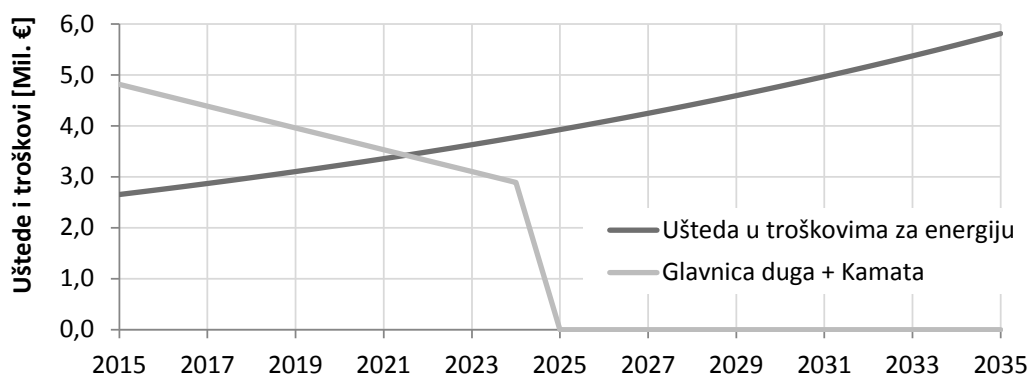
Tabela 7.7: Izvori finansiranja za scenario_novi izvor energije: solarna energija

Izvori finansiranja	Iznos [€]	Kamatna stopa [%/god.]	Rok otplate [god.]
Sopstveni kapital	7.224.168		
Kredit	26.756.177	8	10
Ukupna investicija	33.980.345		

Tabela 7.8: Plan otplate za scenario_novi izvor energije: solarna energija

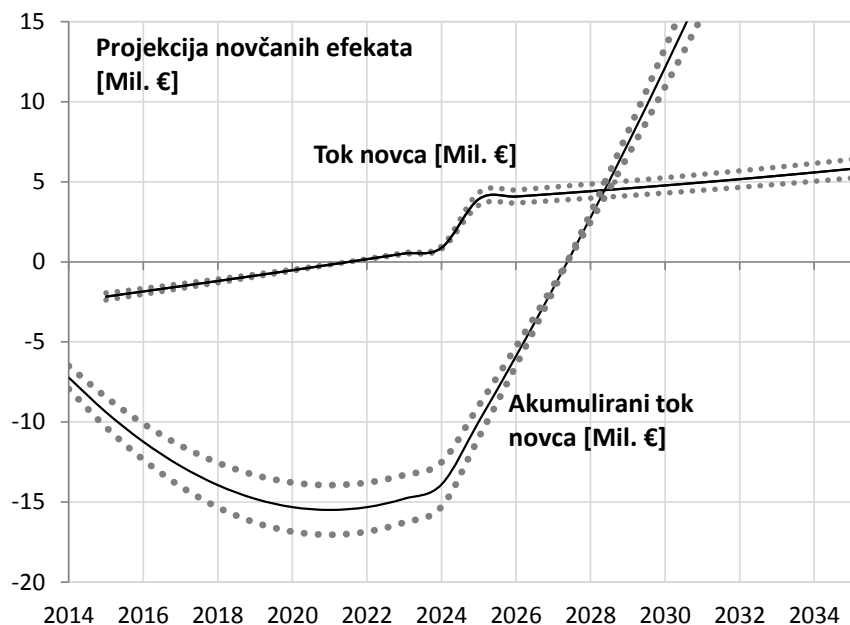
Anuitet	Godina	Glavnica duga	Ostatak duga	Kamata	Anuitet
			26.756.177		
1	2015.	2.675.618	24.080.560	2.140.494	4.816.112
2	2016.	2.675.618	21.404.942	1.926.445	4.602.063
3	2017.	2.675.618	18.729.324	1.712.395	4.388.013
4	2018.	2.675.618	16.053.706	1.498.346	4.173.964
5	2019.	2.675.618	13.378.089	1.284.297	3.959.914
6	2020.	2.675.618	10.702.471	1.070.247	3.745.865
7	2021.	2.675.618	8.026.853	856.198	3.531.815
8	2022.	2.675.618	5.351.235	642.148	3.317.766
9	2023.	2.675.618	2.675.618	428.099	3.103.717
10	2024.	2.675.618	0	214.049	2.889.667
Ukupno		26.756.177		11.772.718	38.528.896

Godišnji profil ušteda i troškova prikazan je na slici 7.5. Godišnji faktor eskalacije uštede u troškovima za energiju usvojen je kao i za prethodne scenarije i iznosi 4%. Na dijagramu je uočljivo da nakon 8 godina godišnje uštede postaju veće od godišnjih troškova. Tada novčani tok postaje pozitivan.



Slika 7.5: Godišnji profil troškova i koristi za solarnu instalaciju

Na slici 7.6 grafički je prikazan novčani tok ove investicije kao i akumulirani novčani tok. Analiza podrazumeva finansiranje putem kreditiranja sa 8% godišnjom kamatnom stopom, rokom otplate od 10 godina i diskontnim faktorom od 12%. Na slici su prikazani uslovi kada je ušteda energije, odnosno supstitucija energije u opsegu $\pm 10\%$ i isto toliko za investiciju. Puna linija označava usvojenu projekciju kao najviše verovatnu.



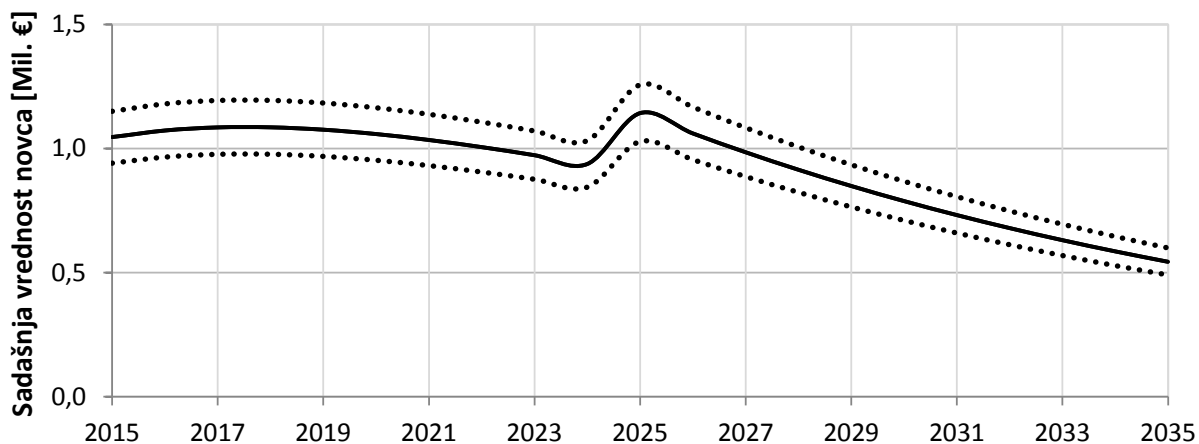
Slika 7.6: Tok novca i akumulirani tok novca

Može se primetiti da u uslovima finansiranja putem kredita godišnje uštede (izbegnut trošak) prevazilaze godišnji anuitet u 2027. godini, dakle nakon 13 godina. To dovodi do pozitivnog novčanog toka u drugom delu ekonomskog veka. To je načelno prihvatljivo obzirom da se radi o solarnoj tehnologiji. Sa dijagrama se vidi da je iznos od oko 15 do 20 mil.€ do 2030. godine izbegnut trošak za energiju.

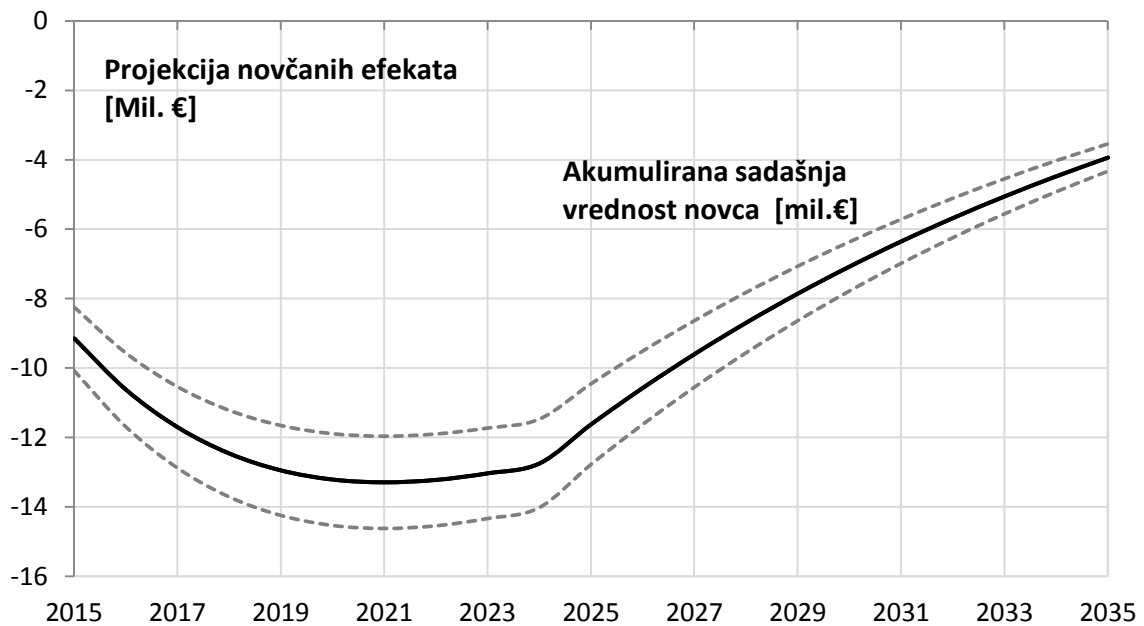
Kao i u prethodnim kalkulacijama i ovde je izvršeno uzimanje u obzir realne vrednosti novca u vremenu. Iznos od preko 15 mil.€ do 2030. godine (prikazan na slici 7.6) nije realan novac i treba uzeti u obzir promenu vrednosti novca primenom metode sadašnje vrednosti. Primenom ove metode, uzimanjem u obzir diskontne stope od 12% izračunata je sadašnja vrednost novca za period do 2035. godine. Rezultati su prikazani na slici 7.8 koja prikazuje projekciju akumulirane sadašnje vrednosti novca. Vidimo da je akumuliran iznos novca (akumulirani „izbegnut trošak za energiju“) sveden na sadašnji vremenski trenutak negativan tokom ekonomskog veka projekta. Nakon 20 godina ovaj parametar ulazi u pozitivnu zonu i to je očekivano za ovu vrstu tehnologije.

Na slikama 7.7 i 7.8 prikazane su sadašnja vrednost novca i akumuliran diskontovani tok novca. Sadašnja vrednost novca ima pozitivnu vrednost nakon 20 godina a akumulirana sadašnja vrednost novca dostiže pozitivan saldo nakon 20 godina.

Prikazana tranziciona platforma ima karakter modernizacije i doprinosi različitim društvenim koristima ali tehno-ekonomska analiza nije prednost ovog koncepta unapređenja. Ova platforma na dugi rok utiče na racionalizaciju rada toplanskih sistema u letnjem periodu (takođe i u prelaznim periodima), što ovde nije novčao vrednovao a realno predstavlja značajnu uštedu skupog uvoznog goriva.



Slika 7.7: Sadašnja vrednost novca



Slika 7.8: Akumulirana sadašnja vrednost novca

7.10 REZIME I KOMENTAR

Imajući u vidu rezultate prikazane analize, realne tehničke i ekonomske okolnosti u svetu i kod nas, trendove kada je u pitanju solarna tehnologija može se generalno konstatovati da nastupa vreme povoljnih okolnosti za gradnju solarnih kapaciteta. Sem toga povećanje kapaciteta, kako predlaže koncept integracije, zajedno sa implementacijom opreme domaće proizvodnje dodatno se povećava opravdanost ulaganja u solarnu tehnologiju i čini investiciju ekonomski i društveno održivom. Ipak postoje i neke okolnosti koje je neophodno unaprediti ili staviti u funkciju razvoja prikazanog koncepta. Kako se radi o sistemima snabdevanja u vlasništvu Grada Novog Sada, postoje institucije koje imaju kapacitet da značajno doprinesu celoj ideji. S tim u vezi mogu se izdvojiti neke preporuke adresirane na sledeće gradske institucije i preduzeća:

- Toplana bi trebala da u svoje strateške planove i dokumente uvrsti koncept integracije solarne tehnologije i da aktivno razvija ideju do nivoa implementacije. Tako nešto bi u potpunosti uvažilo činjenicu opravdanosti gradnje ovakvih sistema.
- Pokrajinske institucije i nadležni Sekretarijati bi mogli da razviju i unaprede uslove za implementaciju tzv. javnog - privatnog partnerstva (*Model PPP Public Private Partnership*), koji se u razvijenim zemljama pokazao kao veoma dobro rešenje kad su u pitanju Javna komunalna preduzeća, nove tehnologije i obnovljivi izvori energije.
- Urbanistički planeri bi trebali da stvaraju i razvijaju uslove za nesmetanu implementaciju koncepta. To bi značilo da izvrše pripremu urbanističko tehničkih uslova za arhitekta koji bi projektovale krovne konstrukcije prilagođene masovnoj primeni solarne tehnologije.
- Cena sanacije ravnog krova je 30 €/m² uključujući i hidro i termo izolaciju, tako da bi bilo najbolje da se uz energetska modernizaciju uradi i sanacija krova jer se u tom slučaju mnogi radovi preklapaju i racionalizuju.
- Grad bi mogao institucionalno i administrativno da omogući poboljšani ambijent u smislu razvoja procedura i instrukcija za lokalne institucije kako bi se implementacija sprovodila efikasnije i uz manje troškova (ljudskih, materijalnih i vremenskih).

8. NOVE TEHNOLOGIJE – SPREGNUTA PROIZVODNJA

8.1 KONCEPT

Tranziciona platforma razrađena je kroz dve analize dva bolnička kompleksa dijametralno različitih karakteristika. Jedna je velikog kapaciteta, sa više objekata različitih karakteristika i sa kombinovanim snabdevanjem (3 tipa goriva/energije), a druga je jednostavne geometrije, manjeg kapaciteta i jednim gorivom. Sem toga razmotrena je opcija proširenja konzuma na okruženje i integracija hlađenja - sve u jednom slučaju a u drugom ne.

Predložena tehnologija je spregnuta proizvodnja električne i toplotne energije (SPETE) ili kogeneracija u neposrednoj blizini krajnjeg korisnika - bolnice. U konkretnim slučajevima postrojenja snabdevaju ili samo jednog korisnika ili više iz okruženju i integrisana su u postojeće bolničke energetske infrastrukture. U regionalnim bolnicama koje su predmet istraživanja, postrojenja su modularno konfigurisana na bazi dva ili tri kogeneraciona modula (motor sa unutrašnjim sagorevanjem) manjih kapaciteta, a primarno gorivo je prirodni gas.

Najpogodniji slučaj za implementaciju kogeneracije je kada su potrebe električne i toplotne energije ujednačene i konstantne što je slučaj upravo u bolnicama.

Distribuirana kogeneracija može biti bazirana na zadovoljenju toplotnog konzuma. U toj varijanti količina proizvedene električne energije je rezultat uslova rada postrojenja a ne potreba korisnika. U tom slučaju predlaže se kogeneraciono postrojenje dimenzionisano prema toplotnom konzumu a višak odnosno manjak električne energije koji se javlja u različitim periodima dana ili godine, kompenzuju se kupovinom odnosno prodajom prema elektrodistributivnoj mreži. Ovaj slučaj je u predmetnoj analizi.

8.1.1 Energetski aspekti

Osnovne koristi tehnologije kogeneracije proizilaze iz činjenica da se na taj način štedi primarna energija, izbegavaju se određeni gubici u prenosu energije i redukuje se emisija gasova koji stvaraju efekat staklene bašte. Na ovome se zasniva podrška međunarodne zajednice i promocija kogeneracije kao pogodne tehnologije za proizvodnju električne, toplotne energije i energije za hlađenje prostora. Energetski gledano, kogeneracija je superiorna u odnosu na odvojenu proizvodnju energije, jer je za zadovoljenje istih energetskih potreba potrebno 40% manje goriva. Kogeneracijom se za približno toliko smanjuje i emisija CO₂ što je favorizuje i sa aspekta smanjenja zagađenja atmosfere.

Tehnička, energetska i ekološka svrsishodnost primene distribuirane kogeneracije zavisi prvenstveno od postojanja potencijala za to, kvalitetnog električnog i toplotnog konzuma. To podrazumeva određene kapacitete ali i zadovoljavajući profil opterećenja korisnika energije.

8.1.2 Ekonomski aspekti

I pored jasnih energetskih i ekoloških prednosti i globalnih pozitivnih efekata, korišćenje kogeneracije je vrlo različito. Zastupljenost kogeneracije se u zemljama EU kreće od nekoliko procenata do preko 50% od ukupne proizvodnje električne energije, a prosek za 15 najrazvijenijih EU članica je 10%. Suštinski razlozi za ovakvo stanje su ekonomske prirode. Postojeći energetski sistemi su koncipirani u vremenu jeftinije energije. Skokovit rast cena energije poslednjih par decenija i povećana svest o nužnosti smanjenja emisije štetnih gasova zahtevaju dodatna ulaganja za povišenje energetske efikasnosti i zaštitu životne sredine. Ovo je posebno važno kada je reč o revitalizaciji energetske infrastrukture osavremenjavanjem postojećih postrojenja i izgradnji novih kapaciteta.

Ključni ekonomski parametar za primenu kogeneracije, pored visine investicije, je paritet cena električne energije i goriva. Prirodni gas je najpogodnije gorivo za kogeneraciju uopšte, a pogotovo za distribuiranu, pa je odnos lokalnih/regionalnih cena električne energije i prirodnog gasa, pored visine investicija suštinski i odlučujući ekonomski parametar za primenu ovih sistema. Kod nas je prisutan dugogodišnji disparitet ovih cena na štetu cene električne energije, i to predstavlja najvažniju ekonomsku prepreku za

intenzivniju gradnju kogeneracije. Ionako mali broj kogeneracionih postrojenja u našoj zemlji radi samo u nuždi, jer im disparitet cena ne omogućava rentabilan rad.

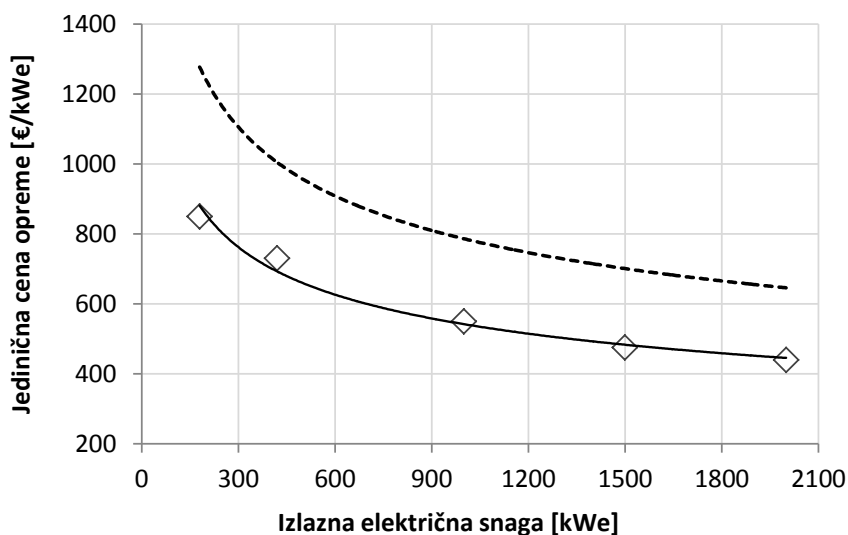
Na bazi analize realnih ostvarenih cena energije u Vojvodini poslednjih godina pokazano da je prosečni odnos cena električne energije i prirodnog gasa iznosio oko 1,6. Poređenja radi, paritet ovih cena u zemljama EU kreće se od 4 do čak 6. Ekonomska opravdanost suštinski zavisi od visine investicije i količine proizvedene energije ali odlučujući parametar za valorizaciju uloženog kapitala i atraktivnost investiranja je paritet cena električne energije i goriva, u ovom slučaju prirodnog gasa.

Ono što osim pomenutih parametara može uticati na opravdanost gradnje ovih postrojenja je:

1. Plasiranje viška toplotne energije u ustanove i druge potrošače u najbližem okruženju. Tu postoje veoma dobre mogućnosti obostrane koristi za sve društveno poslovne entitete.
2. Transformisanje viška toplotne energije u rashladnu energiju koja se sad proizvodi na često veoma neekonomičan način. Današnji stadijum razvoja apsprpcione tehnologije kao i cene dozvoljavaju integraciju sa tehničkom i ekonomskom opravdanošću.
3. Pažljivo projektovanje budućeg konzuma koji lako može biti smanjen po osnovu redukcije toplotnih potreba rekonstrukcijom omotača objekta (veoma često u bolničkim sistemima) i manjeg povećanja toplotnih potreba na račun proširenja kapaciteta, poboljšanja komfora pacijenata i osoblja kao i proširenja medicinskih usluge (nova oprema). Pretpostavka je da će konzum biti blago smanjen kao kumulativni efekat.

Ovo su sve preporuke predmetne tranzicione platforme, uzete u obzir prilikom razmatranja i analiza.

Struktura troškova nabavke opreme za kogenerativno postrojenje obuhvata osnovnu opremu (55% ukupne investicije), i druge troškove u koje spadaju integracija, instrumentacija i regulacija rada postrojenja, pomoćne sisteme, priključenje na mrežu, građevinske i druge infrastrukturne radove, instalaciju i puštanje u rad kao i troškove projekta (45%). Prilikom analize korišćene su jedinične cene prema dijagramu na slici 8.1 gde je prikazan trend promene jedinične cene SPETE jedinice u zavisnosti od izlazne električne snage. Gornja kriva je ukupna cena a donja (puna linija) je cena SPETE modula [90].



Slika 8.1: Promena jedinične cene SPETE jedinice u zavisnosti od izlazne električne snage

Prilikom proračuna uzete su obzir cene energije i energenata kao što je prikazano u tabeli 8.1.

Tabela 8.1: Cene energije i energenata

Energent / energija	jedinica	iznos	napomena
Jedinična cena prirodnog gasa	€/nm ³	0,41	prosečna cena tokom 2012. i 2013. god.
Prosečna cena električne energije	€/kWh	0,065	cena nabavke od strane EPS-a za 2013. god.
	€/kWh	0,08	subvencionisana cena za prodaju
Prosečna cena mazuta	€/kg	0,53	prosečna cena tokom 2012. i 2013. god.

Usvojena cena električne energije proizvedene putem CHP postrojenja, pogonjenog na prirodni gas, iznosi 0,08 €/kWh. Ova cena je formirana na osnovu obračuna koji je propisan Uredbom Vlade Republike Srbije o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije. Vlada Republike Srbije je 20.11.2009., u skladu sa Zakonom o energetici, usvojila pomenutu Uredbu⁸, kojom se bliže propisuju mere podsticaja za proizvodnju električne energije i za otkup te energije. Ova Uredba je objavljena u Službenom glasniku Republike Srbije, broj 99/2009 od 01.12.2009. Ovim aktom se definiše tzv. „Feed-in tariff“, balansiranje i očitavanje, preciziraju energetske objekti koji proizvode električnu energiju iz obnovljivih izvora, uređuje sadržina ugovora o otkupu električne energije po merama podsticaja, kao i naknada troškova kupcu tako proizvedene energije. Pomenuta Uredba podrazumeva garantovane otkupne cene za električnu energiju proizvedenu korišćenjem obnovljivih izvora energije. Prema uslovima datim u Uredbi, cena električne energije proizvedena kogeneracijom na prirodni gas iznosi 8,2 do 10,4 c€/kWh.

8.2 ENERGETSKA TRANZICIJA MANJEG OBIMA

Demonstracija je izvedena na primeru manje Opšte bolnice koja funkcioniše sa nominalnim kapacitetom od 200 bolesničkih postelja i brojem zaposlenih 477. U njoj se zbrinjava stanovništvo 7 opština (ukupan broj stanovnika koji gravitira samoj bolnici je oko 235.000).

Bolnica svoje potrebe za toplotnom energijom zadovoljava na dva načina, putem sopstvene kotlarnice koja poseduje dva toplovodna kotla i putem električne energije za pripremu TPV. Zagrevanje objekata se obavlja većim delom preko toplotnih podstanica i radijatorskog sistema predaje toplote (približno 60%) a manjim delom putem sistema klimatizacije (približno 40%). TPV se proizvodi sopstvenom instalacijom koja se sastoji iz električnog bojlera, koji nije u sastavu bolničke kotlarnice. Na taj način topla sanitarna voda se priprema u samom bolničkom objektu.

8.2.1 Energetski pokazatelji

Godišnja potrošnja električne energije	1.413.640	kWh
Godišnja potrošnja mazuta (prosečna grejna sezona)	161,6	t/god.
Potrošnja lož ulja (izdvojen objekat: vešeraj i kuhinja)	48.500	l/god.
Grejna površina objekta	559.205	kWh
Grejna zapremina objekta	10.970	m ²
Godišnje energetske potrebe za grejanje	43.880	m ³
Energetske potrebe za grejanje po m ² / godišnje	1.653.095	kWh/god.
Energetske potrebe za grejanje po krevetu / godišnje	151	kWh/m ² god.
Specifične energetske potrebe za grejanje, po m ²	4.132	kWh/krevet god.
Specifične energetske potrebe za grejanje, po m ³	81,6	W/m ²
Potrošnja energije za grejanje	20,4	W/m ³
Potrošnja energije za grejanje, po m ² / godišnje	1.930.226	kWh/god.
Potrošnja energije za grejanje, po krevetu, godišnje	176	kWh/god.m ²
Potrošnja energije za grejanje, po krevetu, godišnje	7.850	kWh/krevet god.

Sadašnje toplotno opterećenje u potpunosti je pokriveno toplotnom energijom iz sopstvenog izvora (sopstvene kotlarnice) i ono se obezbeđuje sa postojeća dva toplovodna kotla instalisane snage od 1.500 kW svaki, s tim da uglavnom radi jedan kotao sa brojem časova rada od 14 do 16 h/dan, dok se izuzetno u najhladnijim zimskim intervalima kratkotrajno uključuje i drugi kotao kao dodatni izvor.

U zatečenom stanju objekata i trenutnom organizacijom sistema grejanja, ukupne energetske potrebe, utvrđene na osnovu karakteristika omotača objekta iznose 1,65 GWh/god. One su obezbeđene isporukom toplotne energije od 1,93 GWh/god. (176 kWh/m² god.) i stepenom korisnosti sistema proizvodnje i distribucije energije od 86%.

⁸ 178. sednica Vlade Rep. Srbije, 20.11.09., http://www.srbija.gov.rs/vesti/dokumenti_pregled.php?id=121426

8.2.2 Poređenje osnovnih energetske pokazatelja

Za ocenu energetske performansi kao i efekata rekonstrukcije dobar način je poređenje sa prosečnim ostvarenim pokazateljima važećim u zemljama EU. Ovde je izvršeno poređenje nekoliko najvažnijih energetske pokazatelja sa osvrtom na poboljšanje koje donosi predložena mera (tabela 8.2), [51].

Tabela 8.2: Pregled najvažnijih energetske pokazatelja

Ključni parametar	Predmetna Opšta bolnica	Prosek za zemlje EU
Specifične toplotne potrebe [W/m^2]	81,6	80 ÷ 130
Energetske potrebe na bazi stanja omotača [kWh/m^2 god.]	pre rekonstrukcije 151	100 ÷ 135 (prosek Srbije 150 ÷ 200)
	posle rekonstrukcije 88	
Potrošnja toplotne energije na bazi pogonskog goriva [kWh/m^2 god.]	pre rekonstrukcije 176	150 ÷ 200 (prosek Srbije 250)
	posle rekonstrukcije 103	
Prosečna specifična potrošnja električne energije [$kWh/krevet$ god.]	5.839 (na bazi 200 kreveta)	5.100 (ciljano 3.000) (prosek Srbije 5.773)

Na bazi prikazanih energetske pokazatelja, bolnica ima zadovoljavajuće karakteristike omotača objekta a takođe i sistema snabdevanja. Ipak nakon implementacije predloženih mera energetske karakteristike postaju veoma dobre i u rangu energetske efikasni objekata slične namene u zemljama EU.

Potrošnja toplotne energije na bazi pogonskog goriva [kWh/m^2 god.] je nešto povoljnija nego što se moglo očekivati i u poređenju sa iskustvima iz zemalja EU deluju veoma dobro međutim treba imati u vidu da su referentne vrednosti u tabeli date sa uključenim potrebama za TPV dok u vrednosti koja se odnosi na konkretnu bolnicu nije uključena TPV. Dakle vrednosti 176 kWh/m^2 god. odnosno 103 kWh/m^2 god. treba uvećati za oko 10 do 15% i tada ih ravnopravno uporediti sa referentnim vrednostima zemalja EU. To bi onda bio nivo od 190 kWh/m^2 god. pre rekonstrukcije i 115 kWh/m^2 god. posle rekonstrukcije.

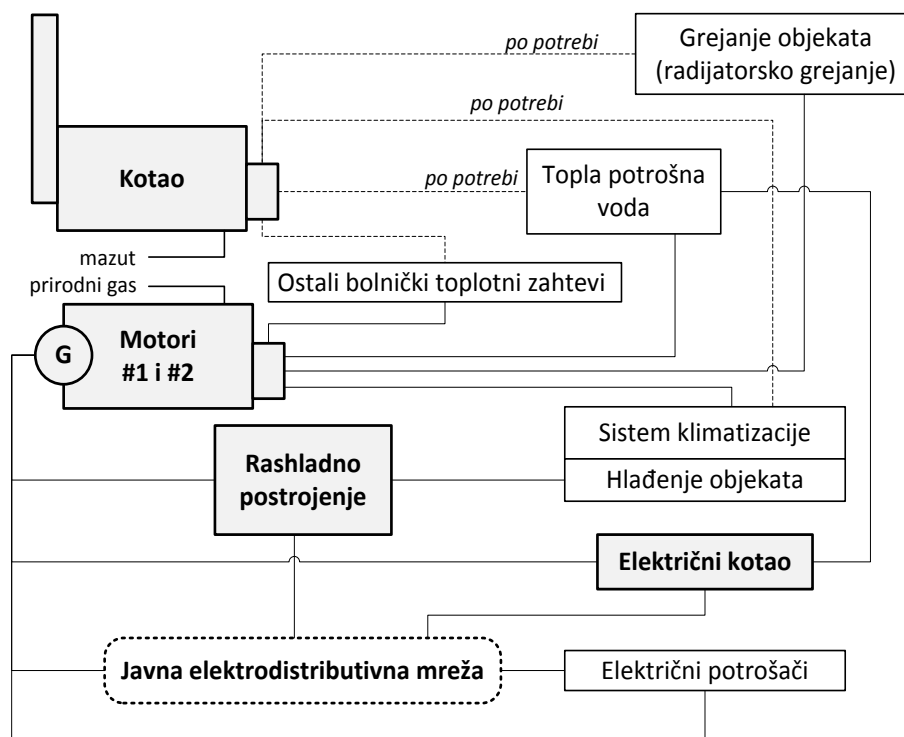
8.2.3 Način snabdevanja toplotnom i električnom energijom

Potrebe za toplotnom energijom odnose se prvenstveno na potrebe grejanja tokom zimskih meseci i uključuju sve prostorije i servise bolničkog kompleksa. Kogeneracionim postrojenjem mogu biti pokrivena na takav način da se snabdevanje toplotnom energijom iz sistema lokalne kotlarnice može u potpunosti isključiti (i koristiti u svojstvu rezerve). Pored toplotnih potreba za grejanje, kogenerativno postrojenje može da obezbedi i deo potreba za TPV, sistem klimatizacije i ostale specifične bolničke potrebe (kuhinja, vešeraj i sl.). Principijelna šema SPETE postrojenja sa postojećom lokalnom kotlarnicom i električnim kotlom prikazana je na slici 8.2 gde je prikazan i konzum obuhvaćen podsistemom za korišćenje otpadne toplote.

Sa odabranim brojem gasnih motora i njihovih kapaciteta toplotne potrebe grejanja su pokrivena u potpunosti tokom čitavog dela godine ili u iznosima do 100% za grejanje + TPV. Manji deo kapaciteta koji nedostaje može se veoma lako nadoknaditi iz postojećih postrojenja (električni kotao) ili se anulirati daljom racionalizacijom.

Predlog je da gasni motor #1, većeg kapaciteta, ima najravnomerniji rad tokom godine, imajući u vidu da postoje značajne potrebe za toplom potrošnom vodom u letnjim mesecima. Oba motora rade tokom zimskih meseci sa visokim stepenom opterećenosti i u januaru i decembru bez rezerve snage.

Rad motora #2, manjeg kapaciteta, usmeren je prvenstveno na zimski period ili u perspektivi tokom čitave godine ako bi se proširio toplotni konzum po bilo kom osnovu, što je veoma preporučljivo odnosno i tehnički i ekonomski opravdano.



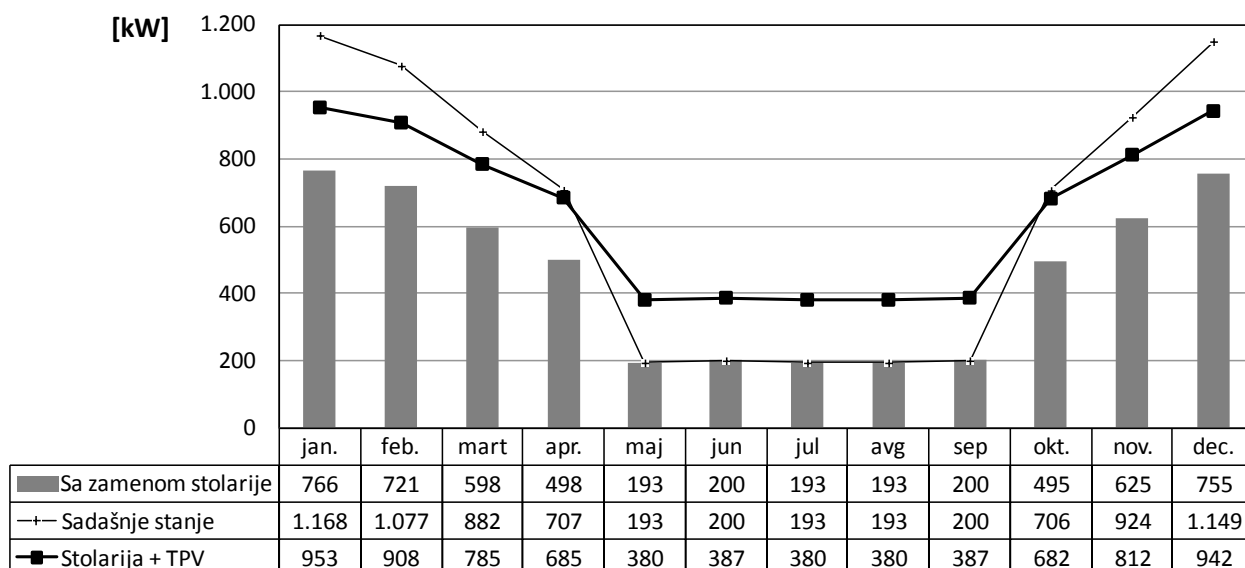
Slika 8.2: Principijelna šema postrojenja bolničkog kompleksa

8.2.4 Projekcija konzuma merodavnog za gradnju kogeneracije

Projekcija uzima u obzir 3 izvesne promene u snabdevanju bolnice toplotnom energijom:

1. Ukupno buduće toplotne opterećenje bolnice analizirano je u odnosu na predloženi scenario unapređenja omotača objekta, što je uslovalo smanjenje toplotnih potreba objekta usled značajnog smanjenja transmisionih gubitaka nove stolarije. Očekivano smanjenje je 41%.
2. Proširenje servisa kuhinje i vešeraja, uvećava konzuma odnosno toplotno opterećenje glavnog objekta. Konkretno, ovo povećanje iznosi približno 30% od ukupnog konzuma glavnog objekta Opšte bolnice koji se odnosi isključivo na grejanje i klimatizaciju. Uzimajući u obzir prosečnu godinu to povećanje bi iznosilo sa postojećih 1,93 GWh/god. na 2,44 GWh/god.
3. Integracija sistema za proizvodnju TPV u jedinstven sistem proizvodnje toplotne energije putem kogeneracionih modula. To je uobičajeno rešenje i ono značajno doprinosi ekonomičnosti korišćenja kogeneracionih jedinica. Predlaže se da se postojeći način snabdevanja zadrži ali ne kao samostalan i primarni izvor već kao rezerva kogeneracionim modulima za nekoliko meseci u toku godine kad sistem kogeneracije zbog visokih potreba za snabdevanje sistema grejanja nije u stanju da zadovolji potrebe za toplom potrošnom vodom. Ovakvih meseci ima 6 i potrebe za paljenjem električnog kotla su promenljive kako po kapacitetu tako i vremenski. Najkritičniji meseci su decembar i januar, kada električni kotao mora da radi punim kapacitetom ili najmanje oko 90%. Ostatak godine, veći deo potreba ili u potpunosti, proizvodnju tople potrošne vode preuzima sistem kogeneracije. Kako u Bolnici ne postoji evidencija proizvodnje ili potrošnje tople potrošne vode, izvršena je procena na bazi proračuna potreba u skladu sa najvišim standardima kada je u pitanju objekat bolničkog tipa. Usvojena je preporučena količina tople potrošne vode po bolničkom krevetu u iznosu od 160 l/krevet. Za broj kreveta od 250 (do 400 u perspektivi), potreban protok tople potrošne vode je 64 m³/dan, što zahteva toplotnu snagu od 104,1 kW. Uz faktor jednovremenosti 0,7 i zalihu tople vode po krevetu od 27 l/krevet, potrebna toplotna snaga se uvećava na 121,5 kW i dnevni protok tople potrošne vode od 74,8 m³. Usvojen stepen korisnosti sistema proizvodnje i distribucije tople potrošne vode je 65% i ukupno potrebna snaga iznosi 187 kW.

Prilikom dimenzionisanja toplotnog konzuma bolnice za gradnju distribuirane kogeneracije uzeto je u obzir pomenuto proširenje konzuma i novi merodavni konzum sa sanacijom omotača, integracijom kuhinje i vešeraja i pripremom tople potrošne vode prikazan je na slici 8.3.



Slika 8.3: Konzum sa sanacijom omotača, integracijom servisa i pripremom TPV

8.2.5 Izbor kapaciteta postrojenja kogeneracije

Za potrebe objekata bolničkog tipa veoma su pogodna kogenerativna postrojenja manjih kapaciteta koja se veoma dobro prilagođavaju stvarnim potrebama i pri tome iskorištavaju oko 88% energije prirodnog gasa i tako obezbeđuju jeftiniju i kvalitetniju energiju. Iz tog razloga predlaže se rešenje koje podrazumeva instalaciju dve SPETE jedinice odnosno dva gasna motora različite nominalne snage koja bi prema potrebama isporučivala energiju adekvatnu i u tehničkom i u ekonomskom smislu. Dobrom opcijom može se smatrati instalacija dva motora različite snage i to od 420 kW i 180 kW. Pri tome nije razmatrana opcija uključivanja hlađenja i eventualne sprege sa apsorpcionim čilerom, uprkos činjenici da je to veoma racionalna opcija u uslovima visokih potreba hlađenja pojedinih bolničkih prostorija.

Kogenerativni sistem je potpuno integrisan i sastoji se od: gasnog, četvorotaktnog, elektronski vođenog motora vezanog za nisko ili srednje - naponski generator i automatskom naponskom regulacijom, zatim kontrolno upravljačke i zaštitne jedinice, toplotno izmenjivačkih komponenti i gasne rampe. Sve to je smešteno u jedan mobilni kontejner, potpuno fabrički testiran, otporan na sve vremenske uslove, sa mogućom brзом isporukom i jednostavnim vezivanjem na postojeći elektro energetski, termotehnički i gasni sistem po sistemu „plug and play“. U tabeli 8.3 prikazane su osnovne karakteristike svakog pojedinačnog motora sa iznosima izlazne električne snage, potrošnjom prirodnog gasa i otpadnom toplotom (za slučaj rada na maksimalnom opterećenju).

Izbor kogenerativnog postrojenja izvršen je na način da se zadovolje kompletne (proširene) potrebe za toplotnom energijom. Pri tome će proizvedena električna energija svakako preći potrebe bolničkog kompleksa (uključujući dodatne servise) i ta količina je namenjena prodaji JP EPS, po subvencionisanim cenama koje su formirane i propisane od strane Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije.

 Tabela 8.3 Osnovne karakteristike svakog pojedinačnog motora⁹

Parametar / motor br.		#1	#2
Nominalni kapacitet	kW _e	420	180
Izlazna električna snaga pri opterećenju motora 100%	kW _e	400	171
Ukupna korisna izlazna toplotna snaga pri opterećenju motora 100%	kW _t	513	249
Specifična otpadna toplota (snaga)	kW _t /kW _e	1,28	1,45
Potrošnja prirodnog gasa pri opterećenju motora 100%	nm ³ /h	108	49
Uprosečen stepen iskorišćenja pri opterećenju motora 75%	%	88,5	88,5

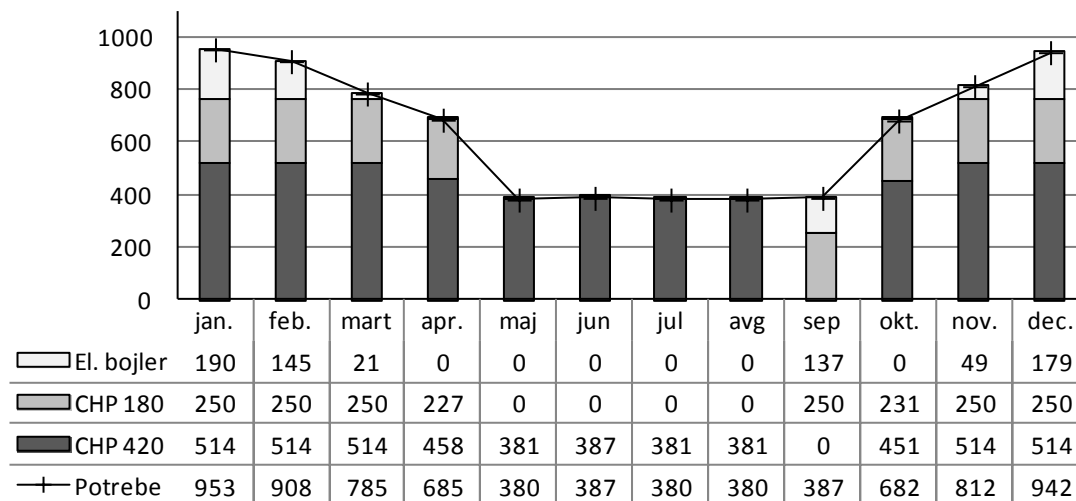
Objašnjenje jedinica: kW_e, kW_t – kW električne i toplotne energije

⁹ Podrška: Cummins SerboMonte d. o. o. Beograd, Srbija

8.2.6 Analiza raspodele snage i opterećenosti motora

Profil toplotnog opterećenja na mesečnom nivou nakon integracije sistema proizvodnje i distribucije tople potrošne vode i njegova raspodela među motorima prikazana je na slici 8.4. Na istoj slici, radi pregleda, prikazan je i konzum koji mora da pokrije električni kotao. Sa slike se može uočiti da se manjak kapaciteta javlja tokom zimskih meseci kada električni kotao preuzima konzum namenjen samo proizvodnji TPV pri čemu motori potpunosti pokrivaju deo konzuma namenjenom grejanju i klimatizaciji.

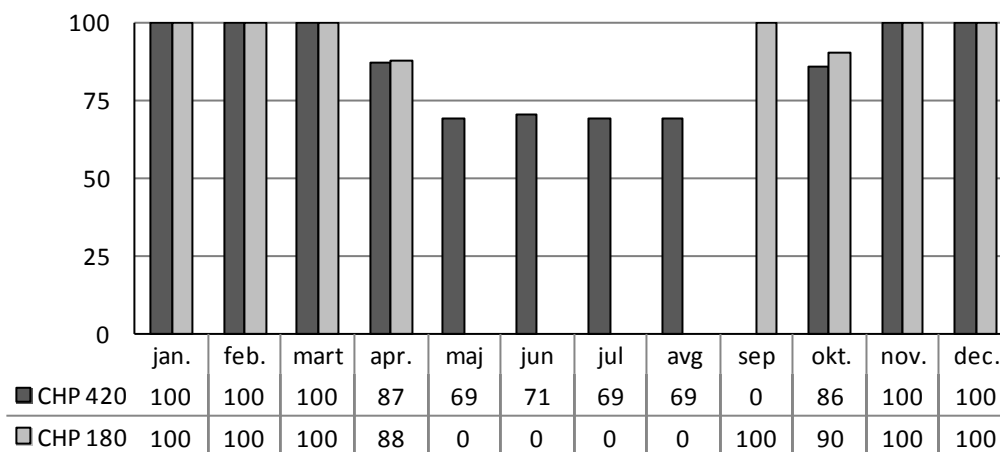
Raspodela snage [kW]



Slika 8.4: Raspodela snage i ukupni konzum

Dijagram na slici 8.5 prikazuje stepen opterećenosti oba motora pojedinačno na mesečnom nivou. Sa dijagrama se može uočiti da je prosečna godišnja opterećenost motora zadovoljavajuća dok periodi u radu motora nisu dobro raspoređeni tokom letnjih meseci. To je posledica nepostojanja značajnijih potreba za toplotnom energijom u tom periodu. Sa dijagrama se može uočiti da manji motor ima zastoj veći od perioda potrebnog za remont i godišnje održavanje. To su meseci maj – avgust. Veći motor ima samo jedan zastoj od uslovno, mesec dana koji je predviđen za godišnji remont i održavanje.

Opterećenost motora [%]

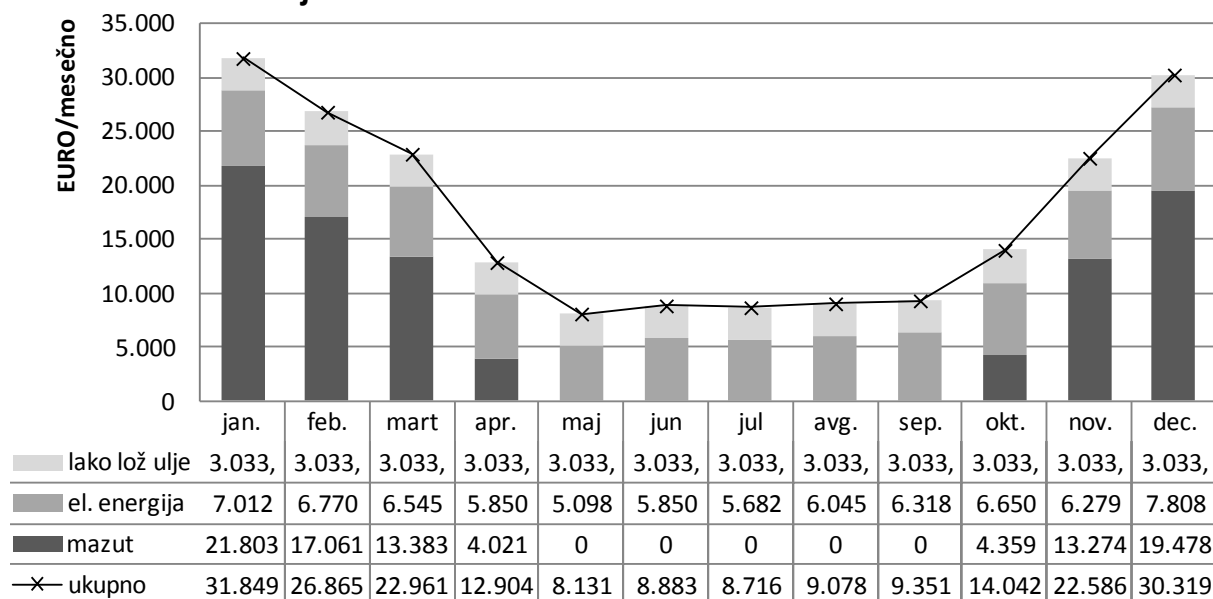


Slika 8.5 Opterećenost kogeneracionih modula

8.2.7 Analiza troškova postrojenja

Najpre je utvrđena bazna potrošnja odnosno troškovi snabdevanja energijom i energentima u sadašnjim okolnostima (izraženo u Evrima na mesečnom nivou). Ovi troškovi prikazani su na dijagramu 8.6.

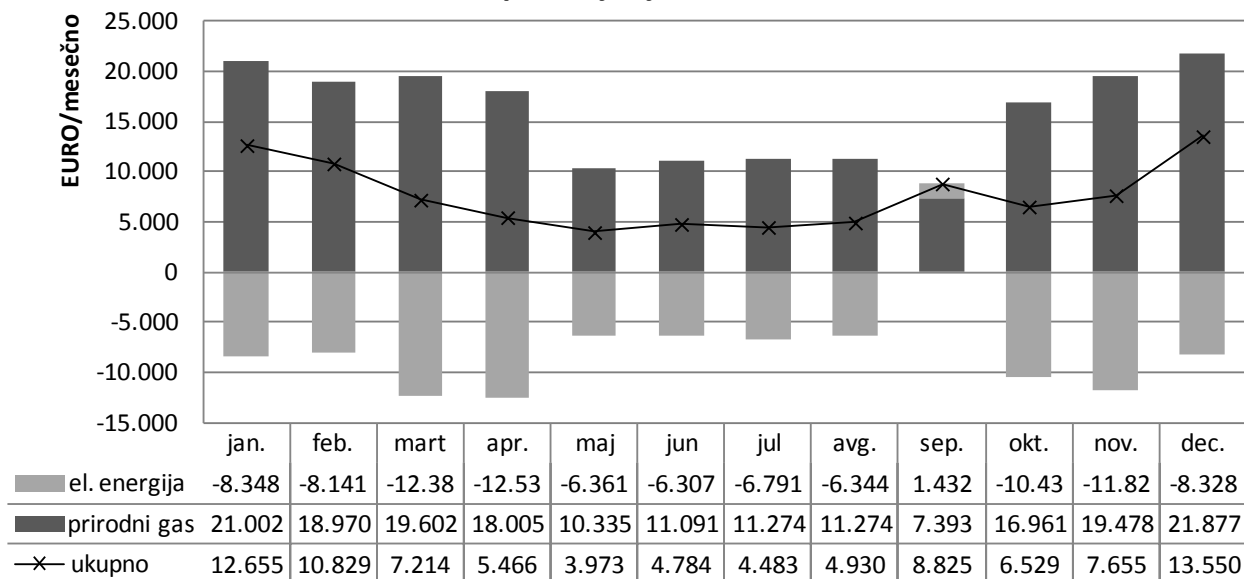
Sadašnji troškovi



Slika 8.6: Troškovi snabdevanja energijom i energentima u sadašnjim okolnostima

Na slici 8.7 su prikazani mesečni troškovi rada kogeneracionog postrojenja, gde su tamniji stubići predstavljeni u pozitivnom delu dijagrama kao trošak snabdevanja postrojenja (trošak prirodnog gasa) dok su svetliji stubići predstavljeni u negativnom delu dijagrama kao prihod kogeneracionog postrojenja od prodaje viška generisane električne energije. Višak električne energije definisan je kao ukupna produkcija električne energije, u skladu sa stepenom opterećenosti pojedinih motora i vremena rada na dnevnom nivou, od koje je oduzeta sopstvena potrošnja bolnice.

Budući troškovi CHP postrojenja

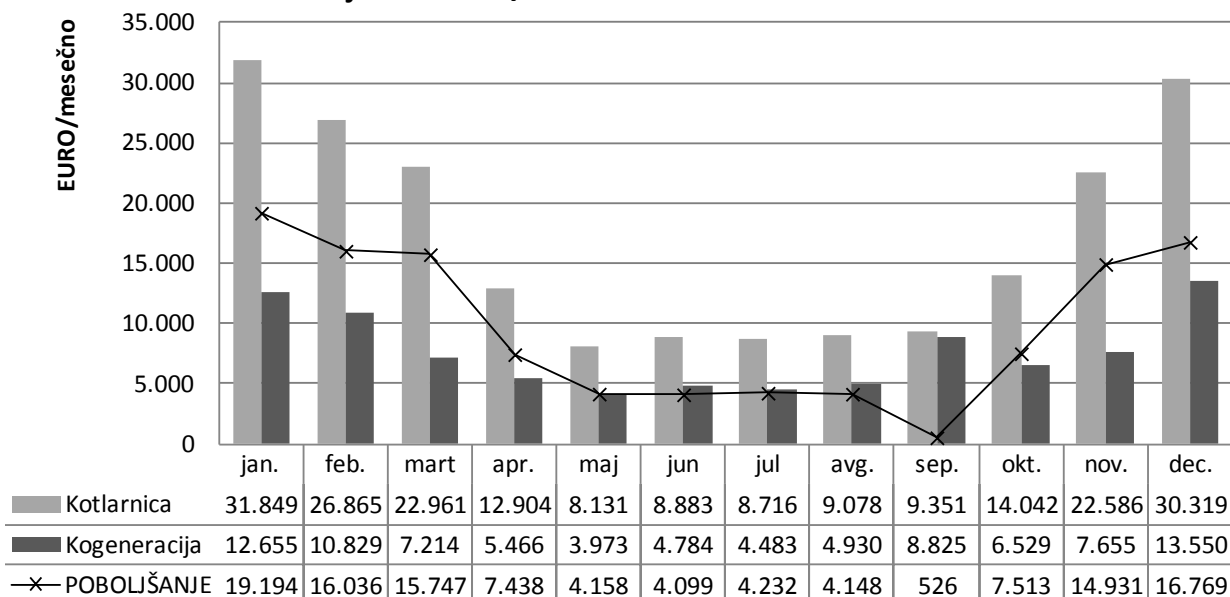


Slika 8.7: Troškovi kogeneracionog postrojenja

Može se primetiti da u mesecu septembru postoji potreba za kupovinom električne energije i to se dešava iz razloga što je taj mesec definisan kao mesec u kojem je potrebno obaviti godišnji remont većeg motora i u tom periodu radi samo manji motor koji nema kapacitet da pokrije potrebe za TPV i tada je neophodno povlačenje izvesne količine električne energije iz elektrodistributivne mreže.

Na slici 8.8 je izvršeno poređenje troškova snabdevanja energijom za slučajeve pre i posle implementacije sistema kogeneracije. Kategorija “Kotlarnica” na dijagramu predstavlja slučaj rada postojeće kotlarnice na mazut i kupovinu električne energije iz distributivne mreže, dok kategorija “Kogeneracija” predstavlja budući scenario SPETE.

Poređenje troškova /ušteta u troškovima



Slika 8.8: Poređenje troškova snabdevanja energijom za slučajeve pre i posle

Sa dijagrama se može uočiti da je u velikoj prednosti sistem kogeneracije odnosno da su troškovi značajno niži. Sniženje troškova predstavljeno je kategorijom “POBOLJŠANJE” i taj mesečni iznos predstavlja korist za bolnicu u odnosu na postojeće stanje. Na godišnjem nivou ušteta iznosi 114.792 €. Ovaj prihod umanjen je za iznos od 18.312 € što je neophodno za održavanje oba motora na godišnjem nivou (delovi, potrošni materijali i usluge). Prema tome neto ušteta je 96.480 €.

8.2.8 Analiza ekonomskih pokazatelja

Efekte implementacije predloženog rešenja mogu se, između ostalog, sagledati na osnovu prostog perioda otplate uloženi sredstava. U tabeli 8.4 prikazana je rekapitulacija troškova implementacije predloženih rešenja i očekivane uštete u troškovima za energiju i energente. Scenario podrazumeva reorganizaciju energetske infrastrukture i potrošača i instalaciju kogenerativnog postrojenja.

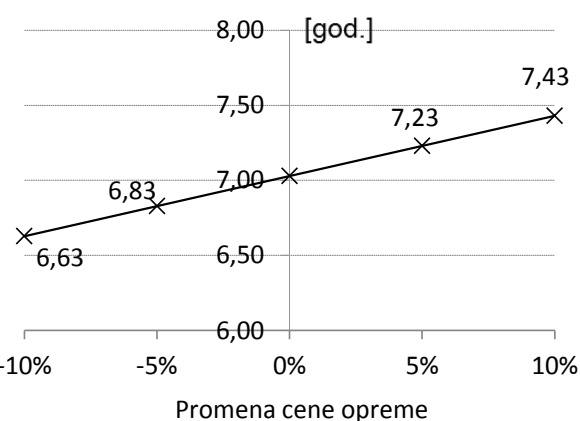
Tabela 8.4: Rekapitulacija troškova implementacije predloženih rešenja i očekivane uštete

Troškovi nabavke i instalacije opreme za kogenerativno postrojenje	678.150	€
Smanjenje troškova za energiju i energente – prihod od implementacije	114.792	€/god.
Umanjenje prihoda na bazi troškova održavanja kogenerativnog postrojenja	96.480	€/god.
Prost period povraćaja uloženi sredstava	7,0	god.

8.2.9 Analiza osetljivost efekata rekonstrukcije

Imajući u vidu da troškovi implementacije i očekivane uštete veoma zavise od cena energije i energenata na tržištu kao i same opreme i materijala, neophodno je proveriti osetljivost parametra - prost period povraćaja investicije, prema pojedinačnim cenama pojedinih energenata ili opreme. Na slici 8.9 prikazana je promena prostog perioda otplate u zavisnosti od promena cena opreme za po 5% i uz fiksnu uštedu u troškovima za energente na nivou očekivane.

Ispitan je i slučaj kada je cena prirodnog gasa uvećana za 10% (ušteta u troškovima za energente umanjena) a cena opreme varirana kao u prethodnom slučaju. U najnepovoljnijem scenariju prost period otplate povećan za oko 2,5 godina.



Slika 8.9: Osetljivost parametra prost period otplate na cenu opreme

8.3 ENERGETSKA TRANZICIJA VEĆEG OBIMA

Demonstracija je izvedena na primeru druge – znatno kompleksnije Opšte bolnice sa značajnom potrošnjom energije, različitim oblicima snabdevanja, sa potrebama i za grejanje i za hlađenje, sa projektovanim kapacitetom od 670 bolesničkih postelja i što je najvažnije sa dobrim mogućnostima proširenja konzuma sa potrošačima iz neposrednog okruženja.

Bolnica svoje potrebe za toplotnom energijom zadovoljava na dva načina, putem sopstvene kotlarnice (dva parna kotla za grejanje/klimatizaciju, TPV, sterilizaciju, vešeraj, kuhinju) i putem gradskog sistema daljinskog grejanja (radijatorsko grejanje). Zagrevanje objekata se obavlja većim delom preko toplotnih podstanica i radijatorskog sistema predaje toplote (68%) a manjim delom putem sistema klimatizacije (32%). Topla voda koja snabdeva klima komore, priprema se u dva spiralna razmenjivača toplote, tipa vodena para – voda, kapaciteta 200 i 500 kW. Sistem klimatizacije takođe pruža i mogućnost hlađenja jednog dela prostorija a rashlađena voda dobija se putem dva kompresorska rashladna uređaja. Deo potreba hlađenja pokriva se i pojedinačnim „split“ sistemima. TPV se proizvodi sopstvenom instalacijom koja se sastoji iz 6 paralelno vezanih bojlera na vodenu paru, koji su u sastavu bolničke kotlarnice. Prema tome proizvedena vodena para se koristi za pripremu TPV ali i za potrebe odeljenja vešeraja, kuhinje i sterilizacije.

8.3.1 Energetski pokazatelji

Godišnja potrošnja električne energije	2.856.320	kWh
Godišnja potrošnja toplotne energije (iz sistema daljinskog grejanja)	3.606.670	kWh
Godišnja potrošnja mazuta	712,2	t
(klimatizacija, sterilizacija, kuhinja, vešeraj i TPV)	8.112.180	kWh
Grejna površina	36.530	m ²
Grejna zapremina	106.486	m ³
Godišnje energetske potrebe za grejanje	5.803.529	kWh/god.
Energetske potrebe za grejanje po m ² / godišnje	159	kWh/m ² god.
Energetske potrebe za grejanje po krevetu / godišnje	8.662	kWh/krevet god.
Specifične energetske potrebe za grejanje, po m ²	86,5	W/m ²
Specifične energetske potrebe za grejanje, po m ³	29,7	W/m ³
Potrošnja energije za grejanje	6.253.178	kWh/god.
Potrošnja energije za grejanje, po m ² / godišnje	171,2	kWh/god.m ²
Potrošnja energije za grejanje, po krevetu, godišnje	9,3	MWh/krevet god.

8.3.2 Mere povećanja energetske efikasnosti

Pre implementacije SPETE tehnologije bolnica je planirala i delom sprovela niz mera energetske efikasnosti. Za potrebe analize efekata predloženih mera energetske efikasnosti korišćene su cene finalne energije u zavisnosti od načina snabdevanja, za daljinsko grejanje 0,08 €/kWh (ukupna energetska efikasnost sistema grejanja 98,0%) i za sopstveni izvor 0,57 €/kWh (ukupna energetska efikasnost sistema grejanja 83,4%). U tabeli 8.5 komparativno su prikazani osnovni tehnički i ekonomski parametri vezani za određeni predloženi investicioni paket za pojedine celine i čitav bolnički kompleks (Razmatrana je selektivna sanacija dela bolničkog kompleksa koji će se koristiti u budućnosti na bazi dugoročnih strateških planova, dok deo objekata koji se planira za napuštanje nije uzet u obzir).

Usvojena su dva najoptimalnija paketa predloženih mera kao osnova za definisanje novog konzuma, koji bi bili merodavani za primenu novog načina snabdevanja toplotnom i električnom energijom putem kogenerativnog postrojenja.

Kada je u pitanju snabdevanje toplotnom energijom iz sistema daljinskog grejanja, instalisana snaga je 4,43 MW a nakon rekonstrukcije objekata čitavog bolničkog kompleksa prema najpovoljnijem paketu mera - #1 (u energetskom smislu), instalisana snaga bi mogla iznositi i 1,96 MW a da snabdevanje i komfor apsolutno ne budu ugroženi.

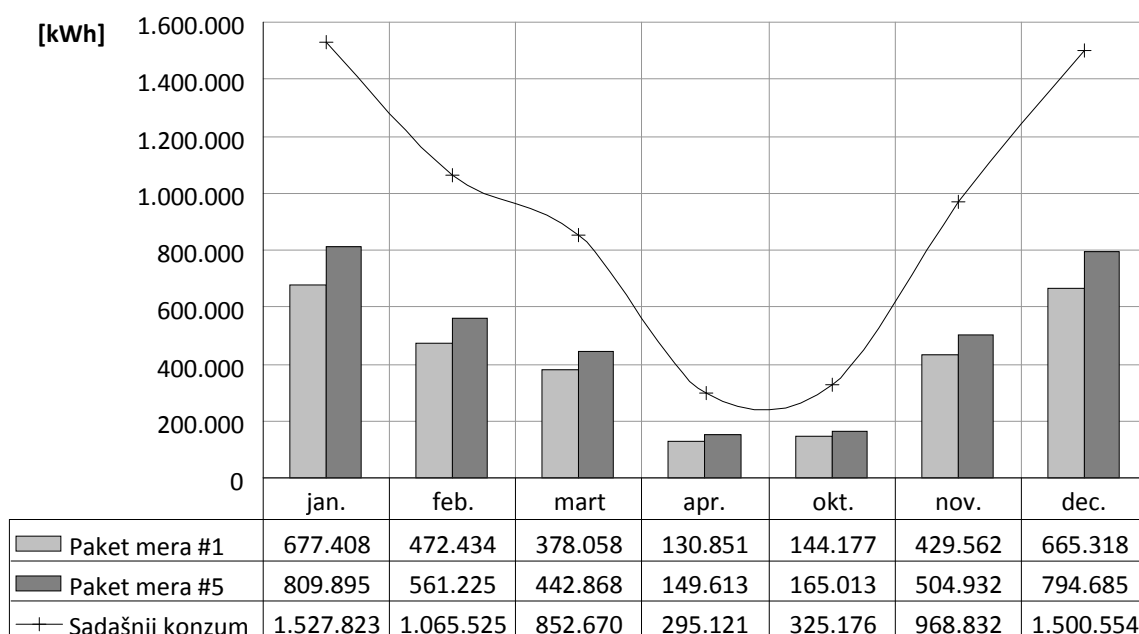
Tabela 8.5: Rekonstrukcija omotača bolničkih objekata

Paket predloženih mera	Kumulativni efekti predloženih mera			Investicija	
	Potencijal uštede energije	Ušteda energije	Ušteda u troškovima za energiju	Ukupna visina investicije	Vreme povraćaja investicije
	kWh/god.	%	€/god.	€	god.
CEO KOMPLEKS (paket #1): Izolacija spoljnih zidova i krovova, zamena stolarije, regulacija temperature i isporuke topl. energije	3.000.793	50,8	236.857	1.382.143	5,8
DEO KOMPLEKSA (paket #5):* Zamena stolarije, Izolacija spoljnih zidova, Regulacije temperature i isporuke topl. energije	2.375.497	52,8	177.722	1.079.528	6,1

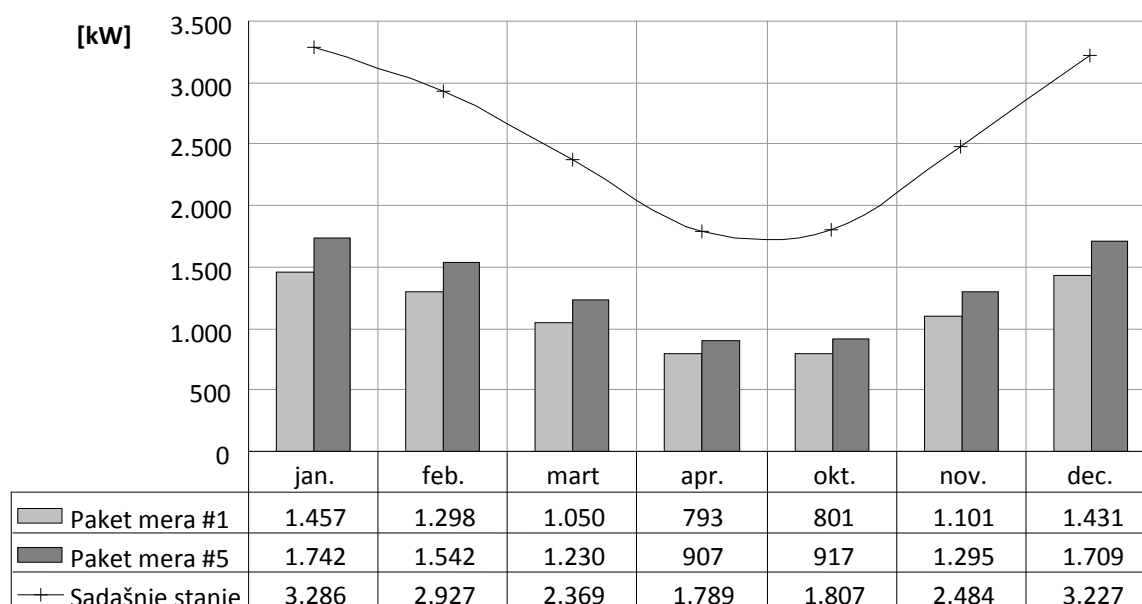
8.3.3 Projekcija konzuma merodavnog za SPETE

Ukupni konzum bolnice za gradnju distribuirane kogeneracije analiziran je u odnosu na nekoliko scenarija. Dva predložena scenarija prikazani su na slici 8.10 u formi mesečne potrošnje energije u [kWh]. To su scenariji implementacije odabranih paketa mera #1 i #5. Prikazan je jedan scenario koje ne podrazumeva ulaganja u sanaciju omotača objekta, i taj konzum prikazan je linijom „Sadašnji konzum“. Ovi konzumi su naravno smanjeni, što je uslovljeno smanjenjem toplotnih potreba objekata. U slučaju Paketa #1 smanjenje je za približno 50% a u slučaju Paketa #5 taj iznos je oko 40%. Scenariji sa investiranjem prikazani su u formi stubića „Paketi mera #1 i #5“ i oni se razlikuju u zavisnosti od visine ulaganja i procenta smanjenja energetske potrebe objekata (videti tabelu 8.5).

Ukupno toplotno opterećenje bolničkog kompleksa za gradnju distribuirane kogeneracije analizirano je, kao i po pitanju konzuma, u odnosu na nekoliko scenarija. Dva predložena scenarija prikazani su na slici 8.11 u formi mesečnog toplotnog opterećenja u [kW]. Prikazan je jedan scenario koje ne podrazumeva ulaganja u sanaciju omotača objekta, i to toplotno opterećenje prikazano je linijom „Sadašnje stanje“. Druga dva prikazana scenarija podrazumevaju investiranje u sanaciju omotača objekta i samim tim smanjenje mesečnog toplotnog opterećenja.



Slika 8.10: Mesečna potrošnja toplotne energije u sadašnjim uslovima i nakon predloženih mera



Slika 8.11: Mesečno toplotno opterećenje u sadašnjim uslovima i nakon predloženih rekonstrukcija

8.3.4 Potencijalni toplotni konzum iz bolničkog okruženja

Potencijalni toplotni konzum, merodavan za ocenu mogućnosti implementacije kogenerativnog postrojenja, je zbir toplotnog konzuma bolničkog kompleksa (grejanje + TPV) i toplotnog konzuma objekata u bližoj okolini bolničkog kompleksa (grejanje). Toplotni konzum bolnice predstavlja konzum nakon primene paketa mera za povećanje energetske efikasnosti – Paket #1. Instalirana toplotna snaga za bolnički kompleks nakon predložene rekonstrukcije iznosi ukupno 2,9 MW odnosno 1,96 MW za sistem daljinskog grejanja i 0,92 MW za snabdevanje iz lokalne kotlarnice za potrebe grejanja i 0,5 MW za potrebe snabdevanja TPV. Isporučena toplotna energija za potrebe grejanja iz JKP toplana je 4.290,6 MWh a nakon rekonstrukcije 2.897,8 MWh.

Instalirani kapaciteti i isporučena toplotna energije u poslednjoj grejnoj sezoni za objekte u bližoj okolini bolničkog kompleksa, koji i po mišljenju JKP mogu biti integrisani u buduće rešenje snabdevanja toplotnom energijom, prikazani su u tabeli 8.6.

Tabela 8.6: Potencijalni toplotni konzum bolnice i objekata iz bolničkog okruženja

	Objekat	Instalirana snaga [kW]	Isporučena toplotna energije u grejnoj sezoni [MWh]
1	Bolnica	Sistem daljinskog grejanja	1.964,5
		Lokalna kotlarnica - grejanje	924,5
		Lokalna kotlarnica - TPV	500,0
2	Administrativna zgrada	191,9	145,74
3	Srednja stručna škola	168,3	162,84
4	Javna institucija za specijalne namene	343,2	-
5-11	7 stambenih blokova	7.397,98	6.785,04
12	Osnovna škola	188,7	-

Ukupno instalirano - potrebno za potencijalni konzum iz bolničkog okruženja je 8,3 MW i to je postojeći instalirani kapacitet a zajedno sa novim konzumom bolničkog kompleksa koji iznosi 2,9 MW + 0,5 MW = 3,4 MW, novi ukupni konzum „Bolnica +“ iznosi 11,7 MW.

8.3.5 Analiza rada SPETE postrojenja

Obzirom da se budući (potencijalni) konzum može definisati kao šire područje samog bolničkog kompleksa u kome će se naći različiti korisnici toplotne energije, može se očekivati izražena potreba za što elastičnijim kogenerativnim postrojenjem. Iz tog razloga predlaže se rešenje koje podrazumeva

instalaciju više SPETE jedinica različite nominalne snage koja bi prema potrebama isporučivala energiju adekvatnu i u tehničkom i u ekonomskom smislu. Dobrom opcijom može se smatrati instalacija 3 SPETE jedinice različite snage i to od 1 MW, 1,5 i 2 MW. Pri tome jedna jedinica (1,5 MW) bi bila spregnuta sa apsorpcionim čilerom, i ona bi se instalirala samo za potrebe bolničkog kompleksa koji ima potrebu hlađenja pojedinih bolničkih prostorija tokom letnjih meseci. U tabeli 8.7 prikazane su osnovne karakteristike svakog pojedinačnog motora sa kumulativnim iznosima izlazne električne snage, potrošnjom prirodnog gasa i otpadnom toplotom (za slučaj rada na maksimalnom opterećenju).

Tabela 8.7: Osnovne karakteristike svakog pojedinačnog motora

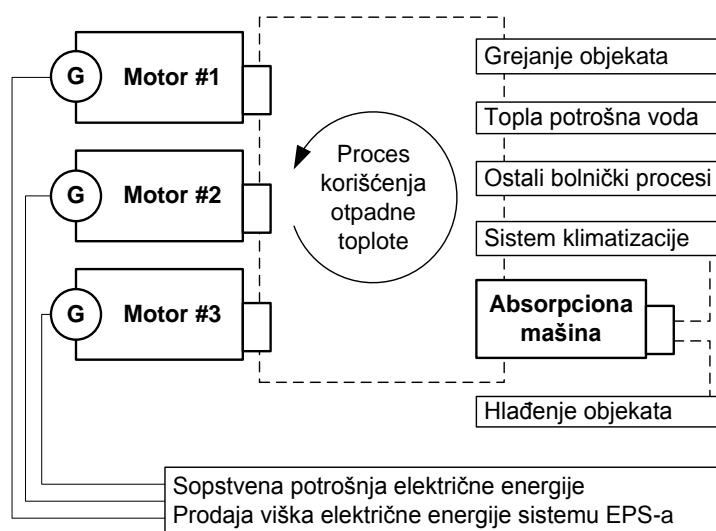
Parametar / motor br.		#1	#2	#3	Σ
Izlazna električna snaga	kW_e	1.500	2.000	1.000	4.500
Specifična potrošnja prirodnog gasa	kW_f/kW_e	2,87	2,81	2,94	
Specifična otpadna toplota (snaga)	kW_d/kW_e	1,21	1,10	1,37	
Potrošnja prirodnog gasa	nm^3/h	434,5	567,0	296,0	1.297,5
Toplotna snaga (otpadna toplota)	kW_t	1.814,2	2.201,5	1.366,8	5.382,5

Objašnjenje jedinica: kW_e , kW_v , kW_f – kW električne energije, toplotne i energije ulaznog goriva respektivno

Izbor kogenerativnog postrojenja izvršen je na način da se zadovolje kompletne potrebe za toplotnom energijom kako samog bolničkog kompleksa tako i konzuma u okruženju. Pri tome će proizvedena električna energija svakako preći potrebe bolničkog kompleksa (bez električnog konzuma objekata u okruženju) i ta količina je namenjena prodaji EPS-u po subvencionisanim cenama koje su formirane i propisane od strane Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije.

Toplotne potrebe objekata bolničkog kompleksa kao i selektovanih objekata u neposrednom bolničkom okruženju su pokrivene na takav način da se snabdevanje toplotnom energijom iz sistema daljinskog grejanja JKP toplane može u potpunosti isključiti. Pored toplotnih potreba za grejanje, kogenerativno postrojenje pokriva i potrebe za TPV samo bolničkog kompleksa, sistem klimatizacije bolničkog kompleksa, potrebe absorpcione mašine namenjene hlađenju dela bolničkog kompleksa i ostale specifične bolničke potrebe (kuhinja, vešeraj, sterilizacija i sl.).

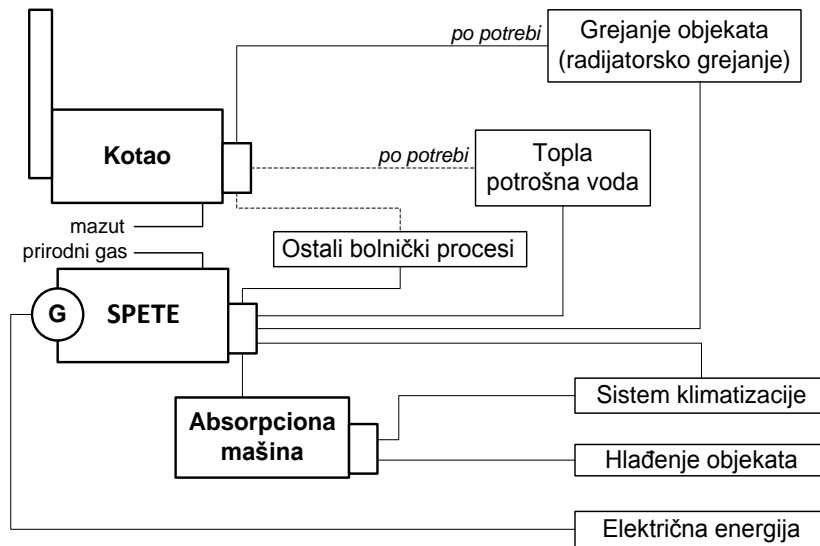
Principijelne šeme SPETE postrojenja, i šeme sa postojećom lokalnom kotlarnicom i apsorpcionom mašinom prikazane je na slikama 8.12 i 8.13 gde su prikazani i toplotni i električni konzumi obuhvaćeni podsistemom za korišćenje otpadne toplote i generatorom električne energije. Sa odabranim brojem gasnih motora i njihovih kapaciteta toplotne potrebe su zadovoljene ili u potpunosti tokom najvećeg dela godine ili u iznosima oko 90% u periodu decembar - januar. Manji deo do 10% koji nedostaje može se veoma lako i efikasno nadoknaditi iz postojećih postrojenja ili se anulirati daljom racionalizacijom potrošnje.



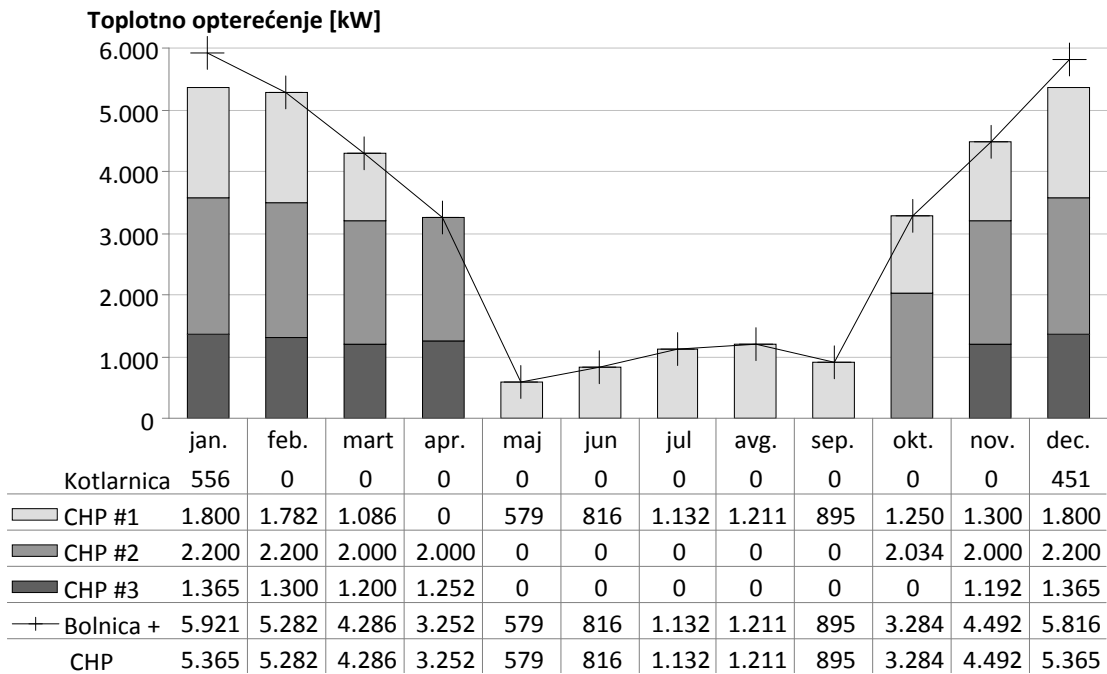
Slika 8.12: Principijelna šema SPETE postrojenja

Predlog je da gasni motor #1, kapaciteta 1,5 MW, bude instaliran za potrebe samog bolničkog kompleksa i da ima najpravnomerniji rad tokom godine, imajući u vidu da se predviđa produkcija rashladne energije tokom letnjih meseci i da postoje značajne potrebe za TPV. Ostala dva motora #2 i #3, kapaciteta 1 i 2 MW pokrivali bi toplotni konzum kako bolničkih objekata tako i objekata u okruženju i njihov rad je usmeren na zimski period ili u perspektivi tokom čitave godine ako bi se proširio rashladni konzum po principu toplotnog, što je veoma preporučljivo odnosno i tehnički i ekonomski opravdano.

Toplotno opterećenje na mesečnom nivou i njegova raspodela među motorima prikazana je na slici 8.14. Na slici je prikazan ukupni konzum bolničkog kompleksa redukovano primenom predloženih mera (paket mera #1) zajedno sa konzumom objekata iz okruženja koji je zatečen (konzum "bolnica +").

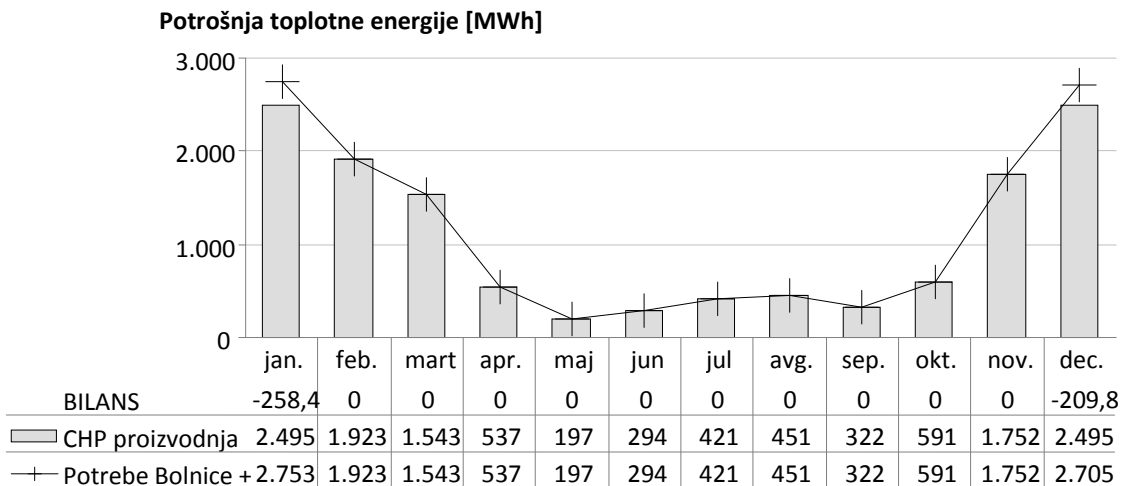


Slika 8.13: Principijelna šema energetskega postrojenja bolničkoga kompleksa



Slika 8.14: Toplotno opterećenje na mesečnom nivou

Mesečna potrošnja toplotne energije prikazana je na slici 8.15.



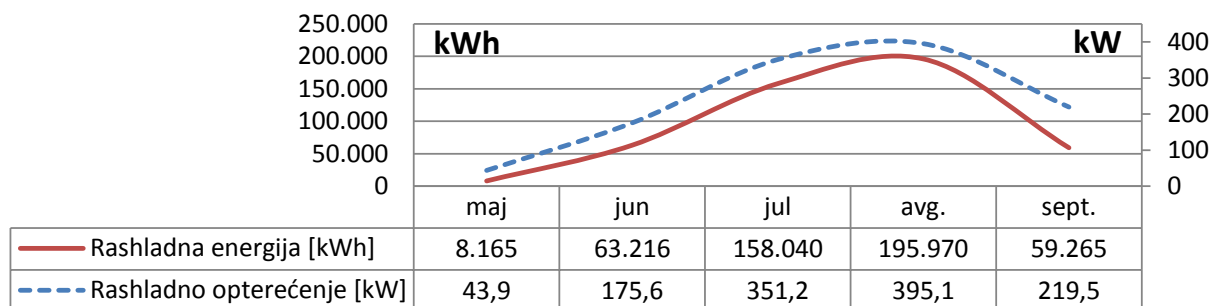
Slika 8.15: Potrošnja toplotne energije na mesečnom nivou

Na slici 8.15 je uočljivo da su tokom dva zimska meseca potrebne dodatne količine toplotne energije i to u iznosima do 200 do 250 MWh toplotne energije.

Potrebe hlađenja postoje kako kod bolničkog kompleksa tako i objekata u neposrednom okruženju bolnice. Međutim proračun potreba hlađenja izvršen je samo za bolnički kompleks za koji je predložena instalacija jednog gasnog motora od 1,5 MW sa apsorpcionim čilerom, koji bi tokom letnjih meseci snabdevao deo bolničkog kompleksa rashladnom energijom i to na način da se svi ostali rashladni kapaciteti isključe iz rada. To bi podrazumevalo da se i kompresorski rashladni uređaji kao i svi split sistemi izbace iz upotrebe (naravno ostaju u rezervi) i da se sve potrebe hlađenja pokrivaju apsorpcionim čilerom koji bi se snabdevao otpadnom toplotom motora. Ovakav scenario nije racionalan sa stanovišta kompresorskih rashladnih uređaja, ali je racionalan jer omogućava rad kogenerativnog postrojenja i tokom letnjih meseci sa prihvatljivim nivoom opterećenja.

Rashladni kapacitet formiran je na osnovu instalisanog kapaciteta postojećeg kompresorskog rashladnog postrojenja, zbira svih kapaciteta split sistema i kapaciteta koji je poslednjih godina definisan kao potreba manjeg proširenja rashladnog konzuma zbog ukazane potrebe. Na osnovu ovih evidentiranih potreba, zajedno sa uzimanjem u obzir i gubitaka distribucije, usvojen je potrebni rashladni kapacitet od 525 kW. Imajući u vidu mogućnost da se u toku dalje eksploatacije uveća potreba za hlađenjem, kako zbog nove elektronske opreme, tako i zbog povećanja spoljnih temperatura, apsorpcioni čiler je izabran prema ukupnom usvojenom kapacitetu.

Uz usvojenu spoljnu projektnu temperaturu za region od 34°C, srednje spoljne temperature 23 do 31°C, 1.760 h rada tokom 5 letnjih meseci i prosečnu unutrašnju temperaturu od 26°C, izračunato je rashladno opterećenje [kW] i potrebna rashladna energija [kWh] kako je prikazano na slici 8.16.



Slika 8.16: Mesečna rashladna energija i rashladno opterećenje

Ako se tokom letnjih meseci konzum formira samo na osnovu potrošnje toplotne energije potrebne za proizvodnju rashladne energije putem apsorpcionog čilera i na osnovu potreba za TPV, opterećenost (angažovanost) motora je niska, posebno tokom maja a takođe i juna i septembra. Iznosi od 30 do 65% od nominalnog opterećenja. Tokom meseci jula i avgusta angažovanost je prihvatljiva.

Obzirom da postoji izvesna rezerva u rashladnom kapacitetu, kako kod kogenerativnog postrojenja tako i kod postojeće instalacije kompresorskih rashladnih uređaja, trebalo bi razmišljati u pravcu proširenja rashladnog konzuma kako u samom bolničkom kompleksu tako i u bližem bolničkom okruženju koji, obzirom na namenu, ima izražene potrebe za rashladnom energijom. Na taj način ostvario bi se značajno racionalniji rad kogenerativnog postrojenja na godišnjem nivou a isporučivala bi se znatno jeftinija rashladna energija u odnosu na postojeće opcije a naročito na velik broj split sistema.

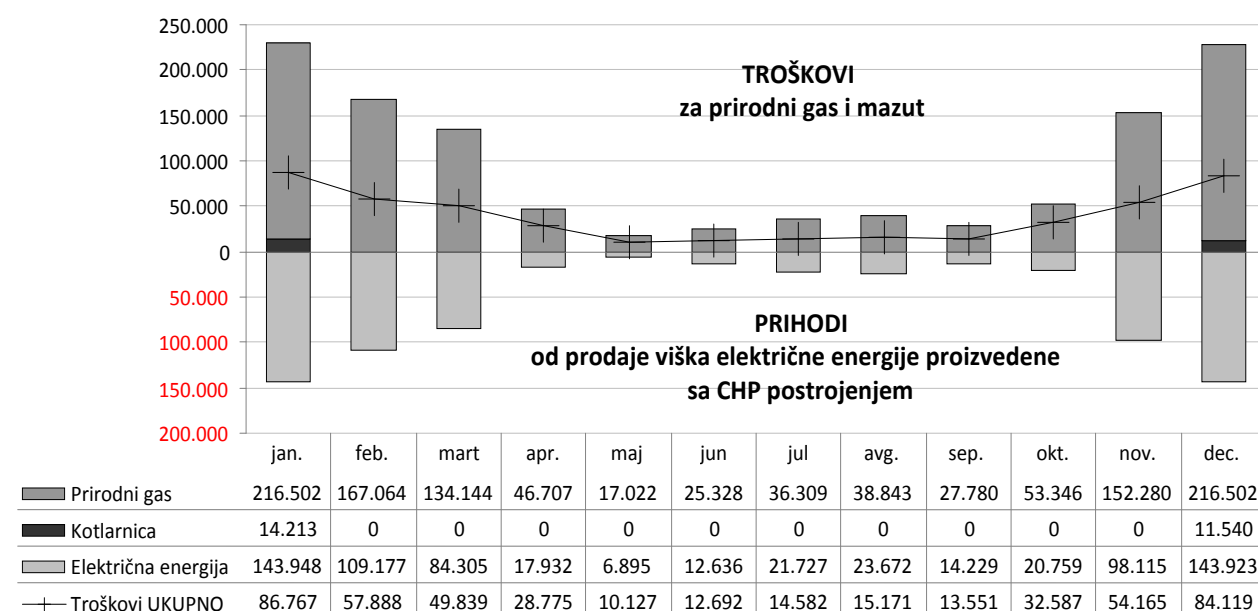
8.3.6 Troškovi nakon sanacije, za proširen konzum i uz SPETE

Za potrebe analize troškova nakon sanacije, za proširen konzum i uz SPETE, definisan je novi – redukovani toplotni konzum bolnice (uz paket mera #1), integrisan sa postojećim (zatečenim) konzumom ostalih subjekata u bližem okruženju bolnice. Na taj način, formiran je drugi scenario koji podrazumeva konzum koji uključuje redukovane energetske potrebe bolničkog kompleksa i zatečen konzum bolničkog bližeg okruženja (scenario bolnica +). Upravo taj konzum usvojen je kao osnova za analizu troškova primene SPETE tehnologije. Na slici 8.18 prikazani su mesečni troškovi bolničkog kompleksa sa okruženjem („bolnica +“) uz primenu SPETE postrojenja.

→ NULTI TROŠKOVNI I ENERGETSKI BILANS BOLNICE:

Na slici 8.17 prikazan je bilans troškova ali bez uključivanja prihoda od prodaje toplotne energije korisnicima objekata u okruženju bolnice. Ukoliko bi ovi korisnici nastavili da plaćaju postojeću cenu daljinskog grejanja, bilans troškova bi bio negativan odnosno vlasnik postrojenja bi ostvarivao prihod. Tada bi prihodi od prodaje električne i toplotne energije bili prilično veći od troškova za prirodni gas i mazut. Obzirom na pomenute mogućnosti predlog je da se formira posebna cena toplotne energije iz sistema daljinskog grejanja samo za korisnike objekata u okruženju bolnice koja bi omogućila izjednačavanje svih troškova i prihoda SPETE postrojenja. Ta cena bi svakako bila niža od cene koju korisnici objekata u okruženju bolnice trenutno plaćaju JKP Toplani i ona bi se mogla formirati na takav način da pokriva deo troškova za prirodni gas tokom rada SPETE postrojenja odnosno ta cena bi bila takva da omogućava vlasniku postrojenja potpuno održiv sistem sa izjednačenim troškovima i prihodima. Troškovi bi bili prirodni gas i mazut u manjim količinama a prihodi bi bili od prodaje viška električne energije sistemu EPS-a i prodaje toplotne energije korisnicima u okruženju bolnice. Ta cena bi prema sadašnjim paritetima cena energenata bila najviše 0,075 €/kWh toplotne energije, što je niže za oko 10% od cene koju sad naplaćuje JKP Toplana.

Troškovi energije i energenata [€/m]



Slika 8.17: Mesečni troškovi bolničkog kompleksa sa okruženjem (bolnica +) uz primenu SPETE

Uz tu pretpostavku, bolnica je u mogućnosti da redukuje svoje troškove u potpunosti i tada ušteda predstavlja kompletan sadašnji trošak bolnice za energiju i energente. Ovako povoljnom bilansu doprinosi prvenstveno subvencionisana cena električne energije koju je moguće plasirati u elektrodistributivni sistem a sem toga i energetska efikasna tehnologija.

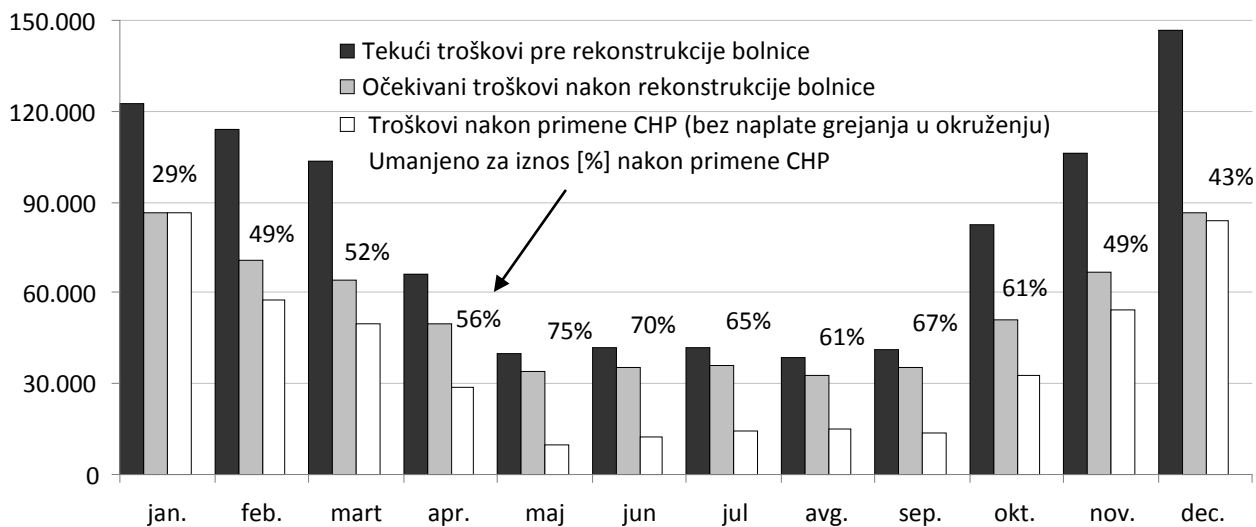
8.3.7 Poređenje troškova pre i posle implementacije SPETE

Ako se napravi poređenje u troškovima za energiju i energente, pre i posle implementacije SPETE postrojenja, uočava se značajno redukovanje troškova, što je prikazano dijagramom na slici 8.18. Na slici je prikazano i procentualno umanjeње troškova nakon rekonstrukcije omotača i implementacije SPETE postrojenja, dakle u odnosu na zatečeno stanje.

Na ovoj slici crni i sivi stubići predstavljaju troškove samo bolničkog kompleksa dok beli stubići predstavljaju troškove za konzum bolnica+ odnosno konzum koji uključuje objekte u okruženju. Jasno je uočljiva velika redukcija troškova u odnosu na sadašnje stanje a pogotovo ako se uzme u obzir da je u projektovanim uslovima pokriven konzum grejanja objekata u neposrednom okruženju bolnice. Sa dijagrama se vidi da su troškovi tokom decembra i januara pre i posle primene SPETE tehnologije bliski ali uz potpuno pokrivanje toplotnih potreba objekata u okruženju što je veoma povoljno. U ostalim periodima godine beleži se pad troškova (u pojedinim mesecima taj pad je izrazito velik) uz pokrivanje

toplotnih potreba objekata u okruženju. Vrednosti na dijagramu, izražene u procentima predstavljaju smanjenje troškova u odnosu na tekuće troškove pre primene bilo koje predložene mere.

Troškovi energije i energenata [€/m]

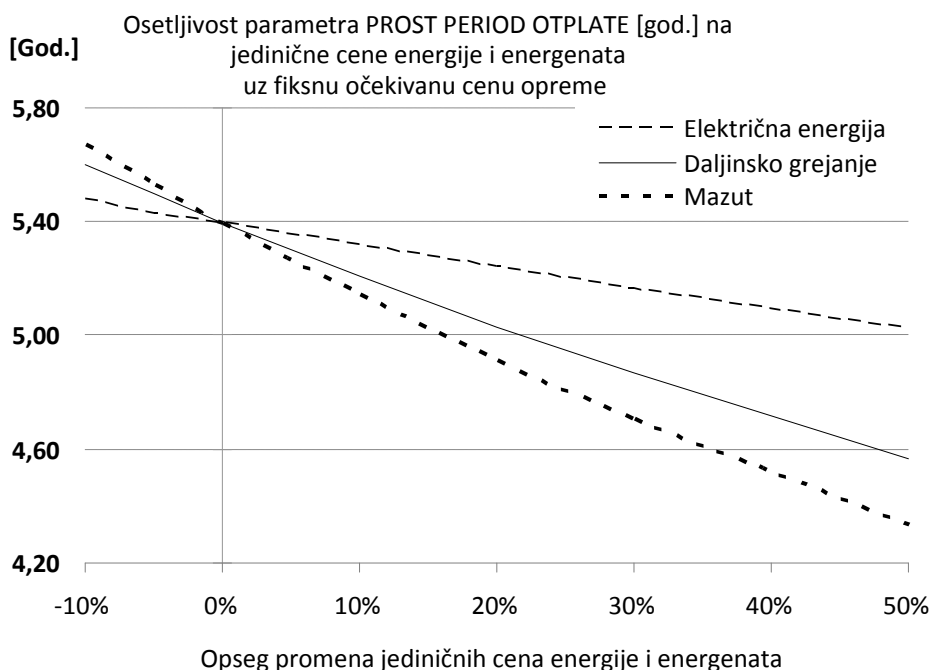


Slika 8.18: Mesečni troškovi bolničkog kompleksa sa redukovanim energetske potrebama

Iznos smanjenja troškova za energiju i energente je visok a uslovljen je pretpostavkom da korisnici objekata u okruženju bolnice nastavljaju da plaćaju isporuku toplotne energije ali bolnici.

8.3.8 Analiza osetljivost efekata rekonstrukcije

Imajući u vidu da efekti rekonstrukcije, troškovi implementacije predloženih rešenja i očekivane uštede veoma zavise od cena energije i energenata na tržištu kao i same opreme, neophodno je proveriti osetljivost parametra - prost period povraćaja investicije, prema svakoj pojedinačnoj ceni pojedinih energenata i vidova energije. Svaki energent ili oblik energije ima različit uticaj na efekte implementacije predloženih rešenja i očekivane uštede. Na slici 8.19 je prikazana promena PPO u zavisnosti od promena jediničnih cena pojedinih oblika energije i energenata za po 10%. Uočava se da rast cena mazuta i daljinskog grejanja značajnije utiču na očekivane efekte i to na povoljan način. Varijacija PPO su neminovne ali u smeru smanjivanja jer je trend povećanja cena energije i energenata realniji scenario.



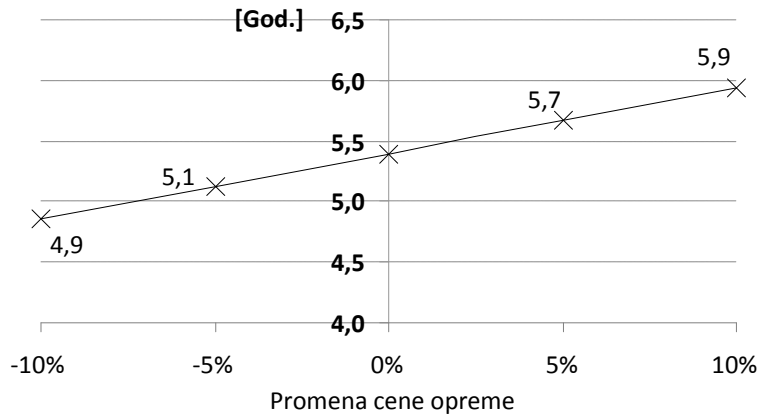
Slika 8.19: Ostljivost prostog perioda povraćaja na jedinične cene

Svakako da i cena opreme utiče na efekte implementacije predloženih rešenja i prost period povraćaja uloženi sredstava. Na slici 8.20 prikazana je promena prostog perioda otplate u zavisnosti od promena cena opreme za po 5% i uz pretpostavku da je ušteda u troškovima za energiju i energente fiksna i na nivou očekivane.

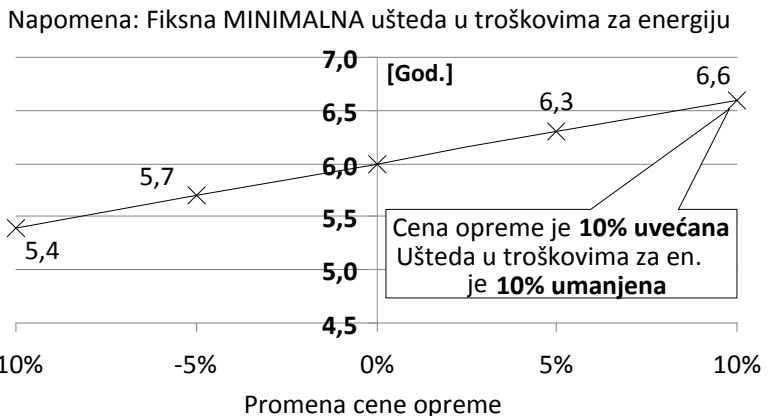
Može se uočiti da period otplate varira do ±10%, što i nije značajno obzirom da je period ispod 6 godina već dovoljno dobar.

Na slici 8.21 prikazana je promena prostog perioda otplate u zavisnosti od promena cena opreme za po 5% ali uz pretpostavku da je ušteda u troškovima za energiju i energente minimalna odnosno umanjena za 10% od očekivane (usled rasta cena prirodnog gasa).

Može se primetiti da i u najnepovoljnijem scenariju prost period otplate nije značajnije ugrožen.

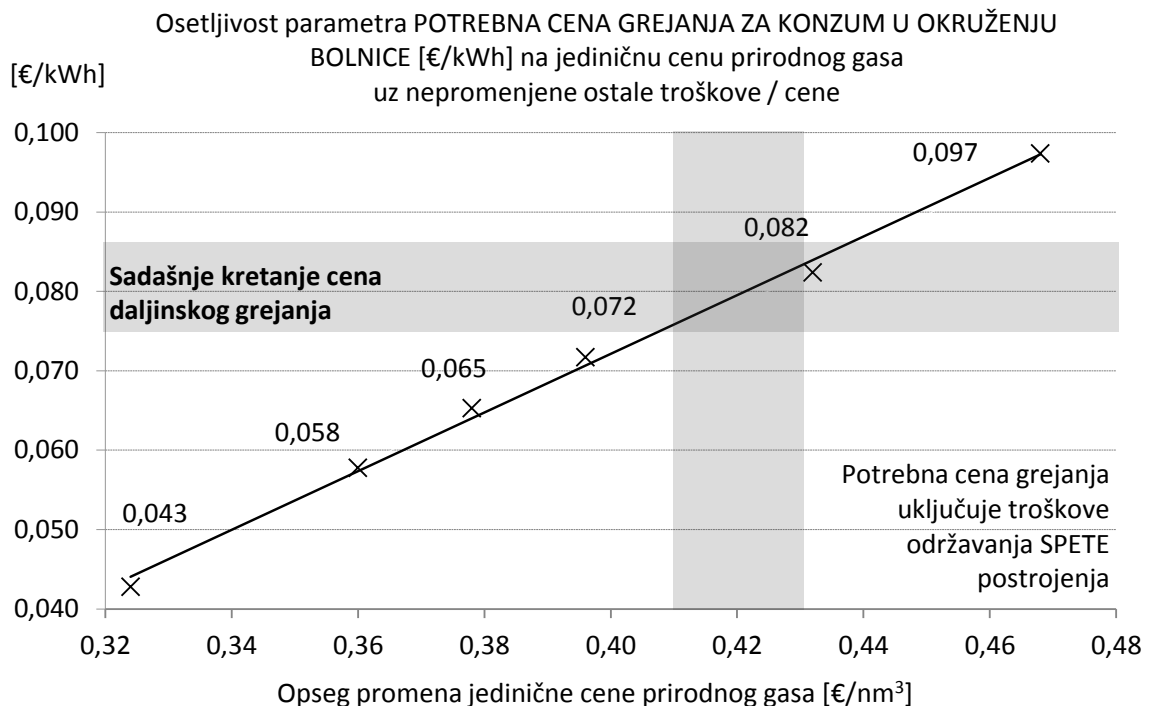


Slika 8.20: Ostljivost prostog perioda povraćaja na cenu opreme



Slika 8.21: Ostljivost prostog perioda povraćaja

Kako je nova cena daljinskog grejanja koju bi korisnici u neposrednom okruženju bolnice zavisna od kretanja cena prirodnog gasa na tržištu, ispitan je uticaj odnosno osetljivost potrebne cene daljinskog grejanja na jediničnu cenu prirodnog gasa i vrednosti su prikazane na slici 8.22. Sa slike je uočljivo da je cena niža od one koju korisnici trenutno plaćaju sve dok se jedinična cena prirodnog gasa kreće u granicama do oko 0,42 €/nm³.



Slika 8.22: Ostljivost potrebne cene daljinskog grejanja na cenu prirodnog gasa

8.3.9 Rezime rezultata i komentar

Na osnovu rezultata prethodnih analiza može se konstatovati da je gradnja postrojenja za spregnutu proizvodnju toplotne, rashladne i električne energije u Opštoj bolnici, energetska i ekonomski opravdana i može se preporučiti kao dobro i dugoročno rešenje (tabela 8.8). Pri tome, sugerise se zadržavanje postojećeg postrojenja za proizvodnju toplotne energije (kotlarnica) uz revitalizaciju postojeće infrastrukture (distribucija toplotne energije iz kotlarnice). Postojeće i novo tehnološko rešenje može funkcionisati u bivalentnom uređenju i pri tome biti fleksibilno u energetske i ekonomskom smislu.

Tabela 8.8: Rekapitulacija energetske i ekonomske pokazatelja primene spregnute proizvodnje

Način snabdevanja energijom	Toplotne potrebe bolnice pokriveno 100%
	Rashladne potrebe bolnice pokriveno 100%
	Bilans električne energije (postojanje viška za ugovorenu prodaju) – proizvodnja: 10.906 MWh _e /god. – potrebe bolnice: 2.189 MWh _e /god. – za prodaju: 8.716 MWh _e /god.
Bilans troškova za energiju	Pre rekonstrukcije bolničkih objekata = 945.760 €/god.
	Posle rekonstrukcije omotača bolničkih objekata = 648.100 €/god.
	Gradnja SPETE postrojenja, rekonstrukcija omotača bolničkih objekata i uključivanje konzuma iz neposrednog okruženja bolnice = 460.263 €/god.
Ušteda u troškovima	51% u odnosu na sadašnje - zatečeno stanje
	29% u odnosu na rekonstruisane omotače bolničkih objekata
Investicija	Samo gradnja postrojenja za spregnutu proizvodnju energije = 3,7 mil.€
	Zajedno sa rekonstrukcijom omotača bolničkog kompleksa = 5,1 mil.€
Period povraćaja uloženog	Prema trenutnim tržišnim cenama energije i opreme: 5,4 godine (slučaj da su omotači bolničkog kompleksa obnovljeni na predložen način – u potpunosti)
	Analizom osetljivosti na sve ključne parametre utvrđen je interval: 5 do 6 godina (6,6 godina u jednovremenim i najnepovoljnijim okolnostima svih parametara)
Predložen scenario	ENERGETSKI NEZAVISNA BOLNICA (multi energetska i finansijski bilans) Uslov da objekti u okruženju plaćaju bolnici isporučenu toplotnu energiju po ceni 0,075 €/kWh, što je oko 10% manje od sadašnje cene koju obračunava Toplana.

8.4 OCENA EFEKATA UVOĐENJA TEHNOLOGIJE SPETE

Uzimajući u obzir dugoročne ciljeve i planove Opšte bolnice, ne preporučuje se razmatranje samo ekonomskih pokazatelja, koji mogu biti manje ili više povoljni, već treba vrednovati energetska rešenja koja vode ka izgradnji i razvoju održive zajednice u dugoročnim okvirima. To su rešenja koja pored ekonomske dimenzije imaju i druge vrednosti koje nisu izražene novčanim jedinicama.

Ekonomske koristi prilikom analize primena kogeneracije:

1. Novčane koristi od prodaje energije i
2. Novčane koristi od uštede energije odnosno smanjenja potrošnje energije.

Međutim ovde su prisutne i koristi koje nisu uzete u obzir prilikom analize primene kogeneracije, a koje su veoma vredni aspekti:

1. Eliminacija troškova kroz investiciono i tekuće održavanje zastarelih i neefikasnih tehnologija,
2. Smanjenja negativnog uticaja na neposrednu životnu sredinu i zdravlje ljudi (pa i na globalno zagrevanje, emisiju gasova staklene bašte), korišćenjem čistijih tehnologija i smanjenjem potrošnje energije. Otklanjanjaju se negativni efekti na vazduh, vodu i zemljište.
3. Diversifikacija izvora doprinosi većoj fleksibilnosti energetske infrastrukture prema promenama u nameni objekata i sistema i budućim promenama u potrebama bolničkog kompleksa,
4. Finansijske koristi koje su posledica smanjene osetljivosti (ranjivosti) energetske infrastrukture

- na svaku vrstu nestabilnosti na tržištu energije i energenata,
5. Rasterećenje budžeta opštine ili republike kroz smanjenje potreba nabavke uvećanih količina energenata i energije (uvozni resursi),
 6. Eliminisanje potrebnih resursa i sirovina, potrebnih za sanaciju negativnih posledica koje prate prljave i nebezbedne tehnologije,
 7. Izgradnja zelene slike opštine i širenje ideje racionalnog kroz promociju dobre prakse.
 8. Sigurnost snabdevanja energijom (bolja dostupnost, konstantan kvalitet i manje zavisno snabdevanje od tržišnih fluktuacija),
 9. Bolja valorizacija neobnovljivih resursa (globalna težnja i preporuka EU)

Uzimajući u obzir rezultate analize primene kogenerativne tehnologije, ova tranziciona platforma se može oceniti kao odlična u odnosu na ekonomske i energetske pokazatelje, ali veoma vredna i perspektivna sa aspekta razvoja odgovornog i racionalnog društva (nabrojane nenovčane koristi).

8.5 PROJEKCIJE NA ŠIRU GRUPU REGIONALNIH BOLNICA

Ako se pretpostavi korišćenje motora sličnog ili istog kapaciteta kako je predloženo u dva granična slučaja dveju bolnica, bilo bi potrebno 19 gasnih motora za 8 regionalnih bolnica i to 5 jedinica od 180 kW, 5 jedinica od 420 kW, 4 jedinice od 1 MW, 3 jedinice od 1,5 MW i 2 jedinice od 2 MW. Pri odabiru kapaciteta korišćeni su isti kriterijumi kao u prikazanim analizama dveju bolnica.

Veoma važan parametar je broj sati rada ovih postrojenja jer direktno utiče na količinu proizvedene energije i troškove. U predmetnoj analizi broj sati rada je određen ekstrapolacijom saznanja iz prikazanih analiza dveju bolnica. Izračunato je se broj kreće od 6.228 do 6.840 h/god u zavisnosti od izlazne električne snage svake jedinice, i tom prilikom usvojena je pretpostavka da sve regionalne bolnice imaju sličan način rada u odnosu na strukturu potrošnje i dinamiku. Broj sati rada podrazumeva grejanje, pripremu TPV i hlađenje tokom letnjeg perioda. Prosečan stepen opterećenja usvojen je na 85%.

Izlazna toplotna energija svih jedinica, na godišnjem nivou iznosi 107 GWh/god., pri čemu 7 jedinica, 4 od 1 MW (toplotna snaga 1.190 kW na 85%) i 3 od 1,5 MW (toplotna snaga 1.580 kW na 85%) imaju najviši udeo sa 60 GWh/god. Potrebe svih 8 regionalnih bolnica iznose 122,4 GWh/god., što znači da postrojenja SPETE mogu da ispune 87% toplotnih potreba a preostalih 13% bilo bi zadovoljeno postojećim - sopstvenim izvorima. Potrošnja prirodnog gasa za pomenutih 19 jedinica iznosi 24.37 mil. m³/god. što predstavlja trošak od 10,13 mil.€/god. Podatak je dobijen na bazi proizvođačke specifikacije i projektovane produkcije toplotne i električne energije. Proizvedena električna energija je 83,08 GWh_e/god., a od toga je za prodaju raspoloživo 33,32 GWh_e/god. Udeo sopstvene potrošnje električne energije izračunat je na bazi uzorka od dve analizirane bolnice i pod pretpostavkom da sve bolnice imaju slične specifične pokazatelje potrošnje električne energije. Ukoliko se ostvari cena prema važećoj Uredbi Vlade Republike Srbije ukupan prihod od prodaje viška električne energije iznosi 2,66 mil.€/god.

Ako se prihod od prodaje električne energije oduzme od troškova prirodnog gasa dobija se trošak rada SPETE postrojenja od oko 7,47 mil.€/god. Ukupna investicija koja podrazumeva kogenerativne jedinice, pripremu infrastrukture, puštanje u rad i sve prateće troškove iznosi 12,17 mil.€. Prost period otplate iznosi 5,2 godine. Godišnji troškovi za remont i rezervne delove (575.000 €/god.) uključeni su u dinamičku analizu i projekciju troškova i koristi.

Pošto su poznate potrebe ovih 8 bolničkih kompleksa i iznose 122,4 GWh/god. toplotnih potreba i 49,7 GWh_e/god. potreba za električnom energijom, moguće je odrediti trošak u sadašnjim uslovima. Trošak za toplotnu energiju je 6,6 mil.€/god. (računato za dve vrste goriva: prirodni gas i mazut) a za električnu energiju 3,2 mil.€/god. (računato sa uprosečenom cenom električne energije). To ukupno iznosi 9,8 mil.€/god. Ušteda nakon primene SPETE tehnologije iznosi 2,36 mil.€/god. ili 24%. Sa ovako visokom godišnjom uštedom, finansiranje duga po osnovu kredita obezbeđuje pozitivan tok novca. Dok akumulirani tok novca govori o potencijalima ove tehnologije i mogućnostima primene, koji se mogu okvalifikovati kao dobri.

Izvor sredstava za finansiranje je usvojen da bude većim delom izvan kategorije „sopstvena sredstva“, korišćenjem klasičnog metoda kreditiranja, uz otplatu na bazi ostvarenih ušteda. Pozajmljena sredstva

pokrivaju nabavku SPETE modula (gasni motor, generator i pripadajuća oprema), transport, montažu i puštanje u rad. Manji deo (45% od vrednosti opreme) predstavljaju sopstvena sredstva zainteresovanih strana u predloženim aktivnostima. Taj deo odnosi se na ostalu elektroopremu, adaptaciju sistema grejanja, sistem distribucije energije, objekat i postolje (građevinski radovi), sistem napajanja gorivom, dozvole i dokumenta za priključenje na mrežu, integraciju nove opreme u postojeći nadzorno upravljački sistem (instrumentacija, regulacija i kontrola), prilagođavanje infrastrukture sa manjim mašinskim, građevinskim i elektro radovima, troškove upravljanja projektom, izrade projektne dokumentacije, kontrolu procedura, monitoring i verifikaciju, nepredviđene troškove i ostale troškove. Analiza podrazumeva finansiranje putem kreditiranja sa 8% godišnjom kamatnom stopom, rokom otplate od 10 godina i diskontnim faktorom od 12%. Podaci su prikazani u tabelama 8.9 i plan otplate u 8.10.

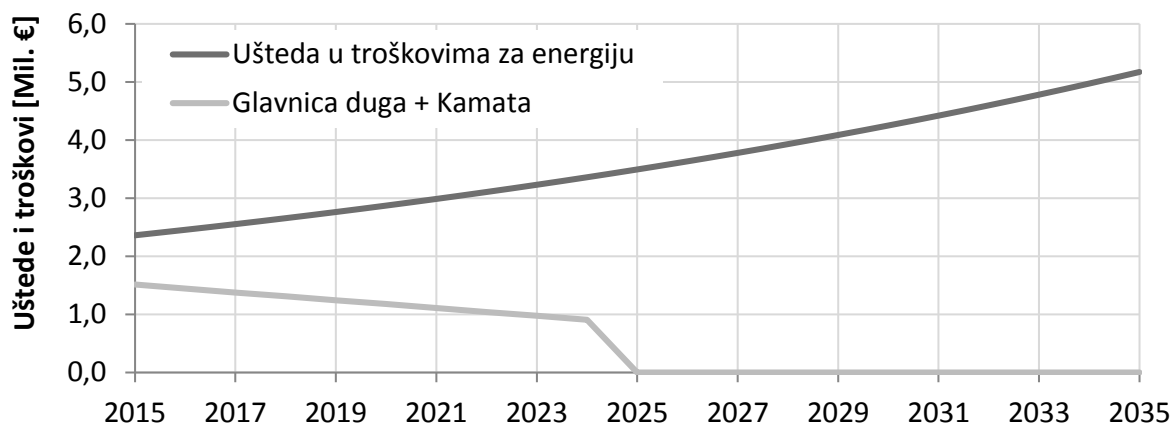
Tabela 8.9: Izvori finansiranja za scenario_SPETE

Izvori finansiranja	Iznos [€]	Kamatna stopa [%/god.]	Rok otplate [god.]
Sopstveni kapital	3.777.975		
Kredit	8.395.500	8	10
Ukupna investicija	12.173.475		

Tabela 8.10: Plan otplate za scenario_SPETE

Anuitet	Godina	Glavnica duga	Ostatak duga	Kamata	Anuitet
			8.395.500		
1	2015.	839.550	7.555.950	671.640	1.511.190
2	2016.	839.550	6.716.400	604.476	1.444.026
3	2017.	839.550	5.876.850	537.312	1.376.862
4	2018.	839.550	5.037.300	470.148	1.309.698
5	2019.	839.550	4.197.750	402.984	1.242.534
6	2020.	839.550	3.358.200	335.820	1.175.370
7	2021.	839.550	2.518.650	268.656	1.108.206
8	2022.	839.550	1.679.100	201.492	1.041.042
9	2023.	839.550	839.550	134.328	973.878
10	2024.	839.550	0	67.164	906.714
Ukupno		8.395.500		3.694.020	12.089.520

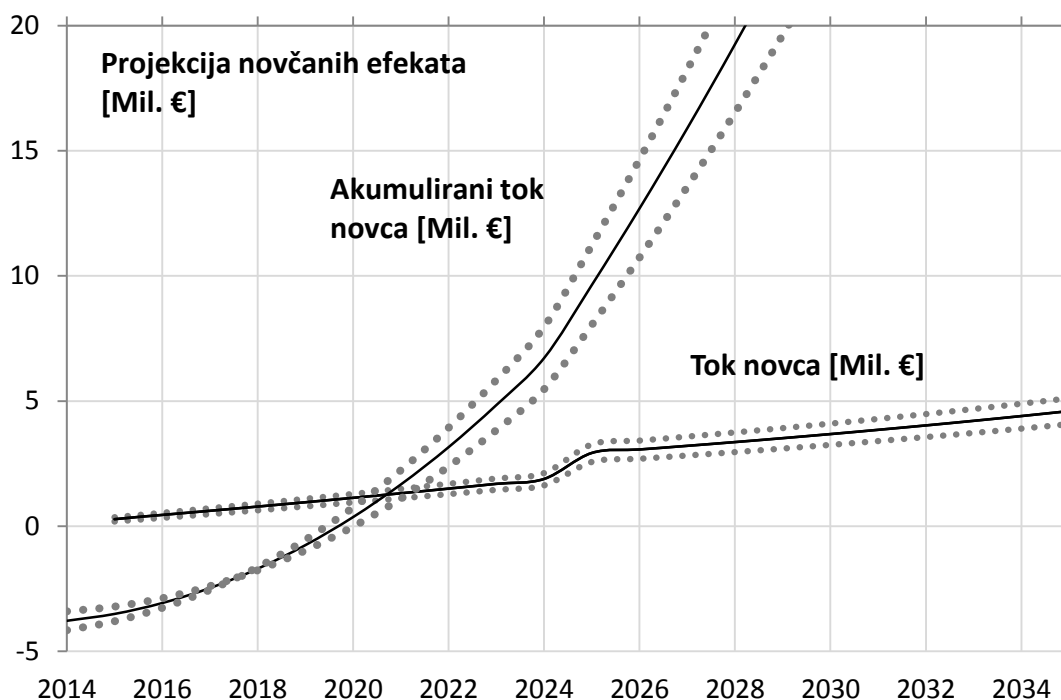
Godišnji profil ušteda i troškova prikazan je na slici 8.23. Godišnji faktor eskalacije uštede u troškovima za energiju usvojen je kao i za prethodne scenarije i iznosi 4%.



Slika 8.23: Godišnji profil ušteda i troškova za SPETE tehnologije

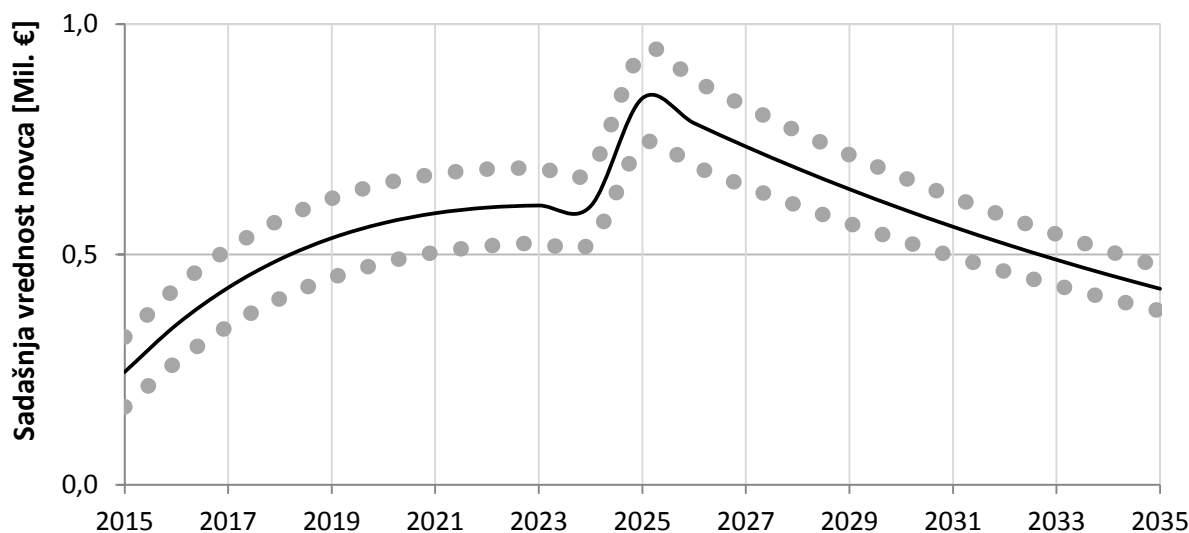
Na slici 8.24 prikazan je sumarni efekat SPETE tehnologije na sve regionalne bolnice u formi toka novca i akumuliranog toka novca u periodu do 2035. godine.

Može se primetiti da u uslovima finansiranja putem kredita godišnje uštede prevazilaze godišnji anuitet koji se sastoji iz glavnice i kamate. To dovodi do pozitivnog novčanog toka tokom čitavog ekonomskog veka. Sa dijagrama se vidi da izbegnut trošak za energiju iznosi oko 30 do 35 mil.€ do 2030. godine.



Slika 8.24: Sumarni efekat SPETE tehnologije na sve regionalne bolnice

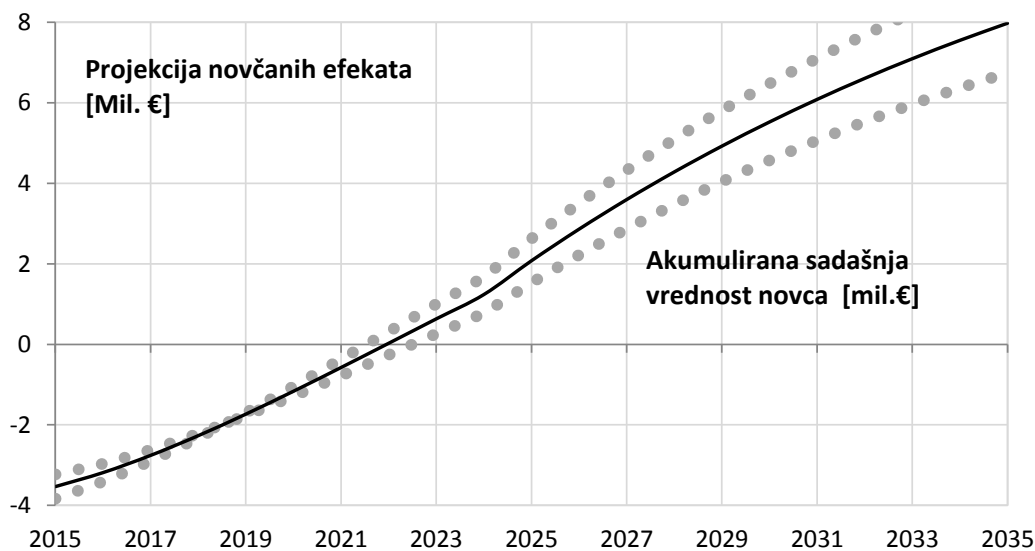
Kao i u drugim kalkulacijama i ovde je izvršeno uzimanje u obzir realne vrednosti novca u vremenu. Iznos od 30 – 35 mil.€ do 2030. godine (prikazan na slici 8.24) nije realan novac i treba uzeti u obzir promenu vrednosti novca primenom metode sadašnje vrednosti. Primenom ove metode, uzimanjem u obzir diskontne stope od 12% izračunata je sadašnja vrednost novca za period do 2035. godine. Rezultati su prikazani na slikama 8.25 i 8.26 koje prikazuju sadašnju vrednost novca i projekcija akumulirane sadašnje vrednosti novca. Vidimo da je sadašnju vrednost novca pozitivna u ekonomskom veku projekta a akumulirani iznos novca – praktično akumulirani „izbegnut trošak za energiju“ sveden na sadašnji vremenski trenutak, oko 8 mil.€.



Slika 8.25: Projekcija sadašnje vrednosti novca za SPETE

Na osnovu prikazanih projekcija utvrđen je diskontovani period otplate od oko 8 godina (prost period otplate investiranih sredstava = 5,2 god.). Interna stopa rentabilnosti je 17,5% za period kreditiranja (10 godina) odnosno 25,9% za čitav ekonomski vek od 20 godina.

Ovi podaci ukazuju na ekonomsku opravdanost ulaganja u SPETE tehnologiju.



Slika 8.26: Projekcija akumulirane sadašnje vrednosti novca za SPETE

9. NOVI IZVORI I TEHNOLOGIJE, REZIME REZULTATA

Rezime rezultata prikazan je na slikama od 9.1 do 9.5. Prezentovani su efekti svih predloženih tranzicionih platformi u okviru scenarija S3 - Novi izvori i nove tehnologije, ali nezavisno i paralelno u zajedničkom prikazu. Dakle, pokazatelji i trendovi nisu akumulirane vrednosti već paralelno prikazani efekti pojedine tehnologije radi uporedne analize. Na ovom mestu važno je istaći da prikazane uštede nisu u pravom smislu reči uštede u novcu ili energiji, već tzv. neoporezivi izbegnut trošak za energiju. To su iznosi koji su u konkretnoj analizi preusmereni na investiranje u tehnologiju (tokom prvih 10 godina) i koji postepeno rasterećuju izvore redovnog finansiranja troškova za energiju javnih ustanova i komunalnih sistema. Jedan od najvažnijih dijagrama je na slici 9.5, koji prikazuje akumuliranu sadašnju vrednost novca, koja praktično predstavlja akumulirani „izbegnut trošak za energiju“ sveden na sadašnji vremenski trenutak.

Tranzicione platforme koje su prikazane odnose se na scenario razvoja S3. Na dijagramima se nalaze razdvojeno rezultati analize za sledeće tranzicione platforme:

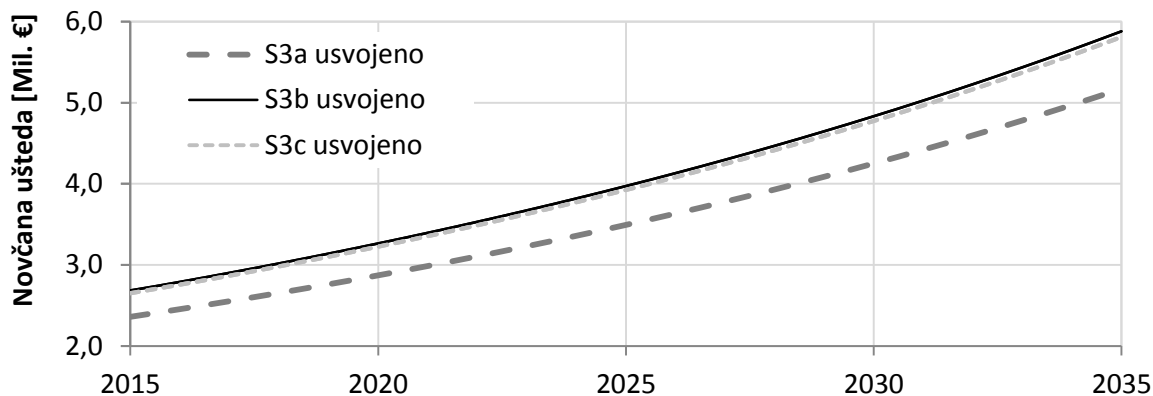
1. Primena tehnologija za spregnutu proizvodnju električne i toplotne energije,
2. Korišćenje tehnologije biomase i
3. Integracija solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme.

Ove tri tehnologije označene su sa indeksima a, b i c, i kreirana su tri podscenarija. U svakom podscenariju postoji minimalni, maksimalni i usvojeni slučaj. Obzirom da se radi o analizi scenarija i da se raspolagalo sa podacima i rezultatima sa određenim stepenom neizvesnosti, kreiran je jedan optimistički razvoj događaja – maksimalni efekti, zatim jedan pesimistički– minimalni efekti i usvojeni koji se interpretira kao najrealniji (ne osrednjen razvoj događaja). U tabeli 9.1 prikazani su scenariji S3a-c.

Tabela 9.1: Rekapitulacija scenarija

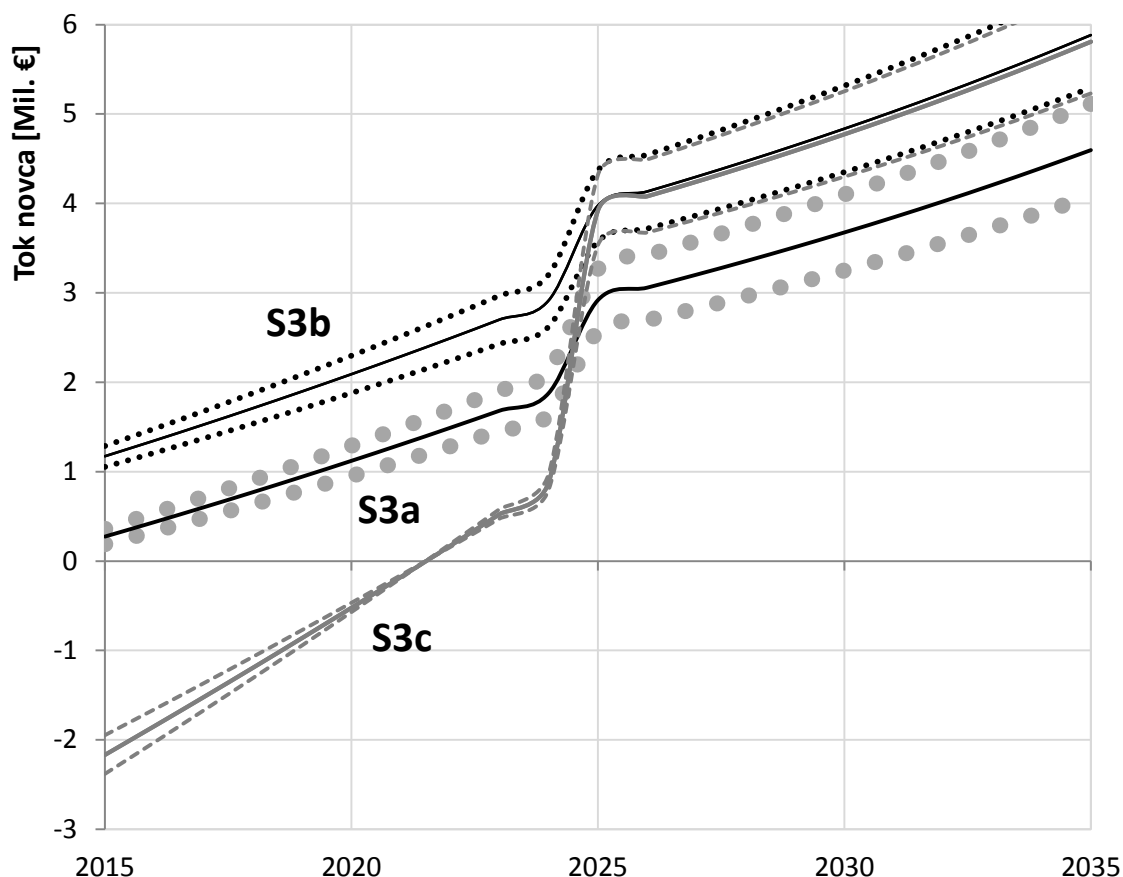
Sc.	Oznaka	Razvoj događaja	Tranziciona platforma
S3a	S3a min	umereno pesimistički	Primena tehnologija za spregnutu proizvodnju električne i toplotne energije
	S3a max	optimistički	
	S3a usvojeno	ocenjen kao realan	
S3b	S3b min	umereno pesimistički	Korišćenje tehnologije biomase
	S3b max	optimistički	
	S3b usvojeno	ocenjen kao realan	
S3c	S3c min	umereno pesimistički	Integracija solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme
	S3c max	optimistički	
	S3c usvojeno	ocenjen kao realan	

Na slici 9.1 prikazana je novčana ušteda za svaki podscenarij. Rast uštede je uslovljen faktorom eskalacije cena energenata koji se supstituišu. To se najdominantnije odnosi na prirodni gas i tečna goriva dok rast cene električne energije podsticajno utiče na podscenarij S3a (Primena tehnologija za spregnutu proizvodnju električne i toplotne energije) koji predviđa prodaju viška električne energije po subvencionisanim cenama koja inače prati cenu električne energije koja se kupuje od EPS-a. Usvojen faktor eskalacije je 4%. Ovaj faktor utiče da se ušteda poveća 2 puta u roku od 15 godina.



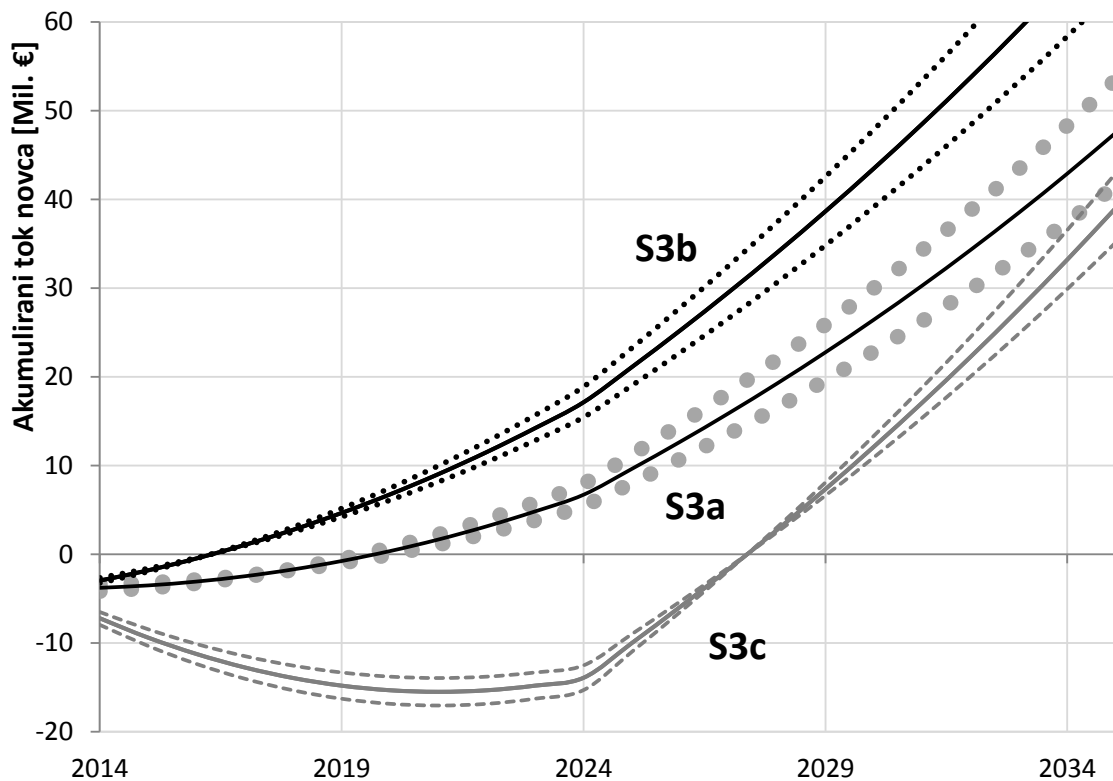
Slika 9.1: Novčane uštede za svaku tranzicionu platformu

Na dijagramu 9.2 prikazan je tok novca. Može se primetiti da u uslovima finansiranja putem kredita godišnje uštede prevazilaze godišnji anuitet koji se sastoji iz glavnice i kamate i to za slučajeve primene tehnologije za spregnutu proizvodnju električne i toplotne energije i korišćenja tehnologije biomase, dok za integraciju solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme to nije slučaj. Dakle kod scenarija S3a i S3b imamo pozitivan novčani tok tokom čitavog ekonomskog veka, dok kod scenarija S3c (solarna tehnologija) to nije slučaj. U scenariju S3c tek nakon otplate kredita počinje pozitivan tok.



Slika 9.2: Tok novca za svaku tranzicionu platformu

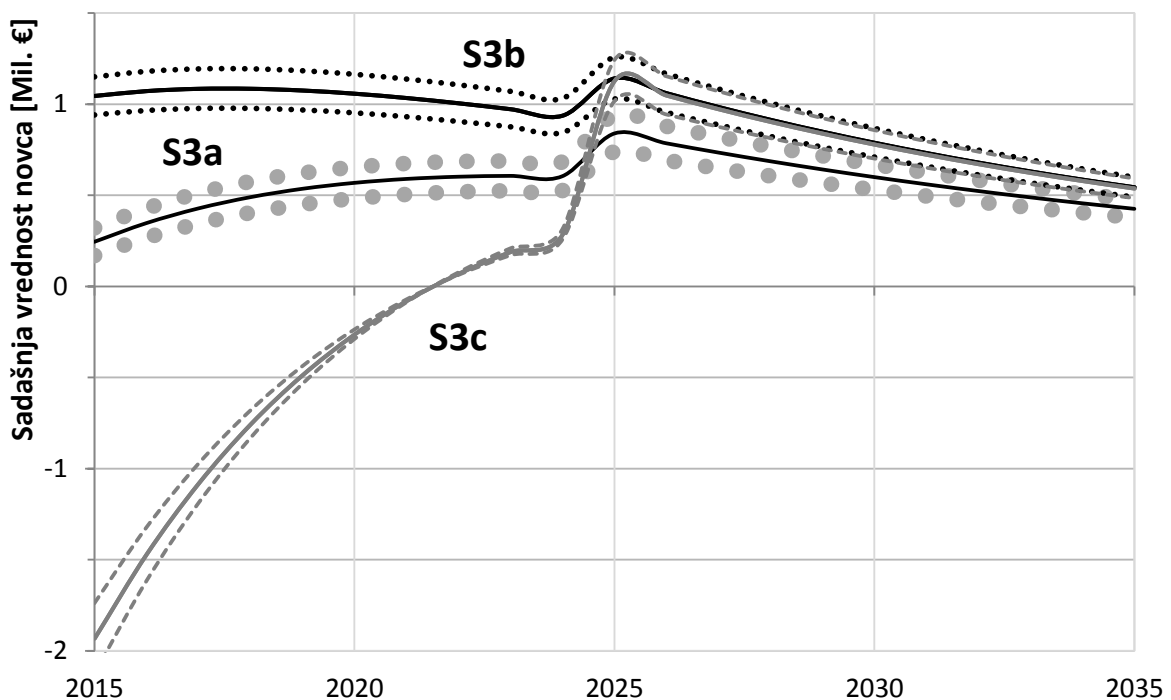
Na slici 9.3 prikazan je akumulirani tok novca za scenario S3.



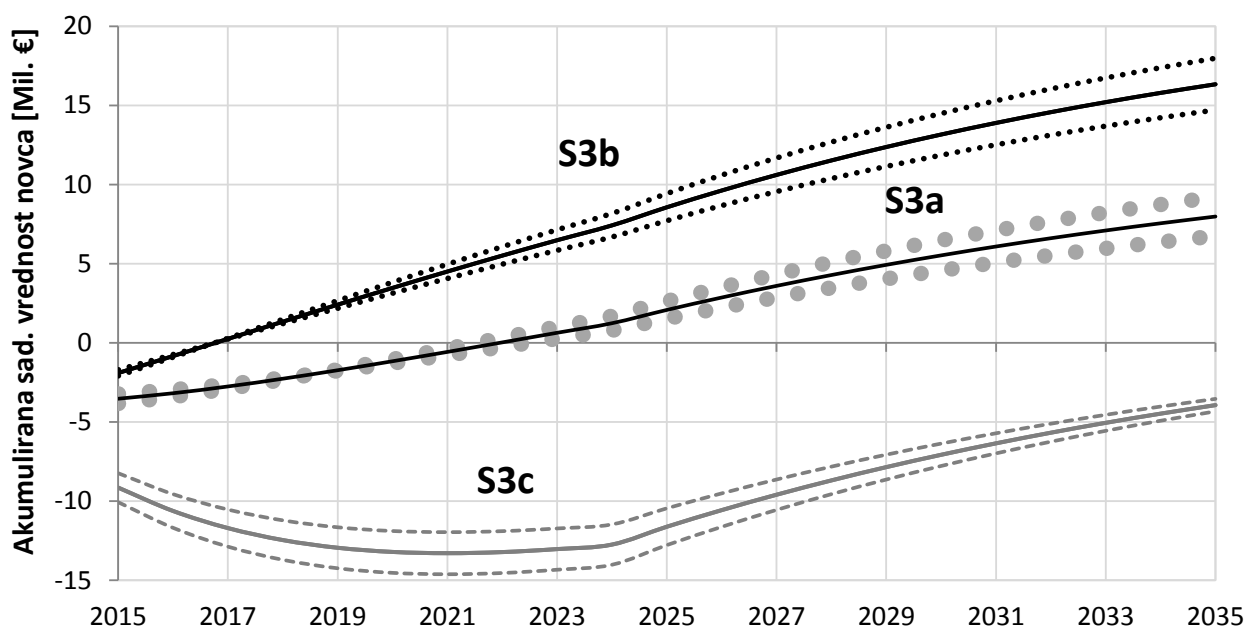
Slika 9.3: Akumulirani tok novca za svaku tranzicionu platformu

Kao i u već prikazanim kalkulacijama i ovde je izvršeno uzimanje u obzir realne vrednosti novca u vremenu. Iznosi su korigovani za efekat promene vrednosti novca primenom metode sadašnje vrednosti. Primenom ove metode, uzimanjem u obzir diskontne stope od 12% izračunata je sadašnja vrednost novca za period do 2030. godine. Diskontna stopa usvojena je na bazi činjenica prezentovanih u poglavlju 5.10.

Rezultati su prikazani na slikama 9.4 i 9.5 koje prikazuju sadašnju vrednost novca i projekciju akumulirane sadašnje vrednosti novca. Sadašnja vrednost novca za svaku tranzicionu platformu ima pozitivnu vrednost na kraju ekonomskog veka.



Slika 9.4: Sadašnja vrednost novca za svaku tranzicionu platformu



Slika 9.5: Akumulirana sadašnja vrednost novca za S3

Na osnovu prikazanih projekcija utvrđen je diskontovani period otplate od oko 2 godine za korišćenje biomase, oko 7 godina za SPETE tehnologiju i preko 20 godina za solarnu tehnologiju. Interne stope rentabilnosti su povoljne u slučaju scenarija S3a i S3b, daleko su veće od diskontne stope od 12%. Ipak u slučaju scenarija S3c ovaj pokazatelj nije povoljan. Podaci su prikazani u tabeli 9.2.

Tabela 9.2: Rekapitulacija interne stope rentabilnosti za sve podscenarije

Sc.	Tranziciona platforma	IRR za ekonomski vek (20 god.)	IRR u periodu kreditiranja (10 god.)
S3a	Primena tehnologija za spregnutu proizvodnju električne i toplotne energije	25,9%	17,5%
S3b	Korišćenje tehnologije biomase	52,1%	50,1%
S3c	Integracija solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme	9,2,0%	5,0%

Prikazani podaci ukazuju na ekonomsku opravdanost ulaganja u SPETE tehnologiju i tehnologiju biomase, dok integracija solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme mora uvažavati i druge aspekte osim ekonomskih, prilikom vrednovanja koristi i troškova.

C.

OCENA TRANZICIONIH PLATFORMI REGIONALNIH ENERGETSKIH SISTEMA

10. VREDNOVANJE TRANZICIONIH PLATFORMI

10.1 FORMULACIJA OKVIRA

U ovom poglavlju prikazan je jedan od mogućih načina za kvalifikaciju predloženih tranzicionih platformi. Za tu svrhu korišćen je Analitički Hijerarhijski Proces (AHP), jedan od višekriterijskih optimizacionih postupaka¹⁰. Primenom ove metode, kompleksni problem se vizualizuje hijerarhijskom strukturom iz koje su vidljivi cilj, kriterijumi i alternative.

Zadatak je postavljen kao problem relativnog vrednovanja, gde bi se odredila najpovoljnija od 4 potencijalne tranzicione platforme. Najpovoljnija ili najuspešnija tranziciona platforma je relativno vrednovana jer je broj alternativa konačan i jedinstven i merenje uspeha i adekvatnosti mora biti u odnosu na drugu – raspoloživu alternativu. Nije moguće na bazi apsolutnih vrednosti pojedinih pokazatelja proglasiti alternativu kao uspešnu ili ne. AHP postupak obezbeđuje relativno vrednovanje.

Tranzicione platforme su alternative u hijerarhijskoj strukturi i uključuju sledeće:

A1	Revitalizacija kotlovskih postrojenja; Uvođenje tehničkih mera za povećanje energetske efikasnosti; Uvođenje novih tehnologija
A2	Primena tehnologija za decentralizovanu proizvodnju električne i toplotne energije na bazi prirodnog gasa (snage od 0,5 do 3 MW) u regionalnim bolnicama
A3	Integracija solarne tehnologije u postojeće sisteme za pripremu TPV i za veći broj korisnika (supstitucija sadašnjeg načina snabdevanja i primena obnovljivog resursa)
A4	Razvoj lokanih toplotnih izvora male i srednje snage za korišćenje biomase u školskim ustanovama (supstitucija goriva i primena lokalnog i obnovljivog resursa)

¹⁰ AHP metoda razvijena je na Wharton School of Business, sedamdesetih godina, a njen autor je Thomas Saaty.

Svaka alternativa mora biti vrednovana po istim kriterijumima. A oni su odabrani tako da korespondiraju sa atributom adekvatne i uspešne tranzicione platforme. Kao merodavni korišćeni su sledeći kriterijumi:

K1	Kriterijum ostvarivanja tranzicionog karaktera promene (povećanje energetske performansi i raznovrsnosti izvora energije, modernizacija infrastrukture)
K2	Kriterijum dostizanja društvenih, ekonomskih i ekoloških ciljeva (kvalitet energetske usluge, razvoj ekonomije, pokazatelji DPO, IRR, NPV..., emisije CO ₂ , SO ₂ ...)
K3	Kriterijum uključivanja svih nosilaca energetske delatnosti (Kompanije, Ustanove, Organizacije, Institucije...)

Usvojeno je da se proces vrednovanja vrši sa tri relevantne instance (RI), kako bi rezultati imali vertikalnu pokrivenost. Stavovi nosilaca procesa tranzicije po vertikali mogu biti suštinski različiti iz brojnih razloga i zbog potrebe objektivnosti usvaja se vrednovanje sa sledećih nivoa:

RI1	Društveno poslovni entiteti (interes je ekonomski razvoj i profitabilnost, društvena odgovornost, održivost entiteta...)
RI2	Nosioци delatnosti u sektoru energetike (interes je uređenost tržišta, ambijent konkurentnosti, stabilnost privređivanja, razvoj usluga...)
RI3	Zakonodavno-izvršni organi i institucije (interes je privredni razvoj države i regiona kao i dugoročna održivost društva)

Simulirani slučaj predstavlja jednu vrstu timskog odlučivanja o najboljem tranzicionom putu. Konačni vektori međusobne dominantnosti tranzicionih platformi, dobijeni su za svaku relevantnu instancu posebno, a zatim su objedinjeni u tzv. timsku odluku aritmetičkim osrednjavanjem (pri tome zadržan je uslov da svaka relevantna instanca ima jednaku važnost pri vrednovanju).

Formiranje ocene je proces vrednovanja alternativa koje (sve) zadovoljavaju određeni skup postavljenih kriterijuma i ciljeva. Problem je odabrati alternativu (tranziciju platformu) koja najviše (najbolje) zadovoljava kompletan skup ciljeva. To je zadatak koji AHP rešava.

10.2 PROCES VREDNOVANJA I AHP

Donošenje složenih odluka je proces koji sadrži međusobno povezane i uzajamno zavisne faktore. Brojni autori u naučnim radovima, a sve više i donosioci odluka, kreatori strategija i dr. ukazuju da je donošenje odluka samo na osnovu ličnog razmišljanja ili intuicije čoveka neadekvatno. U novije vreme, kada za to postoje mogućnosti, ide se na donošenje odluka u okviru grupa, timski, gde se razmenjuju mišljenja i unapređuju znanja pojedinih učesnika, eksploatiše različito iskustvo učesnika, trasira put ka konsenzusu i postiže važan psihološki efekat zajedničke zainteresovanosti za uspeh odluke.

Radi se o tome da se kompleksni problemi upravljanja energetske resursima moraju tretirati kao višekriterijumski i sa mnoštvom promenljivih, a to znači da je analiza takvih problema rigoroznim matematičkim modelima sama po sebi veoma složena. S druge strane, pomoću AHP postupka se na pristupačniji način, podjednako pouzdano vrednuju alternative, vrši analiza osetljivosti odluka na merodavne faktore, proverava da li su odluke konzistentne u odnosu na cilj i kriterijume.

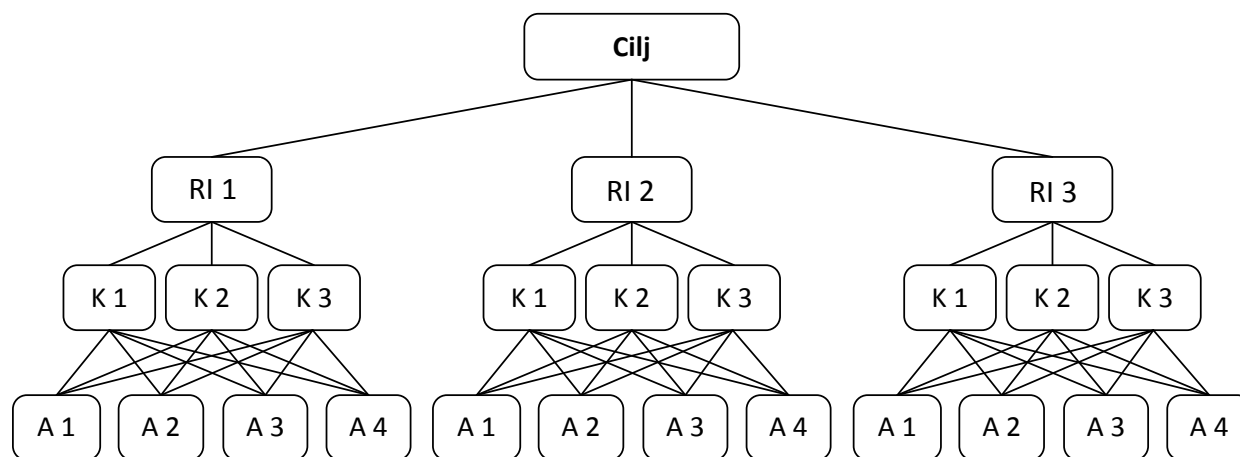
10.2.1 Struktuiranje hijerarhije

Dobro struktuiranje hijerarhije olakšava vrednovanje i ocenjivanje, organizaciju mišljenja i korišćenja logike, intuicije i iskustva, ali najčešći problem je upravo u uspostavljanju takve strukture.

Hijerarhija je važna pretpostavka kvalitetnog vrednovanja. Hijerarhijsko dekomponovanje problema vrednovanja je dobra mogućnost da se pomogne u razmatranju različitosti u problemu, jer se faktori koji utiču na ocenu organizuju prema gradaciji značaja za ocenu, od vrha prema dnu hijerarhije. Formiranje strukture ima za cilj da se omogući ocenjivanje značaja elemenata na datom nivou u odnosu na sve ili neke elemente na višim nivoima. Jedan od najvažnijih segmenata procesa vrednovanja i ocenjivanja je kreativni deo - određivanje faktora koji ulaze u sastav hijerarhije.

Za poređenje elemenata hijerarhije korišćena je Satijeva skala vrednosti (tabela 4.3, Poglavlje 4), po kojoj se elementi porede putem verbalnih ocena: „jednako“, „slabo dominantno“, „jako dominantno“, „vrlo jako dominantno“ i „apsolutno dominantno“. Verbalnim ocenama korespondiraju redom numeričke vrednosti (1, 3, 5, 7, 9). U skali se koriste i kompromisne međuvrednosti (2, 4, 6, 8), kao i recipročne vrednosti da iskažu ocene suprotne od navedenih [62].

U procesu vrednovanja i ocenjivanja tranzicionih platformi učestvuje više instanci privredno-društvenog života. Članovi posebne strukture ovih relevantnih instanci, mogu imati sasvim različite ciljeve i stavove, a ni njihovi uticaji na ocenu ne moraju imati jednaku težinu. Tada se koristi AHP struktura koja ispod glavnog zajedničkog cilja ima hijerarhijski nivo koji čine pojedine odabrane relevantne instance, a zatim slede kriterijumi, pa alternative (slika 10.1). Težine uticaja pojedinih relevantnih instanci mogu se odrediti na bazi rezultata posebnog AHP modela koji bi kao kriterijume imao npr.: iskustvo, nadležnosti, stručnost i sl., a alternative bi, u tom modelu bili, pojedine relevantne instance.



Slika 10.1: AHP struktura sa više relevantnih instanci (grupno odlučivanje)

10.2.2 Karakteristike AHP postupka

Osnovni problem u vrednovanju i ocenjivanju je kako odrediti težinske vrednosti razmatranih alternativa. Važnost alternative se obično ocenjuje u odnosu na nekoliko kriterijuma, a aktivnosti vezane za utvrđivanje težinskih vrednosti alternativa su centralni zadatak svih višekriterijumskih metoda i tehnika pa i AHP-a. Koncept metoda je da istovremeno racionalno i intuitivno određuje najbolju među više alternativa u okviru postupka vrednovanja svih alternativa u odnosu na dati skup kriterijuma, pod-kriterijuma, pod-pod-kriterijuma itd. U toku procesa, RI vrši samo elementarna poređenja u parovima, a AHP ih integriše do nivoa utvrđivanja težinskih vrednosti i rangiranja svih alternative. Dakle, zadatak AHP je da odredi težinske vrednosti svih elemenata hijerarhije i da zatim sintetizuje težinske vrednosti i rangira alternative. Organizacija aktivnosti, od globalnog cilja prema kriterijumima, pod-kriterijumima i dalje do kraja, do alternativa, definiše hijerarhijsku strukturu.

10.2.3 Kvalitativno poređenje i ocenjivanje

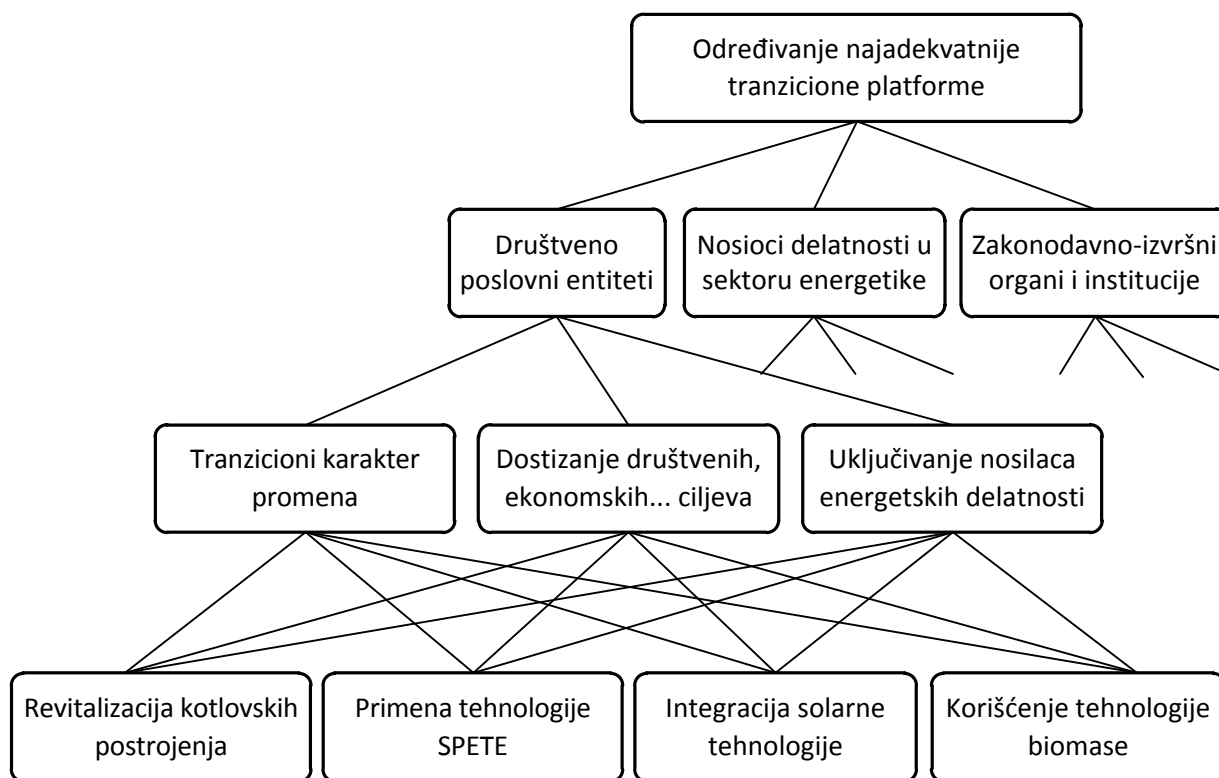
U ocenjivanju se najčešće moraju vrednovati kvalitativna svojstva elemenata značajnih za ocenu. Međutim, postoje objektivne teškoće u uspostavljanju relacija između, npr., uticaja društvenog stava na rast BNP, ili uticaja obrazovanja radnika na energetska efikasnost. Ista vrednost nekog parametra može imati različit značaj za različite grupe ljudi. Prema tome jedno od osnovnih pitanja u višekriterijumskoj analizi je kako pouzdano oceniti podatke koji bitno utiču na ishod. Kada treba dobiti kvalitativnu informaciju sa nivoa relevantne instance (ustanova, vladino telo i sl.), problem je još veći, jer se kvalitativni podaci teško mogu iskazati kao apsolutne, brojčane vrednosti. Spontani iskazi kvalitativnog ocenjivanja, kao što je npr. 'vrlo značajan', u AHP se iskazuju verbalno tako što se intenzitetu ocene dodeljuje odgovarajuća jezička odrednica. Sa ovim odrednicama je u vezi odgovarajuća skala numeričkih vrednosti koja jezičke ocene transformiše u brojeve [34].

Iz navedenog razloga, mnogi metodi pokušavaju da odrede relativni značaj, ili težinsku vrednost, alternativa u odnosu na svaki kriterijum u okviru datog problema odlučivanja. Pristup sa poređenjem u parovima koji je predložio Sati jedan je od najviše korišćenih. U ovom pristupu RI treba da u jednom trenutku izrazi svoje mišljenje o vrednosti jednog poređenja u paru. Na raspolaganju je skup diskretnih izbora, a svaki izbor je jezička fraza tipa „A je važnije od B“, „A je iste važnosti kao B“, itd.

10.3 HIJERARHIJA TRANZICIONIH PLATFORMI

Problem ocenjivanja formulisan je na način prikazan na slici 10.2. Na osnovu formulisanog okvira vrednovanja po pitanju najbolje tranzicione platforme (poglavlje 10.1), struktuirani su sledeći nivoi hijerarhije od najvišeg prema najnižem na sledeći način:

- Nivo 1. CILJ: Određivanje najadekvatnijeg razvojnog puta sa najvećim relativnim stepenom uspešnosti. Drugim rečima cilj je odrediti dominantnost efekata pojedine tranzicione platforme.
- Nivo 2. RELEVANTNE INSTANCE: Definisane su tri instance koje tumače svaku od alternativa na bazi definisanih kriterijuma.
- Nivo 3. KRITERIJUMI: Definisana su tri kriterijuma na osnovu opštih standarda tehno ekonomske analize ali i dometa tranzicionih platformi u drugim aspektima.
- Nivo 4. ALTERNATIVE: Alternative su četiri tranzicione platforme.



Slika 10.2: Hijerarhija tranzicionih platformi

10.3.1 Karakteristike alternativa

Osnovne karakteristike alternativa u odnosu na definisane kriterijume date su u tabeli 10.1., gde su rangirane numerički, brojevima od 1 do 4 pri čemu je 1 najviša ocena a 4 najmanja. Ocena reprezentuje uticaj alternative na kriterijum odnosno stepen ispunjavanja pojedinog kriterijuma od strane pojedine alternative. Primenjeno je relativno poređenje i dodeljivanje relativnog stepena ispunjenosti konkretnog kriterijuma sa pojedinom alternativom. Ovo je postupak arbitraže baziran na rezultatima analiza tranzicionih platformi u poglavljima od 5 do 8. Npr. A1 ima najbolje energetske i ekonomske pokazatelje u oblasti skupih uvoznih fosilnih goriva a i smanjuje emisiju štetnih gasova (velika populacija kotlova) i najbolje zadovoljava K2, A2 predstavlja suštinsku tehnološku modernizaciju i veoma krupan iskorak po

pitanju energetske performansi i to na dugi rok pa prema tome predstavlja najbolju alternativu po kriterijumu K1, biomasa kao A4 uključuje najviše nosilaca energetske delatnosti, od projektovanja svakog pojedinačnog postrojenja, isporuke i montaže opreme, logistike sa biomasom (poljoprivrednici, udruženja, mala gazdinstva...), zatim proizvodnja kotlova, servis, održavanje i dr. pa sve do krajnjih korisnika kojih ima na hiljade (škole, vrtići, sportski objekti i dr.). Prema tome A4 najbolje ispunjava K3. Na ovom principu urađeno je relativno vrednovanje svih alternativa prema svim kriterijumima a rangovi su prikazani u tabeli 10.1 koja je u nastavku bila osnov za poređenje u parovima svih alternativa.

Tabela 10.1: Karakteristike pojedinih tranzicionih platformi - alternativa

Alternative / Kriterijumi	Tranzicioni karakter promene (K1)	Ostvarivanje ključnih ciljeva (K2)	Uključivanje svih nosilaca delatnosti (K3)
A1 Revitalizacija kotlova	3	1	3
A2 Primena tehnologije SPETE	1	2	4
A3 Integracija solarne tehnologije	2	3	2
A4 Korišćenje tehnologije biomase	4	4	1

Na osnovu prikazane tabele jasno je da se tranzicione platforme mogu potpuno različito tumačiti u zavisnosti kojim kriterijumom se vrši ocena. Prema različitom tumačenju svakoj alternativni se može pripisati različita važnost i različit prioritet kada je u pitanju konkretan kriterijum ocene. Posebno treba uzeti u obzir i činjenicu da relevantne instance (RI) koje ocenjuju vrednost konkretne tranzicione platforme (alternative) takođe mogu imati različite stavove za svaku predloženu alternativu.

U tabeli 10.2 izvršeno je relativno vrednovanje alternativa u odnosu na kriterijume. Za ovaj postupak korišćena je ocena u tabeli 10.1 koja se striktno bazira na analizi rezultata pojedine tranzicione platforme u poglavlja 5 do 8. Način formiranja težinskih faktora je tzv. poređenje u parovima. Tako npr. u okviru vrednovanja alternativa prema tranzicionom karakteru promena (K1) alternativa A2 dominira prema A1 sa numeričkom vrednosti 4 (u tabeli 10.2) koja korespondira sa dominacijom A2 u odnosu na A1 u tabeli 10.1 (3:1). Isto tako A1 dominira u odnosu na A4 sa numeričkom vrednošću 2 jer je A1 na „trećem mestu“ po ispunjenosti kriterijuma a A4 na „četvrtom mestu“ (tabela 10.1). Dakle numeričke vrednosti Satijeve skale, korišćene u tabeli 10.2, korespondiraju sa pozicijama pojedine alternative u tabeli 10.1. Što je veći rang uticaja pojedine alternative u tabeli 10.1 to je veća numerička vrednost prema Satijevoj skali u tabeli 10.2. Kada je u pitanju kriterijum K2 (Ostvarivanje ključnih ciljeva) primećuje se dominacija A1 u odnosu na A2 do A4. Numeričke vrednosti za vrednovanje su sledeće: A1 prema A2 2:1, A1 prema A3 4:1 i A1 prema A4 6:1, što naravno korespondira stepenom dominacije i vrednostima u drugoj koloni (Ostvarivanje ključnih ciljeva) u tabeli 10.1. A4 ima podređen uticaj u odnosu na sve ostale alternative i zato su sve recipročne vrednosti u redu A4 u tabeli 10.2. Na ovaj način izvršeno je vrednovanje svih ostalih alternativa kako je prikazano u tabeli 10.2. i težinski faktori su korišćeni za izračunavanje konačnih težinske vrednosti alternativa od strane tri relevantne instance (tabele 10.4, 10.6 i 10.8).

Tabela 10.2: Međusobno vrednovanje alternativa u odnosu na kriterijume

	Tranzicioni karakter promene					Ostvarivanje ključnih ciljeva					Uključivanje svih nosilaca delatn.						
	A1	A2	A3	A4	Wa	A1	A2	A3	A4	Wa	A1	A2	A3	A4	Wa		
A1	1	1/4	1/2	2	0,14	A1	1	2	4	6	0,51	A1	1	2	1/2	1/4	0,14
A2	4	1	2	6	0,51	A2	1/2	1	2	4	0,28	A2	1/2	1	1/4	1/6	0,07
A3	2	1/2	1	4	0,28	A3	1/4	1/2	1	2	0,14	A3	2	4	1	1/2	0,28
A4	1/2	1/6	1/4	1	0,07	A4	1/6	1/4	1/2	1	0,07	A4	4	6	2	1	0,51

10.4 VREDNOVANJE KRITERIJUMA I ALTERNATIVA

10.4.1 Društveno poslovni entiteti

Prilikom vrednovanja kriterijuma (tabela 10.3) od strane ustanova, kompanija, institucija i dr. (društveno poslovni entiteti) može se uočiti favorizovanje kriterijuma K1 - Tranzicioni karakter promene. To je uobičajen stav ukoliko se problem racionalizacije korišćenja energije (usko povezano sa ekonomskim aspektima) pozicionira ispred ostalih potreba i ciljeva društva i države. Za društveno poslovni entitet

veoma je značajno povećanje energetske efikasnosti energetskog postrojenja i pripadajuće infrastrukture jer bi se to odrazilo na redukovanje potrošnje goriva, odnosno smanjenje jedinačne cene isporučene toplotne energije. Takođe to bi se odrazilo i na smanjenje troškova održavanja. Povećanje energetske efikasnosti sa tranzicionim karakterom se postiže modernizacijom, sanacijom, revitalizacijom i automatizacijom postrojenja, uz poboljšanje pouzdanosti opreme, bezbednosti pogona i rukovaoca, kvaliteta isporučene energije, fleksibilnosti u odnosu na toplotni konzum i dr. što sve pripada kriterijumu K1. Iz tog razloga za ustanovu ili kompaniju tranzicioni karakter promene ima jaku prednost (numerička vrednost 5) u odnosu na kriterijum K2 i umerenu prednost (numerička vrednost 2) u odnosu na kriterijum K3 jer je u izvesnoj meri interes ustanove ili kompanije da uzme učešće u novim poslovnim šansama koje tranzicija kreira. Često se dešava da ovakvo tumačenje nije stav i ostalih relevantnih instanci koje mogu da favorizuju npr. društvene ili potpuno različite aspekte.

Kada je u pitanju analiza tranzicione promene u užem smislu, koju realizuje pojedini društveno poslovni entitet ekonomski ciljevi (npr. IRR i NPV ili kvalitet usluge) imaju apsolutnu prednost nad K3 (numerička vrednost 9), jer je u kontekstu poslovanja, briga o drugim nosiocima delatnosti u drugom planu.

Tabela 10.3: Vrednovanje kriterijuma od strane društveno poslovnih entiteta

Kriterijumi	Tranzicioni karakter promene	Ostvarivanje ključnih ciljeva	Uključivanje svih nosilaca delatnosti	Wc
Tranzicioni karakter promene	1	5	2	0,57
Ostvarivanje ključnih ciljeva	1/5	1	9	0,32
Uključivanje svih nosilaca delat.	1/2	1/9	1	0,10

Tabela 10.4: Konačne težinske vrednosti alternativa za društveno poslovne entitete

	Tranzicioni karakter promene	Ostvarivanje ključnih ciljeva	Uključivanje svih nosilaca delatnosti	Težinske vrednosti $S = \sum A_i \cdot W_c$
Wc	0,57	0,32	0,10	
A1	0,14	0,51	0,14	0,257
A2	0,51	0,28	0,07	0,387
A3	0,28	0,14	0,28	0,232
A4	0,07	0,07	0,51	0,113

Na osnovu tabele 10.4 može se zaključiti da za društveno poslovne entitete platforma A2 ima prioritet u odnosu na druge, kao platforma sa najvećim tranzicionim potencijalom prema interesima društveno poslovnih entiteta. A2 prema tome predstavlja najbolju alternativu po kriterijumu K1. Ovakav ishod se može tumačiti prirodom SPETE tehnologije koja predstavlja suštinsku tehnološku modernizaciju i veoma značajan iskorak po pitanju energetske performansi i to na dugi rok. Visoka efikasnost ove proverene i komercijalne tehnologije veoma doprinosi konkurentnosti i održivosti društveno poslovnih entiteta. Drugi kriterijum po važnosti je K2 i zbog toga je A1 druga na skali. Treba primetiti da razlike težinskih vrednosti alternativa nisu velike jer je za društveno poslovne entitete svaka promena generalno dobrodošla, a razvoj i osavremenjavanje infrastrukture uvek imperativ.

10.4.2 Nosioci delatnosti u sektoru energetike

Prilikom vrednovanja kriterijuma (tabela 10.5) od strane nosioca delatnosti u sektoru energetike, može se uočiti favorizovanje kriterijuma K3 - uključivanje svih nosilaca energetske delatnosti. Ovaj kriterijum je najvažniji jer ispunjenje istog za nosioce delatnosti u sektoru energetike znači otvaranje novih poslovnih mogućnosti - otvaranje novih aktivnosti za domaću privredu (izgradnja kotlova, izmenjivača toplote, regulacionih uređaja, razvoj novih OIE tehnologija, projektovanje, održavanje, konsalting i dr.). Ipak dominacija K3 nije izrazita u odnosu na K1 (umerena prednost – numerička vrednost 2) jer je za nosioce delatnosti u sektoru energetike i ovaj kriterijum značajan zbog modernizacije infrastrukture koja spada u interes ove kategorije aktera u tranzicionim procesima. Dominacija K3 u odnosu na K2 je malo značajnija (umerena do jaka prednost – numerička vrednost 4) jer društveni i ekološki aspekti nisu prioritet ali ih ne odbacuju kao manje bitne. U protivnom bi dominacija bila izrazita, recimo 7,8 ili čak 9.

Tabela 10.5: Vrednovanje kriterijuma od strane nosioca delatnosti u sektoru energetike

Kriterijumi	Tranzicioni karakter promene	Ostvarivanje ključnih ciljeva	Uključivanje svih nosilaca delatnosti	Wc
Tranzicioni karakter promene	1	2	1/2	0,29
Ostvarivanje ključnih ciljeva	1/2	1	1/4	0,14
Uključivanje svih nosilaca delat.	2	4	1	0,57

Prilikom vrednovanja kriterijuma od strane nosioca delatnosti u sektoru energetike može se uočiti favorizovanje one tranzicione platforme koja je najpovoljnija u odnosu na kriterijum K3 - Uključivanje svih nosilaca delatnosti. Taj stav je razumljiv ukoliko se teži ciljevima kao što su uređenost tržišta energetske usluga, ambijent konkurentnosti, stabilnost, razvoj usluga i sl. Svakako treba primetiti da se stav RI 2 razlikuje od stava RI 1.

Tabela 10.6: Konačne težinske vrednosti alternativa za nosioce delatnosti u sektoru energetike

	Tranzicioni karakter promene	Ostvarivanje ključnih ciljeva	Uključivanje svih nosilaca delatnosti	Težinske vrednosti $S = \sum A_i \cdot W_c$
Wc	0,29	0,14	0,57	
A1	0,14	0,51	0,14	0,192
A2	0,51	0,28	0,07	0,227
A3	0,28	0,14	0,28	0,260
A4	0,07	0,07	0,51	0,321

Na osnovu tabele 10.6 može se zaključiti da za nosioce delatnosti u sektoru energetike tranziciona platforma A4 ima prioritet u odnosu na druge, kao platforma sa najvećim tranzicionim potencijalom, a prema interesima nosioca delatnosti u sektoru energetike. Drugi kriterijum po važnosti je K1 i zbog toga je A3 druga alternativa na skali. Ovo je očekivano obzirom da pozicija nosioca delatnosti u sektoru energetike obuhvata i proizvodne i energetske pogone, regulativu, propise, projektovanje, održavanje kao i tržište energenata, pa je briga o sveukupnoj funkcionalnosti osnovnih delatnosti na prvom mestu.

Dominantne i poželjne alternative su A4 (biomasa) i A3 (solar), koje uključuju definitivno najviše nosilaca energetske delatnosti, od projektovanja svakog pojedinačnog postrojenja, isporuke i montaže opreme, logistike sa biomasom (poljoprivrednici, udruženja, mala gazdinstva...), zatim proizvodnje kolektora, kotlova, armature, instrumentacije i dr., do servisa, održavanja, konsalting usluga i dr.

10.4.3 Zakonodavno-izvršni organi i institucije

Prilikom vrednovanja kriterijuma (tabela 10.7) od strane zakonodavno-izvršnih organa i institucija, može se uočiti favorizovanje kriterijuma K2 - Kriterijum dostizanja društvenih, ekonomskih i ekoloških ciljeva. Ispunjenje ovog kriterijuma za zakonodavno-izvršne organe i institucije znači razvoj ekonomije indirektno kroz unapređenje uređenosti energetske delatnosti; kroz dosledno pridržavanje i sprovođenje energetske politike; kroz povišenu odgovornost i posvećenost svih aktera energetske tranzicije; kroz povećanje društvene odgovornosti i posvećenosti ciljevima održivosti kroz čistu proizvodnju i racionalno korišćenje energije; kroz reformu relevantnih institucija i komunalnih preduzeća; kroz nove koncepte upravljanja, razvoj postojećih i uvođenje novih energetske usluga i dr. Ispunjenje kriterijuma K3 obuhvata pomenute ciljeve i za zakonodavno-izvršne organe i institucije ima umerenu prednost u odnosu na ispunjenje K1 i jaku prednost u odnosu na ispunjenje K3 (tabela 10.7).

Tabela 10.7: Vrednovanje kriterijuma od strane zakonodavno-izvršnih organa

Kriterijumi	Tranzicioni karakter promene	Ostvarivanje ključnih ciljeva	Uključivanje svih nosilaca delatnosti	Wc
Tranzicioni karakter promene	1	1/3	1/2	0,14
Ostvarivanje ključnih ciljeva	3	1	5	0,66
Uključivanje svih nosilaca delat.	2	1/5	1	0,20

Prilikom vrednovanja kriterijuma od strane zakonodavno-izvršnih organa i institucija može se uočiti favorizovanje one tranzicione platforme koja je najpovoljnija u odnosu na kriterijum K2 - Kriterijum

dostizanja društvenih, ekonomskih i ekoloških ciljeva. To je tranziciona platforma A1 (tabela 10.8). Taj stav je razumljiv ukoliko se problem racionalizacije korišćenja energije tretira u kontekstu nacionalnih ekonomskih pokazatelja, održivosti, plasmana sopstvenog i spoljnog kapitala, redukovanja potrošnje uvoznih goriva, tržišnog poslovanja i dr. Stav RI 3 se značajno razlikuje od stava RI 1 i RI 2.

Tabela 10.8: Konačne težinske vrednosti alternativa za zakonodavno-izvršne organe

	Tranzicioni karakter promene	Ostvarivanje ključnih ciljeva	Uključivanje svih nosilaca delatnosti	Težinske vrednosti $S = \sum A_i \cdot W_c$
Wc	0,14	0,66	0,20	
A1	0,14	0,51	0,14	0,384
A2	0,51	0,28	0,07	0,270
A3	0,28	0,14	0,28	0,188
A4	0,07	0,07	0,51	0,158

Na osnovu tabele 10.8 može se zaključiti da za zakonodavno-izvršne organe i institucije tranziciona platforma A1 ima prioritet u odnosu na druge, kao platforma sa najvećim tranzicionim potencijalom a prema interesima zakonodavno-izvršnih organa i institucija.

10.5 NAJADEKVATNIJA TRANZICIONA PLATFORMA

Za svaku relevantnu instancu primenjena je metodologija AHP za tzv. individualno odlučivanje. Na prvom, osnovnom nivou svaka RI vrednovala je u parovima kriterijume u odnosu na cilj, čime su generisana tri vektora važnosti kriterijuma, po jedan za RI 1, RI 2 i RI 3. Na drugom nivou, po metodologiji standardnog AHP, u parovima su se poredile alternative u odnosu na kriterijume putem Satijeve skale vrednosti (tabela 10.2). Na osnovu brojčanih vrednosti dobijenih poređenjem u parovima, a u skladu sa metodologijom AHP, sračunati su prvo lokalni vektori važnosti za sve alternative u odnosu na sve kriterijume, a u poslednjem koraku vršena je standardna AHP sinteza svih vektora da bi se dobio jedinstveni vektor važnosti alternativa i izvršilo njihovo konačno rangiranje, za svaku RI posebno.

Prilikom timskog odlučivanja bez konsenzusa, što je slučaj u ovom pristupu, pošlo se sa stanovišta da sve relevantne instance imaju istu težinu, tj. $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1/3$. Zbog toga su konačni vektori važnosti ili numeričke vrednosti uticaja pojedine tranzicione platforme, dobijeni za svaku RI posebno, objedinjeni u skor ($= \sum A_i \cdot \alpha_i$) koji predstavlja važnost tranzicione platforme. Vrednosti su prikazane u tabeli 10.9.

Tabela 10.9: Konačne težinske vrednosti tranzicionih platformi dobijeni timskim vrednovanjem

RI A	Društveno poslovni entiteti	Nosioci delatnosti u sektoru energetike	Zakonodavno-izvršni organi i institucije	Vektori važnosti tranzicione platforme	ISPUNJENOST CILJEVA
α	0,33	0,33	0,33		
A1	0,257	0,192	0,384	0,278	37,0%
A2	0,387	0,227	0,270	0,295	39,3%
A3	0,232	0,260	0,188	0,227	30,2%
A4	0,113	0,321	0,158	0,197	26,3%

Tabela takođe prikazuje i ispunjenost ciljeva pojedine tranzicione platforme. Ispunjenost ciljeva je uspeh tranzicione platforme i ovaj parametar je izračunat u odnosu na granični slučaj kad jedna tranziciona platforma ima apsolutnu prednost prema Satijevoj skali u odnosu na sve druge, odnosno značaj opisan numerički sa 9. Na taj način dobijen je granični – hipotetički slučaj apsolutnog uspeha jedne tranzicione platforme. Poređenjem ustanovljenog vektora važnosti pojedine tranzicione platforme u odnosu na hipotetički apsolutnu dominaciju iste tranzicione platforme (pomenut granični slučaj) i to po svim kriterijumima i za sve aktere, dobija se parametar koji iskazuje ispunjenost ciljeva tranzicije.

Na ovaj način uspešnost je vrednovana u okviru raspoloživih tranzicionih platformi jer namera je da se izbegne apsolutno vrednovanje na bazi odabranih pojedinačnih parametara jer i sam izbor parametara predstavlja subjektivan proces i usko stanovište. Sem toga parametri moraju vrednovati i tehničke i

netehničke koristi, novčane i nenovčane, društvene, nacionalne itd., što predstavlja poseban problem. Čak i da se odabere veći broj parametara njihov iznos nije ispravno tumačiti kao uspeh ili neuspeh na bazi samo brojčanih vrednosti. Isto tako, uzimanje u obzir konkretnih vrednosti pojedinih parametara drugih zemalja mora biti uslovljeno odabirom konkretnog parametra i okolnosti u kojima funkcioniše energetska sektor što opet predstavlja subjektivan proces i uzimanje u obzir samo određenog broja parametara. Takva analiza može navesti na zaključke i ocene koje se tiču pojedinog segmenta energetske delatnosti što onda nema dovoljnu sveobuhvatnost i vrednovanje u odnosu na različite kriterijume. S tim u vezi neophodno je relativno vrednovanje raspoloživih energetske tranzicija po različitim kriterijumima i zatim vršenje normalizacije u odnosu na referentnu vrednost koja je ustanovljena istom metodom koja je korišćena za relativno vrednovanje. Ova referentna vrednost je teorijski najuspešniji ishod neke tranzicione platforme. Na ovaj način pojedine tranzicione platforme nisu kvalifikovane kao dobre ili loše već je data prednost jednoj u odnosu na drugu a prema tome koliko dobro ispunjavaju postavljene kriterijume i koliko dobro podržavaju interese svakog od aktera energetske tranzicija.

Na osnovu rezultata dobijenih primenom AHP i timskog vrednovanja, pri kome ocene svih učesnika vrednovanja imaju istu težinu, može se zaključiti da je najadekvatnija tranziciona platforma A2.

NAJADEKVATNIJA TRANZICIONA PLATFORMA I NAJVEĆI TRANZICIONI POTENCIJAL

→ A2	A1	A3	A4
Primena tehnologija za decentralizovanu proizvodnju električne i toplotne energije u regionalnim bolnicama	Revitalizacija kotlova uvođenjem tehničkih mera za povećanje energetske efikasnosti i novih tehnologija	Integracija solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme za pripremu TPV za veći broj korisnika	Razvoj lokanih toplotnih izvora male i srednje snage za korišćenje biomase u regionalnim školama

Prikazano rangiranje može da se interpretira kao uspeh tranzicione platforme jer u ponuđenim opcijama (alternativama) ima najviši stepen relativne dominacije (prihvatljivosti) u odnosu na postavljene kriterijume odnosno ima najveći tranzicioni potencijal prema interesima svake od relevantnih instanci.

Primetno je da alternativa A3 nije bila najadekvatnija za bilo koju relativnu instancu ali ipak rangirana je kao treća najadekvatnija opcija. Razlog tome je što je ista viđena kao relativno značajan interes od strane svih instanci ali ne kao prva opcija, već druga ili treća.

Kada se analiziraju pojedinačne odluke možemo videti da su prema interesima pojedine relevantne instance kao najbolje tranzicione platforme prepoznate i vrednovane različite tranzicione platforme: RI 1 alternativu pod rednim brojem 2, RI 2 alternativu pod rednim brojem 4 i RI 3 alternativu pod rednim brojem 1. To se može protumačiti kao različit pogled na unapređenje energetske delatnosti pa i sam tranzicioni proces koji je zasigurno formiran kroz prizmu društveno privrednog segmenta u kojem konkretna instanca deluje a unutar opšteg društveno-ekonomskog okruženja. Svaka od RI ima sopstveni stav o pojedinim alternativama jer ih tretira u zavisnosti od različitih kriterijuma, koji su u direktnoj vezi sa ciljevima i percepcijom razvoja svog segmenta delovanja.

Može se postaviti pitanje o relevantnosti pojedine instance u procesu energetske tranzicije i o težini koja je dodeljena svakoj, na početku grupnog donošenja odluke. S razlogom se može pretpostaviti da neće biti ista „snaga“ pri donošenju odluke Državnog sekretara npr. u Ministarstvu energetike ili finansija koji svakodnevno učestvuje u implementaciji energetske politike i Rukovodioca energetike u jednom bolničkom kompleksu koji učestvuje samo u odlukama koje se tiču upravljanja energetske resursima samo na lokaciji bolnice. Takođe i kriterijumi koji su uzeti u razmatranje prilikom vrednovanja alternativa mogu biti predmet analize.

U datom izboru alternativa i kriterijuma vrhunski cilj može da se dostigne sa alternativom čiji stepen uspešnosti najbolje korespondira sa društveno ekonomskim prilikama koje su konstanta za svaku promenu koja pretenduje da bude tranziciona.

11. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE U PRILOG POTVRĐIVANJA HIPOTEZE

Težnja disertacije je da se kreira i demonstrira pristup u skladu sa sadašnjim društveno ekonomskim okolnostima u kojima funkcionišu regionalni energetske sistemi, da se prepoznaju i formulišu promene koje imaju tranzicioni karakter, da se usmeri razvojni put odgovarajućim instrumentima energetske politike u saglasnosti sa gorućim problemima regionalnih energetske sistema, da se identifikuje i oceni prostor za unapređenje energetske efikasnosti i implementaciju odgovarajućih mera i da se energetske tranzicije vrednuju po osnovu niza relevantnih kriterijuma i u odnosu na različite aktere energetske delatnosti. Da bi se ostvario postavljen cilj, simulirana je primena različitih mera i pristupa koji se razlikuju po svojoj prirodi i koji na različit način doprinose racionalizaciji korišćenja energetske resursa i energetske infrastrukture i uvođenju novih izvora energije i novih savremenih tehnologija. Osnovni motivi za formiranje ovakvog cilja su evidentne potrebe subjekata energetske delatnosti za strukturnim promenama, modernizacijom, visokom energetske performansama, za racionalnim upravljanjem energetske resursima i obezbeđenje energetske sigurnosti i ekonomske konkurentnosti.

Nakon sumiranja saznanja i rezultata prikazanih analiza i pristupa analizi energetske tranzicije, zaključak je struktuiran u prilog potvrđivanja hipoteze na sledeći način:

► DOPRINOS ENERGETSKIH TRANZICIJA DRUŠTVENOM I EKONOMSKOM RAZVOJU

Prikazane tranzicione platforme su adekvatan odgovor na suštinske promene okolnosti i očekivanja u energetske delatnosti, kao važnom segmentu privrednih aktivnosti. Posledice stagniranja u razvoju i modernizaciji energetske infrastrukture, zapostavljanja diversifikacije energetske izvora kao i neorganizovanog i neplanskog pristupa mogu biti dalekosežne i dovesti do ekonomske i ekološke neodrživosti. Danas svi učesnici u energetske delatnosti moraju nastojati da ispune visoke zahteve za energetske delatnosti, funkcionalnosti, kvalitetu, fleksibilnošću i dr., kako bi najpre obezbedili ekonomsku održivost a zatim i kako bi društvo napredovalo i razvijalo se u korak sa razvijenim zemljama u sektoru energetike. Regionalne energetske tranzicije prikazane disertacijom doprinose smanjenju posledica nepreduzivanja bilo kojih aktivnosti a s druge strane promene zasigurno donose uravnotežen i osetan društveni i ekonomski progres.

Energetske tranzicije u Srbiji su neminovnost. To se vidi i iz ponašanja razvijenih i uspešnih zemalja, koje prepoznaju suštinski značaj energije kao resursa, čistih energetske tehnologija i ekonomskih i klimatskih izazova, vezanih kako za sadašnjost tako i za budućnost. Ove zemlje su svesne da upravo taj njihov uspeh zavisi između ostalog i od energetske delatnosti odnosno efikasne eksploatacije resursa, fokusiranosti na potrošača i oslanjanje na tehnološke pokretače promena. Ove zemlje podstiču korisnike, institucije i kompanije ka koncipiranju i usvajanju novih, inovativnih i sistemskih pristupa promenama, ka ubrzanju ekonomskih aktivnosti, ka novim oblicima partnerstva i generalno zauzimanju odgovornijeg stava prema energetske delatnosti i sve s ciljem dostizanja visokih ciljeva održive društvene zajednice. Uticaj energetske delatnosti na društveni razvoj i prosperitet i ekonomsku stabilnost razvijenijih zemalja bazira se na dugoročno planiranim aktivnostima za racionalno korišćenje prirodnih i tehnoloških resursa. Njihova sistematska i kontinualna briga o unapređenju energetske efikasnosti jeste jedna od temeljnih komponenti održivog razvoja i strateški cilj na nacionalnom nivou.

Obzirom da je koncept racionalnog korišćenja energetske resursa, dobro poznat i načelno prihvaćen u Srbiji, a da su sistemske promene ili izostale ili donele slabe efekte, istraživanje je usmereno ka analizi razvojnog puta institucija, organizacija, ustanova i javnih preduzeća ka dostizanju funkcionalnog i efikasnog tranzicionog procesa. Takav razvojni put sastoji se iz niza tranzicionih platformi, specifikiranih na regionalne uslove i potrebe.

Istraživanje regionalnih energetske tranzicije pokazalo je da povećanje energetske efikasnosti kroz doslednu primenu energetske politike može biti najekonomičniji i najdelotvorniji pravac razvoja energetske delatnosti i oko toga se slažu svi akteri društvenog i poslovnog života. U mnogim slučajevima tranzicione promene rezultiraju značajnim direktnim koristima kao što je izbegnut trošak za energiju, ali isto tako i mnogim pratećim mogućnostima, kao što su smanjenje potrebe za skupim održavanjem,

sanacijom posledica zagađenja životne sredine, zatim razvoj malih preduzeća i dr. Racionalizacija korišćenja energije je pristup koji provereno doprinosi otvaranju poslovnih mogućnosti pa i inovacija, rast zaposlenosti i samim tim i ekonomski rast društva. Ovde se govori o relativno malim ulaganjima a većim efektima, koji se postižu boljim izborom tehnološke opreme i izvora energije, boljom organizacijom rada energetskih sistema, poboljšanjem efikasnosti i kvaliteta u eksploataciji i dr. Sumarni rezultat je značajna energetska i prihvatljiva finansijska ušteda ali s druge strane i poboljšana održivost energetskog sektora što je za Srbiju veoma važno.

► POTREBA ENERGETSKIH TRANZICIJA U SRBIJI

Po svim pokazateljima iznesenim u poglavlju 2, energetska efikasnost u Srbiji se ne može okvalifikovati kao zadovoljavajuća, korišćenje obnovljivih izvora energije i čistih energetskih tehnologija je na niskom nivou a racionalnost u potrošnji energije nema potreban značaj kod većine korisnika. U Srbiji se samo desetak godina u nazad sistemski vodi računa o energetske efikasnosti, dok su se razvijene zemlje a naročito članice Evropske unije, posvetile toj oblasti pre 30 pa čak i 40 godina. Država Srbija je poslednjih godina intenzivirala napore na kreiranju povoljnog ambijenta za unapređenje energetske efikasnosti putem različitih instrumenata ali ipak izostaje razvijena podzakonska regulativa, dosledna primena zakonskih rešenja, potreban nivo podsticajnih mera i subvencija, razvoj novih oblika finansiranja (npr. uvođenje modela finansiranja iz ušteda), uvođenje većeg obima programa i projekata partnerstva javnog i privatnog sektora i drugih mera.

Takođe u poglavlju 2 je ukazano na zabrinjavajući trend pojedinih energetskih pokazatelja kao što su konstantan rast potrošnje primarnih i finalnih oblika energije, povećanje energetskog intenziteta, povećanje emisije CO₂ i indirektno, nepovoljna struktura izvora energije u odnosu na domaćinstva, javni sektor, industrijske i druge privredne delatnosti. Ako se ovi nepovoljni trendovi ne ublaže ili ne zaustave, na regionalnoj i nacionalnoj osnovi preći opasnost da energetske delatnosti postanu neodrživi već u bliskoj budućnosti.

Potrošnja primarne energije po glavi stanovnika nije velika u odnosu na razvijene zemlje Evropske unije (tri puta manje), što je posledica slabije industrijske aktivnosti i razvijenosti, ali problem je što trend niske energetske efikasnosti ne beleži promene. Trendovi su nepovoljni iz godine u godinu. Najindikativniji pokazatelj u tom kontekstu je energetske intenzitet ili specifična potrošnja energije po jedinici novostvorene vrednosti, gde Srbija zaostaje u odnosu na najrazvijenije zemlje i do nekoliko puta.

Ublažavanje ili zaustavljanje loših trendova može da obezbedi predložena energetska tranzicija kroz evidentirane poboljšane energetske performanse, diversifikaciju izvora (npr. solarna energija i biomasa) i modernizaciju energetske infrastrukture (npr. SPETE, nadzorno upravljačka tehnologija).

► ENERGETSKE TRANZICIJE KAO PODRŠKA ENERGETSKOJ POLITICI

Tranzicione platforme predstavljaju jednu od mogućih brojnih promena za institucije, kompanije, organizacije, ustanove itd. da poboljšaju kvalitet usluge, unaprede energetske performanse i unapede upravljanje zaštitom životne sredine. Na taj način tranzicione platforme postaju važan deo strateških napora koji se nastoje implementirati kroz energetske politiku, a odnose se na jačanje instrumenata ostvarivanja ciljeva, bolje funkcionisanje i kontinualno poboljšavanje tehnika upravljanja energijom.

Uspešna implementacija energetske politike u okviru širih tranzicionih promena predstavlja suštinski preduslov ali i snažnu podršku održivom razvoju i strateškom opredeljenju države za evropske integracije.

Tranzicione platforme, svaka u svom resoru pojedine energetske delatnosti, predstavljaju podršku doslednom sprovođenju energetske politike i tako sistemski doprinose i podstiču kumulativne makro ekonomske efekte kao što su povećanje BDP-a, smanjenje uvoza energije odnosno spoljnotrgovinski deficit, uštede u lokalnim, regionalnim i nacionalnim budžetima, primena novih tehnologija, otvaranje novih industrijskih sektora uz povećanje zaposlenosti i povećanje konkurentnosti ekonomije.

► REZIME KORISTI OD REGIONALNIH ENERGETSKIH TRANZICIJA

Koristi od uspešnih energetske tranzicije su višestruke i kako je prikazano u poglavljima 5 do 10, one nisu posmatrane i kvalifikovane kroz jednu dimenziju. Samo takva ocena daje pojedinoj tranzicionoj platformi tranzicioni karakter. Iz tog razloga izvršena je višekriterijumska ocena koristi od energetske tranzicije koja uzima u obzir interese svih društveno poslovnih aktera u energetske sektoru i naravno različite kriterijume, ekonomske, tehničke i društvene.

Analiza je ukazala na snažan doprinos efikasnog korišćenja energije na novčane koristi od uštede (izbegnut trošak za energiju) i prodaje energije. To su ekonomske koristi koje poboljšavaju tržišnu konkurentnost i ekonomsku održivost kompanija, ustanova ili javnih preduzeća.

1. Revitalizacija kotlova uvođenjem tehničkih mera za povećanje energetske efikasnosti i novih tehnologija obezbeđuje sledeće koristi:

Pokazatelj:	Scenario:	S1	S2a	S2b
Izbegnut trošak za energiju [mil.€/god.]		0,74	4,73	6,79
Prost period otplate [god.]		2,0	2,1	3,7
Potrebna investicija [mil.€]		1,5	10,1	25,1

2. Primena tehnologija za decentralizovanu proizvodnju električne i toplotne energije u 8 regionalnih bolnica obezbeđuje izbegnut trošak za energiju od 2,36 mil.€/god. (uz prodaju električne energije koja je uračunata u iznos). Ovo predstavlja smanjenje troškova za energiju od 24% na godišnjem nivou. Potrebna investicija je 12,1 mil.€ odnosno 785 €/kW_e. Prost period otplate investicije je 5,2 godine a diskontovani (uz kreditiranje većeg dela investicije) 8,0 godina. Interna stopa rentabilnosti je 25,9% a neto sadašnja vrednost pozitivna u ekonomskom veku. Redukovanje toplotnih potreba izraženo prirodnim gasom na strani toplane je 5,41 mil.m³/god.;
3. Razvoj lokanih toplotnih izvora male i srednje snage za korišćenje biomase u 62% regionalnih škola obezbeđuje izbegnut trošak za energiju od 2,68 mil.€/god. Ovo predstavlja smanjenje troškova za energiju od 32% na godišnjem nivou. Potrebna investicija je 11,3 mil.€ odnosno 100 €/kW_t. Prost period otplate investicije je 4,2 godine a diskontovani (uz kreditiranje većeg dela investicije) 3 godine. Interna stopa rentabilnosti je 52,1% a neto sadašnja vrednost pozitivna u ekonomskom veku. Redukovanje toplotnih potreba izraženo na bazi potrošnje prirodnog gasa je 21,5 mil.m³/god.;
4. Integracija solarne tehnologije u postojeće energetske sisteme za pripremu TPV za veći broj korisnika obezbeđuje izbegnut trošak za energiju od 2,65 mil.€/god. Ovo predstavlja stepen pokrivenosti toplotnih potreba za TPV od 55% na godišnjem nivou. Potrebna investicija je 33,9 mil.€ odnosno 750 €/m²_{kol}. Prost period otplate investicije je 12,8 godina a diskontovani (uz kreditiranje većeg dela investicije) preko 20 godina. Interna stopa rentabilnosti je 9,2%. Redukovanje toplotnih potreba izraženo prirodnim gasom na strani toplane je 5,34 mil.m³/god. Tehno-ekonomska analiza definitivno nije prednost ovog koncepta unapređenja. Međutim, platforma ima karakter modernizacije infrastrukture i doprinosi različitim društvenim koristima a na dugi rok utiče na racionalizaciju rada toplanskih sistema, što ovde nije novčao vrednovao a realno predstavlja značajnu uštedu skupog uvoznog goriva;
5. Pomenute 3 tranzicione platforme obezbeđuju redukovanje potreba za skupim uvoznim energentom - prirodnim gasom za preko 32 miliona m³ godišnje (približno 13 mi.€/god.). Pored toga, uprkos brojnim pojednostavljenjima i ponekad grubim pretpostavkama (ali koje ne idu u prilog uštedama), očekivani rezultati ukazuju na veoma povoljne proste periode otplate za pojedine investicione pakete, koji iznose od 1 do 5 godina (sem u slučaju solarne energije), a i manje u najpovoljnijim okolnostima. Dakle rezultati su povoljni čak i u pesimističkim uslovima proračuna i analize. I ostali ekonomski pokazatelji su takođe povoljni, uz diskontni faktor od 12% i kamatnu stopu od 8% na godišnjem nivou.

Prikazanom analizom ravnopravno su vrednovane i nenovčane koristi od implementacije pojedine alternative. Ove koristi mogu imati čak i veći značaj za razvoj energetskog sektora i energetsku tranziciju. U procesu vrednovanja alternativa uzeti su u obzir sledeći aspekti:

1. Smanjenje obima potrošnje energije, što je jedan od ključnih prioriteta i obaveza Evropske unije (samim tim i zemalja kandidata) i koji je integrisan u nekoliko Direktiva kao cilj (postize se kroz upotrebu efikasnijih energetskih tehnologija u kombinaciji sa drugim merama kako što su sistem upravljanja energijom, merenje i verifikacija, upotreba nadzorno upravljačkih sistema, sanacije omotača zgrada i dr.);
2. Smanjenje energetske zavisnosti na nacionalnom i regionalnom nivou, što je značajan pokazatelj. Smanjenje uvoza energije je takođe jedno od strateških opredeljenja EU u kontekstu povećaja sigurnosti snabdevanja energijom. Prikazane tranzicione platforme predviđaju suspcituciju uvoznih fosilnih goriva (moguća ušteta je 32 miliona m³ prirodnog gasa godišnje), kroz zamenu „prljavih“ tehnologija „čistim“, ali i novim koje koriste nove izvore energije. Za Srbiju je ovaj aspekt prilično važan jer se domaće energetske delatnosti dosta oslanjaju na skupe uvozne energente a trendovi povećanja potrošnje i povećanja tržišne cene je evidentan iz godine u godinu i projekcije su da će se ovi trendovi zasigurno nastaviti;
3. Mogućnost prodaje viška energije u neposrednom okruženju. Na taj način društveno poslovni entiteti mogu postati i proizvođači energije, što u urbanim sredinama predstavlja odlično rešenje. Ovo je trend u razvijenim zemljama značajan aspekt energetske tranzicije. Tranzicione platforme koje sugerišu SPETE tehnologije, solarnu pripremu TPV kao i male lokalne energane na biomasu mogu veoma uspešno poslovati i stvarati novu vrednost. Na primeru opšte bolnice prikazana je ova mogućnost i pokazalo se da je moguće da bolnica postane čak energetski nezavisna, odnosno da postigne nulti bilans troškova za energiju.
4. Raznovrsnost izvora i tehnologija je poželjna jer povoljnijom strukturom primarnih oblika energije obezbeđuje se fleksibilnije funkcionisanje i racionalnije poslovanje društveno poslovnih entiteta a izvršne strukture države ili lokalne uprave mogu bolje upravljati sa promenom namene raspoloživih fosilnih goriva i koristiti ih tamo gde nije moguća zamena i gde je energetski intenzitet manji i na taj način obezbediti rasterećenje budžeta;
5. Smanjenje izloženosti i ranjivosti energetskih sistema kako po pitanju nesmetanog i održivog funkcionisanja tako i po pitanju energetskih performansi. Ovaj važan efekat je posledica tehnološke modernizacije energetske infrastrukture koju obezbeđuju tranzicione platforme. Nova tehnološka rešenja obezbeđuju stabilnost performansi, dugoročan efekat ušteta i značajna poboljšanja vitalnih pokazatelja. Sem toga i životni vek tehnologija je preko 20 godina a uz odgovarajuće održavanje i blagovremene remonte i dvostruko više. Potrebe za skupim održavanjem i čestim sanacijama postojećih sistema se eliminišu. Decentralizacija izvora energije obezbeđuje i smanjenje samo na račun redukovanih ili potpuno eliminisanih transportnih gubitaka;
6. Tačke 4 i 5 doprinose povećanoj sigurnosti snabdevanja energijom kako na regionalnom tako i na državnom planu. Raznovrsnosti dostupnih energetskih izvora i izvora lokalnog porekla jedan je od ključnih strateških opredeljenja mnogih razvijenih država a i političko pitanje;
7. Razvoj energetskih tehnologija na bazi domaćih privrednih kapaciteta, što podstiče razvoj malih preduzeća na lokalnom planu. Prikazane energetske platforme neminovno kreiraju nove poslovne mogućnosti i povećanje zaposlenosti. Ovo je teško dokazivo u uslovima u Srbiji ali brojni primeri i iskustva iz zemalja u regionu i zemalja EU koje su prošle tranziciju u poslednjoj deceniji, pokazuju da veoma pozitivne efekte. Korišćenje izvora lokalnog porekla kao što je biomasa kreira i posebne usluge i otvara nove mogućnosti za neke druge privredne delatnosti kao što je poljoprivreda i stočarstvo;
8. Redukovan pritisak na životnu sredinu usled bolje valorizacije ulaznih fosilnih goriva (revitalizacija kotlarnica i SPETE tehnologija) i korišćenja čistih tehnologija (solarna energija i energija iz biomase). Smanjenje zagađenja životne sredine usled energetskih delatnosti ima

pozitivan efekat na zdravlje ljudi, vizuelne efekte, buku, zagađenje vazduha, otpad itd. Smanjenje je i oko angažovanja na otklanjanju posledica zagađenja;

9. Posledice ostvarenih poboljšanja energetske efikasnosti, pored tehničkih i ekonomskih koristi, su lakše poštovanje postojećih propisa, standarda i zakonske regulative (limitiran uticaj na životnu sredinu, obavezni inspeksijski pregledi, ISO standardi i dr.);
10. Kreiranje boljeg imidža društveno poslovnih entiteta a samim tim i promovisanje efikasnih i čistih energetske tehnologije.

► DODATNI USLOV USPEŠNE IMPLEMENTACIJE ENERGETSKIH TRANZICIJA

Uslov uspešne implementacije energetske tranzicije je dosledna implementacija energetske politike što podrazumeva organizovano i postupno sprovođenje institucionalnih, zakonodavnih, strukturno-organizacionih i ekonomskih reformi u svim segmentima regionalne i nacionalne energetike. Uz energetske i ekonomski podsticajnu podzakonsku regulativu i razvijene i pristupačne finansijske instrumente (to može biti npr. podrška posebno formiranih fondova), stvorio bi se društveno poslovni ambijent za uspešnu realizaciju prikazanih tranzicionih procesa. Tehnike racionalnog korišćenja energije i razvoj obnovljivih energetske izvora su tesno povezani sa procesima implementacije i ostvarivanja ekonomske i socijalne politike i imaju značajan potencijal kojim mogu da doprinesu održivom razvoju i ekonomskom rastu. Ovakav pristup generalno ima snažan uticaj u svim oblastima ekonomije i na regionalnom i na nacionalnom planu. Naravno ovakav koncept mora biti praćen poštovanjem međunarodnih obaveza, što posredno uslovljava značajne promene kako institucionalne i zakonske tako i promene u ukupnom ponašanju.

Evropsko iskustvo govori da se bilo koja energetska politika ne može uspešno implementirati bez kooperacije i podrške širokog kruga učesnika kao što su Vladine institucije, proizvođači i isporučioци energije, proizvođači energetske opreme, univerziteti i instituti, inženjerske asocijacije, udruženja potrošača i nevladine organizacije. Pri tome je često potrebno pojedine politike i aktivnosti energetske efikasnosti povezati sa politikama i aktivnostima u drugim oblastima (npr. zaštita životne sredine, građevinarstvo, poljoprivreda i šumarstvo, obrazovanje i dr.).

► NAJADEKVATNIJI RAZVOJNI PUT U SEKTORU ENERGETSKIH DELATNOSTI

Na bazi pobrojanih koristi i šireg konteksta energetske tranzicije moguće je konstatovati da sve 4 analizirane energetske tranzicije rezultiraju pozitivnim efektima energetske sektora na socijalni prosperitet i ekonomsku stabilnost države i baziraju se na dugoročno planiranim aktivnostima za racionalno korišćenje prirodnih i tehnoloških resursa. Uspešna implementacija četiri analizirane energetske tranzicije bila bi značajan doprinos unapređenju energetske delatnosti, što predstavlja jednu od temeljnih komponenti održivog razvoja i strateški cilj na nacionalnom nivou.

Nameće se razmišljanje da je najbolja opcija za unapređenje načina korišćenja energetske resursa, upravo kombinovanje i preplitanje predloženih energetske tranzicije i pomenutih pristupa. Razlog tome je međusobna povezanost i uslovljenost. Upravo je sinteza postojećih i novih pristupa problematici upravljanja energetske resursima, u saglasnosti sa aktuelnim stručnim i naučnim stavovima iz oblasti energetike.

Ipak najadekvatniji razvojni put u sektoru energetske delatnosti postoji među 4 analizirane energetske tranzicije. Primena tehnologija za decentralizovanu proizvodnju električne i toplotne energije je najadekvatniji razvojni put na bazi ocene o tranzicionom karakteru, uspešnosti po svim nabrojanim kriterijumima, prihvatljivosti za sve aktere i nosioce energetske delatnosti i sa efektima na svim nivoima.

LITERATURA

- [1] Razvojni projekat „ENERGY-TRANS“: Istraživačka alijansa „Helmholtz Alliance ENERGY-TRANS“: the Helmholtz Association: Forschungszentrum Jülich (FZJ), German Aerospace Center (DLR), Helmholtz Centre for Environmental Research – UF; University of Stuttgart, Otto von Guericke University of Magdeburg, FU Berlin; i Centre for European Research Mannheim, 2011 - 2016.
- [2] Kovačević A., i drugi: Nacionalna strategija održivog razvoja, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije - Putokaz ka održivom razvoju Republike Srbije, Kabinet potpredsednika Vlade za evropske integracije, 2011.
- [3] Weimer-Jehle W., i drugi: „Context Scenarios - A concept for improving the account of societal uncertainties in energy scenarios and its application in ENERGY-TRANS“, University of Stuttgart, German Aerospace Center, Research Center Jülich i Karlsruhe Institute of Technology (KIT); Konferencija: Energy System in Transition, Karlsruhe, 2013.
- [4] Jefferson M.: Accelerating the transition to sustainable energy systems; London Metropolitan University Business School, London, UK; Energy Policy 36 (2008) 4116– 4125.
- [5] Lösch A.: Systemic Risks of Energy Transition, Institute for Technology Assessment and Systems Analysis, Karlsruhe Institute of Technology, 4th iNTeg-Risk Conference, Štuttgart, Nemačka, 2012.
- [6] Lechtenböhmer S., Perrels A. i drugi: The potential and reserves of various energy sources, technologies furthering self-reliance and the impact of policy decisions; European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Policy Department - Economic and Scientific Policy, Security of Energy Supply, 2006.
- [7] Vlada Republike Srbije, Izvod iz dokumenta: Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, „Službeni glasnik RS“, br. 101/07, 2007.
- [8] Chappin E. i drugi: Simulating Energy Transitions, Next Generation Infrastructures Foundation i Delft University of Technology, Holandija, 2011.
- [9] Simurdić M., Kovačević A.: Studija Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije: Uticaj integracije Srbije u EU u oblasti energetike, Evropski pokret u Srbiji, 2010.
- [10] Gvozdenac, D., Simić, T.: About the Serbian Energy Efficiency Problems, Thermal Science. 16 (Suppl. 1), 1-15., 2012.
- [11] Morvaj Z., Bukarica V.: Energy Efficiency, Poglavlje 1: Energy Efficiency Policy, Jenny Palm, Published by Sciyo, Hrvatska, 2010.
- [12] Šefer M., Rikić P.: Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini, Modul 10: Gradske toplane i individualne kotlarnice, Izvršno veće AP Vojvodine, Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, 2007.
- [13] Crawley D.: Trendovi razvoja programa simulacije energetskog ponašanja, uticaj klimatskih promena i urbanizacije, Predavanje po pozivu, ASHRAE - FTN, 2010.
- [14] De Giorgi M.G.: Assessment of the Benefits of Numerical Weather Predictions in Wind Power Forecasting, Energy 2011; Geoffrey K.F. Predicting Electricity Energy Consumption, Energy 2007.
- [15] Yingni J.: Computation of Monthly Mean Daily Solar Radiation in China Using ANN, Energy 2009;
- [16] Almonacid F.: Calculation of the Energy Provided by a PV Generator. Study: Conventional Methods vs. ANN, Energy 2011.
- [17] Ekonomou L.: Greek Long-Term Energy Consumption Prediction using ANN, Energy, 2010.
- [18] Kalogirou S.: ANN for the prediction of energy consumption of passive solar building, Energy 2000.
- [19] Movagharnejad K.: Forecasting the Differences between Various Commercial Oil Prices in the Persian Gulf Region by ANN, Energy 2011.
- [20] Kalogirou S.: Thermal performance, economic and environmental life cycle analysis of thermosiphon solar water heaters, Solar Energy 83 (2009) 39–48
- [21] Østergaard Alberg P.: Reviewing optimisation criteria for energy systems analyses of renewable energy integration, Energy 34, 1236–1245, 2009.
- [22] Identifikacija resursa, priprema i realizacija projekata iz oblasti obnovljivih izvora energije; Studija, Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, Beograd, 2007.
- [23] Internet portal: The World Business Council for Sustainable Development, Environmental Leader, Environmental & energy management news, www.environmentalleader.com, pristup, 2013.

- [24] International Energy Agency – IEA. Technology roadmaps, Energy-efficient buildings: heating and cooling equipment; 2011.
- [25] Hongxing Yang H.K.: Potential application of solar thermal systems for hot water production in Hong Kong, *Applied Energy* 86, 175–180, 2009.
- [26] Crawford R., Treloar G.: Net energy analysis of solar and conventional domestic hot water systems in Melbourne, Australia, *Solar Energy* 76, 159–163, 2004.
- [27] Petrović J.: Ocena potencijala za povećanje energetske efikasnosti u zgradama u Srbiji, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Predavanje na Kongresu KGH, 2010.
- [28] Lilić D.: Program energetske efikasnosti u zgradarstvu u Srbiji / Stanje EE u oblasti zgradarstva u Srbiji, Agencija za energetske efikasnosti Republike Srbije, 2011.
- [29] Commission of the European Communities, Second Strategic Energy Review: An EU Energy Security and Solidarity Action Plan: Energy Sources, Production Costs and Performance of Technologies for Power Generation, Heating and Transport, Brussels, 2009.
- [30] Brkić M.: Studija: Potencijali i mogućnosti briketiranja i peletiranja otpadne biomase na teritoriji AP Vojvodine, Novi Sad, 2007.
- [31] Mourmouris J.C., Potolias C.: A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece, *Energy Policy* 52, 522–530, 2013.
- [32] Oikonomou V. i drugi: Linking least-cost energy system costs models with MCA: An assessment of the EU renewable energy targets and supporting policies, *Energy Policy* 39, 2786–2799, 2011.
- [33] Gvozdenc D., Kljajić M., Gvozdenc-Urošević B.: Assessment of the Key Influences on the Success in the Implementation of the Energy Efficiency Policy, „5th iNTeg-Risk Conference 2013: Risk Screening – Horizon 2020, From iNTeg-Risk to the E2R2 – European Emerging Risk Radar“, Štuttgart, Nemačka, 2013.
- [34] Gvozdenc D., Kljajić M., Gvozdenc-Urošević B.: Serbian energy efficiency problems, *Thermal Science*, rad prihvaćen za publikovanje (Paper: TSCIE-D13-0006), 2014.
- [35] World Energy Council (WEC), Energy Efficiency Indicators database: pregled pokazatelja energetske efikasnosti za Srbiju i region / www.worldenergy.org/data/efficiency-indicators, pristup, 2014.
- [36] Kljajić, M., Gvozdenc, D., Petrović, J.: Possibilities for increasing boiler energy efficiency in the Province of Vojvodina, PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2007, Thailand, 2007.
- [37] Petrović, J., Gvozdenc, D., Kljajić, M.: Ocena zatečenog stanja u industrijskim kotlarnicama u AP Vojvodini, *Časopis Termotehnika* broj 35, stručni rad, 87-94 str., 2009.
- [38] Grupa autora: Program privrednog razvoja AP Vojvodine – Novelirana EX POST analiza privrede AP Vojvodine, Izvršno veće AP Vojvodine, Novi Sad, 2006.
- [39] Gvozdenc D., Marić M., Petrović J.: Sadašnja potrošnja energije i perspective uvođenja modernih tehnologija u industriji i komunalnoj energetici Vojvodine, Pokrajinski centar za energetske efikasnosti Fakulteta tehničkih nauka Novi Sad, 2004.
- [40] Gvozdenc D. i drugi: Program privrednog razvoja AP Vojvodine – Projekat energetske efikasnosti (EEP), Pokrajinski centar za energetske efikasnosti Fakulteta tehničkih nauka Novi Sad, 2006.
- [41] Petrović J. i drugi: Program privrednog razvoja AP Vojvodine – Projekat energetske efikasnosti (EEP) – povećanje energetske efikasnosti u industrijskim kotlovima i kotlovima komunalne energetike, Pokrajinski centar za energetske efikasnosti Fakulteta tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [42] Kljajić, M., Gvozdenc, D.: Assessment of Boiler's Operating Performance in Different Energy Sectors in the Province of Vojvodina, *Thermal Sciences*, VOL. 16/Supplement1. ISSN 0354-9836, UDC: 621, doi: 10.2298/TSCI120215065K, 2012.
- [43] Gvozdenc, D., Kljajić, M.: Technical and economical assessments of the energy efficiency of boilers improvement in the Province of Vojvodina, PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2007, Thailand, 2007.
- [44] Kljajić, M., Petrović J., Gvozdenc, D.: Review of Boiler's Operating Performance in Different Energy Sectors in the Province of Vojvodina, ECOS 2011 - 24th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, Novi Sad, Srbija, 2011.

- [45] Gvozdenac D., Petrović J.: Osnovni pravci tehnološkog razvoja Vojvodine – Energetska efikasnost i obnovljivi izvori energije, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, str. 16, 2008.
- [46] Zakon o energetici, Službeni glasnik Republike Srbije, Broj 84, 2004.
- [47] Strategija razvoja energetike Rep. Srbije do 2015. god., Službeni glasnik Rep. Srbije, Br. 44, 2005.
- [48] Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini, Izvršno veće AP Vojvodine, Novi Sad, jun 2007.
- [49] Petrović J., Gvozdenac, D., Kljajić, M.: Pedeset godina toplifikacije Subotice, Monografija, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Printex, Subotica, 2013.
- [50] Mujan I., Petrović J., Perić M., Anđelković A., Kljajić M.: Energy Indicators in Public Sector in Autonomous Province of Vojvodina, 4. Regionalna konferencija - IEEP 2013, Industrijska energetika i zaštita životne sredine u zemljama jugoistočne Evrope; Divčibare, 2013.
- [51] Projekat Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije: Energetski sistemi u javnim zgradama, Fakulteta tehničkih nauka Novi Sad, 2011 – 2015.
- [52] Rotmans, J. and Loorbach, D.: Complexity and transition management, *Technological Forecasting & Social Change* 13(2): 2009.
- [53] Kemp, R., Loorbach, D. and Rotmans, J.: Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development, *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2007.
- [54] European Commission, Action Plan for Energy Efficiency COM (2006), 545 final, Brussels, 2006.
- [55] European Commission, A European Strategic Energy Technology Plan (set-plan), Brussels, COM(2007) 723 final, 2007.
- [56] European Commission, Draft Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: 7 Measures for 2 Million New EU Jobs: Low Carbon Eco Efficient & Cleaner Economy for European Citizens, Brussels, 2009.
- [57] European Environment Agency, Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2007 and inventory report 2009, Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 978-92-9167-980-5, Copenhagen, 2009.
- [58] Eurostat, Energy, transport and environment indicators, Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 978-92-79-09835-2, Luxembourg, 2009.
- [59] EUROPEAN UNION: European Commission: Energy sector / Energy Efficiency Financing, preuzeto sa: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/financing/financing_en.htm, pristup 2014.
- [60] Berkhout, F., Smith, A., Stirling, A.: Socio-technological regimes and transition contexts, ISBN 18-43-76683-3, 2004.
- [61] Nikolic, I. i drugi: Understanding and shaping the evolution of sustainable large-scale socio-technical systems – towards a framework for action oriented industrial ecology, *The Dynamics of Regions and Networks in Industrial Ecosystems*, Edward Elgar. ISBN 978-1-84720-742-5, 2009.
- [62] Saaty, T. L.: *The Analytic hierarchy process*, McGraw Hill, USA, 1980.
- [63] Oikonomou, V. i drugi: Linking least-cost energy system costs models with MCA: An assessment of the EU renewable energy targets and supporting policies, *Energy Policy* 39, 2786–2799, 2011.
- [64] Zhou, P., Ang, B. W., Poh, K. L.: Decision analysis in energy and environmental modeling: An update, *Energy* 31, 2604–2622, 2006.
- [65] Good Practice Guide: Industrial process control, Introducing energy saving opportunities for business, the Carbon Trust, UK, 2007.
- [66] Good Practice Guide: Reducing energy costs in industry with modern control techniques, Best Practice Programme (215), UK, 2001.
- [67] Good Practice Guide: Invest to save - Financial appraisal of energy efficiency measures across the government estate, The Government's Energy Efficiency Best Practice programme, UK, 2002.
- [68] Morvay Z, Gvozdenac D. *Applied Industrial Energy and Environmental Management*. 1st ed. United Kingdom: A John Wiley & Sons, Ltd; 2008.
- [69] Good Practice Guide: Energy Efficient Operation of Boilers, the Carbon Trust, UK, 2004.
- [70] Technical material: Training programme on industrial energy management systems, Chapter 5, LDK Consultants, Greece, 2005.
- [71] Handbook: Industrial energy audits and training programme, LDK Consultants, Greece, 2003.

- [72] MEEIS (Mreža za energetska efikasnost industrijskih sistema): Bilten, Broj 07.1.: Merenje i upravljanje, Mašinski fakultet Beograd, 2005.
- [73] Dukelow, G. S.: The control of boilers, Instrument Society of America, USA, 1991.
- [74] Spirax Sarco, web prezentacija, stranica: Heat Recovery from Boiler Blowdown (TDS control only); Cheltenham, Gloucestershire, UK, 2008. <http://www.spiraxsarco.com/resources>
- [75] Gvozdenac, D., Kljajić, M., Petrović J.: Merenje i regulisanje u termoprocesnoj tehnici, Osnovni udžbenik, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [76] Milošević, D., Reljić, N.: Automatizacija tehnoloških procesa, industrijska elektronika, Primenjeni sistemi, Časopis Mikroelektronika nov/dec 2000.
- [77] Rohner, P.: Automation with Programmable Logic Controllers: A Textbook for Engineers and Technicians, UNSW Press, USA, 1996.
- [78] Jones, C. T.: Programmable Logic Controllers: The Complete Guide to the Technology, 2006.
- [79] Nikolić, P.: Praktična rešenja nadzorno upravljačkih sistema i komunikacija u postrojenjima procesne industrije, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [80] Kljajić M., Gvozdenac D., Vukmirović S.: Use of Neural Networks for Modeling and Predicting Boiler's Operating Performance, Energy, Published by Elsevier Ltd., ISSN: 0360-5442, doi:10.1016/j.energy.2012.02.067, 2012.
- [81] Rumelhart D, Hinton G, Williams R.: Learning internal representations by error propagation, parallel distributed processing, vol. 1. MIT Press; [Chapter 8], pp.318e362, 1986.
- [82] Carpinteiro O, Lemeb R, de Souza A, Pinheiro C, Moreira E.: Long-term load forecasting via a hierarchical neural model with time integrators. Electric Power Systems Research;77:371e8, 2007.
- [83] Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije: Energetski potencijal i karakteristike ostataka biomase i tehnologije za njenu pripremu i energetska iskorišćenje u Srbiji, Projekat, ev. broj NP EE611-113A, Rukovodilac studije: Dr Mladen Ilić, Institut Vinča, Laboratorija za termotehniku i energetiku, Beograd, 2003.
- [84] Internet prezentacija i katalozi kompanije HERZ Armaturen Srbija, Publikacija: HERZ Armaturen kotlovi na drvenu biomasu, dostupno na <http://herz-srb.com/>, pristup 2014.
- [85] Kljajić M., Petrović J.: Applicability Assessment of Central and Solar Hot Water Systems Integration in Serbia, Thermal Sciences, VOL. 16/Suplement1. ISSN 0354-9836, UDC: 621, doi: 10.2298/TSCI120130070K, 2012.
- [86] Roaf S., Crichton D., Fergus N.: Adapting Buildings and Cities for Climate Change, Architectural Press / Elsevier, 2005.
- [87] Danny Harvey L. D.: Low-Energy Buildings and District-Energy Systems, Earthscan, London, 2006.
- [88] Solar power in building design, Peter Gevorkianby, McGraw-Hill, 2008.
- [89] Toplotna solarna tehnologija - Projektantske podloge, Bosch Thermotechnik GmbH, 2009/12.
- [90] Educogen, European Education Tool on energy-efficiency through the use of cogeneration, The European Association for the Promotion of Cogeneration, Brisel, 2001.
- [91] Kreith F, Goswami D. Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, CRC Press Taylor and Francis Group, 2007.
- [92] Boyle G, Everett B, Ramage J.: Energy systems and Sustainability, Oxford University Press, 2003.
- [93] Fereidoon P. Sioshansi. Energy, Sustainability and the Environment: Technology, Incentives, Behavior. Elsevier Inc., 2011.
- [94] Beretta, G-P.: World energy consumption and resources: an outlook for the rest of the century, Int. J. Environmental Technology and Management, 7 (1/2), 99-112, 2007.
- [95] Kljajić M., Gvozdenac D., Vukmirović S.: Importance and Value of Predictive Approach for Boiler Operating Performance Improvement, EXPRES 2012 – IEEE / 4th International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources, Subotica, Srbija, 2012.
- [96] Kljajić M.: Decision Making Support to Energy Efficiency Projects Using Analytic Hierarchy Process, IEEP '11, Regionalna konferencija: Industrijska energetika i zaštita životne sredine u zemljama Jugoistočne Evrope, Srbija, 2011.
- [97] Lund, P. D., The link between political decision-making and energy options: Assessing future role of renewable energy and energy efficiency in Finland, Energy, 32, 2271-2281, 2007.
- [98] Reynolds, Thermodynamic Properties in SI, Department of Mechanical Engineering, Stanford University, 1978.

PRILOG 1. PREGLED KARAKTERISTIKA KOTLOVA

Prilog sadrži pregled karakteristika kotlova prikupljenih tokom energetskeg pregleda. Nazivi ustanova i preduzeća kojima pripadaju analizirani kotlovi nisu prikazani jer je data izjava kojom se garantuje tajnost informacija o kotlovima, koje su ustanove i preduzeća stavile na raspolaganje za potrebe istraživanja. U tabelama ovog Priloga nisu prikazani nazivi preduzeća sa pripadajućim kotlovima, već su kotlovi numerisani rednim brojem i statistički obrađeni. Broj prikazanih kotlova je 81 jer jedinice koje su konzervirane, planski fan funkcije ili isečeni (19 u uzorku od 100) nisu prikazane na listi.

Tabela P1.1: Uzorak ispitanih kotlova

Lista	Starost [god]	Osnovno gorivo	Svrha kotla	Angažovanje pogona	Tip kotla	Kapacitet [MW]	Br.sati [h/god]
1	23	Dizel (D2)	T	Po potrebi	P	0,81	minimalno
2	29	Mazut	G	Sezonski	VV	4,65	480
3	38	Mazut	T + G	Po potrebi	P	2,36	3.500
4	36	Mazut	G	Sezonski	P	1,69	2.300
5	36	Mazut	G	Van funkcije	P	1,69	2.300
6	31	Mazut	G	Sezonski	VV	0,93	1.000
7	22	Mazut	T+G	Permanentno	P	16,87	8.000
8	38	Mazut	T	Hladna rezerva	VV	5,83	1.200
9	38	Mazut	T	Po potrebi	VV	5,83	1.200
10	31	Mazut	T	Sezonski	VV	9,18	6.480
11	25	Mazut	T	Permanentno	P	1,48	8.664
12	29	Mazut	T	Sezonski	P	2,36	2.250
13	29	Mazut	T	Sezonski	P	2,36	2.250
14	25	Mazut	T	Permanentno	P	1,48	8.664
15	29	Mazut	T + G	Permanentno	P	10,80	8.160
16		Mazut	T	Permanentno	P	81,65	8.040
17		Mazut	T	Permanentno	P	47,23	6.800
18	30	Mazut	T	Sezonski	P	33,74	2.400
19	30	Mazut	T	Po potrebi	P	6,75	1.440
20	31	Mazut	T	Sezonski	P	40,00	2.000
21		Mazut	T	Sezonski	P	12,15	4.500
22	41	Mazut	T + G	Permanentno	P	3,71	3.600
23	38	Prirodni gas	G	Isečen	P	-	-
24		Prirodni gas	G	Van funkcije	-	-	-
25		Prirodni gas	T + G	Van funkcije	P	-	-
26	40	Prirodni gas	T	Sezonski	VV	14,00	2.800
27	6	Prirodni gas	T	Permanentno	P	9,45	2.416
28	40	Prirodni gas	T	Sezonski	P	3,71	3.600
29	36	Prirodni gas	T	Permanentno	P	8,77	8.480
30	29	Prirodni gas	T	Permanentno	P	13,50	8.480
31	16	Prirodni gas	T	Po potrebi	P	3,37	3.500
32	31	Prirodni gas	T	Hladna rezerva	P	8,10	3.500
33	37	Prirodni gas	T + G	Van funkcije	P	5,40	5.360
34		Prirodni gas	T + G	Van funkcije	P	5,40	5.360
35	33	Prirodni gas	G	Van funkcije	VV	-	-
36	33	Prirodni gas	G	Van funkcije	VV	-	-
37	33	Prirodni gas	G	Van funkcije	VV	-	-
38	33	Prirodni gas	G	Van funkcije	VV	-	-
39	3	Prirodni gas	T	Permanentno	P	6,75	5.600
40	37	Prirodni gas	T	Po potrebi	P	6,75	2.336
41	37	Prirodni gas	T	Permanentno	P	6,75	3.320
42	40	Prirodni gas	T	Permanentno	P	1,69	8.260
43	10	Prirodni gas	T	Sezonski	P	10,80	5.000
44	10	Prirodni gas	T	Sezonski	P	10,80	5.000

45	15	Prirodni gas	T	Permanentno	P	23,00	7.500
46	39	Prirodni gas	T	Permanentno	P	7,80	7.500
47	28	Prirodni gas	T	Permanentno	P	8,17	7.500
48		Prirodni gas	T	Permanentno	P	13,50	8.250
49	8	Prirodni gas	T	Sezonski	P	0,40	1.400
50	16	Prirodni gas	T	Po potrebi	P	8,10	2.800
51	11	Prirodni gas	T	Isečen	P	-	-
52	7	Prirodni gas	T	Isečen	P	-	-
53	27	Prirodni gas	T	Permanentno	P	8,10	2.200
54	25	Prirodni gas	T	Isečen	P	-	-
55	27	Prirodni gas	T	Po potrebi	P	5,40	2.500
56	27	Prirodni gas	T	Permanentno	P	5,40	7.900
57	20	Prirodni gas	T	Permanentno	P	4,05	8.000
58	45	Prirodni gas	T	Van funkcije	P	-	-
59	6	Prirodni gas	T	Permanentno	P	4,05	4.000
60	41	Prirodni gas	T + G	Po potrebi	P	2,02	2.500
61	41	Prirodni gas	T + G	Po potrebi	P	2,02	2.500
62	37	Prirodni gas	T + G	Po potrebi	P	2,02	2.500
63	31	Prirodni gas	T + G	Permanentno	P	4,05	6.500
64		Prirodni gas	T + G	Sezonski	P	-	-
65		Prirodni gas	T + G	Sezonski	P	-	-
66		Prirodni gas	T + G	Sezonski	P	-	-
67	29	Prirodni gas	T + G	Permanentno	P	1,52	4.500
68	4	Prirodni gas	T	Permanentno	P	4,72	930
69	24	Prirodni gas	T	Permanentno	P	1,48	8.272
70	44	Prirodni gas	T	Sezonski	P	33,74	1.896
71	44	Prirodni gas	T	Sezonski	P	33,74	1.896
72	14	Prirodni gas	T	Sezonski	P	22,94	1.700
73	17	Prirodni gas	T + G	Permanentno	P	2,16	4.200
74	13	Prirodni gas	T + G	Permanentno	P	2,16	4.200
75	39	Prirodni gas	T	Permanentno	P	5,40	4.144
76	29	Prirodni gas	T + G	Van funkcije	P		
77	34	Sunc.ljuska	T	Permanentno	P	4,39	6.000
78	31	Ugalj	T	Sezonski	P	21,59	2.200
79	31	Ugalj	T	Sezonski	P	21,59	2.000
80	46	Ugalj/sil.otpad	T + G	Permanentno	P	5,40	8.160
81	46	Ugalj/sil.otpad	T + G	Permanentno	P	5,40	8.160
min	3					0,40	480
prosek	29					10,20	4.462
maks	46					81,65	8.664

Tabela P1.2: Uzorak ispitanih kotlova, (operativni parametri)

Lista	Opseg [%]mer	η^{11} [%]	Temp. PS [°C]	Potroš. goriva [GWh/a]	O ₂ [%]	λ [%]	CO ₂ [%]	CO [ppm]	NO [ppm]	NO _x [ppm]	H ₂ [ppm]
1	60	92,10	195,4	1,25							
3	30	82,60	244,9	2,59	11,5	121,2	7,14	43	153	161	0
4	55	-	242,0	-							
7	100	87,00	247,4	133,65	6,77	47,6	8,06	0	286	300	4
8	60	93,50	125,2	3,87	6,55	50,5	10,85	1			
9	60	94,00	115,3	3,85	5,25	35,5	12,5	0			
10	40	89,60	168,2	22,87	10,14	93,4	8,17	6	227	227	1
11	90	90,80	227,2	10,98							
12	30	92,10	195,4	1,49	3,88	22,7	12,88	5	220	231	1

¹¹ Stepen korisnosti kotla računat samo u odnosu na gubitke u produktima sagorevanja

13	30	92,10		1,49							
14	90	90,80	227,2	10,98	3,96	14,80	13,76	64	190	199	0
15	70	91,00	204,9	58,39	2,55	13,8	10,45	5	81	85	12
16	60	90,20	181,3	376,22	7,44	54,8	10,2	9	198	208	0
17	70	89,80	239,1	215,72	2,65	14,4	13,81	3	226	237	1
18	90	84,90	201,7	73,96	12,09	135,6	6,71	1	154	162	0
20	80	86,20	202,1	63,97	10,9	107,9	7,6	16	144	151	0
21	90	80,00	151,0	52,98	16	320,3	3,76	7	94	99	0
22	40	84,30	203,9	5,46	12,41	144,5	6,46	35	116	122	1
26	80	90,80	227,2	29,76							
27	70	89,00	242,8	15,47	3,44	19,6	9,95	1	78	82	0
28	90	89,00	243,5	11,64	3,34	18,9	10,01	0	79	83	1
29	60	92,90	175,4	41,39	1,52	7,8	11,04	4	78	82	17
30	30	91,30	200,0	32,40	3,17	17,8	10,1	25	98	103	17
31	30	90,30	181,2	3,38	5,05	31,6	9,04	0	62	65	0
32	60	90,90	182,5	16,12	6,85	48,4	8,02	0	42	44	1
39	50	89,00	242,8	18,29							
40	30	89,00		4,58							
41	30	89,00	195,4	6,51	7,92	60,6	7,41	0	48	50	0
42	70	80,20	330,8	10,48	8,74	71,30	9,22	4	197	207	0
43	60	88,60	227,9	31,50	4,43	26,70	9,39	0	88	92	1
44	85	90,10	219,6	43,88	2,04	10,70	10,75	1	113	199	2
45	70	87,30	264,0	119,17	5,1		9,51	3,46	84,9	84,9	
46	70	90,30	227,0	39,07	3,45		9,53	0,89	70,6	70,6	
47	70	90,90	192,0	40,65	4,85		9,53	2,44	70,9	70,9	
48	50	88,30	205,1	54,32	7,2	52,2	7,82	0	60	63	0
49	95	81,10	243,3	0,57	10,82	106,2	5,77	29	31	33	1
50	40	91,40	194,2	8,55	0,61	3	11,56	46	72	76	45
53	80	87,60	240,4	14,02	4,36	26,2	9,43	1	61	64	0
55	30	89,10	155,7	3,91	10,89	107,8	5,73	3	29	30	0
56	50	91,40	186,1	20,10	3,32	18,8	10,02	0	66	69	0
57	80	89,00	225,3	25,08	4,17	24,8	9,54	0	67	70	0
59	100	93,10	166,9	14,99	1,38	7	11,12	9	74	78	4
60	90	89,50	216,2	4,38	3,53	20,20	9,9	1	64	67	1
61	90	88,10	216,7	4,45	6,32	42,20	8,37	0	57	60	0
62	90	89,60	205,7	4,38	5,12	32,30	9	0	60	63	2
63	90	83,40	242,2	24,47	9,84	32,30	6,32	4	60	63	2
67	60	91,20	178,4	3,87	5,03	31,5	9,05	3	44	46	10
68	70	90,50	175,2	2,93	7,38	54,2	7,72	0	44	46	0
69	60	90,90	182,5	6,98	6,85	48,4	8,02	0	42	44	1
70	70	81,90	193,1	47,11	13,42	176,9	4,3	0	35	37	0
71	70	87,70	189,6	43,99	9,82	87,7	6,34	0	50	52	0
73	80	89,60	151,0	6,98	4,2	35	8,9	0			
74	80	85,70	227,2	7,29	8,51	68,2	7,08	0	37	39	0
75	90	91,80	204,8	18,90	2,36	12,7	10,56	0	63	66	0
77	80	66,70	235,6	27,19	14,09		5,66	6030	73	77	4025
78	90	89,10	147,3	41,34	12,54	148,1	8,3	17	91	96	12
79	90	90,60	144,9	36,96	10,92	108,4	8,81	239	84	88	19
80	30	75,60	167,9	15,06	16,01		4,29	1128	22	23	0
81	50	60,10	168,7	31,57	18		2,56	998	34	36	0
min	15	60,1	115,3	0,57	0,61	3,0	2,56	0,0	22,00	23,00	0,0
prosek	66	87,8	203,3	34,02	7,09	59,4	8,69	168,2	92,21	97,99	90,9
maks	100	94,0	330,8	376,22	18,00	320,3	13,81	6.030	286,0	300,0	4.025

KRATKA BIOGRAFIJA AUTORA

Miroslav Kljajić je rođen 20.05.1976. u Bačkoj Palanci. Završio je osnovnu i srednju tehničku školu u Bačkoj Palanci. Osnovne studije upisao je školske 1995/96. godine na Univerzitetu u Novom Sadu, na Fakultetu tehničkih nauka, Odseku za energetiku i procesnu tehniku, Smer Procesna tehnika. Diplomirao je u maju 2001. godine na temu "Simulacija rada rashladnih sistema". Poslediplomske studije upisao je školske 2001/02. god. na Univerzitetu u Novom Sadu, Fakultetu tehničkih nauka, Odseku za računarstvo i automatiku, Smer Automatsko upravljanje sistemima. Magistrirao je u martu 2010. godine na temu "Upravljanje energijom u industrijskim termoenergetskim postrojenjima".

Od decembra 2001 god. zaposlen je na poziciji asistenta na Katedri za toplotnu tehniku, Departmana za energetiku i procesnu tehniku, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. Učestvovao / učestvuje u nastavi na predmetima: Termodinamika i Prenos toplote, Merenje i regulisanje, Rashladni uređaji i Energetske transformacije na Departmanu za energetiku i procesnu tehniku, Procesno inženjerstvo na Departmanu za zaštitu životne sredine i Merenje, nadzor i upravljanje na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment.

U isto vreme radio je kao saradnik na naučno istraživačkim projektima Departmana za energetiku i procesnu tehniku, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. Osnovna oblast istraživanja je analiza energetske efikasnosti, energetske bilansiranje i merenje i upravljanje u energetske sistemima. Autor je brojnih radova na skupovima i časopisima od nacionalnog i međunarodnog značaja.