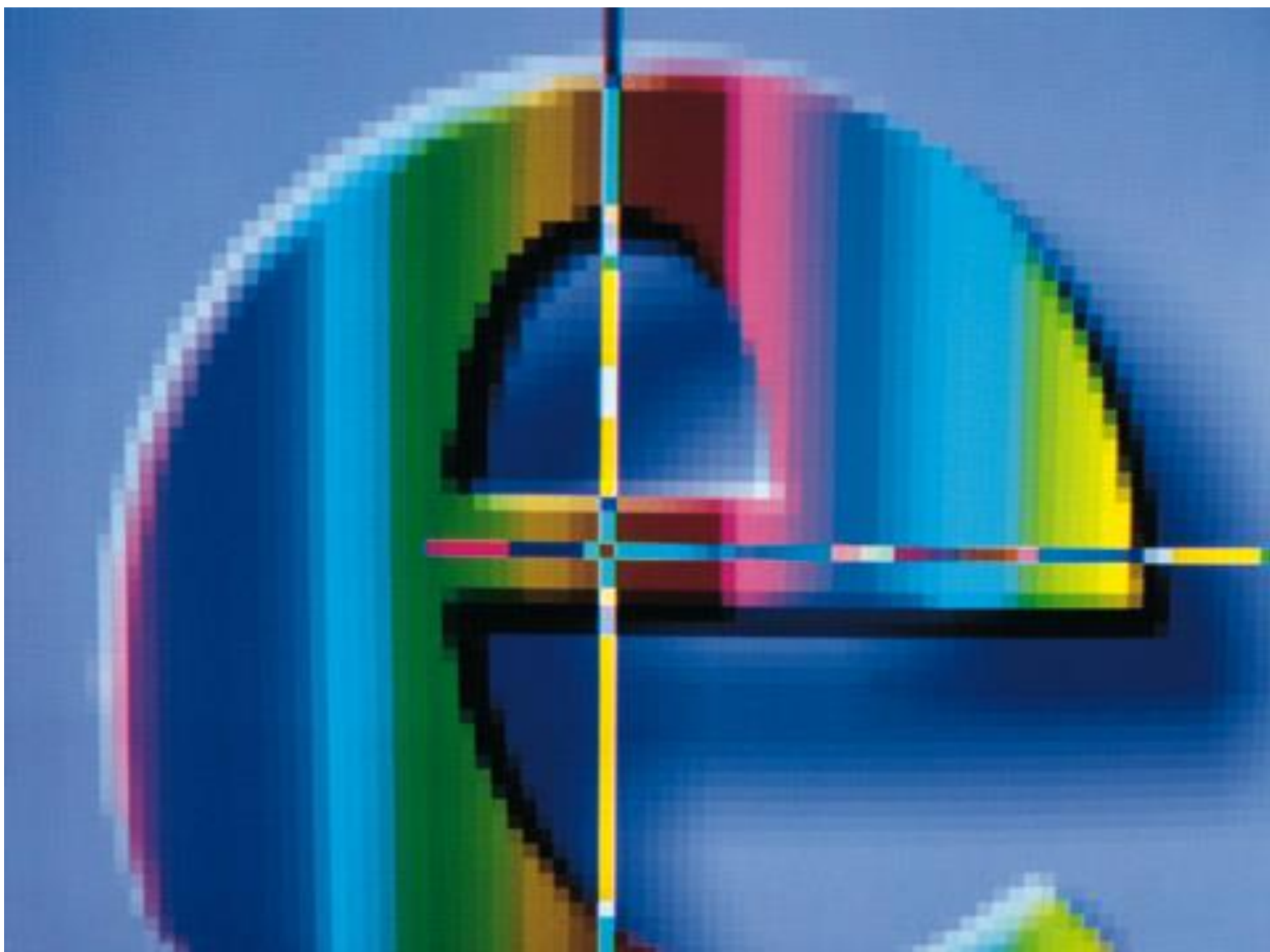


**PLAN RAZVOJA
CENTRALNIH TOPLINSKIH SUSTAVA
NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA**

Konačno izvješće



Zagreb, svibanj 2015.



EKONERG - Institut za energetiku i zaštitu okoliša, d.o.o.
Zagreb, Koranska 5, tel. 01/6000-111

Naručitelj:

Grad Karlovac
Banjavčičeva 9
47000 Karlovac

Ponuda br.:

I-07-0374/14

Ugovor/narudžbenica br.:

Klasa: 351-04/14-02/45

Urbroj: 2133/01-06-02/09-14-1

Naslov:

**PLAN RAZVOJA
CENTRALNIH TOPLINSKIH SUSTAVA
NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA**

Konačno izvješće

Voditelj izrade plana:

Dean Vidak, dipl. ing. stroj.

Autori:

Dean Vidak, dipl. ing. stroj.
Petra Kitarović, dipl. ing. stroj.
Goran Vuleta, mag. ing. mech.
Željko Kedmenec, mag. ing. mech.
Karlo Šunjo, mag. ing. mech.
Arben Abrashi, dipl. ing. stroj.

Direktor:

Mr. sc. Zdravko Mužek, dipl. ing.

Zagreb, svibanj 2015.

EKONERG

Institut za energetiku i zaštitu okoliša d.o.o.
Z A G R E B, Koranska 5

PREDGOVOR

Konačno izvješće sadrži sve tematske cjeline definirane projektnim zadatkom.

Autori

SADRŽAJ:

1. PREGLED REGULATORNOG OKVIRA	1
1.1. Zakon o energiji	1
1.2. Zakon o tržištu toplinske energije	3
2. PREGLED POSTOJEĆEG STANJA TOPLINSKE OPSKRBE.....	8
2.1. Centralni toplinski sustav grada Karlovca.....	8
2.1.1. Toplinski izvori.....	9
2.1.2. Distribuciona stanica i dijagram vožnje.....	9
2.1.3. Distribucijska vrelovodna mreža	10
2.1.4. Podatci o potrošnji goriva, proizvedenoj i isporučenoj toplinskoj energiji	11
2.2. Zatvoreni toplinski sustav Švarča	13
2.2.1. Toplinski izvori.....	13
2.2.2. Toplinska stanica i vrelovodna mreža.....	14
2.3. Zatvoreni toplinski sustav Mala Švarča	15
2.4. Opća bolnica Karlovac.....	16
3. PRIJEDLOG USMJERAVANJA CENTRALIZIRANE TOPLINSKE OPSKRBE	19
3.1. Prostorno planska dokumentacija.....	19
3.2. Prijedlog zona za centraliziranu toplinsku opskrbu	20
3.2.1. Definiranje opskrbnih područja i uvjetnih kaseti	20
3.2.2. Definiranje karakteristike i veličine energetske potrošnje pojedinih kaseti	21
3.2.3. Opskrbne zone pogodne za centralizaciju	21
3.3. Projekcija razvoja centraliziranog toplinskog konzuma	23
3.3.1. Planirani ukupni ogrjevi konzum	23
3.4. BE-TO Karlovac	27
3.4.1. Tehnički opis BE-TO Karlovac.....	27
3.4.2. Sustav opskrbe toplinom iz BE-TO Karlovac.....	29
4. PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZGRADA U CTS-U KARLOVCA	31
4.1. Zakonodavni okvir	31
4.1.1. Zakon o energetske učinkovitosti	31
4.1.2. Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti	32
4.1.3. Dugoročna strategija za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske	36
4.1.4. Akcijski plan energetske održivog razvitka grada Karlovca (SEAP)	37

4.1.5.	Pregled tehničkih propisa vezanih za toplinsku zaštitu zgrada	40
4.2.	Postojeće stanje zgrada priključenih na CTS grada Karlovca.....	45
4.2.1.	Utjecaj vremena izgradnje zgrada i potrošnje energije za grijanje	45
4.2.2.	Raspored zgrada po rajonima.....	48
5.	PROCJENA UTJECAJA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI OPSKRBE TOPLINSKOM ENERGIJOM NA RAZVOJ TOPLINSKOG KONZUMA CTS-A	54
5.1.	Utjecaj primjene mjera na sve zgrade izgrađene prije 1987. godine.....	54
5.2.	Tijek energetske obnove zgrada	57
5.3.	Utjecaj primjene ušteta po rajonima.....	61
6.	ANALIZA MOGUĆNOSTI CENTRALIZIRANE OPSKRBE POTROŠNOM TOPLOM VODOM IZ TOPLANE	63
6.1.	Analiza priključenja stambenih zgrada na centralnu pripremu PTV	65
6.2.	Analiza priključenja javnih zgrada na centralnu pripremu PTV.....	73
6.3.	Analiza tehničkih uvjeta za priključenje stambenih zgrada centralnu pripremu PTV-a.....	78
6.3.1.	Tehnički uvjeta za priključenje stambenih zgrada centralnu pripremu PTV-a.....	78
6.4.	Zaključak	82
7.	OSVRT NA MOGUĆNOST RAZVOJA RASHLADNIH SUSTAVA TEMELJEM OPSKRBE TOPLINSKOM ENERGIJOM IZ CTS-A.....	84
7.1.	Centralizirani rashladni sustavi	84
7.1.1.	Primjena	84
7.1.2.	Tehnologije hlađenja	84
7.1.3.	Rashladna postrojenja	90
7.1.4.	Rashladni tornjevi	93
7.1.5.	Spremnici rashladne energije	93
7.2.	Izvedbe integriranih centraliziranih rashladnih sustava	94
7.2.1.	Integracija u kogeneracijska postrojenja - trigeneracija.....	94
7.2.2.	Prednosti trigeneracije	94
7.2.3.	Integracija u centralizirane toplinske sustave	95
7.3.	Centralizirani rashladni sustavi u Europi i Hrvatskoj.....	96
7.3.1.	Europa.....	96
7.3.2.	Hrvatska	97
7.4.	Osvrt na važeću regulativu.....	105
7.4.1.	Regulativa iz područja zaštite okoliša	105
7.4.2.	Regulativa iz energetskog sektora.....	109

7.5.	Smjernice za razvoj centraliziranog rashladnog sustava	111
7.5.1.	Definiranje kriterija i izbor rješenja	111
7.5.2.	Potencijalni korisnici.....	112
7.5.3.	Izrada studije izvodljivosti pilot-projekta.....	113
7.5.4.	Rezultati prethodnih analiza uvođenja centraliziranog rashladnog sustava u gradu Karlovcu ..	116
7.6.	Zaključna razmatranja i prijedlozi daljnjih aktivnosti	119
8.	ANALIZA DOGRADNJE ENERGENE OPĆE BOLNICE KARLOVAC I PRIKLJUČENJA NA CTS KARLOVCA	121
8.1.	Postojeće stanje energetske opskrbe Opće bolnice Karlovac	121
8.1.1.	Toplinski konzum po medijima.....	121
8.2.	Razvoj toplinskog konzuma energane Opće bolnice Karlovac	125
8.3.	Budući toplinski izvor na lokaciji	126
8.3.1.	Varijanta pokrivanja toplinskog konzuma samo Opće bolnice	126
8.3.2.	Varijanta pokrivanja toplinskog konzuma Opće bolnice i isporuka do 5 MW toplinske snage u vrelvodnu mrežu CTS-a	129
8.4.	Način priključenja na CTS	130
8.4.1.	Hidraulički proračun	130
8.5.	Priključni vrelovod od lokacije do postojećeg CTS-a.....	132
8.6.	Poslovni model investiranja u dogradnju energane i O&M energane	133
8.7.	Mogućnosti financiranja poduhvata i ekonomsko – financijska analiza	135
8.7.1.	Mogućnosti namicanja financijskih sredstava realizacije poduhvata.....	135
8.7.2.	Ekonomsko-financijska analiza toplinskog izvora za OB Karlovac.....	142
8.7.3.	Ekonomsko-financijska analiza isporuke do 5 MW u CTS	144
8.7.4.	Isplativost revitalizacije/izgradnje energane	145
8.7.5.	Analiza isplativosti priključenja energane za isporuku do 5 MW toplinske snage u mrežu	145
8.8.	Analiza osjetljivosti	146
8.9.	Zaključak	147
9.	PROCJENA RAZVOJA TOPLINSKOG KONZUMA	148
10.	ANALIZA LOKACIJA IZVORA TOPLINSKE ENERGIJE U CTS-U I IZBOR NAJPOVOLJNIJE KONSTELACIJE.....	151
10.1.	Prijedlog potencijalnih mikrolokacija, status potencijalnih mikrolokacija u postojećim i novim prostornim planovima (prijedlog GUP-a) i prikaz na odgovarajućim kartama	151
10.1.1.	Lokacija 1	151
10.1.2.	Lokacija 2	151
10.1.3.	Lokacija 3	151

10.1.4. Lokacija 4	153
10.1.5. Lokacija 5	153
10.2. Analiza lokacija	154
10.3. Rangiranje razmatranih lokacija i izbor lokacije	156
11. PLAN RAZVOJA CTS-A GRADA KARLOVCA DO 2025. GODINE.....	158
11.1. Pregled postojećeg stanja toplinske opskrbe	158
11.2. Prijedlog usmjeravanja centralizirane toplinske opskrbe	159
11.3. Prijedlog mjera za povećanje energetske učinkovitosti zgrada u CTS-u Karlovca.....	161
11.4. Procjena utjecaja mjera energetske učinkovitosti opskrbe toplinskom energijom na razvoj toplinskog konzuma CTS-a	163
11.5. Analiza mogućnosti centralizirane opskrbe potrošnom toplom vodom iz toplane.....	166
11.5.1. Stambene zgrade.....	166
11.5.2. Javne zgrade.....	167
11.5.3. Zaključak	167
11.6. Osvrt na mogućnost razvoja rashladnih sustava temeljem opskrbe toplinskom energijom iz CTS-a.....	169
11.7. Analiza dogradnje energane opće bolnice Karlovac i priključenja na CTS Karlovca	171
11.7.1. Varijanta pokrivanja toplinskog konzuma samo Opće bolnice	171
11.7.2. Varijanta pokrivanja toplinskog konzuma Opće bolnice i isporuka do 5 MW toplinske snage u vrelovodnu mrežu CTS-a	172
11.8. Procjena razvoja toplinskog konzuma	174
11.9. Analiza lokacija izvora toplinske energije u CTS-u i izbor najpovoljnije konstelacije	176
11.9.1. Lokacija 1	176
11.9.2. Lokacija 2	176
11.9.3. Lokacija 3	176
11.9.4. Lokacija 4	176
11.9.5. Lokacija 5	176
PRILOZI	1
Pril. 1: Projektni zadatak	2
Pril. 2: Pregled postojećeg stanja toplinske opskrbe	6
Pril. 3: Prijedlog usmjeravanja centralizirane toplinske opskrbe	9
Pril. 4: Prijedlog mjera za povećanje energetske učinkovitosti zgrada u CTS-u Karlovca.....	23
Pril. 5: Procjena utjecaja mjera energetske učinkovitosti opskrbe toplinskom energijom na razvoj toplinskog konzuma CTS-a	30

Pril. 6: Analiza mogućnosti centralizirane opskrbe potrošnom toplom vodom iz toplane.....	32
Pril. 7: Analiza dogradnje energane Opće bolnice Karlovac i priključenja na CTS Karlovca.....	38
Pril. 8: Procjena razvoja toplinskog konzuma	45

POPIS SLIKA:

Sl. 2-1: Toplana Centar u Karlovcu	8
Sl. 2-2: Dijagram vožnje vrelovodne mreže CTS grada Karlovca	10
Sl. 2-3: Struktura vrelovodne mreže po starosti i promjeru	11
Sl. 2-4: Blok kotlovnica Švarča u Karlovcu	13
Sl. 2-5: Toplana Mala Švarča	15
Sl. 2-6: Opća bolnica Karlovac sa vlastitom kotlovnicom	16
Sl. 3-1: Prikaz opskrbnih područja i uvjetnih kaset (izvor: L 9)	20
Sl. 4-1: Neposredna potrošnja energije	33
Sl. 4-2: Utjecaj vremena izgradnje zgrade i potrošnje topline za grijanje	46
Sl. 4-3: Zgrade različite namjene i katnosti u rajonu 1	49
Sl. 4-4: Stambene zgrade (gore), zgrada autobusnog kolodvora (dolje)	49
Sl. 4-5: U rajonu 3 prevladavaju stambene zgrade različite katnosti	50
Sl. 4-6: Stambene zgrade različite katnosti (lijevo) i zgrada veleučilišta (desno) u rajonu 4	50
Sl. 4-7: Zgrada osnovne škole (lijevo), stambene zgrade u rajonu 5 (desno)	51
Sl. 4-8: Zgrada bolnice i Elektre Karlovac u rajonu 6	51
Sl. 4-9: Zgrada tržnice (lijevo), stambene zgrade (desno) u rajonu 7	52
Sl. 4-10: Broj zgrada i neto grijana površina raspoređena po rajonima	53
Sl. 4-11: Raspodjela fonda zgrada s obzirom na godinu izgradnje	53
Sl. 5-1: Neto grijana površina, zgrada izgrađenih prije 1987. godine iskazana u m ²	55
Sl. 5-2: Udio smanjenja potrošnje toplinske energije za grijanje po rajonu (lijevo) i od ukupne uštede (desno)	55
Sl. 5-3: Optimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine	58
Sl. 5-4: Realan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine	59
Sl. 5-5: Pesimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine	59
Sl. 5-6: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a u periodu od 2015. do 2045. godine	60
Sl. 5-7: Udio smanjenja potrošnje energije za grijanje od ukupnog iznosa uštede - po rajonima	61
Sl. 5-8: Udio smanjenja potrošnje energije za grijanje po rajonima	61
Sl. 5-9: Količina smanjenja potrošnje energije za grijanje u realnom scenariju - po rajonima	62
Sl. 6-1: Stambena zgrada 5 katova (gore lijevo), stambena zgrada 10 katova (gore desno), zgrada Osnovne škole Grabrik (dolje lijevo), zgrada Općinskog suda (dolje desno)	64
Sl. 6-2: Shematski prikaz razvoda cijevovoda za potrebe PTV	65
Sl. 6-3: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za stambenu zgradu	66
Sl. 6-4: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji	68
Sl. 6-5: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za stambenu zgradu	69
Sl. 6-6: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji	70
Sl. 6-7: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za zgradu Osnovne škole Grabrik	74
Sl. 6-8: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji	74
Sl. 6-9: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za zgradu Općinskog suda u Karlovcu	75
Sl. 6-10: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji	76
Sl. 7-1: Shema kompresorskog rashladnog uređaja sa parom (L 10)	90
Sl. 7-2: Shema jednostupanjskog apsorpcijskog rashladnog uređaja (L 10)	91
Sl. 7-3: Shema dvostupanjskog apsorpcijskog rashladnog uređaja (L 10)	92
Sl. 7-4: Prikaz energetske tokova u trigeneraciji	94
Sl. 7-5: Plan smanjenja potrošnje fluoriranih stakleničkih plinova	108
Sl. 7-6: Razmatrane opcije energije za hlađenje	117

Sl. 8-1: Sređeni dijagram toplinskog opterećenja OB Karlovac	123
Sl. 8-2: Dijagram pokrivanja toplinskog opterećenja OB Karlovac	128
Sl. 8-3: Dijagram pokrivanja toplinskih potreba za PTV-om OB Karlovac	128
Sl. 8-4: Varijante trasa spojnog vrelovoda	132
Sl. 8-5: Shema CroPSSF projekta	141
Sl. 9-1: Scenariji porasta stanovništva u gradu Karlovcu	149
Sl. 10-1: Osnovni objekti energetske opskrbe grada Karlovca i potencijalne lokacije novog centraliziranog izvora toplinske energije (izvor: L 9)	152
Sl. 11-1: Utjecaj vremena izgradnje zgrade i potrošnje topline za grijanje	161
Sl. 11-2: Raspodjela fonda zgrada s obzirom na godinu izgradnje	162
Sl. 11-3: Neto grijana površina, zgrada izgrađenih prije 1987. godine iskazana u m ²	163
Sl. 11-4: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a u periodu od 2015. do 2045. godine	164
Sl. 11-5: Udio smanjenja potrošnje energije za grijanje od ukupnog iznosa uštede - po rajonima	165
Sl. 11-6: Scenariji porasta stanovništva u gradu Karlovcu	174

POPIS TABLICA:

Tab. 2-1: Tehničke značajke vrelovodnih kotlova na prirodni plin/loživo ulje u Toplani Centar u Karlovcu	9
Tab. 2-2: Tehničke značajke distribucijske vrelovodne mreže CTS-a grada Karlovca	11
Tab. 2-3: Podaci o potrošnji prirodnog plina i proizvedenoj toplinskoj energiji u Toplani Centar za 2012. i 2013. godinu	12
Tab. 2-4: Tehničke značajke toplovodnih kotlova na loživo ulje u blok kotlovnici Švarča u Karlovcu	14
Tab. 2-5: Tehničke značajke toplovodnih kotlova na loživo ulje/prirodni plin u kotlovnici Opće bolnice u Karlovcu	17
Tab. 2-6: Tehničke značajke parnih kotlova na loživo ulje u kotlovnici Opće bolnice u Karlovcu	17
Tab. 3-1: Trenutni i planirani broj objekata u OP-03 i OP-05 kategorijama	24
Tab. 3-2: Trenutni toplinski konzum isporučen od tvrtke Gradska toplana d.o.o.	24
Tab. 3-3: Planirani ukupni konzum budućeg kogeneracijskog postrojenja	24
Tab. 3-4: Osnovni tehnički podaci kogeneracijske energane	28
Tab. 3-5: Pregled performansi kogeneracijske energane	28
Tab. 4-1: Porast neposredne potrošnje energije (izvor: L 4)	32
Tab. 4-2: Novelirane projekcije neposredne potrošnje energije (izvor: L 4)	33
Tab. 4-3: Propisani koeficijenti prolaska topline u građevnim dijelovima do 2009. godine	41
Tab. 4-4: Propisani koeficijenti prolaska topline u građevnim dijelovima nakon 2009. godine	41
Tab. 4-5: Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade ili po jedinici obujma grijanog dijela zgrade u ovisnosti o faktoru oblika zgrade	43
Tab. 4-6: Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od prosječnih vrijednosti (1961-1990.) - meteo postaja Karlovac	47
Tab. 4-7: Potrošnja modelirane i korisne topline za grijanje po rajonima	47
Tab. 4-8: Prikaz vrijednosti modelirane i stvarne potrošnje korisne topline po jedinice površine	47
Tab. 4-9: Usporedba srednje dnevne temperature zraka tijekom sezone grijanja u Zagrebu i Karlovcu	48
Tab. 4-10: Prikaz broja zgrada i neto grijane površine po rajonima	52
Tab. 5-1: Prikaz udjela neto korisne površine pogodne za primjenu mjera po rajonima	54
Tab. 5-2: Prikaz udjela smanjenja potrošnje korisne topline za grijanje po rajonima	55
Tab. 5-3: Definirana dinamika obnove zgrada	57
Tab. 5-4: <i>Optimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine</i>	58
Tab. 5-5: Realan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine	58
Tab. 5-6: Pesimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine	59
Tab. 5-7: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a od 2015. do 2045. godine	60
Tab. 5-8: <i>Količina i postotak ušteda po rajonima u realnom scenariju</i>	62
Tab. 6-1: Karakteristike promatranih zgrade i potrošnja PTV	64
Tab. 6-2: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada 48 stanova	65
Tab. 6-3: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje	66
Tab. 6-4: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada 60 stanova	69
Tab. 6-5: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje	69
Tab. 6-6: Priprema PTV pomoću električnih bojlera – referentni scenarij	70
Tab. 6-7: Potrošnja toplinske energije – promatrani scenarij	71
Tab. 6-8: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada Osnovne škole Grabrik	73

Tab. 6-9: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje.....	73
Tab. 6-10: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada Općinskog suda u Karlovcu	75
Tab. 6-11: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje.....	75
Tab. 6-12: Priprema PTV pomoću električnih bojlera – referentni scenarij	76
Tab. 6-13: Potrošnja toplinske energije – promatrani scenarij	77
Tab. 6-14: Broj stambenih zgrada tipa 1 i 2 po rajonima	78
Tab. 6-15: Potreban toplinski kapacitet izvora topline za namirivanje potreba pripreme PTV-a 79	
Tab. 7-1: Potencijal razgradnje ozona, potencijal efekta staklenika i vijek trajanja raznih radnih medija u kompresorskom rashladnom procesu	86
Tab. 7-2: Broj stupanj-dana za grijanje i hlađenje nekih hrvatskih gradova	100
Tab. 7-3: Cijene električne energije prema važećem tarifnom sustavu (u primjeni od 1.1.2015.) za kategoriju poduzetništvo, tarifni model "bijeli"	101
Tab. 7-4: Cijene toplinske energije iz CTS-a u gradu Zagrebu i Karlovcu u primjeni od 1.9.2014. za kategoriju poduzetništvo, TG2 (NN 105/14).....	102
Tab. 7-5: Cijene prirodnog plina u gradu Zagrebu i Karlovcu u primjeni od 1.1.2015. za kategoriju poduzetništvo TG2 model TM5 (NN 155/14).....	102
Tab. 7-6: Nova regulativa EU - zabrana stavljana na tržište nove rashladne opreme.....	109
Tab. 8-1: Podatci o potrošnji energenata OB Karlovac.....	121
Tab. 8-2: Podaci o potrošnji korisne topline energane OB Karlovac.....	122
Tab. 8-3: Godišnja maseno-energetska bilanca nove energane na biomasi	128
Tab. 8-4: Godišnja maseno-energetska bilanca dodatnog toplinskog izvora za isporuku u CTS 129	
Tab. 8-5: Rezultati simulacije mreže s priključenom bolničkom energanom.	130
Tab. 8-6: Karakteristike priključnog vrelovoda.....	132
Tab. 8-7: Pregled dostupnih financijskih instrumenata EnU za pravne osobe	135
Tab. 8-8: Uvjeti kredita/zajma za EnU HBOR-a za pravne osobe	135
Tab. 8-9: Uvjeti izdavanja jamstva za EnU HBOR-a za pravne osobe	136
Tab. 8-10: Uvjeti darovnice uz kredit/zajam za EnU HBOR-a za pravne osobe	136
Tab. 8-11: Uvjeti kredita/zajma za EnU FZOEU za pravne osobe.....	137
Tab. 8-12: Uvjeti kredita za projekte EnU iz CroPSSF linije EIB plasirani preko PBZ-a.....	140
Tab. 8-13: Uvjeti kredita za projekte EnU iz WeBSEFF II linije plasirani preko ZABE i ERSTeA 141	
Tab. 8-14: Investicijska ulaganja u revitalizaciju/izgradnju energane samo za potrebe OB Karlovac 143	
Tab. 8-15: Fiksni troškovi razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac	143
Tab. 8-16: Varijabilni troškovi razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac	143
Tab. 8-17: NSV troškova razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac.....	144
Tab. 8-18: Investicijska ulaganja u dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS... 144	
Tab. 8-19: Fiksni troškovi za dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS.....	144
Tab. 8-20: Varijabilni troškovi za dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS.....	145
Tab. 9-1: Postojeći i planirani ukupni toplinski konzum	148
Tab. 9-2 : Broj stanovnika u gradu Karlovcu prema tri scenarija	149
Tab. 9-3: Porast godišnje potrebe za toplinskom energijom s obzirom na porast stanovnika i uštedom primjenom mjera energetske obnove.....	150
Tab. 10-1: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 1 za kogeneracijsko postrojenje na biomasi TE-TO Karlovac	156

Tab. 10-2: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 2 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac	156
Tab. 10-3: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 3 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac	157
Tab. 10-4: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 4 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac	157
Tab. 10-5: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 5 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac	157
Tab. 11-1: Planirani ukupni konzum budućeg kogeneracijskog postrojenja	160
Tab. 11-2: Potrošnja modelirane i korisne topline za grijanje po rajonima	162
Tab. 11-3: Prikaz vrijednosti modelirane i stvarne potrošnje korisne topline po jedinice površine	162
Tab. 11-4: Prikaz udjela neto korisne površine pogodne za primjenu mjera po rajonima	163
Tab. 11-5: Definirana dinamika obnove zgrada.....	164
Tab. 11-6: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a od 2015. do 2045. godine	164
Tab. 11-7: Karakteristike promatranih zgrade i potrošnja PTV	166
Tab. 11-8: Investicijska ulaganja u revitalizaciju/izgradnju energane samo za potrebe OB Karlovac.....	172
Tab. 11-9: NSV troškova razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac.....	172
Tab. 11-10: Investicijska ulaganja u dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS	173
Tab. 11-11: Porast godišnje potrebe za toplinskom energijom s obzirom na porast stanovnika i uštedom primjenom mjera energetske obnove	175

1. PREGLED REGULATORNOG OKVIRA

Pregled bitnih odredbi zakona, pravilnika i ostalih propisa iz područja energetike, prostornog uređenja i gradnje te zaštite okoliša.

Zakonska regulativa u Hrvatskoj kojom se pravno regulira područje energetike, uključujući poticanje korištenja obnovljivih izvora energije i kogeneracijskih postrojenja, usklađena je sa direktivama i smjernicama Europskog zakonodavstva kojima se uređuje pitanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije a posebice se to usklađivanje odnosi na Direktive i propise iz takozvanog trećeg energetskeg paketa EU kojima se uređuje proizvodnja, prijenos/transport, distribucija i opskrba energijom odnosno tržište energije. Hrvatski sabor donio je, temeljem zahtjeva tih Direktiva, koncem prošle i početkom ove godine sljedeće zakone:

- Zakon o energiji
- Zakon o tržištu električne energije
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti
- Zakon o tržištu plina.
- Zakon o tržištu toplinske energije

Obzirom da se predmetna studija bavi pitanjima toplinske energije u nastavku se pregleda Zakona o tržištu toplinske energije, kao i kratak osvrt na Zakon o energiji kao krovni pravni akt kojim se reguliraju pitanja iz energetskeg sektora.

1.1. ZAKON O ENERGIJI

Zakon o energiji (Narodne novine br. 120/12 i 14/14) /L 1/ je opći propis i uređuje mjere za sigurnu i pouzdanu opskrbu energijom i njenu učinkovitu proizvodnju i korištenje, akte kojima se utvrđuje i na temelju kojih se provodi energetska politika i planiranje energetskeg razvitka, obavljanje energetske djelatnosti na tržištu ili kao javnih usluga te osnovna pitanja obavljanja energetske djelatnosti.

Zakonom se uređuju pitanja i odnosi koji su od zajedničkog interesa za sve energetske djelatnosti ili koji su vezani za više oblika energije. Pitanja vezana za područje plina, električne energije, nafte i naftnih derivata, toplinske energije, obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti uređuju se posebnim zakonima.

Javna usluga u smislu ovog zakona predstavlja uslugu dostupnu u svako vrijeme krajnjim kupcima i energetske subjektima prema reguliranoj cijeni i/ili uvjetima pristupa i korištenja energetske usluge, koja mora biti dostupna, dostatna i održiva uvažavajući sigurnost, redovitost i kvalitetu usluge, zaštitu okoliša, učinkovitost korištenja energije i zaštitu klime, a koja se obavlja prema načelima razvidnosti i nepristranosti te uz nadzor tijela određenih zakonom.

Energetske djelatnosti, u smislu ovoga Zakona, jesu:

- proizvodnja energije,
- prijenos, odnosno transport energije,
- skladištenje energije,
- distribucija energije,
- upravljanje energetske objektima,
- opskrba energijom,

- trgovina energijom i
- organiziranje tržišta energijom.

Energetske djelatnosti utvrđene ovim Zakonom obavljaju se prema pravilima kojima se uređuju tržišni odnosi ili kao pružanje javnih usluga.

Posebnim zakonima koji uređuju pojedina tržišta energije detaljno će se propisati energetske djelatnosti koje se obavljaju kao javne usluge.

Kada energetska subjekt obavlja dvije ili više energetskih djelatnosti ili uz energetska djelatnost obavlja i drugu djelatnost dužan je voditi poslovne knjige i sastavljati financijska izvješća za svaku energetska djelatnost posebno i odvojeno od drugih djelatnosti, prema propisima o računovodstvu poduzetnika.

Cijena energije za krajnje kupce sadrži:

- dio cijene koji se slobodno ugovara,
- dio cijene koji se regulira, a može biti određen primjenom tarifnog sustava,
- naknade i ostala davanja propisana posebnim propisima.

Tarifni sustav čine propisana metodologija i iznos tarifne stavke. Tarifni sustavi trebaju poticati mehanizme za poboljšanje energetske učinkovitosti i upravljanje potrošnjom, uključujući i povećano korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Metodologija se temelji na opravdanim troškovima poslovanja, održavanja, zamjene, izgradnje ili rekonstrukcije objekata i zaštite okoliša te mora osigurati odgovarajući povrat na razumno uložena sredstva, a može se zasnivati na metodi poticajne regulacije ili nekoj drugoj metodi ekonomske regulacije. Metodologija mora biti nepristrana i razvidna, a određuje ju HERA.

1.2. ZAKON O TRŽIŠTU TOPLINSKE ENERGIJE

Zakon o tržištu toplinske energije (Narodne novine br. br. 80/13, 14/14 i 102/14), /L 2/ kao i ostali zakoni iz područja energetike, usklađen je sa europskom pravnom stečevinom i predstavlja dio tzv. trećeg energetskeg paketa, odnosno njegove implementacije u zakonodavstvo RH.

Iz članka 5. navedenog zakona proizlaze obaveze jedinica lokalne samouprave:

- Jedinice lokalne samouprave dužne su poticati, planirati i odobriti izgradnju toplinskih sustava te u skladu s mjerama energetske učinkovitosti osigurati prednost centralnim toplinskim sustavima pri izgradnji te kada je to svrsishodno, osigurati priključenje zatvorenih toplinskih sustava na centralne toplinske sustave.
- Jedinice lokalne samouprave dužne su planirati i odobriti izgradnju zatvorenih ili samostalnih toplinskih sustava na područjima i u objektima gdje gospodarski nije isplativa izgradnja centralnih toplinskih sustava.
- Jedinice lokalne samouprave dužne su planirati razvoj toplinskih sustava ako se na njihovu području nalaze kogeneracije ili ako na svom području razvijaju kogeneracije na obnovljive izvore energije.
- Jedinice lokalne samouprave dužne su prilikom izrade dokumenata prostornog uređenja dati prednost izgradnji i razvoju distribucijske mreže, koja bi se koristila za zadovoljavanje potrebe kućanstava, poslovnih potrošača i industrije toplinskom energijom te o istom pribaviti suglasnost Ministarstva, odnosno ureda državne uprave u županiji, odnosno upravnog tijela Grada Zagreba nadležnog za poslove energetike.
- Jedinice lokalne samouprave dužne su u slučaju kupca toplinske energije u poteškoćama, na svome području, odrediti drugog kupca toplinske energije, do odabira novog kupca od strane ovlaštenog predstavnika suvlasnika sukladno članku 11. stavku 5. ovoga Zakona.

Kupac toplinske energije

Sukladno odredbama članka 6. zakona djelatnosti proizvodnje i opskrbe toplinskom energijom se smatraju tržišnim djelatnostima, dok se djelatnost distribucije toplinske energije obavlja kao javna usluga.

Člankom 11. zakona uvodi se djelatnost kupca toplinske energije. Djelatnost kupca obavlja pravna ili fizička osoba koja u ime i za račun vlasnika i/ili suvlasnika zgrade/građevine, koja se sastoji od više samostalnih uporabnih cjelina, kupuje energent za proizvodnju toplinske energije u samostalnom toplinskom sustavu, odnosno kupuje toplinsku energiju od opskrbljivača toplinske energije u zatvorenom ili centralnom toplinskom sustavu.

Ovlašteni predstavnik suvlasnika podnosi odluku o sklapanju ugovora o potrošnji toplinske energije s kupcem pravnoj ili fizičkoj osobi (kupcu toplinske energije), za obavljanje djelatnosti kupca, isključivo temeljem odluke većine glasova suvlasnika koja se računa po suvlasničkim dijelovima, a ne po broju suvlasnika. Ovlašteni predstavnik suvlasnika sklopit će ugovor o potrošnji toplinske energije s kupcem toplinske energije, koji se smatra sklopljenim sa svim krajnjim kupcima unutar zgrade/građevine.

Ako kupac toplinske energije obavlja djelatnost kupca za više samostalnih toplinskih sustava ili energetske djelatnosti iz članka 6. stavka 1. ovoga Zakona ili neku drugu djelatnost sukladno nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti, obvezna je voditi odvojeno analitičko knjigovodstvo, u skladu s posebnim propisom, za svaku zgradu/građevinu, u skladu s člankom 46. stavkom 3. ovoga Zakona.

Člancima 12. – 14. zakona klasificiraju se toplinski sustavi kao:

- Samostalni toplinski sustav – sastoji se od kotlovnice, mjerila toplinske energije i unutarnjih instalacija, a kojim upravlja i održava ga kupac toplinske energije. U samostalnom toplinskom sustavu cijene isporučene toplinske energije krajnjim kupcima slobodno se utvrđuju u skladu s tržišnim uvjetima.
- Zatvoreni toplinski sustav – toplinski sustav koji može obuhvaćati više industrijskih i/ili stambeno-poslovnih zgrada/građevina koje imaju zajednički toplinski sustav, a za koji nije potrebno ishoditi ugovor o koncesiji. Energetski subjekt koji ima dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti opskrbe toplinskom energijom dužan je osigurati stručno upravljanje, rukovanje i održavanje zatvorenim toplinskim sustavom. U zatvorenom toplinskom sustavu cijene isporučene toplinske energije kupcima toplinske energije slobodno se utvrđuju u skladu s tržišnim uvjetima.
- Centralni toplinski sustav – toplinski sustav koji obuhvaća više zgrada/građevina, a u kojemu energetsku djelatnost proizvodnje i opskrbe toplinske energije može obavljati jedan ili više energetskih subjekata, odnosno distribuciju toplinske energije obavlja jedan energetski subjekt na temelju ugovora o koncesiji za distribuciju toplinske energije ili ugovora o koncesiji za izgradnju distribucijske mreže. Svi proizvođači toplinske energije imaju pravo pristupa na centralni toplinski sustav u skladu s mrežnim pravilima za distribuciju toplinske energije.

Proizvodnja toplinske energije

Proizvođač toplinske energije je pravna ili fizička osoba koja je od Agencije ishodila dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti proizvodnje toplinske energije. Za proizvodnju toplinske energije u toplinskom sustavu u kotlovnicama čija je instalirana proizvodna snaga veća od 2 MW obvezno je ishoditi dozvolu Agencije za obavljanje energetske djelatnosti proizvodnje toplinske energije.

Energetski subjekt koji koristi energetski objekt kogeneracije i koristi otpad, biorazgradive dijelove otpada ili obnovljive izvore energije za proizvodnju toplinske energije na gospodarski primjeren način, u skladu s propisima kojima se uređuje zaštita okoliša i gospodarenje otpadom, može steći status povlaštenog proizvođača električne i toplinske energije.

Energetska djelatnost proizvodnje toplinske energije u centralnom toplinskom sustavu smatra se javnom uslugom do trenutka kada udio proizvodnje određenog proizvođača toplinske energije bude manji od 60% potrebe za toplinskom energijom centralnog toplinskog sustava, kada će se ova energetska djelatnost obavljati kao tržišna djelatnost. Do nastupanja navedenog uvjeta, proizvođač toplinske energije u centralnom toplinskom sustavu dužan je primijeniti iznos tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije na temelju metodologije koju donosi HERA.

Analiza koristi i troškova sukladno odredbama propisa kojim se uređuje područje energetske učinkovitosti provest će se u sljedećim slučajevima kada se:

- planira novo proizvodno postrojenje za proizvodnju električne i toplinske energije s ukupnom toplinskom snagom većom od 20 MW kako bi se procijenili troškovi i koristi osiguranja rada postrojenja kao visokoučinkovitog kogeneracijskog postrojenja;
- u značajnoj mjeri radi rekonstrukcija postojećeg proizvodnog postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije s ukupnom toplinskom snagom većom od 20 MW kako bi se procijenili troškovi i koristi njegove pretvorbe u visokoučinkovitu kogeneraciju;
- planira ili u značajnoj mjeri rekonstruira industrijsko postrojenje s ukupnom toplinskom snagom većom od 20 MW u kojem se proizvodi otpadna toplina na korisnoj temperaturnoj razini kako bi se procijenili troškovi i koristi iskorištavanja otpadne

toplina radi udovoljavanja gospodarski opravdanoj potražnji, uključujući putem kogeneracije i priključivanja tog postrojenja na zatvorene i centralne toplinske sustave;

- planiraju novi zatvoreni i centralni toplinski sustavi ili ako se u postojećim zatvorenim i centralnim toplinskim sustavima planira novo proizvodno postrojenje za proizvodnju energije s ukupnom toplinskom snagom većom od 20 MW ili ako se u značajnoj mjeri rekonstruira takvo postojeće postrojenje kako bi se procijenili troškovi i koristi iskorištavanja otpadne topline iz susjednih industrijskih postrojenja.

Distribucija toplinske energije

Jedinica lokalne samouprave, koja na svom distribucijskom području ima distribucijsku mrežu za distribuciju toplinske energije, dužna je osigurati trajno obavljanje energetske djelatnosti distribucije toplinske energije.

Jedinica lokalne samouprave i energetski subjekt za distribuciju toplinske energije dužni su osigurati kvalitetno obavljanje energetske djelatnosti distribucije toplinske energije na načelima održivog razvitka, osigurati održavanje distribucijske mreže u stanju funkcionalne sposobnosti i osigurati transparentan način rada distributera toplinske energije.

Za područje ili dio područja jedinice lokalne samouprave gdje postoji distribucijska mreža, predstavničko tijelo jedinice lokalne samouprave, u ime jedinice lokalne samouprave, daje koncesiju za distribuciju toplinske energije ako je za to područje javna usluga distribucije toplinske energije prevladavajuća, odnosno javni radovi su sporedni uz glavni predmet ugovora. Za područje ili dio područja jedinice lokalne samouprave gdje ne postoji distribucijska mreža, predstavničko tijelo jedinice lokalne samouprave, u ime jedinice lokalne samouprave, daje koncesiju za izgradnju distribucijske mreže.

Za obavljanje energetske djelatnosti distribucije toplinske energije HERA određuje iznos tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije na temelju tarifne metodologije, a u skladu s odredbama zakona kojim se uređuje energetski sektor i regulacija energetske djelatnosti.

Utvrđivanje naknade za priključenje na distribucijsku mrežu novih i za povećanje priključnog kapaciteta postojećih energetske subjekata i kupaca toplinske energije propisuje se metodologijom za utvrđivanje naknade za priključenje na distribucijsku mrežu i za povećanje priključne snage koju donosi HERA, u skladu s odredbama zakona kojim se uređuje energetski sektor i regulacija energetske djelatnosti.

Opskrba toplinskom energijom

Opskrbljivač toplinskom energijom jamči kontinuitet i pouzdanost sustava opskrbe toplinskom energijom zajedno s energetskim subjektom koji obavlja energetsku djelatnost distribucije toplinske energije. Opskrbljivač toplinskom energijom odgovoran je za osiguranje dovoljne količine toplinske energije za potrebe kupca toplinske energije, odnosno krajnjih kupaca te uredno obavljanje energetske djelatnosti opskrbe toplinskom energijom.

Proizvođač toplinske energije može sklopiti ugovor o prodaji toplinske energije neposredno s kupcem toplinske energije ili opskrbljivačem toplinske energije.

Mjesto razgraničenja između proizvođača toplinske energije i distributera toplinske energije je obračunsko mjerno mjesto za preuzimanje toplinske energije.

Mjesto razgraničenja između distributera toplinske energije i opskrbljivača i/ili kupca toplinske energije je obračunsko mjerno mjesto za prodaju toplinske energije opremljeno zajedničkim mjerilom toplinske energije.

Izdvajanje iz toplinskog sustava

Iznimno od odredbi članaka ovoga Zakona, krajnji kupac, na zajedničkom mjerilu toplinske energije, može se izdvojiti iz zajedničkog toplinskog sustava uz ispunjavanje sljedećih uvjeta:

- ishođenje pisane suglasnosti za izdvajanje s toplinskog sustava temeljem odluke većine glasova suvlasnika koja se računa po suvlasničkim dijelovima, a ne po broju suvlasnika unutar zgrade/građevine.

Isključenje zgrade/građevine iz toplinskog sustava moguće je uz podnošenje zahtjeva ovlaštenog predstavnika suvlasnika, na temelju prethodno postignute suglasnosti svih krajnjih kupaca na zajedničkom mjerilu toplinske energije, za izdvajanje svih samostalnih uporabnih cjelina unutar zgrade/građevine te uz prethodnu suglasnost distributera i opskrbljivača toplinskom energijom.

Računovodstveno razdvajanje djelatnosti

Energetski subjekt koji obavlja više djelatnosti iz ovog Zakona dužan je računovodstveno razdvojiti djelatnosti radi primjene načela nediskriminacije korisnika toplinskog sustava, izbjegavanja narušavanja tržišnog natjecanja i međusobnog subvencioniranja energetskih djelatnosti koje se obavljaju kao tržišne i energetskih djelatnosti koje se obavljaju kao javne usluge.

Energetski subjekt dužan je izraditi, objaviti i dati na reviziju godišnje financijske izvještaje. Revizija godišnjega financijskog izvještaja mora potvrditi da se poštivalo načelo nediskriminacije korisnika toplinskog sustava i izbjegavanja međusobnog subvencioniranja energetskih djelatnosti u sektoru toplinarstva koje se obavljaju kao tržišne djelatnosti i energetskih djelatnosti koje se obavljaju kao javne usluge. Godišnji financijski izvještaji moraju sadržavati podatke o transakcijama s povezanim energetskim subjektima.

Distributer toplinske energije dužan je u svojim poslovnim knjigama, odvojeno voditi podatke koji se odnose na djelatnost distribucije toplinske energije od drugih energetskih i ostalih djelatnosti.

Opskrbljivač toplinske energije dužan je u svojim poslovnim knjigama odvojeno voditi podatke koji se odnose na djelatnost opskrbe toplinske energije i djelatnosti kupca toplinske energije.

Kupac toplinske energije dužan je voditi analitičko knjigovodstvo za svaku zgradu/građevinu odvojeno.

Ugradnja uređaja

Vlasnici samostalnih uporabnih cjelina, u zgradi/građevini izgrađenoj prije stupanja na snagu ovoga Zakona, dužni su radi racionalnijeg korištenja energije ugraditi uređaje za regulaciju odavanja topline i uređaje za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije (razdjelnik) ili mjerila za mjerenje potrošnje toplinske energije.

Svi vlasnici samostalnih uporabnih cjelina unutar zgrade/građevine izgrađene do dana stupanja na snagu ovog Zakona koje imaju više od 70 (sedamdeset) samostalnih uporabnih cjelina, a spojene su na toplinski sustav, dužne su ugraditi uređaje za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije (razdjelnike) do 31. 12. 2015. u svaku samostalnu uporabnu cjelinu.

Svi vlasnici samostalnih uporabnih cjelina unutar zgrade/građevine izgrađene do dana stupanja na snagu ovoga Zakona koje imaju 2 (dvije) ili više samostalnih uporabnih cjelina, a spojene su

na toplinski sustav dužne su ugraditi uređaje za lokalnu razdiobu isporučene toplinske energije (razdjelnike) do 31. 12. 2016. u svaku samostalnu uporabnu cjelinu.

U zgradi/građevini mogu se ugrađivati uređaji samo jednog proizvođača mjernih uređaja kojega vlasnici samostalnih uporabnih cjelina u zgradi/građevini slobodno izaberu, a kako bi se omogućio jedinstveni sustav očitavanja i naplate isporučene toplinske energije.

Metodologije utvrđivanja tarifnih stavki za proizvodnju/distribuciju toplinske energije

Proizvodnja toplinske energije može se obavljati kao tržišna djelatnost ili javna usluga, ovisno o udjelu pojedinog proizvođača toplinske energije. Kada se proizvodnja toplinske energije obavlja kao javna usluga cijena toplinske energije utvrđena je metodologijom. Isto vrijedi i za djelatnost distribucije toplinske energije, obzirom da se ona može isključivo obavljati kao javna usluga.

Obje spomenute metodologije se temelje na opravdanim troškovima poslovanja, održavanja, zamjene, izgradnje ili rekonstrukcije objekata i zaštite okoliša te uključuje povrat sredstava od investicija u energetske objekte i opremu za proizvodnju/distribuciju toplinske energije. Dozvoljeni prihod treba pokriti troškove za obavljanje energetske djelatnosti proizvodnje toplinske energije te osigurati prihod od reguliranih sredstava.

Navedena metodologije temelje se na dozvoljenom prihodu proizvođača/distributera toplinske energije. Dozvoljeni prihod se računa prema formuli:

$$DP_t = T_{fix(t-1)} \times (1 + I_{t-1}) \times (1 - X) + T_{var,t} + A_{t-1} + PRO_t \quad (1-1)$$

pri čemu je

DP_t - dozvoljeni prihod u regulacijskoj godini t ,

$T_{fix(t-1)}$ - fiksni troškovi u temeljnoj godini $t-1$,

I_{t-1} - stopa inflacije u temeljnoj godini,

X - koeficijent učinkovitosti, trenutačno 0,

$T_{var,t}$ - troškovi goriva u regulacijskoj godini t ,

A_{t-1} - amortizacija reguliranih sredstava u temeljnoj godini $t-1$,

PRO_t - prinos od reguliranih sredstava u regulacijskoj godini t .

2. PREGLED POSTOJEĆEG STANJA TOPLINSKE OPSKRBE

Toplinska opskrba područja grada Karlovca, koncipirana je kroz više samostalnih i zatvorenih toplinskih sustava (STS, ZTS) te jedan centralni toplinski sustav (CTS). Prema veličini sustava (instaliran učin proizvodnih jedinica, duljina distribucijske mreže i broj kupaca), najveći dio toplinske opskrbe odvija se kroz sljedeća tri toplinska sustava /L 7/:

- Centralni toplinski sustav grada Karlovca (CTS Karlovac);
- Zatvoreni toplinski sustav Švarča (ZTS Švarča) i
- Zatvoreni toplinski sustav Mala Švarča (ZTS Mala Švarča).

Postojeći toplinski sustavi grada Karlovca prikazani su u prilogu (sl. p- 1 i sl. p- 2 u Pril. 2). Slično kao i u ostalim gradovima kontinentalnog dijela Hrvatske, osim toplinskim sustavima, ogrjevne potrebe grada pokrivaju se i putem pojedinačnih (sobnih) uređaja (peći i sl.) te etažnih sustava grijanja. Od ostalih većih toplinskih sustava u javnom sektoru, dan je pregled Opće bolnice Karlovac.

2.1. CENTRALNI TOPLINSKI SUSTAV GRADA KARLOVCA

Trenutno u gradu Karlovcu postoji relativno razvijen centralizirani toplinski sustav (CTS) kojim upravlja gradsko poduzeće Gradska toplana d.o.o. Proizvodna postrojenja nalaze se u Toplani Centar u Ulici Tina Ujevića 7 (sl. 2-1).



Sl. 2-1: Toplana Centar u Karlovcu

Distribucijska mreža rasprostire se na području 5 gradskih četvrti (Banija, Grabrik, Luščić Jamadol, Novi Centar i Rakovac) gdje se u potpunosti ili djelomično pruža usluga grijanja prostora za kućanstva i poslovne korisnike. Navedeni CTS grada Karlovca nema mogućnost grijanja potrošne tople vode (PTV).

2.1.1. TOPLINSKI IZVORI

Postojeći toplinski izvori CTS-a grada Karlovca smješteni su u Toplani Centar. Ukupna instalirana snaga svih izvora na lokaciji iznosi 116 MW. Glavni toplinski izvor predstavlja vrelovodni kotao snage 56 MW, ložen prirodnim plinom. Kotao je proizveden 1986. godine, a prvotno je kao gorivo koristio srednje teško loživo ulje. Korištenje prirodnog plina na navedenom kotlu omogućeno je rekonstrukcijom (zamjenom plamenika) iz 2006. godine. Kao vršni i pomoćni kotlovi koriste se dva vrelovodna kotla pojedinačne snage 28 MW, loženi isključivo srednje teškim loživim uljem (LUS), proizvedeni 1978. godine. Tehničke podatke o navedenim kotlovima prikazuje sljedeća tablica (tab. 2-1).

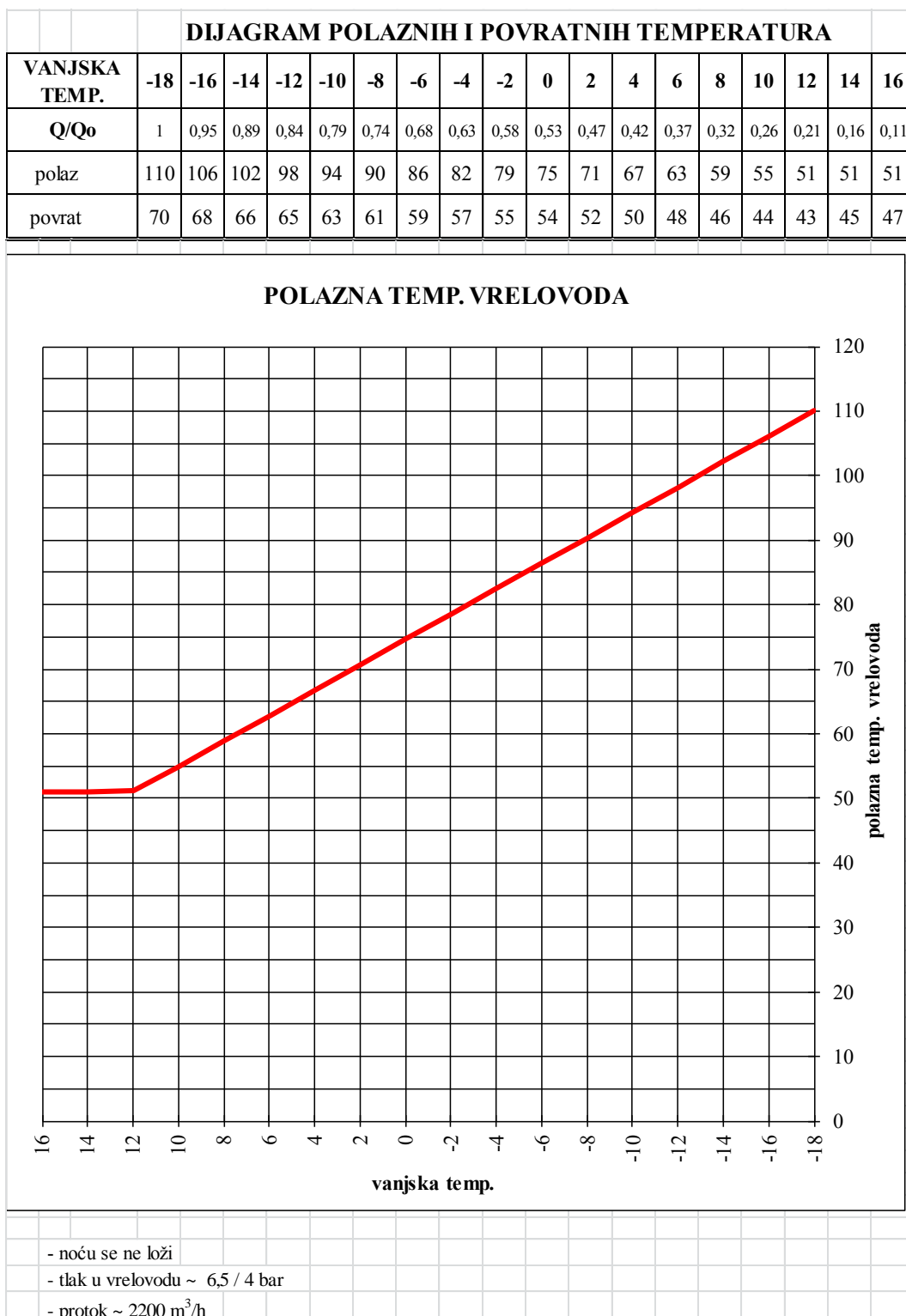
Tab. 2-1: Tehničke značajke vrelovodnih kotlova na prirodni plin/loživo ulje u Toplani Centar u Karlovcu

1. Energetski objekt *		TOPLANA - Centar		
1. Ukupna instalirana snaga kotlovnice	MW	116		
2. Kotao		I	II	III
1. Proizvođač	-	TPK	TPK	TPK
2. Vrsta / tip postrojenja	-	Vrelovodni VKLM	Vrelovodni VKLM	Vrelovodni VKLM
3. Godina proizvodnje	god	1986	1978	1978
4. Godina instaliranja	god	1987	1979	1979
5. Medij	-	voda	voda	voda
6. Tlak medija	MPa	1,1	1	1
7. Temperatura medija	°C	160/120	160/120	160/120
8. Toplinska snaga postrojenja	MW	58	29	29
3. Plamenik				
1. Proizvođač i tip	-	SAACKE SKVG 300	SAACKE SKV 150 b	SAACKE SKV 150 b
2. Godina ugradnje	god	2006	1979	1979
3. Gorivo (osnovno i rezervno)	-	zemni plin / loživo ulje - srednje (LUS II)	loživo ulje - srednje (LUS II)	loživo ulje - srednje (LUS II)
4. Potrošnja goriva	kg/s	1,45	0,74	0,74
5. Snaga plamenika	kW	58000	29000	29000
4. Spremnik goriva			S - I	S - II
1. Vrsta goriva	-		LUS-II	LUS-II
2. Datum ugradnje	dan, mj, god		1976	1987
3. Volumen	m ³		1000	1000
5. Ostali spremnici			Ekspanzijski rezervoar	Ekspanzijski rezervoar
1. Volumen spremnika	m ³		60	60
2. Izvedba spremnika	-		nadzemni	nadzemni
3. Nazivni tlak	MPa		atmosferski	atmosferski

2.1.2. DISTRIBUCIONA STANICA I DIJAGRAM VOŽNJE

Cirkulaciju ogrjevnog medija kroz distribucijsku mrežu osigurava 6 cirkulacijskih pumpi pojedinačnog kapaciteta 2 400 m³/h. Tlak u sustavu se održava putem tri napojne pumpe kapaciteta 500 m³/h.

Nazivni temperaturni režim vrelovodne mreže je 120/70 °C. Međutim, zbog dotrajalosti mreže na navedenom režimu bi se javljali veliki toplinski gubitci. Iz navedenog razloga posljednjih godina je značajno snižen temperaturni režim mreže te temperatura polaznog voda ne prelazi 105 °C. Dijagram vožnje vrelovodne mreže CTS grada Karlovca u ovisnosti o vanjskoj temperaturi prikazuje sljedeća slika (sl. 2-2).



Sl. 2-2: Dijagram vožnje vrelovodne mreže CTS grada Karlovca

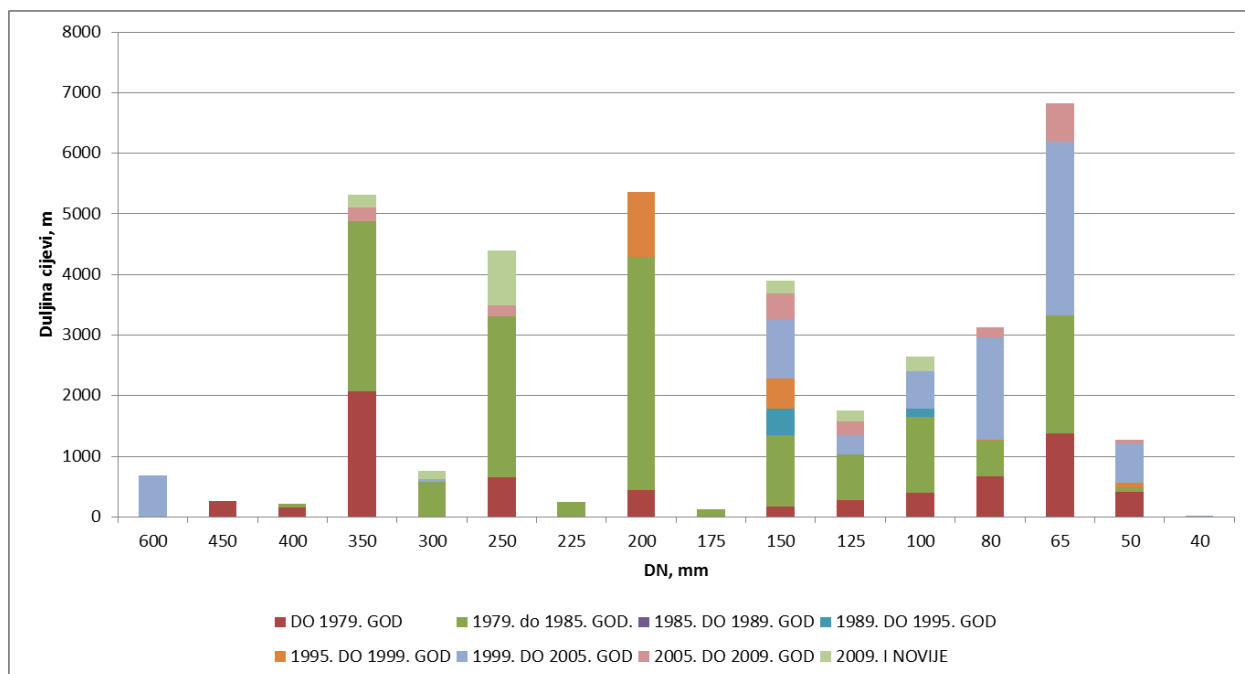
2.1.3. DISTRIBUCIJSKA VRELOVODNA MREŽA

Toplinska energija distribuira se potrošačima u oba sustava kroz vrelovodnu, odnosno toplovodnu mrežu ukupne duljine trase 22,1 km (tab. 2-2). Procjenjuje se kako ukupna površina koju opskrbljuje Toplana d.o.o. iznosi 250,8 ha, što je 9,4 % područja gradskog naselja namijenjenog izgradnji. Ukupno se toplina isporučuje preko 179 toplinskih stanica.

Tab. 2-2: Tehničke značajke distribucijske vrelododne mreže CTS-a grada Karlovca

Zona toplinske opkrbe	BANJIA - Zona 1	RAKOVAC - Zona 2	NOVI CENTAR - Zona 3	LUŠČIĆ - Zona 4	GRABRIK - Zona 5	NOVI CENTAR 1 - Zona 6	NOVI CENTAR 2 - Zona 7	UKUPNO
Broj šahtova	22	55	7	29	20	19	6	158
Broj toplinskih stanica	13	43	9	40	34	32	8	179
Dužina trase vrelododa [m]	2 685	5 132	1 102	5 256	3 512	3 424	1 031	22 142

Strukturu vrelododne mreže po starosti i promjeru prikazuje sljedeća slika (sl. 2-3). Vidljivo je da je preko 2/3 mreže starije od 25 godina, te se može zaključiti da su potrebna značajna ulaganja u modernizaciju vrelododne mreže. Navedena starost vrelododne mreže utječe i na gubitke u distribuciji toplinske energije, koji iznose preko 10 % na godišnjoj razini. Razvod vrelododne mreže CTS-a grada Karlovca prikazan je u prilogu (sl. p- 2 u Pril. 2).



Sl. 2-3: Struktura vrelododne mreže po starosti i promjeru

2.1.4. PODATCI O POTROŠNJI GORIVA, PROIZVEDENOJ I ISPORUČENOJ TOPLINSKOJ ENERGIJI

Tablica tab. 2-3 prikazuje podatke o potrošnji prirodnog plina i proizvedenoj toplinskoj energiji u Toplani Centar za 2012. i 2013. godinu. U tablici su prikazane i vrijednosti isporučene toplinske energije potrošačima, kao i zakupljena snaga u CTS-u.

Tab. 2-3: Podaci o potrošnji prirodnog plina i proizvedenoj toplinskoj energiji u Toplani Centar za 2012. i 2013. godinu

	Jedinica	Kućanstva	Poslovni potrošači	Ukupno
Isporučena toplinska energija	MWh	51 863	12 868	64 731
Zakupljena snaga potrošača	MW	54,06	15,41	69,47
Proizvedena toplinska energija	MWh	57 568	14 283	71 851
Potrošnja prirodnog plina	MWh			78 879

Vidljivo je da su godišnji gubici u vrelovodnoj mreži 10,9 %, dok je učinkovitost pretvorbe energije goriva u toplinsku energiju (učinkovitost vrelovodnog kotla) 92,1 %.

2.2. ZATVORENI TOPLINSKI SUSTAV ŠVARČA

Pored CTS grada Karlovca, Gradska Toplana d.o.o. upravlja i zatvorenim toplinskim sustavom Švarča koji čini blok kotlovnica na adresi Baščinska cesta 41 (sl. 2-4).



Sl. 2-4: Blok kotlovnica Švarča u Karlovcu

Na navedenu blok kotlovnicu vrelovodima je spojeno 12 zgrada u gradskoj četvrti Švarča. ZTS Švarča nema mogućnost grijanja PTV-a, već se toplina isključivo koristi za potrebe grijanja prostora.

2.2.1. TOPLINSKI IZVORI

Blok kotlovnicu Švarča čine dva kotla ukupne snage 1 500 kW. Kotlovi su loženi loživim uljem ekstra lakim (LUEL), a proizvedeni su 2003. i 1982. godine. Tehničke podatke o navedenim kotlovima prikazuje sljedeća tablica (tab. 2-4).

Tab. 2-4: Tehničke značajke toplovodnih kotlova na loživo ulje u blok kotlovnici Švarča u Karlovcu

1. Energetski objekt *		Blok kotlovnica Švarča	
1. Ukupna instalirana snaga kotlovnice	MW	1,5	
2. Kotao		I	II
1. Proizvođač		ORION	TPK
2. Vrsta / tip postrojenja		toplovodni 800kW	toplovodni 700kW
3. Godina proizvodnje		2003	1980
4. Godina instaliranja		2003	1982
6. Medij		voda	voda
8. Temperatura medija	°C	90	90
9. Toplinska snaga postrojenja	MW	0,8	0,7
3. Plamenik			
1. Proizvođač i tip		CTC uljni plamenik BENTONE 60-2F	Venterm 3/LVDP
2. Godina ugradnje		2003	
3. Gorivo (osnovno i rezervno)		LUEL	LUEL
4. Potrošnja goriva	kg/s	0,0183	0,01555
5. Snaga plamenika	kW	800	700
4. Spremnik goriva		S - I	S - II
1. Vrsta goriva		LUEL	LUS-II
2. Datum ugradnje			1987
3. Volumen	m ³	50	1000

2.2.2. TOPLINSKA STANICA I VRELOVODNA MREŽA

Nazivni temperaturni režim ZTS Švarča je 90/70 °C. Cirkulaciju ogrjevnog medija osiguravaju 4 cirkulacijske pumpe.

Dužina vrelovodne mreže iznosi 235 m, a promjeri vrelovoda variraju od DN 50 do DN 100 mm. Vrelovodna mreža je izgrađena 1982. godine od predoizoliranih čeličnih cijevi, i od tada nije bilo ulaganja u revitalizaciju mreže.

2.3. ZATVORENI TOPLINSKI SUSTAV MALA ŠVARČA

Industrijska zona Mala Švarča (bivši tvornički krug Jugoturbine) grije se zatvorenim toplinskim sustavom čiju osnovu čini toplana Mala Švarča i približno 1 km vrelovodne mreže. Toplana Mala Švarča u vlasništvu je tvrtke ENERGOREMONT d.d., poduzeća nastalog kao prateća djelatnost proizvodnji turbina, motora i pumpi u industrijskom bazenu bivše Jugoturbine (pravni slijednik poduzeća Jugoturbina-Održavanje i alatnica s.p.o., pod imenom ENERGOREMONT posluje od 1991. godine).

Toplana je izgrađena u vrijeme postojanja tvornice Jugoturbina, prije više od 30 godina. Namjena toplane je bilo grijanje cijelog kruga bivše tvornice, danas poznato kao Južna industrijska zona. Raspodjelom imovine bivšeg pravnog subjekta Jugoturbina, toplana je pripala tvrtki ENERGOREMONT d.d. Postojeća toplana smještena je istočno od lokacije Alstom Hrvatska, i povezana je sa oko 600 metara vrelovoda sa toplinskom stanicom.



Sl. 2-5: Toplana Mala Švarča

Padom gospodarskih aktivnosti na području Južne industrijske zone, značajno se smanjila i potražnja za toplinskom energijom na lokaciji. Navedeno potvrđuje i zamjena kotla u kotlovnici izvedena 2012. godine. Stari kotao VKLM-16, proizveden 1981. godine, imao je toplinsku snagu od 18,6 MW. Novi kotao ORO 7 VV ima snagu 7 MW.

2.4. OPĆA BOLNICA KARLOVAC

Pored toplinskih sustava u gradu Karlovca, veliki potrošač toplinske energije je i Opća bolnica Karlovac (sl. 2-6).



Sl. 2-6: Opća bolnica Karlovac sa vlastitom kotlovnicom

Pregled trenutnog stanja toplinske opskrbe OB Karlovac dan je u nastavku /L 8/.

Bolnica se opskrbljuje toplinom iz vlastitih kotlovskih agregata. Oni su smješteni u kotlovnici koja je izgrađena u drugoj etapi izgradnje bolnice, 1971-73.g., kao zaseban objekt. Toplinski agregati su, redom:

- toplovodni kotao BKG 40, proizvodnje TPK iz 1986.g., snage 2,5 MW, s plamenikom Weishaupt RGM S10;
- toplovodni kotao BKG 40, proizvodnje TPK iz 1973.g., snage 2,9 MW, s plamenikom Weishaupt RGM S11;
- toplovodni kotao Vitomax 200, proizvodnje Viessmann iz 2000.g., snage 3,2 MW, s plamenikom Riello;
- dva parna kotla proizvodnje RSG Dinamika, iz 2000.g., kapaciteta 1500 kg/h, s plamenicima Riello.

Njihove tehničke značajke dane su tablično (tab. 2-5, tab. 2-6).

Tab. 2-5: Tehničke značajke toplovodnih kotlova na loživo ulje/prirodni plin u kotlovnici Opće bolnice u Karlovcu

1. Energetski objekt *		Toplovodna kotlovnica Opća bolnica Karlovac		
1. Ukupna instalirana snaga kotlovnice	MW	8,6		
2. Kotao		I	II	III
1. Proizvođač		TPK	TPK	Viessmann
2. Vrsta / tip postrojenja		Toplovodni BKG 40	Toplovodni BKG 40	Toplovodni Vitomax 200
3. Godina proizvodnje		1973	1986	2000
4. Godina instaliranja		1973	1986	2000
5. Medij		voda	voda	voda
6. Tlak medija	MPa	10	10	10
7. Temperatura medija	°C	90/70	90/70	90/70
8. Toplinska snaga postrojenja	MW	2,9	2,5	3,2
3. Plamenik				
1. Proizvođač i tip		Weishaupt RGM111	Weishaupt RGM S10	Riello
2. Godina ugradnje				
3. Gorivo (osnovno i rezervno)		LUL II/prirodni plin	LUL II/prirodni plin	
4. Potrošnja goriva	kg/s			
5. Snaga plamenika	kW			
4. Spremnik goriva				
1. Vrsta goriva		LUL II		
2. Datum ugradnje				
3. Volumen	m ³	100		

Parni kotlovi su loženi ekstralakim lož uljem (ELLU), a toplovodni kotlovi lakim lož-uljem (LU L-II). Do sredine 2007.g. gorivo korišteno za toplovodne kotlove je bilo srednje lož-ulje (LU Srednje-II). Opskrba gorivom se vrši iz ukopanog spremnika kapaciteta 100 m³. Kotlovnica je opremljena standardnom opremom za kemijsku pripremu napojne vode. Navedeni instalirani Weishauptovi plamenici su kombinirani za loživo ulje i plin, a trenutno se koristi samo loživo ulje. Napojna voda za kotlove se dobavlja iz sustava ionskih izmjenjivača u kotlovnici.

Tab. 2-6: Tehničke značajke parnih kotlova na loživo ulje u kotlovnici Opće bolnice u Karlovcu

1. Energetski objekt *		Parna kotlovnica Opća bolnica Karlovac	
1. Ukupna instalirana snaga kotlovnice	t/h	3	
2. Kotao			
1. Proizvođač		RSG Dinamika	RSG Dinamika
2. Vrsta / tip postrojenja			
3. Godina proizvodnje		2000	2000
4. Godina instaliranja		2000	2000
6. Medij		suhozasićena para, 10 bar	suhozasićena para, 10 bar
8. Temperatura medija	°C	311	311
9. Toplinska snaga postrojenja	t/h	1,5	1,5
3. Plamenik			
1. Proizvođač i tip		Riello	Riello
2. Godina ugradnje		2000	2000
3. Gorivo (osnovno i rezervno)		LUEL	LUEL
4. Potrošnja goriva	kg/s		
5. Snaga plamenika	kW		
4. Spremnik goriva			
1. Vrsta goriva			
2. Datum ugradnje			
3. Volumen	m ³		

Za grijanje objekta koristi se toplovodni sustav grijanja temperatura 105°/99°C, pri tlaku od 10 bara. Topla voda iz kotlova se razvodi pomoću dobavno-povratnih razdjelnika i cirkulacijskih pumpi po objektima bolnice. Sustav toplovodnog grijanja ima centralni nadzor, vođeno iz kontrolne sobe u sklopu kotlovnice.

Ogrjevna voda se razvodi po objektima u toplinske podstanice. Cjevovodi prolaze energetskim kanalima duljine oko 200 m. Objekti se griju preko sedam podstanica:

- NPS (neuropsihijatrija)
- ginekologija
- kirurgija
- kuhinja
- patologija
- fizikalno-poliklinika
- školski objekt pokraj bolnice.

Od tih podstanica, tri imaju mogućnost regulacije prema vanjskoj temperaturi, a ukupno pet je regulirano pomoću miješajućih ventila.

Parni kotlovi RSG Dinamika proizvode suhozasićenu paru tlaka 10 bara, a u pogonu su kao radni i rezervni. Para se koristi za generator sterilne pare, te za kotlove u kuhinji. Do potrošača se distribuira magistralnim parovodom. Od potrošača pare, kondenzat se vraća u kotlovnicu u spremnik kondenzata, te ponovo u napojni spremnik. Instaliran je sustav za kontrolu zagađenosti kondenzata.

U sklopu bolnice postoji i stanica za ukapljeni naftni plin, za potrebe kuhanja. Ugrađena su dva spremnika volumena 2 m³.

3. PRIJEDLOG USMJERAVANJA CENTRALIZIRANE TOPLINSKE OPSKRBE

Na temelju prostorno-planskih odrednica (područja predviđena za izgradnju, broj, tipologija i površina planiranih građevina), procjene toplinskih svojstava zgrada i klimatoloških značajki (vanjska temperatura zraka) procijenit će se potrebe za toplinskom energijom pojedinih dijelova grada i njihove urbanističke značajke najrelevantnije za toplinsku opskrbu. Definirat će se mogući načini zadovoljavanja tih potreba i utvrditi pripadajući troškovi. Temeljem usporedbe troškova toplinske opskrbe, definiraju se područja grada pogodna za centraliziranu toplinsku opskrbu, opskrbu iz plinskog sustava odnosno individualnu opskrbu ostalim energentima, posebice obnovljivim izvorima energije.

Uz opskrbu toplinskom energijom za ogrjevne potrebe, odredit će se i potencijal toplinskog konzuma za pripremu potrošne tople vode (PTV).

3.1. PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA

Prilikom izrade prijedloga usmjeravanja centralizirane toplinske opskrbe grada Karlovca korištena je važeća prostorno planska dokumentacija:

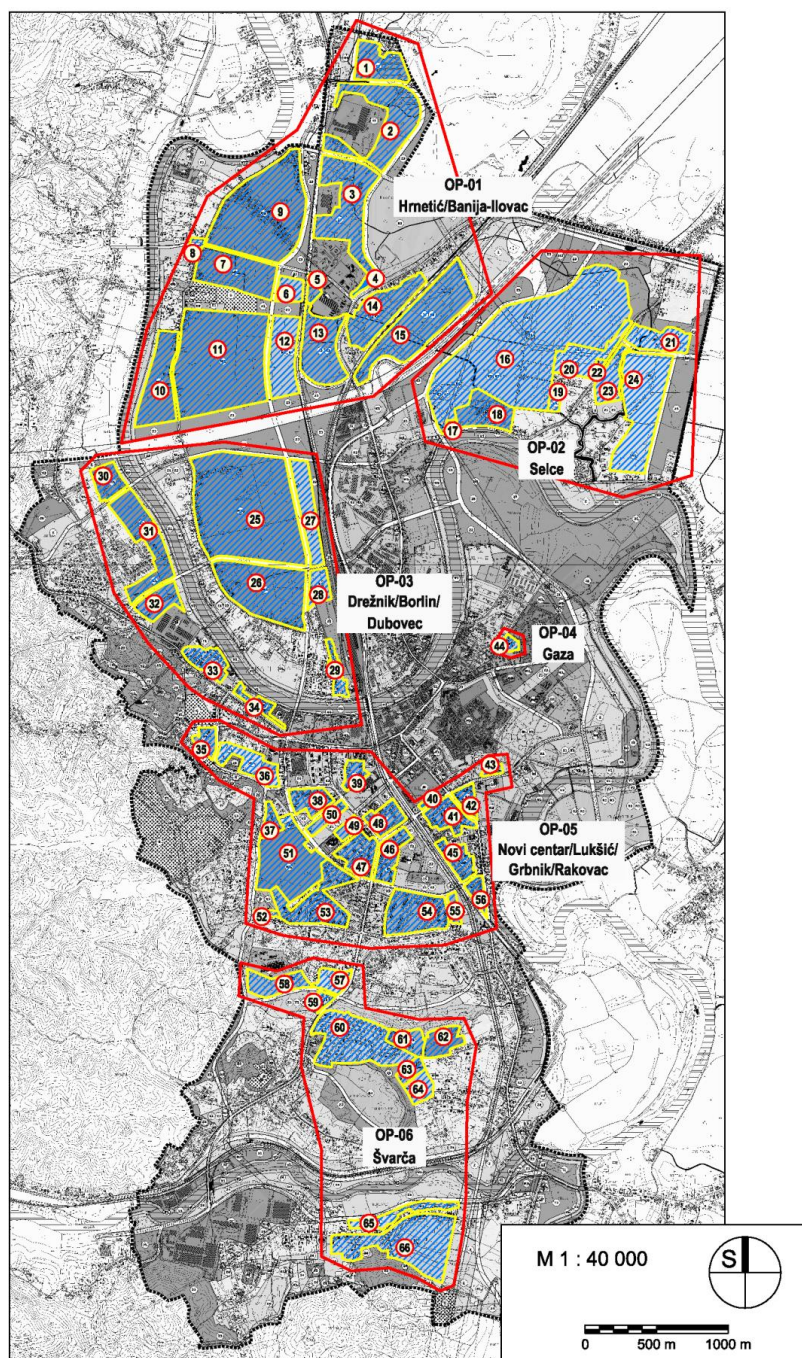
- Prostorni plan Karlovačke Županije (Glasnik Karlovačke županije br. 26/2001)
- Prostorni plan uređenja grada Karlovca (Glasnik Grada Karlovca br. 1/02)
- Generalni urbanistički plan Karlovca (Glasnik Grada Karlovca br. 14/07)

Njen opis dan je u prilogu (Pril. 3).

3.2. PRIJEDLOG ZONA ZA CENTRALIZIRANU TOPLINSKU OPSKRBU

3.2.1. DEFINIRANJE OPSKRBNIH PODRUČJA I UVJETNIH KASETA

Analizom dostupnih prostorno-planskih dokumenata (vidi sl. p- 3 u Pril. 3), PPUG-a i GUP-a te detaljnih planova uređenja, utvrđena su tzv. opskrba područja s pripadajućim uvjetnim kasetama za koje će se izvršiti analiza optimalne opskrbe toplinskom energijom (ogrijevana i rashladna energija, te energija za kuhanje i pripremu PTV-a), odnosno definirane su mogućnost priključenja pojedinih kaset, odnosno cijelih opskrbnih područja na centralizirani toplinski opskrbni sustav (CTS).



Sl. 3-1: Prikaz opskrbnih područja i uvjetnih kaset (izvor: L 9)

U tablicama u prilogu (vidi tab. p- 1 do tab. p- 6 u Pril. 3), te na sl. 3-1 i sl. p- 4 u Pril. 3 prikazane su tzv. uvjetne kasete grupirane u opskrbna područja za koja će se izvršiti predmetna analiza.

3.2.2. DEFINIRANJE KARAKTERISTIKE I VELIČINE ENERGETSKOG KONZUMA POJEDINIH KASETA

Na osnovu utvrđenog plana korištenja prostora grada Karlovca definirane su karakteristike i količine potrebne toplinske (ogrjevne i rashladne) energije, te energije za kuhanje i pripremu potrošne tople vode (PTV) i to za svaku uvjetnu kasetu posebno, te za cijeli grad Karlovac u cjelini. Navedeni iznos konzuma određen je na osnovu metodologije definirane u poglavlju B.3 Strategije razvoja sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj (pojednostavljeni proračuni prema HRN EN 12831 i VDI 2078).

Problem postoji s tzv. industrijskim kasetama kod kojih je na osnovu raspoloživih podataka vrlo teško ili gotovo nemoguće definirati energetske konzum. Prema trenutno važećem GUP-u (Detaljni urbanistički plan nije u potpunosti donesen) nemoguće je na pojedinim lokacijama identificirati točnu gospodarsku namjenu (tip industrije). Kako energetske konzum različitih gospodarskih subjekata može varirati od gotovo 0 (komunalna djelatnost) do nekoliko desetaka MW (industrijske grane koje koriste tehnološku paru u proizvodnom procesu), industrijske kasete nisu predmet ove analize te će se njihov energetske konzum a samim time i način energetske opskrbe definirati kasnije kada odgovarajući podaci budu dostupni.

U tablicama u prilogu (vidi tab. p- 7 do tab. p- 12 u Pril. 3) prikazane su izračunate vrijednosti predviđenog konzuma energije za sve kasete unutar grada Karlovca

3.2.3. OPSKRBNE ZONE POGODNE ZA CENTRALIZACIJU

Odabir CTS-a kao primarnog načina energetske opskrbe donosi čitav niz prednosti kao što su:

- **Niži pogonski troškovi** - Okupljanje više potrošača u jedan jedinstveni sustav, omogućava korištenje manjeg broja proizvodnih jedinica velikog kapaciteta. Veliki energetske objekti imaju veću učinkovitost nego manji, pa su im troškovi pogonske energije niži. Lociranjem manjeg broja jedinica na jednom mjestu, smanjuje se i potreban broj pogonskog osoblja i pripadajući troškovi.
- **Niži investicijski troškovi** - Uređaji većeg kapaciteta imaju niži specifični investicijski trošak. Zbog različite dinamike potrošnje potrošača (faktor istovremenosti), instalirani učin postrojenja u centraliziranom sustavu može biti manji.
- **Povećana pouzdanost** - Centralizirani sustavi većinom su u vlasništvu elektroenergetskih, toplinarskih i plinarskih poduzeća, koje raspolažu stručno osposobljenim osobljem sa dugogodišnjim radnim iskustvom.
- **Tehnička fleksibilnost** - Raznolikost mogućih pogonskih energenata osigurava sigurniju opskrbu i stabilnost proizvodne cijene.

Općenito se može reći da su najinteresantnija područja za daljnje širenje CTS-a, prvenstveno neizgrađena ili djelomično izgrađena područja namijenjena visokoj i višoj stambenoj izgradnji, te neizgrađena ili djelomično izgrađena područja mješovite, javne i gospodarske namjene gdje se očekuje veća koncentracija potencijalnih korisnika centraliziranih sustava grijanja i hlađenja. Kriteriji prilikom analize primjenjivosti CTS-a na pojedine opskrbne zone prvenstveno podrazumijevaju analizu tehničkih i ekonomskih aspekata problema (tehnička izvedivost sustava i krajnja cijena energetske opskrbe). Naravno ne smiju se zanemariti ni ostali kriteriji kao što su klimatske značajke, dosadašnja energetska opskrba, raspoloživi primarni energetske

izvori u bližoj i daljnjoj budućnosti, planirani tehnički i energetske razvoj na nivou države, ekonomija dobave i korištenja energije, te ekološke značajke pojedinog rješenja energetske opskrbe.

Imajući sve ove kriterije u vidu, a na osnovu analize provedene u Strategiji razvoja toplinarstva u Republici Hrvatskoj, utvrđeno je da samo opskrbne zone OP-03 i OP-05 zadovoljavaju osnovne kriterije za primjenu CTS-a. Naime, jedino se te dvije opskrbne zone nalaze u centru grada s većom koncentracijom izgrađenosti i to pretežno stambenih objekata. Pored toga opskrbna zona OP-05 većim dijelom već ima centraliziranu opskrbu iz gradske toplane (Toplana Centar), te se taj postojeći sustav može iskoristiti kao osnova za daljnju centralizaciju energetske opskrbe grada Karlovca.

Ostale zone zbog manje gustoće izgrađenosti, veće koncentracije planiranih industrijskih objekata (nije poznata vrsta industrije), kao i zbog svoje geografske izdvojenosti nisu pogodne za spajanje na centralni CTS grada Karlovca.

3.3. PROJEKCIJA RAZVOJA CENTRALIZIRANOG TOPLINSKOG KONZUMA

Razvoj energetskog konzuma vezan je uz razvoj samog naselja, te je u izravnoj ovisnosti o izgradnji novih objekata. Od najvećeg značaja je dakako izgradnja većih stambenih i gospodarskih objekata, a pogotovo novih stambenih naselja. Izgradnju većih stambenih naselja redovito prati i izgradnja objekata javne i društvene namjene (škole, vrtići, kulturne i zdravstvene ustanove itd.). Gospodarske zone sa velikom koncentracijom poslovnih zgrada, proizvodnih hala, skladišnih prostora i trgovačkih centara predstavljaju veliki potencijal za razvoj CTS-a.

3.3.1. PLANIRANI UKUPNI OGRJEVNI KONZUM

3.3.1.1. Grijanje

Cilj analiza koje slijedi jest prognoza razvoja konzuma toplinske energije u idućih 20 godina, tj. od 2009. do 2030. godine za opskrbna područja koja su u Strategiji razvoja sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj, faza 2/3 definirane kao pogodne za primjenu CTS-a. Obuhvat analize koja slijedi je područje dvaju opskrbnih područja (OP-03 i OP-05) grada Karlovca, pri čemu potencijal budućih potrošača obuhvaća isključivo toplinske potrebe grijanja (priprema tople nije uključena). Potencijalnim budućim potrošačima topline iz CTS-a grada Karlovca (Gradska toplana d.o.o.) smatraju se potrošači u područjima koje su prema važećem GUP-u nalaze u zoni stanovanja (S), te mješovite (M), društvene (D) i gospodarske namjene (I) i to:

- višestambene zgrade sa objektima pratećih javnih i društvenih djelatnosti (područna odjeljenja dječjih vrtića, uslužne djelatnosti, male prodavaonice, ugostiteljski objekti, pošte, banke, itd.),
- objekti društvene namjene (dječji vrtići, osnovne i srednje škole)
- gospodarski objekti (prostor Karlovačke pivovare).

Analizom su obuhvaćeni i novi i postojeći objekti, odnosno smatra se potrebnim sve objekte postojećeg sustava CTS-a sa postojeće toplane prebaciti na novo kogeneracijsko postrojenje. Iz tog razloga, prognoza razvoja konzuma temelji se jednim djelom na postojećem objektima a drugim djelom na procjeni novoizgrađenog stambenog, poslovnog i ostalog grijanog prostora i to prema procjeni njihovog specifičnog vršnog toplinskog opterećenja.

U odnosu na postojeći toplinski konzum, a imajući u vidu trajanje planskog razdoblja (20 više godina) i sve strože zahtjeve po pitanju toplinske zaštite zgrada, proračunsko specifično toplinsko opterećenje novih objekata pretpostavljeno je u manjem iznosu. Za nove objekte ono iznosi 25 W po jedinici grijanog volumena (u m³), odnosno uz visinu etaže od 2,60 m iznosi 65 W po m² grijane površine.

Vrijednost trenutnog konzuma OP-05 određena je na osnovu proračunske metode definirane u poglavlju B.3 Strategije razvoja sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj. Vrijednost trenutnog konzuma na CTS priključenih građevina u gradskim četvrtima Banija i Rakovac (potez prema Zvijezdi), određena je kao razlika između od gradske toplane deklariranog toplinskog konzuma od 64 MW i izračunatog toplinskog konzuma u opskrbnom području OP-05 od 47,58 MW.

Planirani porast konzuma za 20 godišnje razdoblje za opskrbne zone OP-03 i OP-05 definiran je tablicom tab. 3-1, iz čega proizlazi ukupan potreban toplinski kapacitet budućeg kogeneracijskog postrojenja. Kogeneracijsko postrojenje mora imati takav kapacitet da toplinskom energijom opskrbi opskrbne zone OP-03 i OP-05, uvećane za toplinski konzum već priključenih potrošača na Baniji i Rakovcu (potez prema Zvijezdi) koji se nalaze van opskrbnih zone OP-05.

Tab. 3-1: Trenutni i planirani broj objekata u OP-03 i OP-05 kategorijama

Oznaka	Broj objekata		
	Izgrađeno	Planirano	Ukupno
VIŠESTAMBENI OBJEKTI I OBJEKTI PRATEĆIH SADRŽAJA			
Više stambene zgrade	170	217	387
Obiteljske kuće i urbane vile	41	195	236
Uslužne djelatnosti	0	28	28
Zdravstvene ustanove	0	3	3
Objekti ostale javne i društvene namjene	1	39	40
Ukupno	212	482	694
OBJEKTI DRUŠTVENE DJELATNOSTI			
Dječji vrtići (predškolske ustanove)	0	8	8
Školske ustanove	0	3	3
Kulturne ustanove (knjižnice, galerije i sl.)	2	9	11
Vjerski objekti	1	1	2
Bolnice	0	0	0
Ukupno	3	21	24
GOSPODARSKI OBJEKTI			
Pivovara	5	5	10
Veliki trgovački centri	1	4	5
Ukupno	6	9	15
SVEUKUPNO	221	512	733

Tab. 3-2: Trenutni toplinski konzum isporučen od tvrtke Gradska toplana d.o.o.

Energetska opskrba (izvor)	Toplinski konzum (trenutno stanje) [MW]	Trenutni konzum (OP-05) [MW]	Trenutni konzum (Banija i Rakovac – Zvijezda) [MW]
Ukupni toplinski konzum grada Karlovca iz CTS-a (isporuka Toplana d.o.o.)	65,00 MW		
Isporuka toplinske energije iz gradske toplane.	64,00 MW	47,58 MW	16,42 MW
Isporuka toplinske energije iz blokovske kotlovnice na Švarči.	1,00 MW	-	

Tab. 3-3: Planirani ukupni konzum budućeg kogeneracijskog postrojenja

Energetska opskrba (izvor)	Planirani toplinski konzum [MW]
Ukupni planirani toplinski konzum grada Karlovca priključen na CTS-a nove kogeneracijske elektrane.	132,96 MW
Planirani toplinski konzum opskrbnog područja OP-05 (Novi centar/Lukšić/Grabnik/Rakovac)	76,75 MW
Planirani toplinski konzum opskrbnog područja OP-03 (Drežnik/Borlin/Dubovac)	39,79 MW
Trenutni konzum priključenih objekata (Banija i Rakovac –potez prema Zvijezda van opskrbnog područja OP-05)	16,42 MW

3.3.1.2. Priprema potrošne tople vode (PTV)

Potrebna toplinska snaga za pripremu potrošne tople vode (dalje: PTV), funkcija je njene trenutne potrošnje i razlike u temperaturi hladne vode (iz vodoopskrbnog sustava) i temperaturi zagrijavanja. Trenutna potrošnja tople vode u općem slučaju ovisi o broju potrošača i njihovim navikama. Npr. kod stambenih potrošača, može se zamijetiti vremenska neujednačenost potrošnje tople vode tijekom dana, pa tako postoje izraženi periodi povećane potrošnje ujutro i navečer, te noćna i dnevna razdoblja u kojima je potrošnja izrazito mala. Ipak, zbog određenih razlika u navikama, kod većeg broja potrošača (unutar jedne stambene zgrade ili kod više stambenih zgrada u naselju), prisutan je vremenski pomak u vršnoj potrošnji svakog pojedinog potrošača, pa je zbirna vršna potrošnja svih potrošača manja od sume pojedinačnih vršnih potrošnji svakoga od njih. Kod proračuna zbirnog vršnog opterećenja, vremenski se pomak u

vršnoj potrošnji svakog pojedinog potrošača uzima u obzir na način da se suma pojedinačnih vršnih potrošnji svakoga od njih pomnoži korekcijskim faktorom, tzv. faktorom istovremenosti vršnog opterećenja.

Toplinski konzum pripreme PTV na razini pojedinačnog stambenog objekta, odnosno vršno toplinsko opterećenje zgrade za potrebe zagrijavanja PTV, može činiti i do 1/5 vršnog toplinskog opterećenja za zagrijavanje prostora, ovisno o broju potrošača, grijanoj površini zgrade, razini toplinske zaštite i klimatskim uvjetima. Na godišnjoj razini potrošna toplinske energije za pripremu PTV može iznositi do 15 % potrošnje toplinske energije za zagrijavanje prostora. S obzirom na sve strože zahtjeve po pitanju toplinske zaštite zgrada, može se očekivati da u budućnosti ovaj omjer bude još veći.

Postojeći CTS grada Karlovca (opskrba iz toplane u ul. Tina Ujevića) radi u isključivom ogrjevnom režimu, tj. potrošači se opskrbljuju toplinskom energijom iz CTS-a isključivo za potrebe zagrijavanja prostora, dok za pripremu potrošne tople vode koriste druge energente (obzirom da nije bilo plinoopskrbe u ovim područjima u vrijeme izgradnje, koriste se električni bojleri). S obzirom na razliku u cijeni energenata (električna energija nasuprot toplinskoj energiji iz prirodnog plina), mnoge dosadašnje analize pokazale su kako je priprema potrošne tople vode iz CTS-a za krajnjeg korisnika troškovno povoljnija od korištenja električnih bojlera. Pretpostavimo li kako postoji opravdan motiv da se takav zahvat provede, valja imati na umu kako njegova realizacija u višestambenim zgradama u najmanju ruku iziskuje visok stupanj usuglašenosti (zajedničke volje) sustanara u zgradi za donošenje zajedničke odluke, te visoku razinu financijske sposobnosti da se iz akumuliranih sredstava na računu zgrade (prikupljena sredstva pričuve) ili dodatnim zaduživanjem isti financira. Eventualna rekonstrukcija instalacija u postojećim objektima kako bi se omogućila priprema PTV iz CTS-a, predstavlja zahtijevan i skup zahvat, koji između ostalog uključuje ugradnju dodatnog izmjenjivača topline (zagrijača PTV) i spremnika sa svom pripadajućom armaturom u toplinskoj stanici, te ugradnju dodatne instalacije PTV (polaznih vodova i vodova za recirkulaciju, cirkulacijske pumpe). Ukoliko bi ovaj zahvat bio tehnički izvediv, s obzirom na starost instalacija vjerojatno bi se paralelno morala provesti i zamjena instalacija hladne vode, te treba računati i na duža razdoblja obustave opskrbe pitkom vodom tijekom izvođenja radova (smanjeni komfor), te buku i prašinu u stanovima. Osim toga, razdoblje pogonske spremnosti Toplane proširilo bi se na cijelu godinu, te bi svaki planirani ozbiljniji zahvat na distribucijskom sustavu, čak i van ogrjevne sezone bio popraćen kraćom ili duljom obustavom u opskrbi toplinskom energijom, što bi u najmanju ruku potrošače na neko vrijeme ostavilo bez tople vode. Kod postojećih potrošača, to može rezultirati smanjenim interesom za zamjenom postojećeg načina pripreme PTV. Sve su ovo ozbiljne (a možda i nepremostive) prepreke mogućem proširenju usluga Gradske toplane i na pripremu PTV iz CTS-a za postojeće potrošače, čak i uz pretpostavku dostatnosti postojećih ili budućih proizvodnih i distributivnih kapaciteta CTS-a grada Karlovca za pružanje usluge pripreme PTV. Stoga se u konačnici ne ocjenjuje realnim scenarij u kojem bi se svi ili barem značajan dio postojećih potrošača odlučio na zahvat rekonstrukcije instalacija i uvođenje sustava pripreme PTV iz CTS-a grada Karlovca. U daljnjoj perspektivi razvoja postojeći će toplinski konzum i dalje dominirati u ukupnim toplinskim potrebama budućeg CTS-a grada Karlovca (na kraju planskog razdoblja činiti će nešto manje od polovice ukupnog toplinskog konzuma grada). Ukoliko bi se tvrtka Gradska toplana strateški odlučila da svim novim potrošačima ponudi priključenje na CTS na način da se vrela voda iz CTS-a koristi i za pripremu PTV, tada valja biti svjestan činjenice kako će takvi potrošači u dužem vremenskom razdoblju činiti zapravo vrlo malen udio u ukupnom toplinskom konzumu. Tehnički, kod takvih će potrošača u vrijeme ogrjevne sezone temperatura povratne vode (zbog većeg stupnja iskorištenja) biti niža no kod ostalih potrošača, što u konačnici ne postavlja neke posebne zahtjeve na rad sustava. No, za takve potrošače Gradska toplana će morati osigurati adekvatne količine toplinske energije, odnosno vrela vode u cirkulaciji i u razdoblju van ogrjevne sezone. Činjenica je pak kako će ti potrošači biti hidraulički vezani na cjelokupni distributivni sustav CTS-a grada Karlovca, te bi dakle isključivo za njihove potrebe bilo neophodno ljeti cirkulirati vrelu vodu kroz cijeli distributivni sustav (vrelvodnu mrežu). Obzirom se sve potencijalne lokacije za smještaj BE-TO Karlovac nalaze sjeverno od

postojećeg opskrbnog područja, u tom bi slučaju za neke lokacije potencijalnih novih potrošača koje se nalazi južno (npr. Luščić), u ljetnom režimu rada valjalo računati na visoke troškove pogona cirkulacijskih pumpi i zamjetne toplinske gubitke. Pripremu PTV toplinskom energijom proizvedenom u TE-TO Karlovac bilo bi moguće npr. organizirati isključivo za opskrbno područje OP-03 (Drežnik, Borlin i Dubovac), na način da se hidraulički odvoje opskrbna područja OP-03 i OP-05.

Odabir režima rada TE-TO Karlovac (sa ili bez pripreme potrošne tople vode) ima prvenstveno upliva na definiranje potrebne toplinske snage postrojenja (prethodno je pojašnjen odnos potreba za grijanjem i potreba za potrošnom toplom vodom). Bazne potrebe za pripremom potrošne tople vode iz CTS-a uobičajeno je pokrivati vrelom vodom iz povratnog voda (voda niže temperature), a samo kod vršnih opterećenja, potrošna se topla voda zagrijava izravno vrelom vodom iz dolaznog voda (voda više temperature). Stoga je u centraliziranim toplinskim sustavima kod kojih se pokrivaju i potrebe za potrošnom toplom vodom u periodima vršnih opterećenja potrebno predvidjeti i veće količine vrele vode u optoku. Dakle, u slučaju odabira takvog načina rada postaviti će se dodatni zahtjevi na dimenzioniranje distributivnog sustava (vrelovodne mreže). Detaljnu kvantitativnu ocjenu ovog utjecaja u ovom trenutku nije moguće dati bez adekvatne analize koja između ostalog mora uzeti u obzir i istovremenost pojavljivanja toplinskih opterećenja grijanja i pripreme potrošne tople vode. No, obzirom je trošak izgradnje vrelovodne mreže u sveukupnim troškovima priključenja objekta na infrastrukturne sustave ionako dominantan, može se pretpostaviti kako će dakle u režimu pokrivanja potreba za PTV iz TE-TO Karlovac, utjecaj udaljenosti pojedinih lokacija od središta potrošne toplinske energije biti nešto više izražen.

Za definitivnu odluku o tome treba li novo postrojenje TE-TO Karlovac koncipirati za pokrivanje toplinskih potreba pripreme PTV, potrebno je provesti detaljne analize na temelju adekvatnih podloga (anketiranje postojećih potrošača, procjena troškova rekonstrukcije, iznalaženje modela financiranja zahvata kod postojećih potrošača, proračun ukupnih potreba za pripremom PTV, hidraulički proračun i izračun troškova pogona cirkulacijskih pumpi u ljetnom režimu rada, itd.) Obzirom u ovom trenutku nisu na raspolaganju adekvatne podloge za donošenje konačne odluke, u daljnjim je analizama pretpostavljeno kako će buduća TE-TO Karlovac raditi isključivo u ogrjevnom režimu. Ocjenjuje se kako je problematika režima rada TE-TO Karlovac (sa ili bez pripreme PTV) bez većeg utjecaja na odabir potencijalne lokacije za izgradnju.

Detaljna analiza provedena je u poglavlju 6.

3.4. BE-TO KARLOVAC

Buduće postrojenje služi za zadovoljenje dijela potreba toplinskih potrošača na području grada Karlovca, te za suproizvodnju električne energije. Predviđena je izgradnja novog postrojenja na drvenu biomasu baziranom na parno turbinskom ciklusu, nominalne toplinske snage od 21,4 MWt i nominalne neto električne snage 5,00 MWe.

Kogeneracijska energana na drvenu biomasu koristiti će kao gorivo isključivo drvenu sječku i okorak ili drvene cjepanice, nabavljenu prema ugovoru s Hrvatskim šumama ili od privatnih dobavljača biomase. Predviđa se potrošnja od oko 67.000 tona drvene sječke i okorka godišnje ili drvnih cjepanica. Cjelokupnu proizvedenu električnu energiju (umanjenu za vlastitu potrošnju energane), temeljem ugovora s Hrvatskim operatorom tržišta energijom (HROTE), će preuzeti HEP - Operator distribucijskog sustava. Kupac toplinske energije će biti tvrtka Gradska toplana d.o.o.

Na ovaj način bi se omogućila suproizvodnja električne i toplinske energije, te bi na osnovi iskoristivog mogućeg plasmata toplinske energije dobili visokoučinkovito energetska postrojenje s ukupnim godišnjim stupnjem djelovanja većim od 52%.

Proizvedena toplinska energija će se koristiti za ogrjevne i tehnološke potrebe potrošača u Gradu Karlovcu. BE-TO Karlovac će biti priključena na postojeću toplinsku mrežu Grada Karlovca kao glavni izvor toplinske energije upravo zbog svoje učinkovitosti, čime će i cijena toplinske energije za potrošače biti jeftinija od trenutne.

CTS Grada Karlovca će kao bazni dobavljač toplinskom energijom opskrbljivati BE-TO Karlovac, dok će postojeća Gradska toplana opskrbljivati toplinskom energijom onaj dio toplinskog konzuma koji ne bude pokriven iz novog bloka BE-TO.

Analizirano je nekoliko potencijalnih lokacija buduće kogeneracijske elektrane BE-TO, uključujući lokaciju Drežnik koja je po Prostornom planu bila predviđena za ovu svrhu. No zbog objektivnih teškoća za pravovremeno priključenje potrebne infrastrukture na ovom neizgrađenom zemljištu i problema osiguranja zadovoljavajuće opskrbne cestovne mreže u prvi plan je iskočila lokacija koja nije daleko od lokacije Drežnik, a ima sve navedene komparativne prednosti, te osim toga ima već riješene sve navedene probleme pošto se radi o lokaciji na kojoj je već postojao i bio u pogonu industrijski kompleks.

Kogeneracijska energana na drvenu biomasu će biti locirana na lokaciji postojeće tvornice plastičnih cijevi PIPELIFE, na lokaciji prostornim planom grada Karlovca predviđenom za gospodarsku namjenu dvostruke oznake – I (proizvodna namjena, i K (poslovna namjena).

3.4.1. TEHNIČKI OPIS BE-TO KARLOVAC

Osnovna proizvodna jedinica kogeneracijske energane BE-TO je visokotlačni parni kotao snage $P_{\text{kotla}} = 35$ MW koji proizvodi pregrijanu paru koja pokreće parnu turbinu, a koja pokreće generator električne energije pri čemu se proizvodi maksimalno 5 MW neto električne (odnosno 5,7 MW bruto električne) i do 21,4 MW toplinske snage kod godišnje potrošnje od 67.000 t drvene biomase s vlagom od 25-45 %.

Dobava osnovne sirovine osigurati će se ugovorom s Hrvatskim šumama ili s privatnim dobavljačima biomase. Predviđena je sljedeća ulazna sirovina:

- Drvena sječka i okorak ili drvene cjepanice 67000 t/god

Osnovni projektni podaci kogeneracijskog postrojenja su:

- Električna snaga 5,0 MWe neto (snaga predana u mrežu)
- 5,7 MWe bruto (ukupna bruto snaga generatora)
- Toplinska snaga 21,4 MWt

Pod pretpostavkom da će kogeneracijska energana raditi 24h dnevno 335 dana godišnje, što ukupno iznosi 8.040 sati godišnje, predviđa se sljedeća proizvedena količina energije:

Električna energija 40.200.000 kWh/god neto

Toplinska energija 72.000.000 kWh/god

Nije predviđena potrošnja toplinske energije za potrebe vlastite potrošnje energane, već se cjelokupna proizvedena toplinska energija predaje u centralizirani toplinski sustav Grada Karlovca te ostalim zainteresiranim korisnicima toplinske energije u okolici.

Od ukupne bruto proizvodnje električne energije energana dio troši za vlastite potrebe. Tako se vlastite potrebe za električnom snagom kogeneracijskog postrojenja procjenjuju na oko 600 kWe, odnosno oko 4.562.700 kWh električne energije godišnje. Ta se energija uzima s 6 kV postrojenja kogeneracije, te transformira na NN razinu preko transformatora vlastite potrošnje 6/0,42 kV, snage 1250 kVA. Za vrijeme nedostupnosti generatora vlastita potrošnja se pokriva iz HEP-ove mreže.

Tab. 3-4: Osnovni tehnički podaci kogeneracijske energane

Stavka	Jedinica	Puna kondenzacija	Maksimalno oduzimanje
Maksimalna toplinska snaga	MJ/s	21,31	33,75
Izlazna toplinska snaga kotla	MJ/s	18,54	29,36
Donja ogrjevna vrijednost biomase (H_d)	MJ/kg	11,29	11,29
Učinkovitost kotla	%	87	87
Nominalni protok pare na izlazu iz kotla	kg/s	6,760	10,997
Oduzimanje topline na NT za potrebe CTS-a	MJ/s	0	21,4
Bruto električna snaga na stezaljkama generatora	MW	5,7	5,7
Vlastita potrošnja energane	MW	0,7	0,7
Neto električna snaga predana u mrežu	MW	5	5
Bruto električna učinkovitost	%	26,74	16,88
Bruto kombinirana učinkovitost	%	26,74	80,30
Neto električna učinkovitost	%	23,46	14,81
Neto kombinirana učinkovitost	%	23,46	78,23

Tab. 3-5: Pregled performansi kogeneracijske energane

Stavka	Jedinica	Vrijednost
100 % raspoloživost tijekom sezone grijanja	h/god	8.040
Godišnja učinkovitost energane	%	53,57
Toplina predana CTS-u	GWh/god	72,442
Električna energija predana u mrežu	GWh/god	40,080
Ulazna energija goriva	GWh/god	210,030
Potrošnja biomase ($H_d=11,29$ MJ/kg)	t/god	66.971
Proizvodnja pepela (ložišni i leteći)	t/god	6300

3.4.2. SUSTAV OPSKRBE TOPLINOM IZ BE-TO KARLOVAC

Sustav opskrbe toplinom će se sastojati:

- toplinske stanice;
- akumulatora topline.

Toplinska stanica će opskrbljivati toplinom CTS Grada Karlovca. Pored toplinske stanice će se nalaziti akumulator topline koji će se puniti tijekom noćnih sati kada nema toplinskih potreba u CTS-u, a praznit će se tijekom dana kada toplinske potrebe nadmaše kapacitet izmjenjivača topline (21,4 MW). Ovime će biti moguće u CTS slati i veće količine topline od 21,4 MW.

Osnovni režim rada kogeneracijske energane će biti opskrba toplinom CTS-a grada Karlovca tijekom sezone grijanja i isporuka električne energije tijekom cijele godine s maksimalnim mogućim brojem radnih sati na maksimalnom opterećenju.

Toplina će se isporučivati u postojeći CTS putem izmjenjivača topline koji će hidraulički odvojiti primarni (para iz energane) i sekundarni (vrelvodni CTS) krug.

Krug mrežne vode iz CTS-a (sekundarni krug) će uključivati izmjenjivač topline u kojem će para oduzeta iz parne turbine kondenzirati i predavati toplinu mrežnoj vodi, zatim akumulator topline, rezervni izvor topline (vrelvodni plinski kotao), spojni vrelvod između nove energane i postojeće toplane, cirkulacijske pumpe i sustav kontrole i upravljanja.

Akumulator topline će imati ulogu kompenziranja dnevnih oscilacija u toplinskom konzumu, kako bi osigurao optimalni omjer proizvodnje topline i električne energije i time osigurao lakšu kontrolu opterećenja pralog kotla na biomasu.

Zahtjev CTS-a vezan za opterećenje toplinskog konzuma ovisi o unutarnjoj i vanjskoj temperaturi zraka. Unutarnja temperatura (temperatura okoline kod potrošača topline – zgrade, stanovi, itd.) će se postaviti na 20 °C tijekom dana, te će stoga opterećenje toplinskog konzuma koji ovisi o vanjskoj temperaturi varirati iz sata u sat. Tijekom noći (od 23 do 5) i na vanjskoj temperaturi iznad -5 °C neće biti toplinskog konzuma i sustav grijanja će biti isključen. Kada vanjska temperatura tijekom noći padne ispod -5 °C, unutarnja temperatura će se postaviti na 15 °C i sustav grijanja će se uključiti.

Važno je prilikom projektiranja akumulatora topline uzeti u obzir prednosti koje se ostvaruju kako na proizvodnju električne tako i na proizvodnji toplinske energije, na temelju satnih, dnevnih i tjednih simulacija proizvodnje. Stoga je akumulator dimenzioniran tako da omogući izjednačavanje isporuke topline energane tokom cijelog dana (uz dodavanje određene rezerve). Akumulator će omogućiti stabilan, konstantan rad kogeneracijske energane tijekom cijelog dana, što će rezultirati radom u optimalnom režimu većinu trajanja sezone grijanja.

U osnovi proizvodnja topline će biti veća od trenutačnih potreba (tijekom noći i toplijih dijelova dana) te će se akumulator topline puniti. Kada toplinske potrebe nadmaše kapacitet kogeneracijske energane, akumulator će pokrivati preostale toplinske potrebe (tijekom jutarnjih i večernjih sati). U međuvremenu energana konstantno radi na maksimalnom toplinskom i električnom opterećenju. Uz odgovarajuće dimenzioniranje akumulatora topline dnevna proizvodnja topline može biti uprosječna kroz 24 sata.

Ovaj dijagram pokazuje kako kogeneracijska energana pokriva toplinske potrebe koliko je to maksimalno moguće.

Odabrano je toplinsko opterećenje od 21,4 MWt kao najbolji kompromis između mogućnosti postizanja minimalnog godišnjeg stupnja djelovanja postrojenja od 50% s odgovarajućom

sigurnosnom granicom za pokrivanje nesigurnosti rada kogeneracijskog postrojenja na godišnjoj osnovi, kako bi se osigurala zadovoljavajuća pokrivenost godišnjeg toplinskog konzuma, te kako bi se povećala izlazna snaga turboagregata.

Ukupna godišnja proizvodnja toplinske energije koju zahtijeva toplinska mreža (prosjek 2010. – 2012.) je 79.608 GWh. Kogeneracijsko postrojenje s gore navedenim pretpostavkama može proizvesti ukupno 72.242 GWh za pokrivanje oko 91% ukupnog zahtjeva CTS-a.

Oduzimanje pare iz parne turbine će biti na reguliranom tlaku takvom da se osigura temperatura polazne vrele vode nakon izmjenjivača između 110 – 120 °C.

Shema budućeg postrojenja BE-TO Karlovac sa toplinskom stanicom prikazana je na slici u prilogu (sl. p- 5 u

). Slika prikazuje puni toplifikacijski režim, kada i toplinska stanica i akumulator topline ispručuju maksimalnih 21,4 MW toplinske snage u CTS grada Karlovca, odnosno ukupnih 42,8 MW.

4. PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZGRADA U CTS-U KARLOVCA

Dan je pregled fonda zgrada s karakteristikama (kategorije zgrada, razdoblje gradnje, vlasništvo, energetska svojstva za svaku tipologiju zgrada).

Provedena je analiza ključnih elemenata programa obnove zgrada, tehničkih mogućnosti za energetska obnova i utvrđen troškovno učinkovit pristup obnovi ovisno o vrsti zgrade.

Procijenjene su očekivane uštede energije i šire koristi utemeljene na računskim i modelskim podacima.

4.1. ZAKONODAVNI OKVIR

4.1.1. ZAKON O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

Zakonom o energetske učinkovitosti (Narodne novine br. 127/14) /L 3/, uređuje se područje učinkovitog korištenja energije, donošenje planova na lokalnoj, područnoj (regionalnoj) i nacionalnoj razini za poboljšanje energetske učinkovitosti te njihovo provođenje, mjere energetske učinkovitosti, obveze energetske učinkovitosti, obveze regulatornog tijela za energetiku, operatora prijenosnog sustava, operatora distribucijskog sustava i operatora tržišta energije u svezi s prijenosom, odnosno transportom i distribucijom energije, obveze distributera energije, opskrbljivača energije i/ili vode, a posebice djelatnost energetske usluge, utvrđivanje ušteda energije te prava potrošača u primjeni mjera energetske učinkovitosti.

Ovim se Zakonom u zakonodavstvo Republike Hrvatske prenosi Direktiva 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti kojom se dopunjuju direktive 2009/125/EZ i 2010/30/EU i ukidaju direktive 2004/8/EZ i 2006/32/EZ (SL L 315, 14. 11. 2012.).

Ministarstvo nadležno za energetiku (Ministarstvo gospodarstva) izrađuje *Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti* (u daljnjem tekstu: Nacionalni akcijski plan), zajedno s ministarstvom nadležnim za poslove graditeljstva, ministarstvom nadležnim za poslove zaštite okoliša i Nacionalnim koordinacijskim tijelom za energetske učinkovitost (u daljnjem tekstu: Nacionalno koordinacijsko tijelo). *Nacionalni akcijski plan* planski je dokument koji se donosi za trogodišnje razdoblje, najkasnije do 1. travnja godine donošenja, a kojim se utvrđuje provedba politike za poboljšanje energetske učinkovitosti (čl. 5).

Vlada Republike Hrvatske, na prijedlog Ministarstva nadležnog za poslove graditeljstva, zaključkom donosi *dugoročnu strategiju za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske do 2050. godine*. Strategija iz stavka 1. ovoga članka ažurira se prvi put 30. travnja 2017. i dalje svake tri godine te dostavlja Europskoj komisiji zajedno s Nacionalnim akcijskim planom (čl. 10).

Akcijski plan energetske učinkovitosti (u daljnjem tekstu: Akcijski plan) donose jedinice područne (regionalne) samouprave i veliki gradovi, a mogu ga donijeti i druge jedinice lokalne samouprave (čl. 11). Akcijski plan je planski dokument koji se donosi za trogodišnje razdoblje u skladu s Nacionalnim akcijskim planom, a kojim se utvrđuje provedba politike za poboljšanje energetske učinkovitosti u jedinici područne (regionalne) samouprave, odnosno na području velikog grada. Akcijski plan donosi predstavničko tijelo jedinice područne (regionalne) samouprave, odnosno velikoga grada, uz prethodnu suglasnost Nacionalnog koordinacijskog tijela.

Godišnji plan energetske učinkovitosti (u daljnjem tekstu: Godišnji plan) dužno je, uz prethodnu suglasnost Nacionalnog koordinacijskog tijela, donijeti izvršno tijelo područne (regionalne) samouprave, odnosno izvršno tijelo velikoga grada. Godišnji plan je planski dokument koji se donosi do kraja tekuće godine za narednu godinu, a kojim se utvrđuje provedba politike za poboljšanje energetske učinkovitosti na području jedinice područne (regionalne) samouprave, odnosno velikoga grada u skladu s Nacionalnim akcijskim planom i Akcijskim planom (čl. 12).

4.1.2. NACIONALNI AKCIJSKI PLAN ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Dana 30.7.2014., na 178. Sjednici Vlade Republike Hrvatske, na prijedlog Ministarstva gospodarstva, usvojen je *Treći nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti za razdoblje 2014. - 2016. godine /L 4/*. U njemu su propisani ciljevi energetske učinkovitosti i podloga je za izradu trogodišnjih nacionalnih planova energetske učinkovitosti za tri trogodišnja razdoblja do 2016. godine. U svakom akcijskom planu se analiziraju učinci i po potrebi revidiraju aktualne mjere te utvrđuju nove sektorske mjere kako bi se osiguralo ostvarenje cilja u 2016. godini. Ovaj dokument zadovoljava zahtjev članka 24. EED te se njime dijelom zadovoljavaju i zahtjevi za izvještavanjem iz Direktive 2010/31/EC o energetskim svojstvima zgrada (EPBD II). Kao takav, ovaj 3. NAPeNu predstavlja sveobuhvatnu strategiju poboljšanja energetske učinkovitosti u Hrvatskoj.

Nacionalni cilj povećanja energetske učinkovitosti, kako je definirano u Strategiji energetskog razvoja rezultirati će smanjenjem neposredne potrošnje energije od 19,77 PJ u 2016. godini i 22,76 PJ u 2020. godini. Navedeni nacionalni okvirni ciljevi ušteda energije određeni su u skladu sa zahtjevima Direktive 2006/32/EC o energetskoj učinkovitosti i energetskim uslugama (ESD), te odgovaraju apsolutnom iznosu od 9%, odnosno 10% neposredne potrošnje energije, određene kao prosječna potrošnja energije u razdoblju 2001. – 2005. godine.

Strategija energetskog razvoja daje projekcije neposredne i bruto neposredne potrošnje energije, do 2020. godine, s pogledom na 2030. godinu, za temeljni scenarij i scenarij dodatne energetske učinkovitosti (održivi scenarij). Predmetna Strategija polazi od pretpostavke stabilnog gospodarskog rasta bruto domaćeg proizvoda od 5% godišnje, kao logičan slijed trenda iz tog vremena (2006., 2007. i 2008. godina).

U scenariju dodatne energetske učinkovitosti, mjere energetske učinkovitosti definirane su u skladu s ESD, kako bi se postigao cilj uštede energije. U idućoj tablici (tab. 4-1) prikazane su projekcije neposredne potrošnje energije za temeljni i održivi scenarij dobivene na temelju projekcija iz *Strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske*.

Tab. 4-1: *Porast neposredne potrošnje energije (izvor: L 4)*

PJ	Neposredna potrošnja energije			
	2006.	2010.	2015.	2020.
Temeljni scenarij	267,89	306,53	362,76	409,60
Održivi scenarij	267,89	299,84	345,17	386,85

Nastupanjem ekonomske i financijske krize dolazi do pada Bruto domaćeg proizvoda (BDP), umjesto planiranog porasta BDP-a za 21,5% u razdoblju od 2009. do 2012. godine, ostvarena je negativna stopa od -9,0%, što je razlika 30,5%. Padom industrijske proizvodnje i općeg društvenog standarda, smanjuju se i potrebe za energijom. Zbog navedenog bilo je potrebno korigirati scenarije iz Strategije energetskog razvoja te ih prilagoditi novo nastaloj situaciji i planovima.

Projekcijama iz Ekonomskog programa Vlade Republike Hrvatske (travanj, 2013.) pretpostavljaju se stope porasta BDP-a od: 0,7% za 2013. godinu, 2,4% za 2014. godinu, 3,5% za razdoblje 2015.-2016. Za razdoblje 2017.-2020. nema službenih projekcija, pretpostavljena

je ovdje stopa od 4% godišnje. Uz pretpostavljenu elastičnost porasta neposredne potrošnje energije i BDP-a s iznosom 0,61 za razdoblje 2010.-2015. i 0,46 za razdoblje 2016.-2020. godina, dobiva se stopa porasta neposredne potrošnje energije od 1,8%.

U sljedećoj tablici (tab. 4-2) prikazane su projekcije neposredne potrošnje energije za temeljni i održivi scenarij dobivene na temelju projekcija iz Strategije energetskega razvoja Republike Hrvatske i njihovih korekcija s obzirom na učinke ekonomske i financijske krize i projekcije rasta BDP-a.

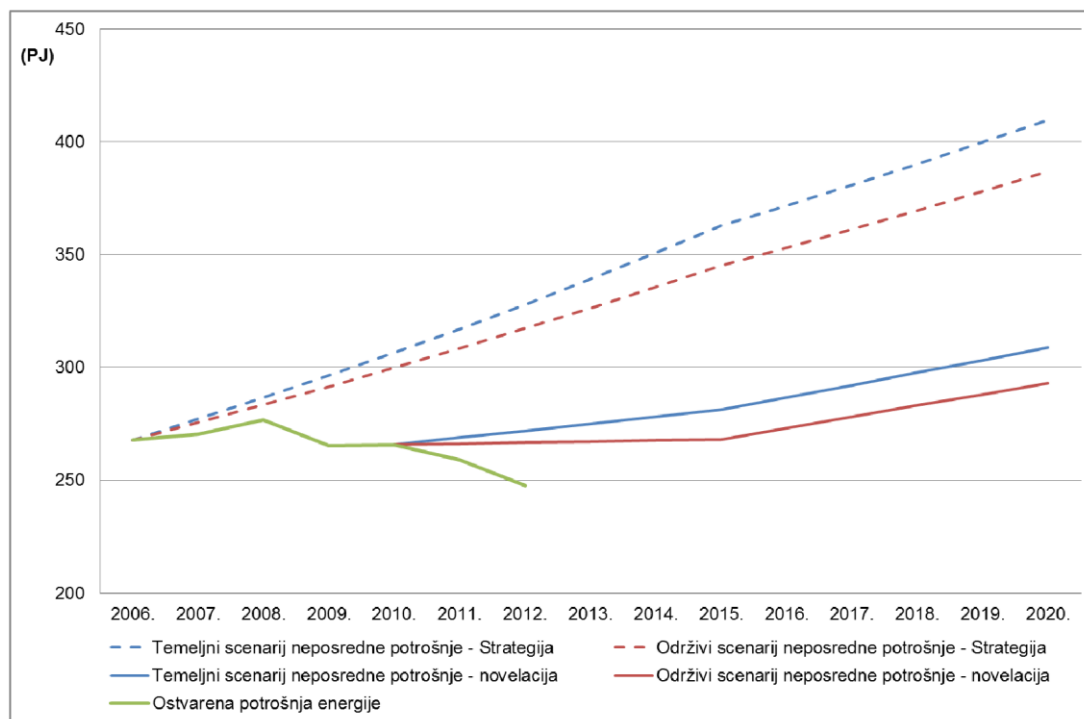
Tab. 4-2: Novelirane projekcije neposredne potrošnje energije (izvor: L 4)

PJ	Neposredna potrošnja energije			
	2006.	2010.	2015.	2020.
Temeljni scenarij	267,89	265,78	281,21	308,75
Održivi scenarij	267,89	265,85	268,11	293,04

Usporedba projekcija neposredne potrošnje energije prema Strategiji energetskega razvoja (temeljna projekcija iz 2006. godine) i noveliranih projekcija (temeljna projekcija iz 2010. godine) prikazana je na slici (sl. 4-1).

Sukladno noveliranim projekcijama neposredne potrošnje energije definirani su okvirni nacionalni ciljevi povećanja energetske učinkovitosti. Okvirni nacionalni cilj povećanja energetske učinkovitosti izražen kao apsolutni iznos neposredne potrošnje energije u 2020. godini je 293,04 PJ (7,00 Mtoe).

Odgovarajući cilj izražen kao apsolutni iznos primarne energije u 2020. godini je 466,69 PJ (11,15 Mtoe).



Sl. 4-1: Neposredna potrošnja energije

Mjere energetske učinkovitosti u zgradarstvu obuhvaćaju nekoliko područja. Prvo je vezano uz rješavanje zahtjeva EPB direktive (2010/31/EU).

Primarna se mjera odnosi na *izmjene i dopune građevinske regulative i njezinu provedbu*. Predviđeno vrijeme implementacije je od 2014. do 2016. godine. To je učinkovita mjera kojom se osigurava poštivanje najboljih standarda energetske učinkovitosti zgrada. Razvoj regulative za energetska svojstva zgrada usko je vezan uz zadovoljavanje zahtjeva EPBD, pa će se u narednom razdoblju izvršavati aktivnosti koje će se temeljiti na zahtjevima EPBD II. Mehanizmi provedbe uključuju inspekcijski nadzor, kontrolu obveze certificiranja novih zgrada prije početka uporabe, te kontrolu ispravnosti energetskih certifikata.

Definicija energetskog svojstva zgrade unesena je u novi *Zakon o gradnji* (Narodne novine br. 153/13) te je energetsko svojstvo zgrade propisano odredbama od članka 20. do 47. Zakona dok su u prekršajnim odredbama Zakona propisane kazne za prekršaje investitora, projektanta, izvođača, vlasnika građevine te osoba ovlaštenih za energetska certificiranja. U Zakon je poglavito uključen prijenos svih zahtjeva iz EPBD II koji se odnose na: zahtjeve energetske učinkovitosti, elaborat alternativnih sustava opskrbe energijom, redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi, energetski certifikat zgrade, energetski pregled zgrade, ovlaštenja osoba za energetska certificiranja, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi, mogućnost obavljanja poslova energetskih pregleda i energetskog certificiranja osoba iz država ugovornica Ugovora o Europskom ekonomskom prostoru u Republici Hrvatskoj, potvrdu za ostvarivanje prava pružanja usluga energetskog certificiranja i energetskog pregleda zgrade hrvatskih državljana i pravnih osoba u zemljama ugovornicama navedenog Ugovora, provedbu programa izobrazbe, neovisnu kontrolu energetskog certifikata i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi, ukidanje ovlaštenja i ovlaštenja za kontrolu, registar, te pravilnike kojima se propisuju i uređuje ovo područje.

Novim je *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (Narodne novine br. 97/14 i 130/14) donio je brojne promjene u područje zgradarstva, a posebice kada je riječ o projektiranju, izvođenju i tehničkom opremanju zgrada. Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja donijelo je ovaj propis na temelju članka 17, stavka 2. i čl. 20, st. 3. Zakona o gradnji (NN 153/2013) i njime se propisuju:

- tehnički zahtjevi u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava grijanja, ventilacije, hlađenja, klimatizacije, pripreme potrošne tople vode i rasvjete koje treba ispuniti pri projektiranju i građenju novih zgrada te tijekom uporabe postojećih zgrada koje se griju na unutarnju temperaturu višu od 12 °C - postroženi u odnosi na prethodno izdanje propisa
- tehnički zahtjevi u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite koje treba ispuniti pri projektiranju rekonstrukcije postojećih zgrada koje se griju na unutarnju temperaturu višu od 12 °C,
- ostali tehnički zahtjevi za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u zgradama
- svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode u odnosu na njihove bitne značajke, a koji se ugrađuju u zgradu u svrhu ispunjavanja temeljnog zahtjeva za građevinu (gospodarenje energijom i očuvanje topline)
- sadržaj projekta zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije za grijanje i hlađenje te toplinsku zaštitu
- sadržaj Iskaznice energetskih svojstava zgrade
- održavanje zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu.

Istodobno, njime se u hrvatski pravni poredak prenosi Direktiva 2010/31/EU o energetska učinkovitosti zgrada u dijelu koji se odnosi na propisivanje minimalnih zahtjeva za energetska svojstva novih i postojećih zgrada, kod kojih se provode značajne obnove, minimalne zahtjeve građevnih dijelova zgrada koji čine dio ovojnice zgrade i tehničkih sustava

zgrada kada se ugrađuju, zamjenjuju ili moderniziraju te potrebu izrade elaborata tehničke, ekološke i ekonomske primjenjivosti alternativnih sustava za opskrbu energijom za nove zgrade.

Iduća mjera iz ovog područja je *povećanje broja zgrada s gotovo nulom potrošnjom energije*. Predviđeno vrijeme implementacije je od 2014. do 2020. godine. Cilj je ove mjere da sektor zgrada javne namjene preuzme vodeću ulogu u području povećanja energetske učinkovitosti u zgradama i zacrtati ambiciozne ciljeve za zgrade javne namjene. Javni sektor treba stimulirati na energetske obnovu u standardu gotovo nula energetskih zgrada. Stoga je u izradi u izradi nacionalni plan za povećanje broja gotovo nula energetskih zgrada nakon kojega će se osmisлити sustav poticanja sudionika u građenju na gradnju novih zgrada koje će imati bolje energetske karakteristike od onih zahtijevanih propisima, tj. zgrada koje će biti izgrađene prema gotovo nula energetskom standardu. S obzirom na obavezu postizanja cilja gotovo nula energetskih novih zgrada u 2020. (2018. za zgrade javne namjene), pretpostavlja se da će se do 2016. odnosno 2020. godine kontinuirano donositi propisi sa strožim zahtjevima na energetske svojstvo zgrada do postizanja gotovo nula energetskog standarda gradnje u 2018., odnosno 2020. Cilj ušteda izrađen je na temelju pretpostavke da će biti 10 % novih zgrada s potrošnjom toplinske energije za grijanje manjom od 15 kWh/m² već od 2014. godine.

Ova mjera nadopunjuje se mjerom Energetski pregledi i energetske certificiranje zgrada, kojom se pružaju informacije o potrošnji energije potencijalnom krajnjem korisniku te tako usmjerava njegov izbor prema zgradama s manjom potrošnjom energije i povezanim troškovima. Dodatno se dopunjuje i s mjerama energetske obnove zgrada, iako nema preklapanja. Kako bi se postigao efekt množenja i investitori zainteresirali za gradnju zgrada gotovo nula energetske potrošnje, potrebno je javnosti redovito prezentirati dovršene projekte i koristi koje su oni donijeli njihovim vlasnicima. Potrebno je razviti i financijske mehanizme poticanja takve gradnje.

Iduće se područje odnosi na **Strategiju energetske obnove zgrada (EED Članak 4)**. Prva je mjera *poticanje integralne obnove višestambenih zgrada*. Predviđeno vrijeme implementacije je od 2014. do 2020. godine. Ovom se mjerom predviđa osmišljavanje i pokretanje sustavnog programa obnove višestambenih zgrada. Planom se pozornost primarno usmjerava na višestambene zgrade građene prije 1987. godine te na njihovu obnovu na niskoenergetski standard i postizanje energetskog razreda B, A ili A+. Preduvjet za sudjelovanje u programu sufinanciranja je postojanje projektne dokumentacije potrebne u skladu sa zakonodavstvom iz područja građenja. U sklopu ove mjere planira se provedba Programa energetske obnove višestambenih zgrada od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine.

Iduća je mjera *Program energetske obnove komercijalnih nestambenih zgrada*. Predviđeno vrijeme implementacije je od 2014. do 2020. godine. Energetska obnova postojećih komercijalnih nestambenih zgrada usmjerena je na zgrade izgrađene prije 1987. godine te na njihovu obnovu na niskoenergetski standard i postizanje energetskog razreda B, A ili A+. Program energetske obnove komercijalnih nestambenih zgrada za razdoblje od 2014. do 2020. godine sa detaljnim planom energetske obnove komercijalnih nestambenih zgrada za razdoblje 2014. do 2016. godine obuhvaća energetske obnovu zgrada komercijalne namjene posebice onih izgrađenih do 1987. godine, a koje predstavljaju najveći potencijal energetskih ušteda. Obnova obuhvaća mjere rekonstrukcije vanjske ovojnice grijanog prostora zgrada s ciljem zadovoljavanja prijedloga Tehničkog propisa, te postizanje energetskog razreda B, A ili A+ . Izvršavanje plana potrebno je pratiti na godišnjoj razini u smislu utrošenih sredstava, ostvarenih energetskih i financijskih ušteda i smanjenja emisija CO₂. Predviđa se izrada energetskih certifikata zgrada javne namjene i to prije i poslije obnove. Kontinuirano provoditi promociju Programa MGIPU, MINT, MINGO Potaknuti komercijalne banke na otvaranje kreditnih linija.

Ostale mjere energetske učinkovitosti u sektoru zgradarstva obuhvaćaju *energetsko označavanje kućanskih uređaja i uvođenje energetskih standarda* te program *energetske*

obnove obiteljskih kuća 2014.-2020. Primjenom prve mjere sa predviđenim vremenom implementacije od 2014. do 2016. godine, namjera je energetske oznakama kupcima dati informacije o potrošnji energije tog uređaja i odabir usmjerava prema učinkovitijima. Osim toga, pravodobnim usvajanjem zahtjeva za eko-dizajnom proizvoda povezanih s energijom potrebno je osigurati da se na hrvatsko tržištu stavljaju samo proizvodi koji zadovoljavaju propise EU.

Drugom se mjerom predviđa obnova postojećih obiteljskih zgrada do 2020. godine. Pozornost se primarno usmjerava na obiteljske kuće do 400 m² građene prije 1987. godine te na njihovu obnovu na niskoenergetski standard kroz poticanje obnove vanjske ovojnice, poticanje zamjene sustava grijanja i poticanje korištenja OIE. Najznačajniji očekivani učinci provedbe ove mjere su poticanje investicija, ostvarivanje ušteda energije u neposrednoj potrošnji godišnje, smanjenje izdataka građana za energiju, smanjenje emisija CO₂, povećanja udjela obnovljivih izvora energije, osiguravanje zaposlenja, povećanje sigurnosti opskrbe energijom; poboljšano stanje i povećanje tržišne vrijednosti nekretnina, razvoj proizvodne industrije, smanjenje 'sive ekonomije', smanjenje energetske siromaštva i opće poboljšanje uvjeta stanovanja.

Programom energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2020. potiču se investicije ukupnog iznosa 207,5 milijuna kn godišnje u energetske obnovu obiteljskih kuća kroz financijske potpore fizičkim osobama za investiranje u poboljšanje energetske svojstava obiteljskih kuća kroz poticanje obnove vanjske ovojnice (povećanje toplinske zaštite vanjske ovojnice, zamjena prozora), poticanje zamjene sustava grijanja (zamjena postojećih sustava grijanja koji koriste električnu energiju ili fosilna goriva novim sustavima s kondenzacijskim plinskim bojlerima), poticanje korištenja OIE (ugradnja sunčanih toplinskih kolektora, ugradnja dizalica topline, ugradnja malih kotlova na biomasu).

4.1.3. DUGOROČNA STRATEGIJA ZA POTICANJE ULAGANJA U OBNOVU NACIONALNOG FONDA ZGRADA REPUBLIKE HRVATSKE

Vlada Republike Hrvatske je na sjednici održanoj 11. lipnja 2014. godine donijela *Odluku o donošenju dugoročne strategije za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske* (Narodne novine br. 74/14), /L 5/.

Glavni cilj Strategije je na osnovu utvrđenog ekonomsko-energetski optimalnog modela obnove zgrada identificirati djelotvorne mjere za dugoročno poticanje troškovno učinkovite integralne obnove fonda zgrada Republike Hrvatske do 2050. godine, koji obuhvaća sve zgrade stambenog i nestambenog sektora. U skladu s uredbama EE direktive, u sklopu Strategije su obrađene tematske cjeline navedene u nastavku.

1. Pregled nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske obuhvaća podatke o broju, površini, te građevinskim i energetske karakteristikama nacionalnog fonda zgrada podijeljenog prema namjeni u sljedeće kategorije:

- Višestambene zgrade;
- Obiteljske kuće;
- Zgrade javne namjene;
- Zgrade komercijalne namjene.

Za navedene kategorije zgrada dan je pregled prema razdoblju izgradnje, klimatskim zonama, vlasništvu i diferencijaciji na urbana i ruralna područja. Prema provedenoj analizi, zgrade građene prije 1987. godine imaju najveće vrijednosti potrebne godišnje toplinske energije za grijanje i potrebnu godišnju finalnu energiju za grijanje, hlađenje, pripremu potrošne tople vode i rasvjetu.

2. Analiza ključnih elemenata programa obnove zgrada je obuhvatila analizu tehničkih mogućnosti za energetske obnovu (retrofit) primjenom mjera energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije, analizu tehničkih mogućnosti sustava grijanja, te određivanje mogućih modela održive obnove zgrada i procjene očekivanih ušteda energije.

Iako se na temelju provedene analize može zaključiti da je najisplativiji model aktivne gradnje, važno je spomenuti da isplativost ovisi o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije koji je ograničen kvotama i uključuje mali postotak nacionalnog fonda zgrada (vrlo ograničeno primjenjiv), te je kao troškovno optimalan odabran model obnove zgrada prema nZEB standardu.

3. Politike i mjere za poticanje troškovno učinkovite integralne obnove zgrada obuhvaćaju pregled postojećih mjera i prepreka za integralnu energetske obnovu zgrada u Republici Hrvatskoj, te prijedlog rješenja i mjera baziranih na situaciji u Hrvatskoj i analizi uspješnih mjera i politika država članica Europske unije.

Generalno se može zaključiti da su glavne prepreke obnovi nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske legislativne i financijske prirode, ali i da integralnu energetske obnovu zgrada u velikoj mjeri koči neupućenost i nedovoljna motiviranost investitora, javnosti i interesnih grupa.

4. Dugoročna perspektiva za usmjeravanje odluka pojedinca, građevinske industrije i financijskih ulaganja do 2050. godine obuhvaća procjenu potrebnih ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine, te identifikaciju raspoloživih izvora financiranja i uspješnih načina za motiviranje investitora.

Postizanje zadanih ciljeva energetske obnove prema nZEB standardu zahtijeva mobilizaciju značajnih sredstava za investicijske i operativne troškove koji se do 2050. godine procjenjuju na gotovo 727 milijardi kuna. Predloženom dinamikom obnove ostvarit će se ukupno smanjenje emisija CO₂ za 87,22% i postići ciljevi zadani Energetskim putokazom Europske unije. Kako trenutačno raspoloživim izvorima financiranja nije moguće realizirati postavljene ciljeve, predlaže se uvođenje novih, inovativnih mehanizama financiranja koji kombiniraju javne i tržišne instrumente prilagođene širokom rasponu investitora. Strukturni i investicijski fondovi Europske unije predstavljat će primarni izvor sredstava za uklanjanje barijera u financijskom sektoru te postepeno omogućiti intenzivnije uključivanje financijskih institucija i privatnih investitora na tržištu energetske usluga.

5. Procjena očekivane uštede energije i širih koristi utemeljena na računskim i modelskim podacima se bazira na činjenici da ulaganja u integralnu obnovu nacionalnog fonda zgrada stvaraju daleko šire ekonomske koristi od samih energetske ušteda i poboljšanja kvalitete stanovanja i rada.

Ako se zaključno s 2049. godinom realizira predloženi program integralne obnove 92% nacionalnog fonda zgrada, očekivani učinak na zapošljavanje mogao bi iznositi između 62 tisuće novih radnih mjesta u scenariju konzervativno procijenjenih multiplikativnih učinaka, i 102 tisuće u scenariju jake multiplikacije. Pri tome bi već do 2020. godine očekivani učinak na zapošljavanje bio između 23 i 39 tisuća novih radnih mjesta, zavisno o procjeni multiplikativnih učinaka. Procijenjeni učinak programa integralne obnove na povećanje BDP-a do 2050. godine kreće se između 10% i 17%.

4.1.4. AKCIJSKI PLAN ENERGETSKI ODRŽIVOG RAZVITKA GRADA KARLOVCA (SEAP)

Akcijski plan energetske održivog razvitka Grada Karlovca /L 6/ izradili su Grad Karlovac i Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske uz stručnu i financijsku pomoć

Grada Zagreba, Gradskog ureda za energetiku, zaštitu okoliša i održivi razvoj u okviru projekta Energy for Mayors sufinanciranog iz programa Intelligent Energy Europe (IEE).

Potpisivanjem Sporazuma gradonačelnika, 16. veljače 2010. godine, Grad Karlovac je službeno prihvatio provođenje načela iz tog dokumenta kao jedan od važnih preduvjeta za energetske održiv razvitak Grada, čime se u konačnici, odlučio na provedbu konkretnih mjera energetske učinkovitosti koje će omogućiti ispunjavanje osnovnih ciljeva Europske energetske politike do 2020. godine:

- smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20%,
- povećanje energetske učinkovitosti za 20%,
- povećanje udjela obnovljivih izvora energije na 20%,
- povećanje udjela biogoriva u prometu na 10%.

Glavni ciljevi izrade i provedbe Akcijskog plana Grada Karlovca su:

- smanjiti emisije CO₂ iz svih sektora provedbom identificiranih mjera energetske učinkovitosti, korištenjem obnovljivih izvora energije, upravljanjem potrošnjom, edukacijom i drugim mjerama;
- u što većoj mjeri pridonijeti sigurnosti i diversifikaciji energetske opskrbe grada;
- smanjiti energetske potrošnje u sektorima zgradarstva, prometa i javne rasvjete;
- povećati udio energije proizvedene iz obnovljivih izvora;
- omogućiti uspješnu transformaciju Grada u ekološki održivo područje.

Sektori neposredne energetske potrošnje Grada su, u skladu s preporukama Europske komisije, zgradarstvo, promet i javna rasvjeta za koje su provedene detaljne energetske analize i izrađen pripadajući Referentni inventar emisija CO₂ za baznu 2009. godinu.

Za potrebe detaljne energetske analize, sektor zgradarstva je podijeljen na sljedeća tri podsektora:

- zgrade u vlasništvu Grada;
- stambeni sektor na području Grada;
- zgrade komercijalnih i uslužnih djelatnosti na području Grada.

Ukupna potrošnja energije sektora zgradarstva, prometa i javne rasvjete u Gradu Karlovcu u 2009. godini iznosi 3 914,3 TJ, od čega se 3 372 TJ (86,15%) troši u zgradarstvu, 1523,76 TJ (13,38%) u prometu, a 18,38 TJ u sektoru javne rasvjete (0,47%). Ukupna emisija CO₂ u Gradu u 2009. godini iznosila je 205,2 kt CO₂. Najveći izvor emisije CO₂ je sektor zgradarstva s emisijom od 165,7 kt CO₂ (80,77%), slijedi ga sektor prometa s emisijom od 37,8 kt CO₂ (18,43%), dok je emisija iz sektora javne rasvjete najmanja i iznosi 1,6 kt CO₂ (0,80%).

Na osnovu provedenih energetske analize i konkretne situacije u Gradu identificirano je ukupno 37 mjera, od čega 27 u sektoru zgradarstva. Zbog svoje važnosti za sigurnu i kvalitetnu opskrbu Grada toplinskom energijom s jedne te zbog svog demonstracijskog karaktera s druge strane posebno je razrađena mjera zamjene značajne dionice magistralnog vrelovoda u Meštrovićevoj ulici. Ostale mjere u ovom sektoru su sljedeće:

- 1) Obrazovanje i promjena ponašanja djelatnika/korisnika zgrada u vlasništvu Grada
- 2) Postavljanje termometra u svakoj prostoriji u zgradama u vlasništvu Grada
- 3) Obrazovanje i promocija energetske učinkovitosti za građane
- 4) Modernizacija rasvjete u 100 školskih učionica

- 5) Modernizacija kotlovnica na lož ulje za osnovne škole i vrtiće – zamjena kotlom na pelete
- 6) Modernizacija kotlovnica na lož ulje za osnovne škole i vrtiće – zamjena kotlovima na plin
- 7) Toplinska izolacija vanjske ovojnice i krovništva za 10 zgrada u vlasništvu Grada
- 8) Ugradnja energetski visokoučinkovitih prozora za zgrade u vlasništvu Grada
- 9) Ugradnja termostatskih setova u zgrade u vlasništvu Grada
- 10) Uvođenje kriterija Zelene javne nabave za kupovinu električnih uređaja za zgrade u vlasništvu Grada
- 11) Uvođenje štednih žarulja u zgrade u vlasništvu Grada
- 12) Energetski pregledi i energetsko certificiranje svih zgrada u vlasništvu Grada
- 13) Izgradnja malih fotonaponskih sustava (do 30 kW) na krovovima zgrada u vlasništvu Grada
- 14) Rekonstrukcija toplinske zaštite vanjske ovojnice i sanacija krovništva stambenih zgrada i obiteljskih kuća
- 15) Ugradnja solarnih sustava u 200 kućanstava
- 16) Ugradnja termostatskih setova na radijatore u stambenim zgradama
- 17) Ugradnja razdjelnika toplinske energije za stambene zgrade
- 18) Zamjena kućanskih uređaja energetski učinkovitima, energetskog razreda A
- 19) Uvođenje štednih žarulja u sva kućanstva
- 20) Izgradnja malih fotonaponskih sustava (do 30 kW) na krovovima stambenih zgrada
- 21) Ugradnja solarnih sustava na zgrade komercijalno-uslužnih djelatnosti
- 22) Zamjena štednih žarulja za komercijalni i uslužni sektor
- 23) Donošenje Odluke Gradskog vijeća o smanjenju komunalnog doprinosa za nove zgrade u komercijalnom i uslužnom sektoru koje koriste obnovljive izvore energije
- 24) Donošenje Odluke Gradskog vijeća o smanjenju komunalnog doprinosa za izgradnju novih niskoenergetskih i pasivnih zgrada u komercijalnom i uslužnom sektoru
- 25) Izgradnja malih fotonaponskih sustava (do 30 kW) na krovovima komercijalno-uslužnih objekata
- 26) Rekonstrukcija toplinske zaštite vanjske ovojnice i sanacija krovništva komercijalno-uslužnih objekata

Realizacijom svih predloženih mjera, emisija CO₂ iz svih promatranih sektora neposredne potrošnje Grada Karlovca do 2020. godine smanjila bi se za 22,59% u odnosu na emisiju CO₂ iz 2009. godine.

Jedna od glavnih preporuka Akcijskog plana je izgradnja organizacijske strukture na samom početku provedbe Plana, prvenstveno odabir koordinatora kao ključne osobe koja donosi sve važne odluke i na čiji se prijedlog osnivaju sva radna i nadzorna tijela potrebna za provedbu.

Sljedeća preporuka Plana je osnivanje Energetskog savjeta kao nadzornog i savjetodavnog tijela sastavljenog od predstavnika Gradske uprave i glavnih dionika, te renomiranih energetskih stručnjaka koji žive i rade na području Grada Karlovca i dobro su upoznati s energetskom situacijom u Gradu.

Sljedeći zaključak i preporuka Plana se bazira na iskustvu Grada Karlovca, identičnom iskustvu gotovo svih gradova u Hrvatskoj, potpisnika Sporazuma gradonačelnika, u prikupljanju potrebnih energetske pokazatelja. Iznimno je važno uvesti sustav praćenja energetske potrošnje i pokazatelja na području Grada koji bi svoje ishodište imao u kvalitetnom informacijskom sustavu, a za čiji bi uspješan rad jedan od preduvjeta bio uvođenje jedinstvene klasifikacije energetske sektora i podsektora u skladu s ovim Akcijskim planom. Spomenuta bi klasifikacija trebala postati obaveznom u gradskim uredima i energetske tvrtkama na području Grada (HEP ODS – Elektra Karlovac i dr.).

4.1.5. PREGLED TEHNIČKIH PROPISA VEZANIH ZA TOPLINSKU ZAŠTITU ZGRADA

Zgrade u Hrvatskoj razlikujemo po vremenu gradnje koja ulazi u određena karakteristična razdoblja uvjetovana vremenom izgradnje zgrade tj. važećim propisom o toplinskoj zaštiti zgrade.

Zgrade izgrađene prije 1940. godine građene su bez primjene toplinske zaštite i uz pomoć tradicionalnih tehnika i materijala. Prvi propis o toplinskoj zaštiti zgrada donesen je 1970. godine u obliku *Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za toplinsku zaštitu zgrada* (Službeni list, 35/70) kojim su po prvi puta propisane najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline U (k) (W/m^2K) pojedinih građevnih dijelova s obzirom na klimatsku zonu u kojoj se zgrada nalazi. Propisom je područje tadašnje Jugoslavije podijeljeno u tri građevinske klimatske zone. To vrijeme karakterizira početak toplinske izolacije objekata kao i razvoj građevinski materijala uz pomoć kojih konstrukcija postaje sve tanja i lakša. Međutim, već od pedesetih godina prošlog stoljeća koristi se gradnja vitkih skeletnih konstrukcija ili poprečnih betonskih nosivih zidova i ispunu između nosive konstrukcije od stolarskih elemenata što doprinosi izuzetno lošim toplinskim karakteristikama.

Zatim je 1980. godine slijedila norma *JUS U.J5.600 – Toplinska tehnika u građevinarstvu - Tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada* kojom su dopušteni koeficijenti prolaska topline U (k) smanjeni za cca 30%. Revizija prethodne norme uslijedila je 1987. godine pod nazivom *JUS U.J5.600 – Toplinska tehnika u građevinarstvu - Tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada*. Ona je dodatno osigurala racionalniju upotrebu energije propisivanjem najvećih specifičnih transmisivskih toplinskih gubitaka zgrade i dopuštenih toplinskih gubitaka provjetranjem. Norma je bila na snazi do 2006. godine pod nazivom *HRN U.J5.600*.

Od 1. srpnja 2006. godine na snazi *Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 79/05, 155/05, 74/06) te zatim *Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 110/08, NN 89/09, NN 79/13, NN 90/13, NN 97/14, NN 130/14).

Kako bi zornije bile prikazane razlike u propisima o toplinskoj zaštiti pri gradnji novih zgrada i rekonstrukciji postojećih zgrada, od 1987. godine do danas, u tablicama su prikazane propisane vrijednosti najvećeg koeficijenta prolaska topline za građevne dijelove (tab. 4-3, tab. 4-4).

Koeficijenti prolaska topline kroz građevne dijelove u *Tehničkom propisu o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 79/05, 155/05, 74/06) naspram dotad važeće norme *HRN U.J5.600* su umanjeni za 10÷17%. Zatim su donesenim *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 110/08, NN 89/09, NN 79/13, NN 90/13), građevni dijelovi razvrstani u više kategorija (prozori, balkonska vrata, vanjska vrata, stijenka kutije za rolete...), a koeficijenti prolaska topline za građevne dijelove koji definiraju karakteristike vanjske ovojnice umanjeni su za sljedećih 40÷50%.

Tab. 4-3: Propisani koeficijenti prolaska topline u građevnim dijelovima do 2009. godine

Građevni dio	Najveći koeficijent prolaska topline U	
	$W/m^2 \cdot K$	
	HRN U.J5.600 III. - I klimatska zona, 1987. g.	Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 79/05, 155/05, 74/06), 2006. g. ¹⁾
Vanjski zid	0,80 - 1,20	0,80 - 1,00
Zid prema tlu	0,80 - 1,20	0,80 - 1,00
Pod na tlu	0,65 - 0,90	0,65 - 0,80
Stropovi između stanova	1,35 - 1,35	1,40 - 1,40
Stropovi prema tavanu i negrijanoj prostoriji iznad	0,70 - 0,95	0,70 - 0,85
Ravni i kosi krov iznad grijanog prostora	0,55 - 0,75	0,55 - 0,70
Stropovi prema negrijanom podrumu	0,50 - 0,75	0,50 - 0,65

1) Za građevne dijelove s plošnom masom većom od 100 kg/m², vrijednosti U [W/(m²·K)] ovise o srednjoj mjesečnoj temperaturi vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade.

Tab. 4-4: Propisani koeficijenti prolaska topline u građevnim dijelovima nakon 2009. godine

Građevni dio	Najveći koeficijent prolaska topline U [W/(m ² ·K)]							
	Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/08, NN 89/09, NN 79/13), 2009. godine				Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 97/14, NN 130/14), 2014. godine			
	$\Theta_{int,set,H} \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$		$12 \text{ }^\circ\text{C} < \Theta_{int,set,H} < 18 \text{ }^\circ\text{C}$		$\Theta_{int,set,H} \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$		$12 \text{ }^\circ\text{C} < \Theta_{int,set,H} < 18 \text{ }^\circ\text{C}$	
	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0,60	0,45	0,75	0,75	0,30	0,45	0,50	0,60
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi ovojnice zgrade	1,80	1,80	3,00	3,00	1,40	1,80	2,50	2,80
Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata ovojnice zgrade (U_g)	-	-	-	-	1,10	1,10	1,40	1,40
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema tavanu	0,40	0,30	0,50	0,40	0,25	0,30	0,40	0,50
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,40	0,30	0,50	0,40	0,25	0,30	0,40	0,50
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C	0,65	0,50	2,00	2,00	0,40	0,60	0,90	1,20
Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,50	0,50	0,80	0,65	0,30	0,50	0,65	0,80
Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom	2,90	2,90	2,90	2,90	2,00	2,40	2,90	2,90
Stijenka kutije za rolete	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,80	0,80	0,80
Stropovi i zidovi između stanova ili između različitih grijanih posebnih dijelova zgrade (poslovni prostori i sl.)	1,40	1,40	1,40	1,40	0,60	0,80	1,20	1,20

- 1) $\Theta_{e,mj,min}$ je srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade.
- 2) Kod podova na tlu zahtjev vrijedi do dubine poda prostorije 5 m od vanjskog zida, zida prema tlu ili negrijanog prostora, osim u slučaju projektiranja podnog grijanja.

Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 97/14, NN 130/14) za područje kontinentalne Hrvatske dodatno su se umanjili koeficijenti prolaska topline za 20÷60% dok se za područje primorske Hrvatske koeficijenti nisu bitno mijenjali.

Danas važećim *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 97/14, NN 130/14) se propisuju:

- tehnički zahtjevi u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite građevinskog dijela zgrade, tehničkih sustava grijanja, ventilacije, hlađenja, klimatizacije, pripreme potrošne tople vode i rasvjete koje treba ispuniti pri projektiranju i građenju novih zgrada te tijekom uporabe postojećih zgrada koje se griju na unutarnju temperaturu višu od 12 °C
- tehnički zahtjevi u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite koje treba ispuniti pri projektiranju rekonstrukcije postojećih zgrada koje se griju na unutarnju temperaturu višu od 12 °C,
- ostali tehnički zahtjevi za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u zgradama
- svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode u odnosu na njihove bitne značajke, a koji se ugrađuju u zgradu u svrhu ispunjavanja temeljnog zahtjeva za građevinu (gospodarenje energijom i očuvanje topline)
- sadržaj projekta zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije za grijanje i hlađenje te toplinsku zaštitu
- sadržaj Iskaznice energetske svojstava zgrade
- održavanje zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu.

On predstavlja prošireno i postroženo izdanje *Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 110/08, NN 89/09, NN 79/13).

Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 97/14, NN 130/14; u daljnjem tekstu *TPRUETZZ*) prošireni su zahtjevi za racionalnu upotrebu energije i toplinsku zaštitu u zgradama na zahtjeve za:

- najvećom dopuštenom primarnom energijom po jedinici ploštine korisne površine zgrade,
- najvećom dopuštenom godišnjom potrebnom energijom za rasvjetu zgrade (osim za obiteljske stambene zgrade s jednim stanom i višestambenih zgrada),
- razredom učinkovitosti sustava automatizacije i upravljanja zgrade te
- udjelom obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji primarne energije.

Također, važećim tehničkim propisom izmijenjene su referentne postaje za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku te su postaje Karlovac (kontinentalna Hrvatska) i Šibenik (primorska Hrvatska) zamijenjene s Zagreb Maksimir (kontinentalna Hrvatska) i Split Marjan (primorska Hrvatska).

Nadalje, za stambene i nestambene zgrade za koje je grijanje predviđeno na temperaturu 18 °C ili višu definirane su vrijednosti godišnje potrebne toplinske energije za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade, $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)] odnosno po jedinici obujma grijanog dijela zgrade, $Q'_{H,nd}$ [kWh/(m³·a)] u ovisnosti o faktoru oblika zgrade, f_0 (m⁻¹).

Tab. 4-5: Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade ili po jedinici obujma grijanog dijela zgrade u ovisnosti o faktoru oblika zgrade

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 130/14)						
≤ 3 ° 1)	Stambena zgrada	Jednoobiteljska stambena zgrada	Nestambena zgrada visine etaže manje ili jednake 4,20 m		Nestambena zgrada visine etaže veće od 4,20 m	Nestambena zgrada visine etaže veće od 4,20 m
	Qh"	Qh"	Qh"		Qh'	Qh"
	kW·h/(m ² ·a)	kW·h/(m ² ·a)	kW·h/(m ² ·a)		kW·h/(m ³ ·a)	kW·h/(m ² ·a)
$f_0 \leq 0,20$	40,50	40,50	40,50		10,13	60,78
$0,20 < f_0 < 1,05$	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	$33,62 + 34,4 \cdot f_0$	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$		$(8,10 + 10,15 \cdot f_0)$	$8,60 + 60,90 \cdot f_0$
$f_0 \geq 1,05$	75,00	69,74	75,00		18,75	112,50
Godišnja primarna energija ne smije biti veća od ³⁾⁴⁾	$E_{prim} = 120$	$E_{prim} = 100$	Uredska zgrada	$E_{prim} = 65$		$E_{prim} = 225$
			Zgrada za obrazovanje	$E_{prim} = 60$		
			Bolnica	$E_{prim} = 280$		
			Hotel, motel i restoranm	$E_{prim} = 120$		
			Sportska dvorana	$E_{prim} = 400$		
			Trgovina na veliko i malo	$E_{prim} = 450$		
			Ostale nestambene zgrade	$E_{prim} = 150$		
Zgrada gotovo nulte energije je zgrada s godišnjom primarna energija manjom od ⁵⁾	$E_{prim} = 80$	$E_{prim} = 40$	Uredska zgrada	$E_{prim} = 30$		
			Zgrada za obrazovanje	$E_{prim} = 55$		
			Bolnica	$E_{prim} = 200$		
			Hotel, motel i restoranm	$E_{prim} = 80$		
			Sportska dvorana	$E_{prim} = 190$		
			Trgovina na veliko i malo	$E_{prim} = 170$		
> 3 ° 2)	Stambena zgrada	Jednoobiteljska stambena zgrada	Nestambena zgrada visine etaže manje ili jednake 4,20 m		Nestambena zgrada visine etaže veće od 4,20 m	Nestambena zgrada visine etaže veće od 4,20 m
	Qh"	Qh"	Qh"		Qh'	Qh"
	kW·h/(m ² ·a)	kW·h/(m ² ·a)	kW·h/(m ² ·a)		kW·h/(m ³ ·a)	kW·h/(m ² ·a)
$f_0 \leq 0,20$	21,60	21,60	21,60		5,40	32,40
$0,20 < f_0 < 1,05$	$17,27 + 21,65 \cdot f_0$	$17,73 + 19,33 \cdot f_0$	$17,27 + 21,65 \cdot f_0$		$4,32 + 5,41 \cdot f_0$	$25,92 + 62,46 \cdot f_0$
$f_0 \geq 1,05$	40,00	38,03	40,00		10,00	60,00
Godišnja primarna energija ne smije biti veća od ³⁾⁴⁾	$E_{prim} = 90$	$E_{prim} = 60$	Uredska zgrada	$E_{prim} = 65$		$E_{prim} = 120$
			Zgrada za obrazovanje	$E_{prim} = 55$		
			Bolnica	$E_{prim} = 280$		
			Hotel, motel i restoranm	$E_{prim} = 70$		
			Sportska dvorana	$E_{prim} = 170$		
			Trgovina na veliko i malo	$E_{prim} = 280$		
			Ostale nestambene zgrade	$E_{prim} = 80$		
Zgrada gotovo nulte energije je zgrada s godišnjom primarna energija manjom od ⁵⁾	$E_{prim} = 40$	$E_{prim} = 30$	Uredska zgrada	$E_{prim} = 25$		
			Zgrada za obrazovanje	$E_{prim} = 50$		
			Bolnica	$E_{prim} = 190$		
			Hotel, motel i restoran	$E_{prim} = 65$		
			Sportska dvorana	$E_{prim} = 100$		
			Trgovina na veliko i malo	$E_{prim} = 140$		
Zgrada čija podna bruto površin a iznosi manje od 80 m ²	Stambena zgrada		Nestambena zgrada visine etaže manje ili jednake 4,20 m			
	Qh"		Qh"			
	kW·h/(m ² ·a)		kW·h/(m ² ·a)			
$f_0 \leq 0,20$	51,31		51,31			
$0,20 < f_0 < 1,05$	$41,03 + 51,41 \cdot f_0$		$41,03 + 51,41 \cdot f_0$			
$f_0 \geq 1,05$	95,01		95,01			

Temperatura ²⁾	$HT' = HT/A$ $W/(m^2 \cdot K)$	$HT' = HT/A$ ⁶⁾ $W/(m^2 \cdot K)$
> 3°C	$HT' = 0,45 + 0,15/f_0$	$HT' = 0,45 + 0,24/f_0$
≤ 3°C	$HT' = 0,30 + 0,15/f_0$	$HT' = 0,35 + 0,24/f_0$

- 1) Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest ≤ 3 °C.
- 2) Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest > 3 °C.
- 3) Godišnja primarna energija uključuje energiju za grijanje, hlađenje, ventilaciju i pripremu potrošne tople vode.
- 4) Za zahtjeve izdavanja građevinske dozvole nakon 1.1.2016.
- 5) Za zahtjeve izdavanja građevinske dozvole nakon 31.12.2019.
- 6) Udio ploštine prozora u ukupnoj ploštini pročelja u zgradi f > 30 %.

4.2. POSTOJEĆE STANJE ZGRADA PRIKLJUČENIH NA CTS GRADA KARLOVCA

4.2.1. UTJECAJ VREMENA IZGRADNJE ZGRADA I POTROŠNJE ENERGIJE ZA GRIJANJE

Vrijeme izgradnje zgrade, s obzirom na regulativu koja je tada bila važeća, uvelike utječe na potrošnja energije za grijanje. Prema podacima u literaturi (*Grupa autora: Priručnik za energetska certificiranje zgrada, 2010. godine*) prikazana je ovisnost vremena gradnje i jedinične potrošnje energije za grijanje po razdobljima izgradnje. Međutim, taj podatak nije dovoljno precizan ali predstavlja relevantan podatak.

S obzirom da je tvrtka EKONERG provela tristotinjak energetskih pregleda na području cijele države, podaci iz arhive tvrtke će se koristiti kao podloga za izračun potrošnje topline za grijanje po jedinici neto površine. Zatim će se provjeriti da li dobivene vrijednosti odgovaraju podacima iz gore navedene literature. U slučaju da podaci podudaraju s vrijednostima prikazanim u literaturi, izvršit će se dodatna korekcija vrijednosti s obzirom na stvarnu potrošnju korisne topline isporučenu od strane CTS-a grada Karlovca.

Iz arhive tvrtke EKONERG odabran je uzorak od četrdesetak zgrada koje lokacijom odgovaraju gradu Karlovcu. Pretežna namjena zgrada u uzorku sačinjavaju zgrade obrazovne namjene dok je pretežna namjena zgrada priključenih na CTS grada Karlovca stambene namjene. Međutim, u korištenom uzorku zgrada obrazovne namjene, vrijeme grijanja prostora je podjednako vremenu grijanja stambenog prostora te se iz tog razloga smatra da uzorak zadovoljava.

S obzirom na promjene načina gradnje uvjetovanog i građevnim materijalima kao i stupanja na snagu tehničkih propisa koji utječu na toplinsku zaštitu razmatrani uzorak je podijeljen na četiri (4) karakteristična razdoblja gradnje (sl. 4-2):

- zgrade građene prije 1940. godine
- zgrade građene u razdoblju od 1940. do 1969. godine
- zgrade građene u razdoblju od 1970. do 1986. godine
- zgrade građene u razdoblju od 1987. do 2006. godine

Stvarna potrošnja topline za grijanje za odabrani uzorak zgrada za svako pojedino specifično razdoblje je prikazana putem ponderirane vrijednosti u ovisnosti o neto vrijednosti grijane površine.

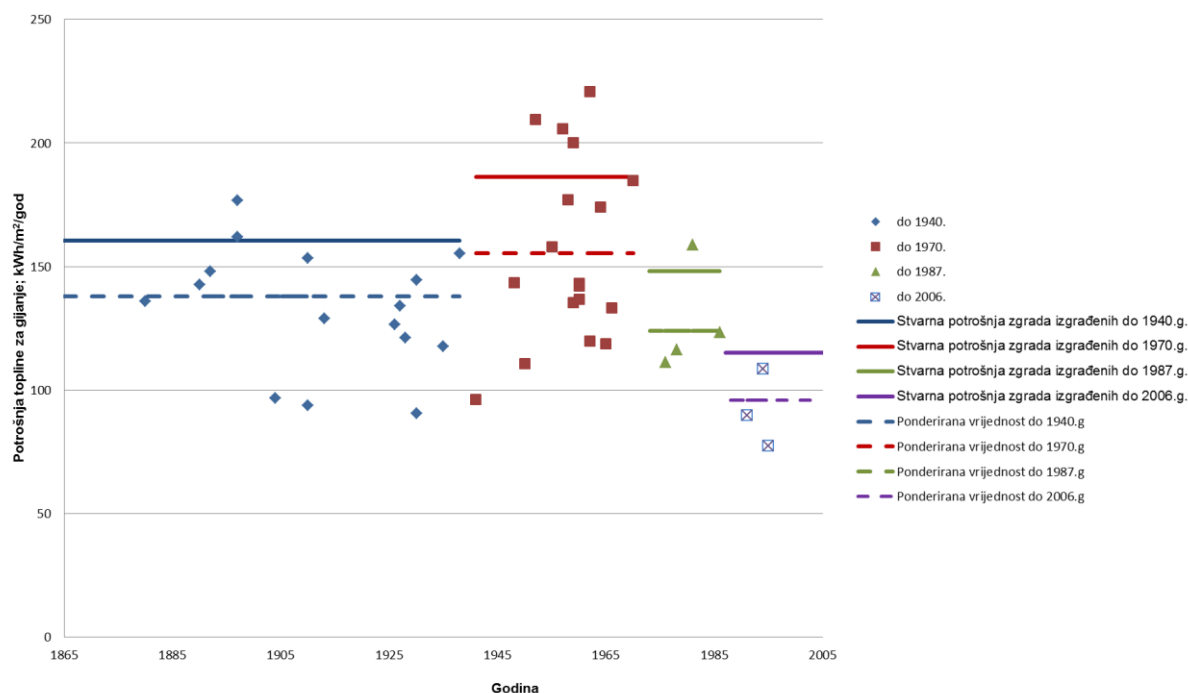
Razdoblje do 1940. godine, predstavlja period tradicionalne gradnje koju karakterizira masivna zidana konstrukcija od opeke ili kamena bez primjene toplinske zaštite, a kao ponderirana vrijednost potrebne energije za grijanje dobiven je iznos od 137,8 kWh/m²/god. Zatim slijedi period do 1970. godine koje karakterizira upotreba novijih materijala i statički tanjih konstrukcija izuzetno loših toplinskih karakteristika što rezultira potrebom za grijanje u iznosu od 155,5 kWh/m²/god.

Prvi propisi o toplinskoj zaštiti doneseni su 1970. godine (*Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za toplinsku zaštitu zgrada* (Službeni list, 35/70) u kojem su prema podjeli na tri građevinske klimatske zone propisane dopuštene vrijednosti koeficijentata prolaska topline za različite karakteristike vanjske ovojnice zgrade smanjene za 30 %. Taj period obuhvaća zgrade izgrađene do 1986. godine. U tom periodu vrijednost potrebna energija za grijanje iznosi 123,9 kWh/m²/god.

Za prva dva karakteristična razdoblja gradnje (prije 1940., 1940. do 1969. godine) vrijednosti potrebne topline za grijanje se prilično rasipaju. Uzrok tome je što su tijekom godina korištenja zgrada izvršena određena poboljšanja u zaštiti vanjske ovojnice (zamjena stolarije, zamjena krovništva).

Zbog karakteristika gradnje i nedostatka propisa o toplinskoj zaštiti u razdoblju ekspanzije gradnje niza stambenih i nestambenih zgrada do 80-tih godina prošlog stoljeća, te su zgrade danas veliki potrošači energije.

1987. godine je revidirana i postrožene verzija norme pod nazivom *JUS U.J5.600 – Toplinska tehnika u građevinarstvu - Tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada* koja je bila na snazi do 2006. godine. S obzirom na te propise potreba energije za grijanja je dodatno umanjena i u tom razdoblju iznosi 96,0 kWh/m²/god.



Sl. 4-2: Utjecaj vremena izgradnje zgrade i potrošnje topline za grijanje

Od strane naručitelja dostavljeni su podaci o isporučenoj toplinskoj energiji Centraliziranog toplinskog sustava grada Karlovca u ogrjevnim sezonama 2012./2013. i 2013./2014. Isporučena toplinska energija u ogrjevnoj sezoni 2012./2013. iznosi 65 074,1 MW, dok u ogrjevnoj sezoni 2013./2014. isporučena toplinska energija iznosi 50 486,90 MW. Vrijednost isporučene toplinske energije u ogrjevnoj sezoni 2013./2014. je 28,5% manja naspram potrošnje toplinske energije u ogrjevnoj sezoni 2012./2013. S obzirom na klimatske uvjete za meteo postaju Karlovac, u ogrjevnim sezonama promatranog razdoblja u sezoni 2013./2014., zamijećena su veća odstupanja temperature vanjskog zraka od višegodišnjeg prosjeka (kategorija vrlo toplo) te se može zaključiti da je uzrok pada potrošnja toplinske energije uslijedio zbog vrlo tople ogrjevne sezone.

Tab. 4-6: Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) od prosječnih vrijednosti (1961-1990.) - meteo postaja Karlovac

Sezona ¹⁾	Odstupanje	Percentili		Sezona	Odstupanje	Percentili		Sezona	Odstupanje	Percentili	
-	°C			-	°C			-	°C		
zima 2012/2013	0,6	62	normalno	jesen 2013	1,2	86	toplo	proljeće 2013	-0,1	46	normalno
zima 2013/2014	4,0	98	vrlo toplo	jesen 2014	2,0	96	vrlo toplo	proljeće 2014	2,1	97	vrlo toplo

Ujedno Gradska toplana d.o.o. je Hrvatskoj regulatornoj agenciji dostavila podatke o isporučenoj toplinskoj energiji za 2013. godinu te ta vrijednost iznosi 64 730,58 MWh. U daljnjim analizama ta će se vrijednost koristiti kao vrijednost postojeće stvarne potrošnje korisne topline za potrebe grijanja.

U tablici tab. 4-7 je prikazana vrijednost raspodijeljene potrošnje modelirane i stvarne korisne topline za grijanje po rajonima. Raspodjela je izvršena na temelju podataka o neto grijanim površinama i vremenima priključenja zgrada na CTS grada Karlovca tj. vremenu izgradnje zgrade što nadalje utječe na vrijednost potrebne toplinske energije za grijanje po jedinici neto grijane površine. Tablično je prikazana usporedba vrijednosti potrebne količine topline za grijanje po jedinici neto površine grijanog prostora prikazane dobivena putem modela i stvarne potrošnje (tab. 4-7). Ujedno su tablično prikazane i vrijednosti potrebne količine topline za grijanje po jedinice površine dobivene putem modela i stvarne potrošnje (tab. 4-8).

Tab. 4-7: Potrošnja modelirane i korisne topline za grijanje po rajonima

	Neto grijana površina	Toplinska energija za grijanje – modelirana potrošnja	Toplinska energija za grijanje – postojeće stvarno stanje
	m ²	MWh/god	MWh/god
RAJON 1 - BANIJA	52 254	6 325	7 186
RAJON 2 - RAKOVAC	73 320	8 783	9 804
RAJON 3 - NOVI CENTAR	23 989	3 323	3 858
RAJON 4 - LUŠČIĆ	107 059	12 435	13 732
RAJON 5 - GRABRIK	112 376	13 381	14 846
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	87 165	10 167	10 842
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2	29 341	3 669	4 464
UKUPNO	485 504	58 083	64 731

Tab. 4-8: Prikaz vrijednosti modelirane i stvarne potrošnje korisne topline po jedinice površine

	Potrošnja korisne topline po jedinice površine				
	kWh/m ² /god				
Razdoblje gradnje	DO 1940.	DO 1970.	DO 1987.	DO 2006.	OD 2006.
Stvarna potrošnja	160,5	186,3	148,2	115,1	97,7
Modelirana potrošnja	137,8	155,5	123,9	96,0	81,6
Razlika	16,50%	16,54%	16,42%	16,54%	16,48%

Stvarna potrošnja zgrada se u svakom od spomenutih perioda gradnje razlikuje se od ponderirane vrijednosti. Prema podacima o isporučenoj toplinskoj energiji za 2013. godinu, podacima o neto grijanoj površini po rajonima te analizom katnosti i namjeni zgrada priključenih na centralni toplinski sustav za svaki rajon, ponderirane vrijednosti od stvarnih odstupaju u prosjeku za 16,5 %.

Takovo odstupanje je očekivano s obzirom na uzorak zgrada, odnosno na rasipanje vrijednosti (sl. 4-2). U prva dva perioda gradnje do rasipanja vrijednosti dolazi zbog toga što se u jednom dijelu zgrada, tijekom godina korištenja istih, primijenila neka od mjera toplinske zaštite kao što je zamjena stolarije, sanacija krovništva, itd. U posljednja dva razdoblja, također nalazimo na

rasipanja vrijednosti, međutim ovdje su ona prije nestala iz nepoštivanja postojećih propisa tj. ne izvođenja projektom definiranih zahtjeva.

Također, s obzirom na lokaciju zgrada u uzorku, koje su bile smještene na području Zagreba, postoji određeno odstupanje naspram stvarnog stanja kao posljedica utjecaja razlike u vremenskim uvjetima na lokaciji. S obzirom na podatke dostupne u *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 97/14, NN 130/14) koje se odnose na period od 1991.-2010. godine, u tablici tab. 4-9 su navedene srednje dnevne temperature zraka tijekom sezone grijanja u Zagrebu i Karlovcu. S obzirom da su za područje grada Zagreba navedene tri meteorološke postaje, za Zagreb je iskazana i prosječna vrijednost srednje dnevne temperature po mjesecima. Razlika srednje dnevne temperature zraka tijekom sezone grijanja Karlovca i prosječne vrijednosti za Zagreb iznosi 13 %.

Tab. 4-9: Usporedba srednje dnevne temperature zraka tijekom sezone grijanja u Zagrebu i Karlovcu

Mjeseci	Srednja dnevna temperatura zraka po mjesecima (°C)							Prosječno
	X	XI	XII	I	II	III	IV	
Zagreb Grič	12,4	7,5	2,5	2,2	4,3	8,3	12,9	7,2
Zagreb Maksimir	11,4	6,5	1,4	1,0	2,9	7,1	11,7	6,0
Zagreb Pleso Aerodrom	11,2	6,2	1,0	0,4	2,6	6,8	11,8	5,7
Zagreb, prosjek	11,7	6,7	1,6	1,2	3,3	7,4	12,1	6,3
Karlovac	10,9	6,1	0,9	0,5	2,4	6,8	11,4	5,6
Razlika prosječne dnevne temperature na prostoru Zagreba i Karlovca								13%

Detaljan prikaz izračunatih vrijednosti stvarno potrošene korisne topline za grijanje po zgradama za svaki rajon prikazane su tablično u prilogu (Pril. 4, tab. p- 13).

4.2.2. RASPORED ZGRADA PO RAJONIMA

U ovom poglavlju analizirat će se postojeće stanje zgrada priključenih na CTS grada Karlovca, raspodijeljenih po rajonima te godinama izgradnje zgrada. Toplinska mreža grada Karlovca prema podacima gradske toplane podijeljena je na 7 rajona.

Rajon 1 - Banija nalazi se na sjeverozapadnom dijelu grada. Ukupna duljina cjevovoda toplinske mreže iznosi 5370 m, uz priključenih 13 toplinskih stanica. Ukupna bruto površina grijanog prostora iznosi 76 625 m². Zgrade su pretežito građene 80-tih godina prošlog stoljeća različite katnosti javne namjene i stambeni objekti.



Sl. 4-3: Zgrade različite namjene i katnosti u rajonu 1

Rajon 2 - Rakovac pokriva cijeli istočni dio grada. Ukupna duljina cjevovoda toplinske mreže iznosi 10 264 m, uz priključene 43 toplinske stanice. Ukupna bruto površina grijanog prostora iznosi 101 706 m². Na ovome dijelu grada nalazi se veliki broj zgrada javne namjene, škole, domovi, autobusni kolodvor i stambene zgrade. Zgrade su dijelom građene 80-tih godina prošlog stoljeća, dok je dobar dio zgrada rađen iza 2000. godine.



Sl. 4-4: Stambene zgrade (gore), zgrada autobusnog kolodvora (dolje)

Rajon 3 - Novi Centar nalazi se na središnjem dijelu grada. Ukupna duljina cjevovoda toplinske mreže iznosi 2 204 m, uz priključenih 9 toplinskih stanica. Ukupna bruto površina grijanog prostora iznosi 34 823 m². Zgrade su najvećim dijelom stambenog tipa različite katnosti, građene 70-tih godina prošlog stoljeća, od kojih je dio obnovljen, a dio građen iza 2000. godine.



Sl. 4-5: U rajonu 3 prevladavaju stambene zgrade različite katnosti

Rajon 4 - Luščić nalazi se na jugozapadnom dijelu grada. Ukupna duljina cjevovoda toplinske mreže iznosi 10 517 m, uz priključenih 40 toplinskih stanica. Ukupna bruto površina grijanog prostora iznosi 148 848 m² što ga smješta u rajon sa najvećom grijanom bruto površinom. Zgrade su građene 80-tih godina prošlog stoljeća, s dijelom stambenih zgrada koje su novije gradnje ili rekonstruirane.



Sl. 4-6: Stambene zgrade različite katnosti (lijevo) i zgrada veleučilišta (desno) u rajonu 4

Rajon 5 - Grabrik nalazi se na južnom dijelu grada. Ukupna duljina cjevovoda toplinske mreže iznosi 7 024 m, uz priključene 34 toplinske stanice. Ukupna bruto površina grijanog prostora iznosi 140 773 m². Zgrade su prvenstveno stambenog tipa, većim dijelom su građene 70-tih i 80-tih godina prošlog stoljeća te manjim dijelom su novije gradnje.



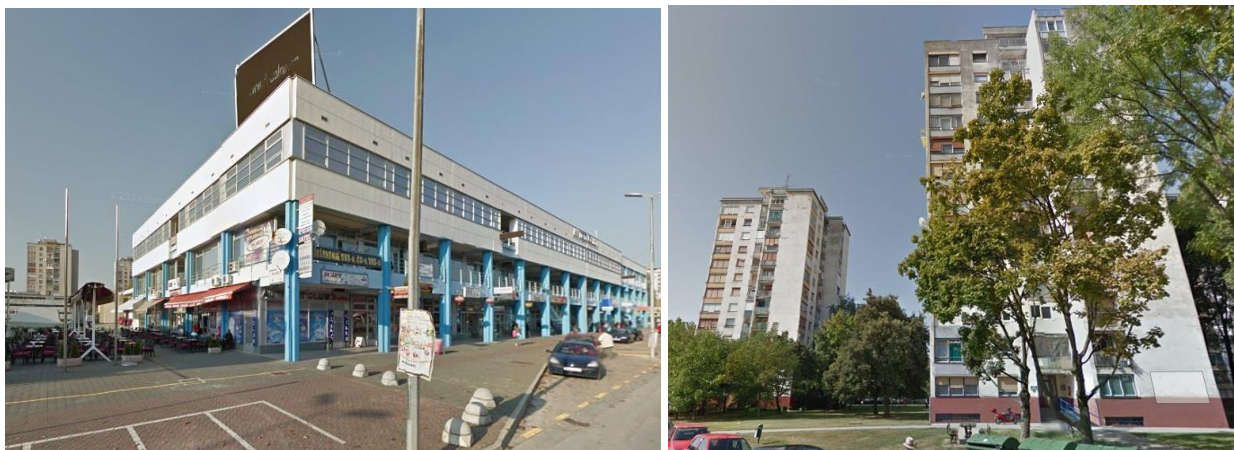
Sl. 4-7: Zgrada osnovne škole (lijevo), stambene zgrade u rajonu 5 (desno)

Rajon 6 - Novi Centar 1 nalazi se na zapadnom dijelu grada. Ukupna duljina cjevovoda toplinske mreže iznosi 6 880 m, uz priključene 32 toplinske stanice. Ukupna bruto površina grijanog prostora iznosi 119 029 m². Zgrade su mješovitog tipa, stambeni blokovi novije su gradnje (2004. godine), dok su javne zgrade (škola, gradska bolnica, zgrada MUP-a) građene 70-tih i 80-tih godina prošlog stoljeća.



Sl. 4-8: Zgrada bolnice i Elektre Karlovac u rajonu 6

Rajon 7 - Novi Centar 2 nalazi se u središnjem dijelu grada, sjeverozapadno od rajona 3, te uz njega zauzima najmanju površinu. Ukupna duljina cjevovoda toplinske mreže iznosi 2 156 m, uz priključenih 8 toplinskih stanica. Ukupna bruto površina grijanog prostora iznosi 37 550 m². Zgrade su dijelom javne namjene (MUP, tržnica), dok se veći dio bruto grijane površine odnosi na stambene zgrade.



Sl. 4-9: Zgrada tržnice (lijevo), stambene zgrade (desno) u rajonu 7

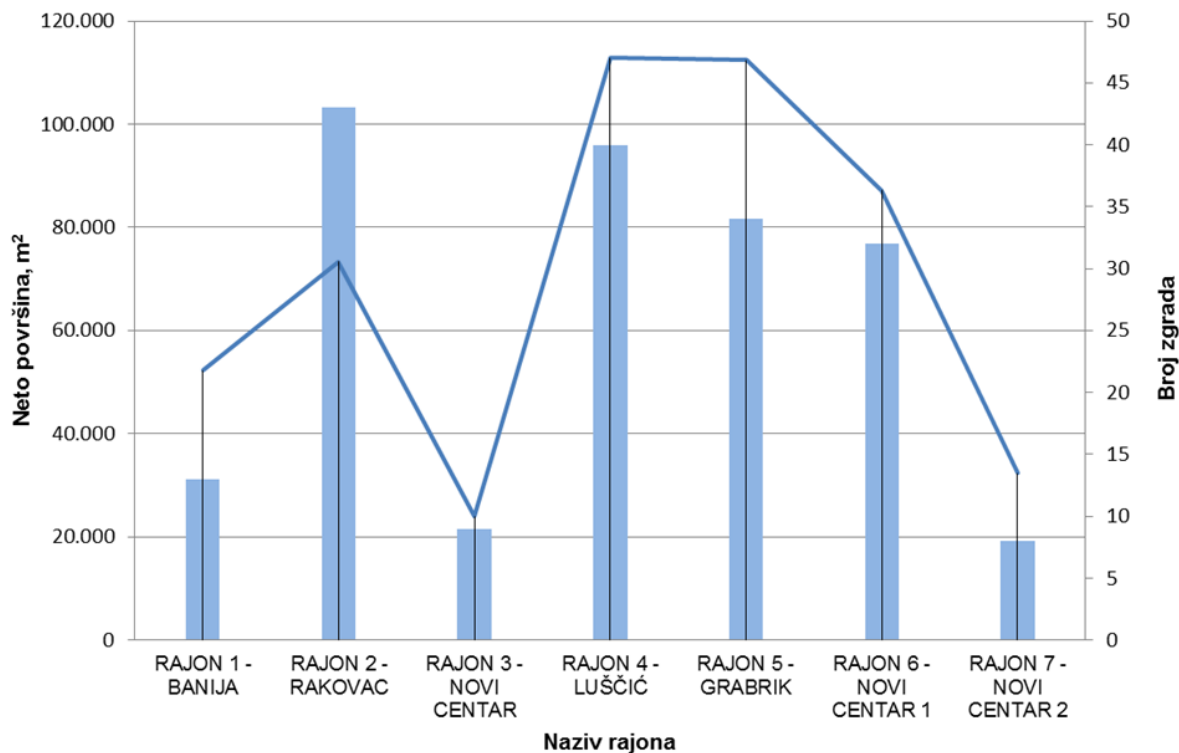
U prilogu je prikazana karta grada sa pozicijama rajona (sl. p- 6 u Pril. 4).

Tab. 4-10: Prikaz broja zgrada i neto grijane površine po rajonima

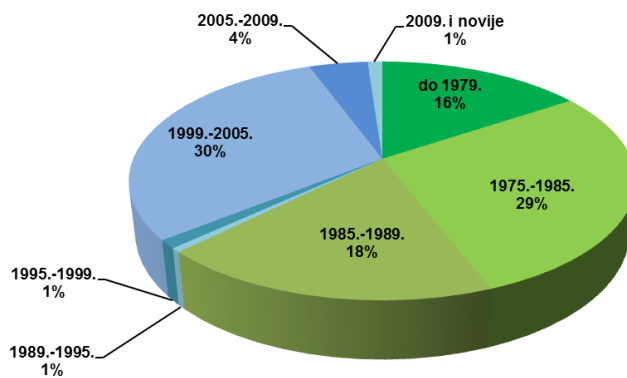
Rajon	Neto površina	Duljina mreže	Topl. stanice	Godina izgradnje							
	m ²	m	-	do 1979	1975.- 1985.	1985.- 1989.	1989.- 1995.	1995.- 1999.	1999.- 2005.	2005.- 2009.	2009. i novije
RAJON 1 - BANIJA	52 254	5 370	13	-	4	7	1	-	1	-	-
RAJON 2 - RAKOVAC	73 320	10 264	43	1	12	11	-	1	16	1	1
RAJON 3 - NOVI CENTAR	23 989	2 204	9	6	-	-	-	-	3	-	-
RAJON 4 - LUŠČIĆ	112 828	10 517	40	6	18	7	-	1	4	4	-
RAJON 5 - GRABRIK	112 376	7 024	34	7	10	5	-	-	10	2	-
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	87 165	6 880	32	4	7	3	-	-	16	1	1
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2	32 369	2 156	8	4	-	-	-	-	4	-	-
UKUPNO	494 301	44 415	179	28	51	33	1	2	54	8	2

Na temelju dostupnih podataka o godinama priključenja zgrada na CTS grada Karlovca, dovodi se zaključak da su u tom periodu zgrade i izgrađene. Ujedno utvrđena je i površina grijanog prostora po rajonima (sl. 4-10, tab. 4-10).

Iz podatka o vremenu gradnje i udjela u ukupnom fondu zgrada priključenih na CTS grada Karlovca, zaključuje se da ukupno 62,57% zgrada je izgrađeno prije 1989. godine, dok ih tek 37,43% podliježe nešto strožim propisima o toplinskoj zaštiti zgrada pri gradnji.



Sl. 4-10: Broj zgrada i neto grijana površina raspoređena po rajonima



Sl. 4-11: Raspodjela fonda zgrada s obzirom na godinu izgradnje

5. PROCJENA UTJECAJA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI OPSKRBE TOPLINSKOM ENERGIJOM NA RAZVOJ TOPLINSKOG KONZUMA CTS-A

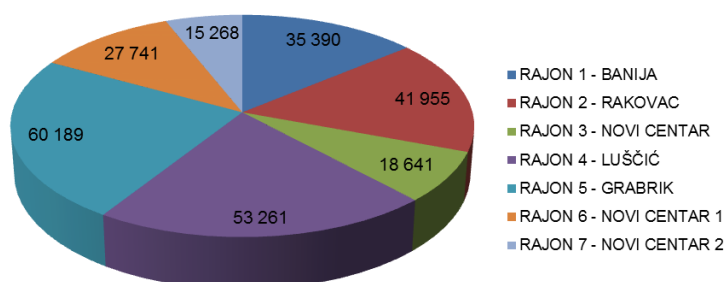
5.1. UTJECAJ PRIMJENE MJERA NA SVE ZGRADE IZGRAĐENE PRIJE 1987. GODINE

Kako bi se izračunala potrebna energija za grijanje nakon provedene energetske obnove zgrada, korišten je uzorak od četrdesetak zgrada iz arhive tvrtke EKONERG, prethodno definiran u poglavlju 4.2.1. Međutim, za ovaj dio analize upotrijebljeni su podaci o predloženim mjerama za zgrade uzorka, posebno za mjere koje utječu na poboljšanje vanjske ovojnice zgrade. Analizom su dobivene ponderirane vrijednosti koje su zatim uvećane za isti postotak odstupanja (u prosjeku za 16,5 %), kao i pri izračunu potrebne energije za grijanje po jedinici neto površine, prije primjene mjera uštede. Vrijednost potrebne energije za grijanja nakon implementacije mjera uštede izračunata za razdoblje izgradnje prije 1940. godine iznosi 101,9 kWh/m²/god, zatim za razdoblje izgradnje od 1940. do 1969. godine iznosi 82,9 kWh/m²/god te za razdoblje izgradnje od 1970. do 1986. godine iznosi 93,7 kWh/m²/god. Detaljan prikaz primjene mjera po objektima i rajonima nalazi se u tab. p- 13 u Pril. 4.

Potencijal uštede energije za grijanje sveden na pojedine rajone može se uvelike razlikovati s obzirom da je potencijal direktno povezan s neto grijanom površinom u zgradama izgrađenim prije 1987. godine. Analizirajući rajone i mogućnosti primjene mjera s obzirom na vrijeme izgradnje, dobiveni su podaci o neto grijanoj površini zgrada izgrađenih prije 1987. godine po rajonu. Prikazani rezultati predstavljaju podatak o tome koja bi se neto grijana površine obnovila te s kojim udjelom u ukupnom fondu zgrada ako bi se mjere obnove primijenile na sve zgrade izgrađene prije 1987. godine. Udio površine pogodne za primjenu mjera prosječno iznosi 56%, a u rasponu je od 32% (Rajon 6 - Novi Centar 1) do 78% (Rajon 3 - Novi Centar) (tab. 5-1).

Tab. 5-1: Prikaz udjela neto korisne površine pogodne za primjenu mjera po rajonima

	Neto grijana površina - ukupno	Neto grijana površina - zgrada izgrađenih prije 1987. godine	Udio površine pogodne za primjenu mjera - po rajonu	Udio površine pogodne za primjenu mjera - od ukupne površine pogodne za primjenu mjera
	m ²	m ²	%	%
RAJON 1 - BANJA	52 254	35 390	68%	14%
RAJON 2 - RAKOVAC	73 320	41 955	57%	17%
RAJON 3 - NOVI CENTAR	23 989	18 641	78%	7%
RAJON 4 - LUŠČIĆ	107 059	53 261	50%	21%
RAJON 5 - GRABRIK	112 376	60 189	54%	24%
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	87 165	27 741	32%	11%
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2	29 341	15 268	52%	6%
UKUPNO	485 504	252 445		100%



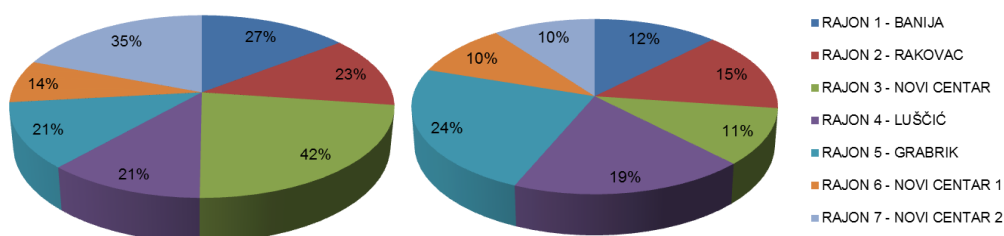
Sl. 5-1: Neto grijana površina, zgrada izgrađenih prije 1987. godine iskazana u m²

Međutim, ako gledamo udio površine s obzirom na ukupnu površinu na koju se mogu primijeniti mjere uštede, dolazimo do podatka da rajoni s velikom grijanom neto površinom kao što su Rajon 4 – Luščić i Rajon 5 – Grabrik imaju najveći potencijal uštede. Rajon 4 – Luščić ima udio grijane neto površine od 21% u ukupnoj površini pogodnoj za primjenu mjera, a Rajon 5 – Grabrik 24%, slijede ih još Rajon 2 – Rakovac s 17% i Rajon 1 – Banija s 14%.

Gradska toplana d.o.o. je Hrvatskoj regulatornoj agenciji dostavila podatke o isporučenoj toplinskoj energiji za 2013. godinu te ta vrijednost iznosi 64 730,58 MWh. U daljnjim analizama ta će se vrijednost koristiti kao vrijednost postojeće stvarne potrošnje korisne topline za potrebe grijanja.

Tab. 5-2: Prikaz udjela smanjenja potrošnje korisne topline za grijanje po rajonima

	Toplinska energija za grijanje - postojeće stanje	Toplinska energija za grijanje - nakon primjene mjera	Ušteda u toplinskoj energiji	Smanjenje potrošnje toplinske energije - ušteda po rajonu	Udio smanjenja potrošnje toplinske energije za grijanje po rajonu - od ukupne uštede
	MWh/god	MWh/god	MWh/god	%	%
RAJON 1 - BANIJIA	7 186	5 258	1 928	27%	12%
RAJON 2 - RAKOVAC	9 804	7 518	2 286	23%	15%
RAJON 3 - NOVI CENTAR	3 858	2 227	1 632	42%	11%
RAJON 4 - LUŠČIĆ	13 732	10 830	2 902	21%	19%
RAJON 5 - GRABRIK	14 846	11 172	3 674	25%	24%
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	10 842	9 331	1 511	14%	10%
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2	4 464	2 886	1 578	35%	10%
UKUPNO	64 731	49 220	15 511	24%	100%



Sl. 5-2: Udio smanjenja potrošnje toplinske energije za grijanje po rajonu (lijevo) i od ukupne uštede (desno)

Kako bi se preciznije razmotrio potencijal rajona u ukupnoj uštedi energije grijanja, analizirat će se udio smanjenja potrošnje toplinske energije za grijanje po rajonu. I u ovom slučaju možemo

izdvojeno razmatrati svaki rajon, međutim te vrijednosti ne daju pravu sliku jer se promatra samo utjecaj ušteda na rajon.

Gledajući udio uštede od ukupnog potencijala uštede u gradu Karlovcu, najveću uštedu u toplinskoj energiji ostvarit će Rajon 4 – Luščić od 2 902 MWh/god (19%) i Rajon 5 – Grabrik 3 674 MWh/god (24%), a slijede ih Rajon 2 – Rakovac (15 %) i Rajon 1 - Banija (12%) (tab. 5-2, sl. 5-2).

5.2. TIJEK ENERGETSKE OBNOVE ZGRADA

Kako bi se definirali mogući scenariji, obnove fonda zgrada priključenih na sustav CTS – a grada Karlovca, korišteni su podaci objavljeni u *Dugoročnoj strategiji nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske*, doneseni od strane vlade Republike Hrvatske u lipnju 2014. godine.

Dugoročnom strategijom nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu *DSNFZRH*) u poglavlju 5.1. *Procjena potrebnih ulaganja* definirana je potrebna dinamika obnove fonda zgrada sa svrhom ispunjenja zadanih ciljeva donesenih putem *Drugog Nacionalnog akcijskog plana energetske učinkovitosti Republike Hrvatske i Energetskog putokaza Europske unije do 2050. godine* (eng. Energy Roadmap 2050). Definirana dinamika obnove nije ravnomjerna kroz cijelo razdoblje promatranja te odvija se u nekoliko različitih faza. Vrijednosti postotka obnovljenih zgrada navedenih u *DSNFZRH* prikazane su u tablici *tab. 5-3* u putem optimističnog scenarija. S obzirom da je tvrka Ekonerg sudjelovala kao recenzent pri donošenju *DSNFZRH* izneseno je stručno mišljenje kako je upitna mogućnost dugoročnog financiranja tj. sufinanciranja od strane jedinica lokalne i područne samouprave kao i Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Iz tog razloga, postotak obnovljenih zgrada naveden u *DSNFZRH* je predstavljen u optimističnom scenariju. Postotak obnovljenih zgrada u realnom scenariju je umanjnjen za 0,5% naspram optimističnog scenarija dok pesimističan scenarij predstavlja polovicu predviđenog postotka obnovljenih zgrada u realnom scenariju.

Tab. 5-3: Definirana dinamika obnove zgrada

	Postotak obnovljenih zgrada	Godina					
		2015	2016	2017	2018-24	2025-39	2040-45
Optimističan scenarij	%	0,5	1,0	1,5	3,0	3,5	1,5
Realan scenarij	%	0,5	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0
Pesimističan scenarij	%	0,3	0,5	0,5	1,0	1,5	0,5

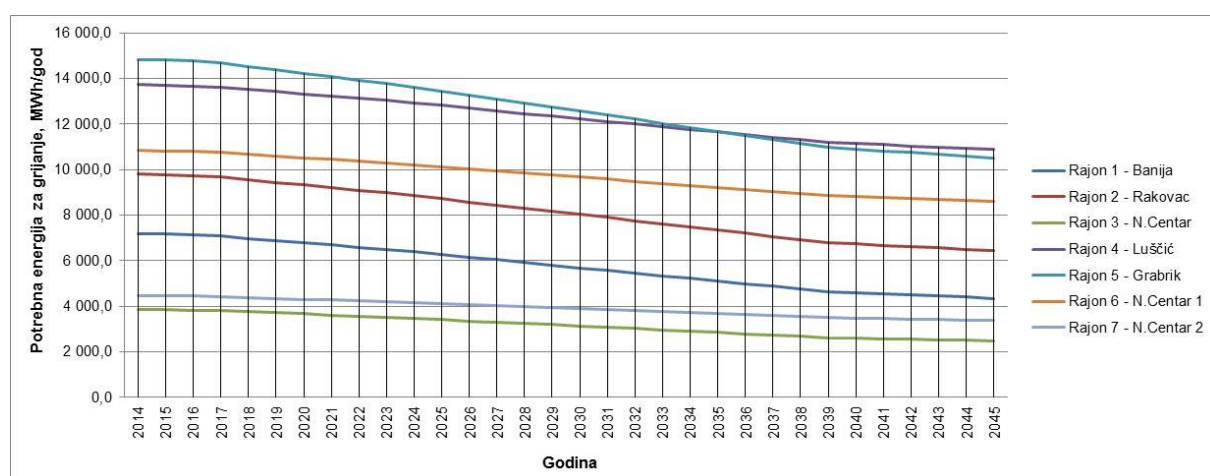
Kao vrijednost postojeće stvarne potrošnje korisne topline za potrebe grijanja korištena je vrijednost o isporučenoj toplinskoj energiji za 2013. godinu koja iznosi 64 730,58 MWh. Taj podatak je Gradska toplana d.o.o. dostavila Hrvatskoj regulatornoj agenciji.

Za izračun pojedinog scenarija koristili su se podaci o potrebnoj energije za grijanje po rajonima te se ta vrijednost umanjivala za postotak obnovljenih zgrada u razdoblju od 2015. do 2045. godine. U sva tri scenarija obnovom su obuhvaćene samo zgrade izgrađene prije 1987. godine, kao zgrade s većim potencijalom uštede potrebne energije za grijanje.

Pri izračunu vrijednosti potrebne energije za grijanje za sva tri scenarija, sumarna vrijednost sadašnje potrošnje energije za grijanje umanjena je za definiran postotak zgrada po pojedinom scenariju na kojima je primijenjena obnova zgrada. Kako je već navedeno, u modelu obnova je obuhvatila samo zgrade izgrađene prije 1987. godine. Rezultati optimističnog, realnog i pesimističnog scenarija u periodu od 2015. do 2045. godine s prikazanim vrijednostima u specifičnim godinama prikazani su u tablicama *tab. 5-5*, *tab. 5-6* i *tab. 5-6* i slikama *sl. 5-3*, *sl. 5-4* i *sl. 5-5*. Detaljan prikaz za svaku godinu dan u prilogu *Pril. 5*, *tab. p- 14*.

Tab. 5-4: Optimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine

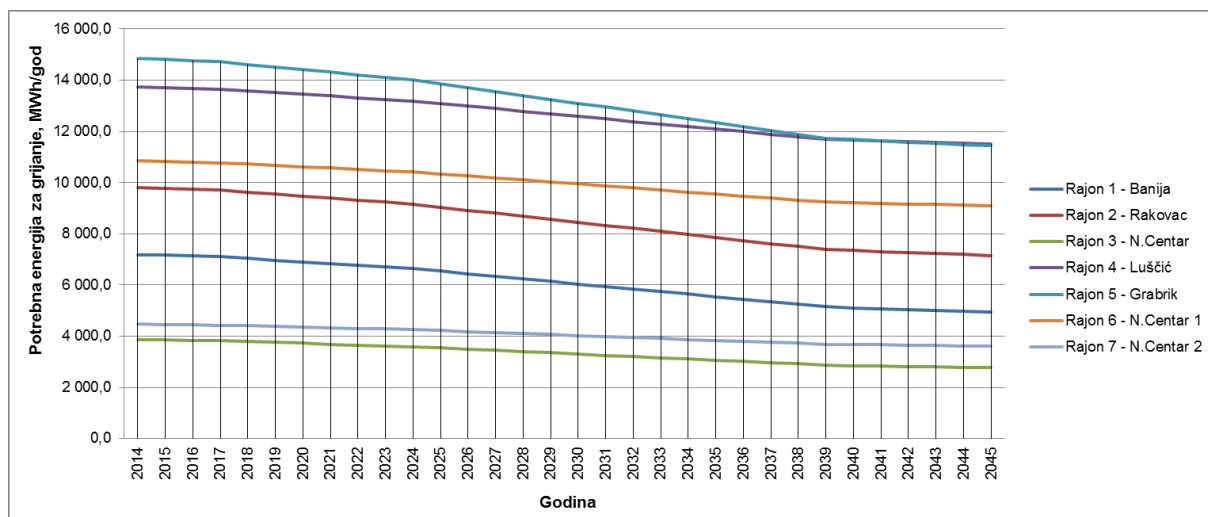
Godina	Optimističan scenarij							
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Jedinica	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god
Rajon 1 - Banija	7 185,9	7 169,3	6 787,8	6 273,6	5 693,1	5 112,6	4 598,4	4 349,6
Rajon 2 - Rakovac	9 803,7	9 784,0	9 331,8	8 722,2	8 034,0	7 345,8	6 736,3	6 441,4
Rajon 3 - N.Centar	3 858,3	3 850,3	3 665,0	3 415,3	3 133,3	2 851,3	2 601,6	2 480,8
Rajon 4 - Lušćić	13 731,6	13 715,0	13 333,5	12 819,4	12 238,9	11 658,4	11 144,2	10 895,4
Rajon 5 - Grabrik	14 845,5	14 820,2	14 238,7	13 454,8	12 569,8	11 684,9	10 901,0	10 521,7
Rajon 6 - N.Centar 1	10 842,3	10 829,3	10 530,3	10 127,2	9 672,2	9 217,2	8 814,2	8 619,1
Rajon 7 - N.Centar 2	4 463,6	4 457,2	4 311,6	4 115,3	3 893,7	3 672,1	3 475,8	3 380,8
Ukupno	64 730,9	64 625,3	62 198,6	58 927,9	55 235,1	51 542,3	48 271,5	46 688,9
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,16%	3,91%	8,96%	14,67%	20,37%	25,43%	27,87%



Sl. 5-3: Optimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine

Tab. 5-5: Realan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine

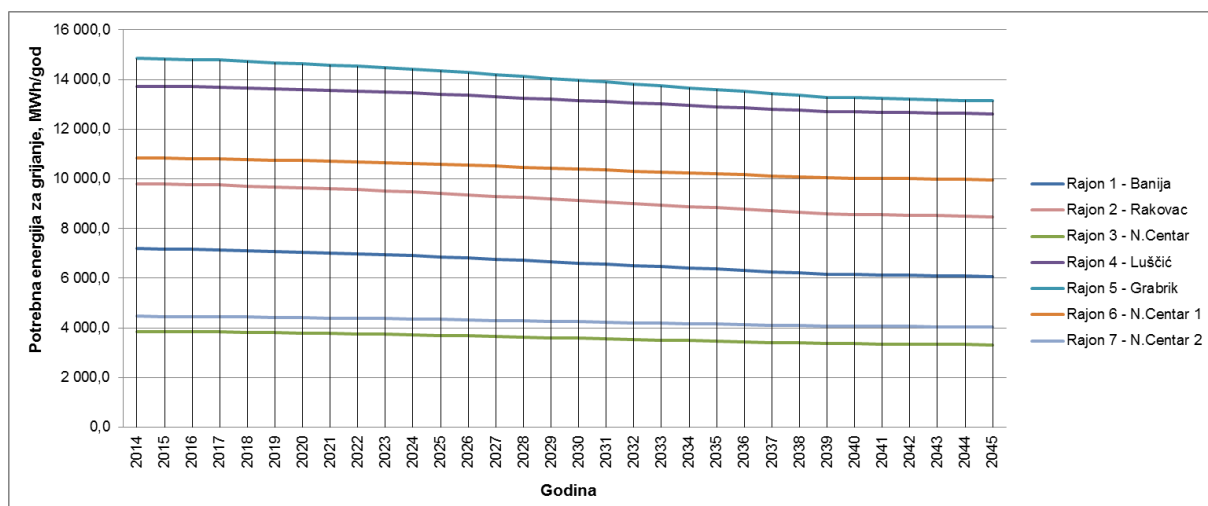
Godina	Optimističan scenarij							
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Jedinica	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god
Rajon 1 - Banija	7 185,9	7 169,3	6 903,9	6 539,0	6 041,4	5 543,8	5 112,6	4 946,7
Rajon 2 - Rakovac	9 803,7	9 784,0	9 469,4	9 036,8	8 447,0	7 857,1	7 345,8	7 149,2
Rajon 3 - N.Centar	3 858,3	3 850,3	3 721,4	3 544,1	3 302,5	3 060,8	2 851,3	2 770,8
Rajon 4 - Lušćić	13 731,6	13 715,0	13 449,6	13 084,8	12 587,2	12 089,6	11 658,4	11 492,5
Rajon 5 - Grabrik	14 845,5	14 820,2	14 415,7	13 859,4	13 100,8	12 342,3	11 684,9	11 432,0
Rajon 6 - N.Centar 1	10 842,3	10 829,3	10 621,3	10 335,3	9 945,2	9 555,2	9 217,2	9 087,2
Rajon 7 - N.Centar 2	4 463,6	4 457,2	4 355,9	4 216,6	4 026,7	3 836,7	3 672,1	3 608,8
Ukupno	64 730,9	64 625,3	62 937,2	60 616,0	57 450,8	54 285,5	51 542,3	50 487,2
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,16%	2,77%	6,36%	11,25%	16,14%	20,37%	22,00%



Sl. 5-4: Realan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine

Tab. 5-6: Pesimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine

Godina	Optimističan scenarij							
	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Jedinica	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god
Rajon 1 - Banija	7 185,9	7 177,6	7 044,9	6 862,4	6 613,7	6 364,9	6 149,2	6 066,3
Rajon 2 - Rakovac	9 803,7	9 793,8	9 636,5	9 420,3	9 125,3	8 830,4	8 574,8	8 476,4
Rajon 3 - N.Centar	3 858,3	3 854,3	3 789,8	3 701,2	3 580,4	3 459,6	3 354,8	3 314,6
Rajon 4 - Lušćić	13 731,6	13 723,3	13 590,6	13 408,2	13 159,4	12 910,6	12 695,0	12 612,1
Rajon 5 - Grabrik	14 845,5	14 832,9	14 630,6	14 352,4	13 973,2	13 593,9	13 265,2	13 138,8
Rajon 6 - N. Centar 1	10 842,3	10 835,8	10 731,8	10 588,8	10 393,8	10 198,8	10 029,7	9 964,7
Rajon 7 - N. Centar 2	4 463,6	4 460,4	4 409,7	4 340,1	4 245,1	4 150,1	4 067,8	4 036,2
Ukupno	64 730,9	64 678,1	63 834,0	62 673,4	61 090,8	59 508,2	58 136,6	57 609,0
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,08%	1,39%	3,18%	5,62%	8,07%	10,19%	11,00%



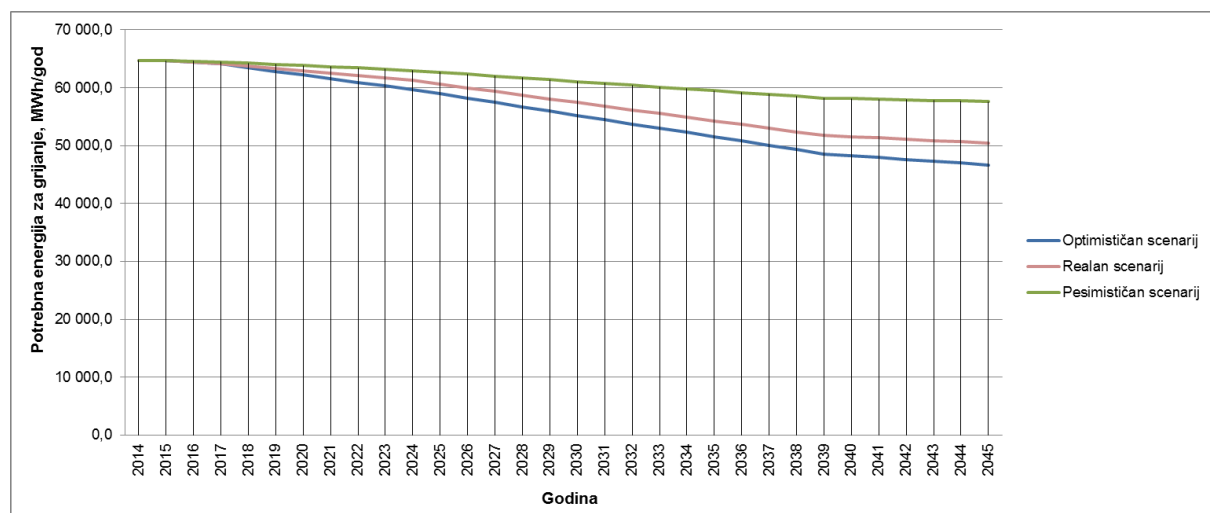
Sl. 5-5: Pesimističan scenarij u periodu od 2015. do 2045. godine

Tab. 5-7: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a od 2015. do 2045. godine

Godina	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Jedinica	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god
Optimističan scenarij	64 730,9	64 625,3	62 198,6	58 927,9	55 235,1	51 542,3	48 271,5	46 688,9
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,16%	3,91%	8,96%	14,67%	20,37%	25,43%	27,87%
Realan scenarij	64 730,9	64 625,3	62 937,2	60 616,0	57 450,8	54 285,5	51 542,3	50 487,2
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,16%	2,77%	6,36%	11,25%	16,14%	20,37%	22,00%
Pesimističan scenarij	64 730,9	64 678,1	63 834,0	62 673,4	61 090,8	59 508,2	58 136,6	57 609,0
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,08%	1,39%	3,18%	5,62%	8,07%	10,19%	11,00%

Razmatranjem tri moguća scenarija obnove zgrada dobiveni su rezultati smanjenja potrošnje toplinske energije iz CTS-a (tab. 5-7, sl. 5-6). Dobiveni rezultati, u tri razmatrana scenarija, se tek nakon 2025. godine počinju značajnije razlikovati. Tako 2025. godine postotak smanjenja potrošnje toplinske energije iznosi od 3,18% do 8,96% uz realnih 6,36%, dok bi 2035. godine smanjenja potrošnje toplinske energije iznosilo od 8,07% do 20,37% uz realnih 16,14%.

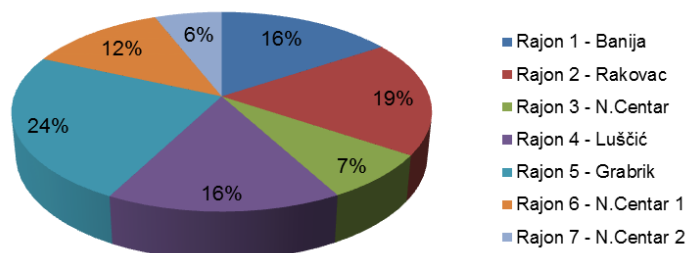
Sustavnom obnovom fonda zgrada izgrađenih prije 1987. godine u 2045. godini bi potrošnja toplinske energije bila bi smanjena od 11,00% do 27,87% uz realnih 22,00%.



Sl. 5-6: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a u periodu od 2015. do 2045. godine

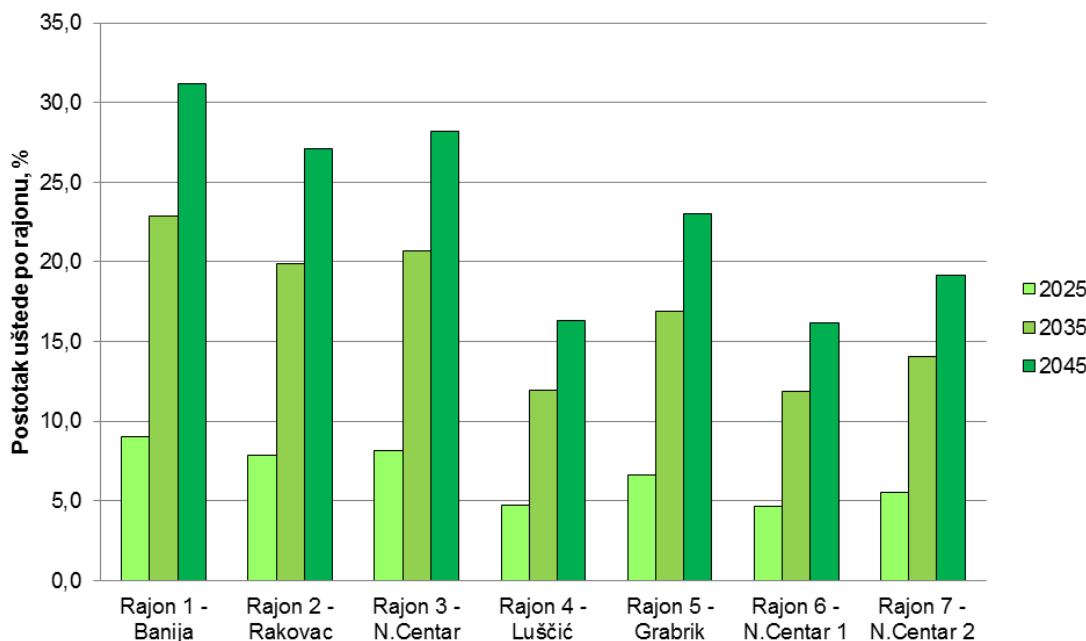
5.3. UTJECAJ PRIMJENE UŠTEDA PO RAJONIMA

Gore navedene vrijednost predstavljaju primjenu mjera na cijeli fond zgrada izgrađen prije 1987. godine, međutim potrebno je razmotriti i kako bi predviđeni scenariji utjecali na uštede po pojedinom rajonu. Udio uštede gledano po rajonima će biti isti u svim scenarijima, iz razloga što se isti postotak primjene mjera obnove koristio u svim rajonima a dobiveni rezultati su prikazani slikom sl. 5-7. S obzirom da je u tom slučaju važan podatak o količini neto grijane površine izgrađene prije 1987. godine na koju se i primjenjuju mjere, najveći potencijal uštede imaju rajoni Grabnik (24%), Rakovac (19%), Banija (16%) i Luščić (16%).



Sl. 5-7: Udio smanjenja potrošnje energije za grijanje od ukupnog iznosa uštede - po rajonima

Kako bi dobili vjerniju sliku o stvarnoj uštedi po rajonima razmatrati će se karakteristične godine 2025., 2035. i 2045. pri primjeni realnog scenarija te će se na taj način utvrditi koji rajoni imaju najveći potencijal pri primjeni mjera energetske obnove. U realnom scenarija korištena je dinamika primjene ušteda prikazanih u tablici tab. 5-3 koja se primjenjuje na sve rajone. Postotak uštede s obzirom na trenutnu potrošnju po rajonu te postojeći fond zgrada biti će najveći u Rajonu 1- Banija, Rajonu 3 – Centar, Rajonu 2 – Rakovac te Rajonu 4 – Luščić (sl. 5-8, tab. 5-8).



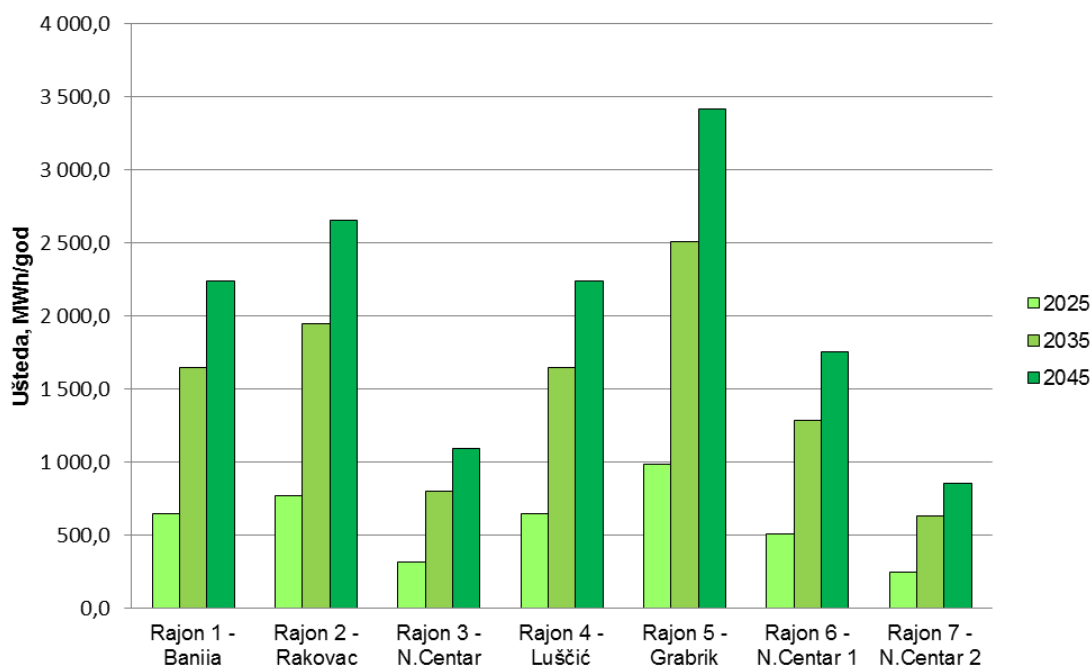
Sl. 5-8: Udio smanjenja potrošnje energije za grijanje po rajonima

Tab. 5-8: Količina i postotak ušteda po rajonima u realnom scenariju

Godina	2025				2035			2045		
	Potrošnja	Potrošnja s primjenom mjera	Ušteda	Postotak uštede po rajonu	Potrošnja s primjenom mjera	Ušteda	Postotak uštede po rajonu	Potrošnja s primjenom mjera	Ušteda	Postotak uštede po rajonu
Jedinica	MWh/god	MWh/god	MWh/god	%	MWh/god	MWh/god	%	MWh/god	MWh/god	%
Rajon 1 - Banija	7 185,9	6 539,0	646,9	9,0	5 543,8	1 642,0	22,9	4 946,7	2 239,1	31,2
Rajon 2 - Rakovac	9 803,7	9 036,8	766,8	7,8	7 857,1	1 946,6	19,9	7 149,2	2 654,5	27,1
Rajon 3 - N.Centar	3 858,3	3 544,1	314,2	8,1	3 060,8	797,5	20,7	2 770,8	1 087,5	28,2
Rajon 4 - Lušćić	13 731,6	13 084,8	646,9	4,7	12 089,6	1 642,0	12,0	11 492,5	2 239,1	16,3
Rajon 5 - Grabrik	14 845,5	13 859,4	986,1	6,6	12 342,3	2 503,2	16,9	11 432,0	3 413,5	23,0
Rajon 6 - N.Centar 1	10 842,3	10 335,3	507,0	4,7	9 555,2	1 287,1	11,9	9 087,2	1 755,1	16,2
Rajon 7 - N.Centar 2	4 463,6	4 216,6	246,9	5,5	3 836,7	626,8	14,0	3 608,8	854,8	19,2
Ukupno	64 730,9	60 616,0	4 114,8		54 285,5	10 445,3		50 487,2	14 243,6	

Međutim najveća ušteda iskazana u MWh/god vidljiva je u Rajonu 5 – Grabrik, u kojem bi se 2025. godine postigla ušteda od 986,1 MWh/god (6,6%), zatim 2035. godine ušteda bi iznosila 2 503,2 MWh/god (16,9%), a 2045. godine 3 413,5 MWh/god odnosno 23,0% gledano naspram potrošnje postignute u rajonu u 2013 g. Slijede ga rajoni Rajon 2 – Rakovac te Rajon 1 – Banija i Rajon 4 – Lušćić, te se može reći da ti rajoni imaju najveći potencijal uštede primjenom mjera na ukupan fond zgrada izgrađenih prije 1987. godine primjenom realnog scenarija.

Najmanja ušteda primjenom realnog scenarija bi se postigla u Rajonu 7 - N. Centar 2. Rezultati su prikazani tablicom tab. 5-8 i slikom sl. 5-9.



Sl. 5-9: Količina smanjenja potrošnje energije za grijanje u realnom scenariju - po rajonima

6. ANALIZA MOGUĆNOSTI CENTRALIZIRANE OPSKRBE POTROŠNOM TOPLOM VODOM IZ TOPLANE

Kod centralizirane opskrbe toplinskom energijom, često se uz toplinu za grijanje prostora predaje i toplina za zagrijavanje potrošne (sanitarne) tople vode (u nastavku PTV). U gradu Karlovcu ne postoji centralni sustav pripreme PTV, iako je toplina za grijanje dijela stambenih i javnih zgrada osigurana pomoću centraliziranog toplinskog sustava. PTV se u stambenim zgradama upotrebljava za kuhinjske potrebe i održavanje higijene, te se potrebe za korištenjem javljaju tokom čitave godine sa izraženim oscilacijama u različitim periodima. Potrebna količina PTV ovisi o standardu života, dobi i navikama korisnika. U javnim zgradama PTV se koristi ovisno o namjeni zgrade, odnosno djelatnosti i sadržajima koji se u njima obavljaju. Tako se u odgojno obrazovnim ustanovama koristi za potrebe kuhinje, te u sanitarnim čvorovima za pranje ruku. Ako je u sklopu zgrade i športska dvorana, potrebe su zahtjevnije, te PTV koriste korisnici dvorane za tuširanje. Temperatura doseže vrijednost od oko 45°C.

Ovisno o namjeni zgrade, u raznim priručnicima mogu se naći karakteristične veličine iskustvenih parametara za određivanje potrebne toplinske snage i energije za zagrijavanje PTV:

- za stambene objekte, ovisno o veličini objekta daje se podatak o potrošku PTV po stanovniku,
- za restorane i hotele daje se podatak o potrošku PTV po krevetu (stolu),
- za bolnice se daje podatak o potrošku PTV po krevetu,
- za praonice rublja daje se podatak po satu i 100 kg rublja, itd.

Za analizu priključka zgrada na centralni sustav pripreme PTV odabrane su dvije karakteristične stambene zgrade, različite geometrije, katnosti i broja stambenih jedinica, te javna zgrada Osnovne škole Grabrik i zgrada Općinskog suda u Karlovcu. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS) iz popisa stanovništva 2011. godine, broj članova u kućanstvu u gradu Karlovcu iznosi 2,7 člana po stambenoj jedinici.

Potrebe PTV u stambenim zgradama po članu određene su iskustvenim parametrima prema Recknagelu¹ za srednje zahtjeve što iznosi 40 litara PTV dnevno tokom cijele godine, što podrazumijeva korištenje kade s priključkom, sudopera te umivaonika. Za javnu zgradu Osnovne škole Grabrik potrošnja PTV određena je na temelju specifičnih potreba po korisniku. S obzirom na ukupan broj od 802 korisnika (prema dostupnim podacima za generaciju 2011/2012), uzimamo da se za 60% učenika i djelatnika priprema topli obrok. Prema *Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama – Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode /L 14/* potrošnja PTV po obroku iznosi 4 l. Za potrebe pranja ruku u sanitarnim čvorovima škole uzima se iskustvena vrijednost od 2 l/osobi dnevno. Tako je ukupna potrošnja PTV procijenjena na 4,4 l/osobi odnosno 3 528,8 l/dan. Zgrada Općinskog suda u Karlovcu sanitarnu toplu vodu koristi isključivo u sanitarnim prostorima za pranje ruku. S obzorom na prosječni broj od 200 djelatnika, te potrošnjom od 5 l/osobi/dan, dnevna potrošnja iznosi 1 000 l/dan. Karakteristične vrijednosti pojedine zgrade iskazane su tablično (tab. 6-1).

¹⁾ Recknagel, Grijanje i klimazijacija – šesto izmijenjeno i dopunjeno izdanje, INTERKLIMA 2004.



Sl. 6-1: Stambena zgrada 5 katova (gore lijevo), stambena zgrada 10 katova (gore desno), zgrada Osnovne škole Grabrik (dolje lijevo), zgrada Općinskog suda (dolje desno)

Tab. 6-1: Karakteristike promatranih zgrade i potrošnja PTV

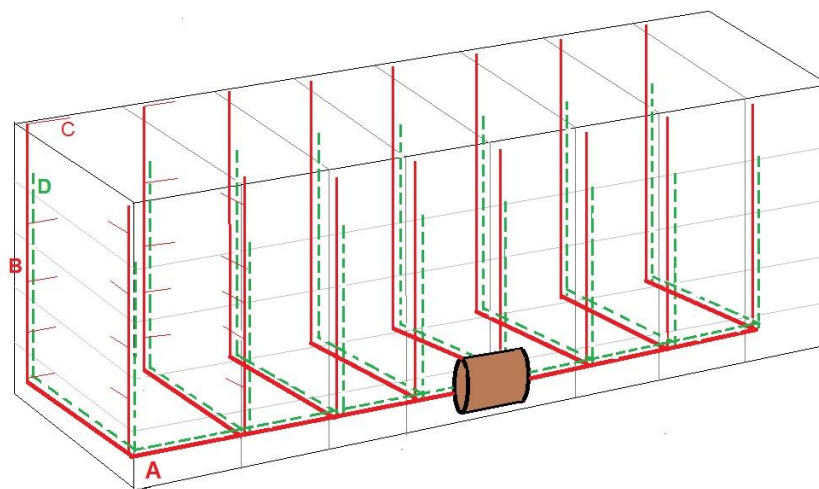
Karakteristika zgrade i potrošnje PTV								
Vrsta zgrade - namjena	Neto grijana površina	Broj katova	Broj stanova	Prosječni broj korisnika po stambenoj jedinici (DZS)	Ukupni broj korisnika	Prosječna potrošnja (srednji zahtjevi)	Broj dana korištenja u mjesecu	Ukupna mjesečna potrošnja
Jedinica	m2	-	-	osoba	osoba	l/dan/osobi	dan	l/mj
Stambena zgrada	2871	5	48	2,7	130	40	30	155520
Stambena zgrada	3581	10	60	2,7	162	40	30	194400
Javna - osnovna škola	5135	2	-	-	802	4,4	20	70576
Javna - općinski sud	6497	5	-	-	200	5	20	20000

6.1. ANALIZA PRIKLJUČENJA STAMBENIH ZGRADA NA CENTRALNU PRIPREMU PTV

Na slici (sl. 6-1 gore lijevo) prikazana je stambena zgrada u gradu Karlovcu na adresi Tadije Smičiklasa 14. Zgrada je položena u smjeru sjeverozapad-jugoistok, sa garažnim prostorom u prizemlju te pet (5) katova stambenog dijela sa prosječno 48 stambenih jedinica. Zgrada je priključena na CTS grada Karlovca, sa neto grijanom površinom zgrade od 2871 m². Za priključenje postojeće zgrade na centralni sustav pripreme PTV potrebno je provući cijevni sustav od svakog izljevno mjestu iz pojedine stambene jedinice do mjesta priključka, kotlovnice. Cijevni razvod sanitarne tople vode karakteriziraju dionice, vertikale, razvod po stambenoj jedinici do izljevno mjestu, te recirkulacijski sustav cjevovoda (sl. 6-2). Kroz svaku stambenu jedinicu provučene su dvije (2) vertikale, jedna za potrebe PTV u kupaonici i druga vertikalna cijev za potrebe kuhinje. Zbog geometrije zgrade i velike količine vode u sustavu razvoda ugrađuje se recirkulacijski cjevovod kako bi potrošna topla voda u svakom trenutku potrebe bila spremna za korištenje, odnosno pružala trenutni komfor. Prema dimenzijama zgrade i razvodu mreže određena je duljina pojedine cijevi s obzorom na njenu karakteristiku.

Tab. 6-2: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada 48 stanova

RAZVOD	ukupna duljina cijevi, m
A - dionica (razvod do vertikala)	114
B - vertikale	224
C - razvod po stanu	120
D - cirkulacija	224



Sl. 6-2: Shematski prikaz razvoda cjevovoda za potrebe PTV

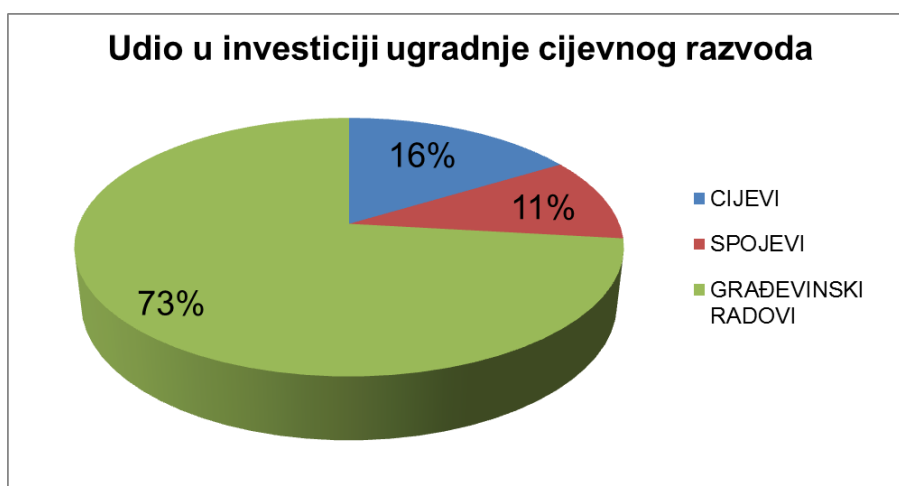
Za cijevni razvod A – dionice koriste se pocinčane cijevi ZN 5/4 koje vodu dopremaju do vertikalnih cijevi. Vertikalne cijevi – B ZN 5/4 vodu razvode prema katovima do cijevi za razvod po stanu prema izljevno mjestima ZN 3/4. Za recirkulaciju vode se koriste pocinčane cijevi ZN 1/2.

Tab. 6-3: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje

OPREMA ZA RAZVOD CJEVOVODA PTV			
Vrsta	kn/m	Cijena	Ukupno
CIJEVI			
Cijevni razvod po stanu - cijev ZN 3/4	30,00	4 320,00	4 320,00
Cijevni razvod vertikale + glavne dionice- cijev ZN 5/4	50,00	16 900,00	16 900,00
Cijevni razvod cirkulacija - ZN 1/2	20,00	4 480,00	4 480,00
SUM			25 700,00
SPOJEVI			
	kom/stan	kn/kom	Ukupno
T -komad 3/4	5	4,00	960,00
T -komad 1/2	8	2,00	768,00
Koljena ŽŽ ZN 3/4	4,5	8,00	1 728,00
Koljena ŽŽ ZN 1/2	3	4,00	576,00
Holender MŽ ZN 1/2	20	4,00	3 840,00
Holender MŽ ZN 3/4	15	8,00	5 760,00
Spojnice različite dimenzije	3	20,00	2 880,00
SUM			16 512,00
GRAĐEVINSKI RADOVI			
Ugradnja cijevnog sustava (vertikale, stan)			115 200,00
UKUPNO			157 412,00

Sve cijene iskazane su bez PDV-a

Ugradnja cijevnog razvoda sa građevinskim radovima iznosi ukupno 157 412,00 kn. Od toga 25 700,00 kn, odnosno 16% otpada na cijevi, 16 512,00 kn odnosno 10% otpada na različite spojeve (T-komad, koljena, holender, spojnice), te najveći dio otpada na građevinske radove koji čine 73% ukupne cijene ugradnje cijevnog razvoda, odnosno 115 200,00 kn. Cijena građevinskih radova ugradnje cjevovoda uzeta je prema iskustvenim parametrima koji iznose 2 400 kn po stambenoj jedinici.



Sl. 6-3: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za stambenu zgradu

S obzorom na broj stanova u zgradi i poznate ukupne neto grijane površine zgrade cijena ulaganja cjevovoda za PTV iznosi 3 279,41 kn po stambenoj jedinici, odnosno 54,83 kn po kvadratnom metru stana.

Toplina potrebna za pripremu potrošne tople vode (bez gubitaka cijevnom razvodu) određuje se na temelju prosječnih dnevnih potreba PTV za cijelu stambenu zgradu uključujući faktor istovremenosti s obzorom na broj stanova za pojedinu zgradu:

$$\dot{Q}_{PTV} = \frac{V_{PTV,kor} \cdot n_{kor} \cdot \varphi \cdot c \cdot (\vartheta_{PTV} - \vartheta_{HV})}{3600} \quad (6-1)$$

gdje je:

- \dot{Q}_{PTV} - potrebna toplina za pripremu PTV, kW
- $V_{PTV,kor}$ - dnevna potrošnja potrošne tople vode po korisniku, l/osobi/dan
- n_{kor} - broj korisnika, osoba
- φ - faktor istovremenosti
- c - specifični toplinski kapacitet vode, $c=4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- ϑ_{PTV} - temperatura potrošne tople vode, $\vartheta_{PTV}=45 \text{ }^\circ\text{C}$
- ϑ_{HV} - temperatura hladne vode, $\vartheta_{HV}=10 \text{ }^\circ\text{C}$

Potrebni kapacitet se određuje s obzorom na broj sati zagrijavanja i pogona prema jednadžbi:

$$\dot{Q}_K = \frac{\dot{Q}_{PTV} + Z_B}{Z_A + Z_B} \quad (6-2)$$

gdje je:

- \dot{Q}_K - kapacitet, kW
- \dot{Q}_{PTV} - potrebna toplina za pripremu PTV, kW
- Z_A - broj sati zagrijavanja, h
- Z_B - broj sati pogona, h

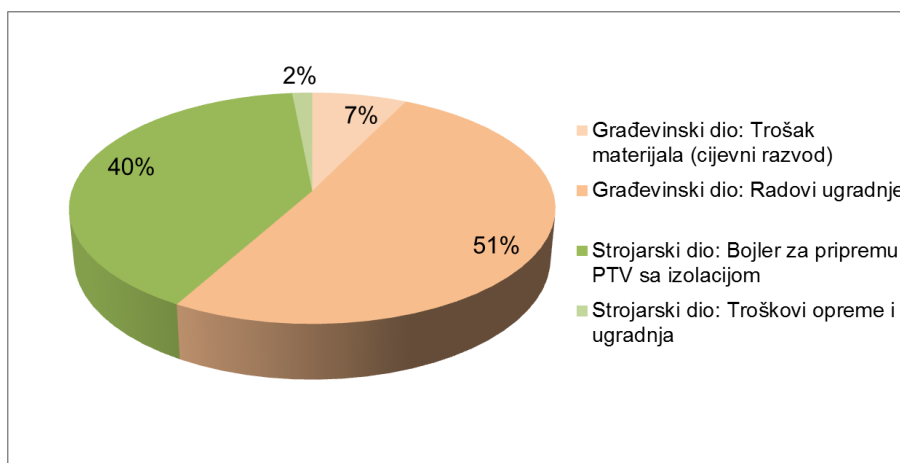
Što je broj sati zagrijavanja veći, to nam je potreban manji kapacitet odnosno veći spremnik PTV. Volumen akumulacijskog spremnika potrošne tople vode određuje se prema jednadžbi:

$$V_S = \frac{C}{c \cdot (\vartheta_{PTV} - \vartheta_{HV})} \cdot b \quad (6-3)$$

gdje je:

- V_S - volumen spremnika PTV, l
- C - kapacitet (akumulirana količina topline) spremnika, kWh
- c - specifični toplinski kapacitet vode, $c=4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- ϑ_{PTV} - temperatura potrošne tople vode, $\vartheta_{PTV}=45 \text{ }^\circ\text{C}$
- ϑ_{HV} - temperatura hladne vode, $\vartheta_{HV}=10 \text{ }^\circ\text{C}$
- b - faktor dodatka zbog mrtvog prostora ispod grijane površine spremnika, 1,1... 1,2

Broj sati zagrijavanja i broj sati pogona iznosi 2 h, te s obzirom na potrebnu količinu tople vode i faktor istovremenosti potrebna toplina za pripremu PTV iznosi 69,5 kW. Prema tome vrijednost potrebnog volumena spremnika PTV iznosi 1881 l te se s obzorom na tu vrijednost odabire bojler prema cjeniku termoopreme HEP-Toplinarstva čija cijena iznosi 91 321,71 kn sa izolacijom. Dodatne troškove čine oprema i ugradnja u ukupnom iznosu od 3 472,75 kn. Ukupni trošak strojarskih instalacija tako iznosi 94 794,46 kn bez PDV-a. S obzirom na ukupni trošak građevinskog i strojarskog dijela ukupna investicija priključenja promatrane zgrade na centralni toplinski sustav pripreme PTV iznosi 226 506,46 kn, odnosno 78,90 kn po m² korisne površine zgrade.



Sl. 6-4: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji

Za stambenu zgradu u ulici Tina Ujevića od 10 katova i prosječno 60 stanova (sl. 6-1 gore desno), čija neto grijana površina iznosi 3581 m² određeni su troškovi razvoda cjevovodne mreže s obzirom na geometriju zgrade. Kroz svaku stambenu jedinicu provučene su dvije (2) vertikale, jedna za potrebe PTV u kupaonici i druga vertikalna cijev za potrebe kuhinje. Zbog katnosti zgrade i relativno male površine poprečnog presjeka zgrade s obzirom na prijašnju promatranu zgradu, u cijevnom razvodu dominantnu vrijednost duljine imaju cijevi vertikala. Karakteristične duljine karakterističnih cijevi iskazane su tablično. Dimenzije otvora cijevi s obzorom na njenu karakteristiku iste su kao i kod prethodno promatrane stambene zgrade.

Tab. 6-4: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada 60 stanova

RAZVOD	m
A - dionica (razvod do vertikala)	60
B - vertikale	336
C - razvod po stanu	180
D - cirkulacija	336

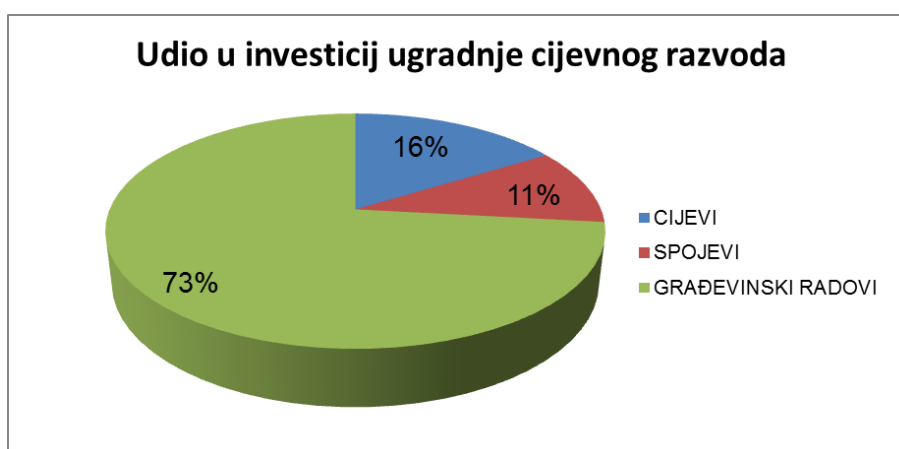
Tab. 6-5: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje

OPREMA ZA RAZVOD CJEVOVODA PTV			
Vrsta	kn/m	Cijena	Ukupno
CIJEVI			
Cijevni razvod po stanu - cijev ZN 3/4	30,00	5 400,00	5 400,00
Cijevni razvod vertikale + glavne dionice- cijev ZN 5/4	50,00	19 800,00	19 800,00
Cijevni razvod cirkulacija - ZN 1/2	20,00	6 720,00	6 720,00
SUM			31 920,00
SPOJEVI			
	kom/stan	kn/kom	Ukupno
T -komad 3/4	5	4,00	1 200,00
T -komad 1/2	8	2,00	960,00
Koljena ŽŽ ZN 3/4	4,5	8,00	2 160,00
Koljena ŽŽ ZN 1/2	3	4,00	720,00
Holender MŽ ZN 1/2	20	4,00	4 800,00
Holender MŽ ZN 3/4	15	8,00	7 200,00
Spojnice različite dimenzije	3	20,00	3 600,00
SUM			20 640,00
GRAĐEVINSKI RADOVI			
Ugradnja cijevnog sustava (vertikale, stan)			144 000,00
UKUPNO			196 560,00

Sve cijene iskazane su bez PDV-a

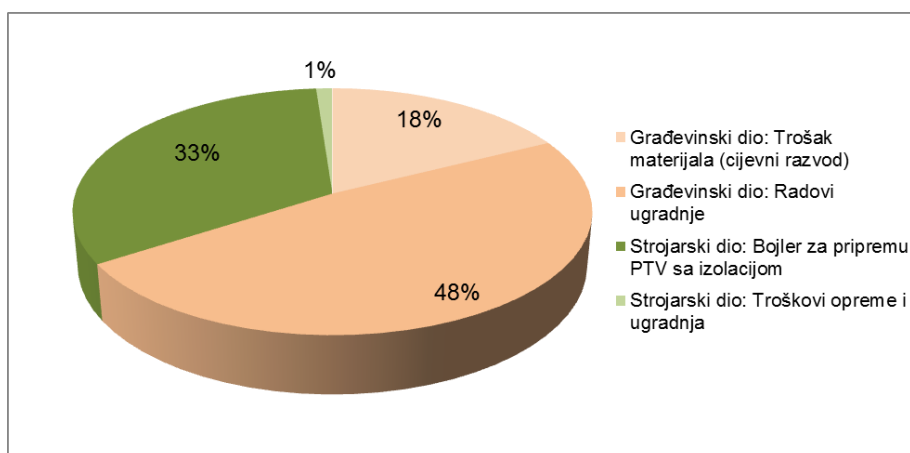
Ugradnja cijevnog razvoda sa građevinskim radovima iznosi ukupno 196 560,00 kn. Od toga 31 920,00 kn, odnosno 16% otpada na cijevi, 20 640,00 kn odnosno 11% otpada na različite spojeve (T-komad, koljena, holender, spojnice), te najveći dio otpada na građevinske radove koji čine 73% ukupne cijene ugradnje cijevnog razvoda odnosno 144 000,00 kn.

S obzorom na broj stanova u zgradi i poznate ukupne neto grijane površine zgrade cijena ulaganja cjevovoda za PTV iznosi 3 276,00 kn po stambenoj jedinici, odnosno 54,89 kn po kvadratnom metru stana.



Sl. 6-5: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za stambenu zgradu

Broj sati zagrijavanja i broj sati pogona iznosi 2 h, te s obzirom na potrebnu količinu tople vode i faktor istovremenosti potrebna toplina za pripremu PTV iznosi 81,55 kW. Prema tome vrijednost potrebnog volumena spremnika PTV iznosi 1881, ukupna vrijednost investicije strojarskih instalacija iznosi 101 543,3 kn, odnosno 98 070,60 kn za bojler sa ugrađenom izolacijom, te 3 472,70 za troškove opreme i ugradnju sustava. Tako ukupna investicija građevinskog dijela ugradnje cijevnog sustava i strojarskog dijela opreme iznosi 298 301,30 kn, odnosno 83,20 kn po m² korisne površine zgrade.



Sl. 6-6: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji

Financijska analiza priključenja zgrade na centralnu pripremu PTV sagledana je s obzorom na referentni (postojeći) te promatrani scenarij.

Referentni dio razmatra daljnje korištenje postojećeg sustava pripreme PTV pomoću električnih bojlera, sa pretpostavkom njihove zamjene u periodu od 20 godina. Za provedbu analize pretpostavka je da su u zgradama električni bojleri izvedeni u kuhinjskom dijelu kao mali protočni bojler, te u kupaonici kao akumulacijski bojler u svakoj stambenoj jedinici podjednako.

S obzorom na ukupnu mjesečnu potrebu za toplom vodom za promatrane stambene zgrade, u tablici (tab. 6-6) je iskazana mjesečna potrošnja električne energije. Stupanj energetske pretvorbe za protočne bojlere iznosi 95%, dok za akumulacijske bojlere iznosi 80%.

Tab. 6-6: Priprema PTV pomoću električnih bojlera – referentni scenarij

Referentni scenarij - priprema PTV pomoću el.bojlera										
Vrsta zgrade - namjena	Protočni bojler			Akumulacijski bojler			Financijska naliza			
	Potrošnja	Stupanj energetske pretvorbe	Potrošnja električne energije	Potrošnja	Stupanj energetske pretvorbe	Potrošnja električne energije	Cijena* električne energije	Ukupna potrošnja el.energije	Mjesečna potrošnja	
Jedinica	l/mj	%	kWh/mj	l/mj	%	kWh/mj	kn/kWh	kWh/mj	kn/mj	kn/stan/mj
Stambena zgrada	19 440	95,00	835,6	136 080	80	6 945,75	0,85	7 781,33	6 614,13	137,79
Stambena zgrada	24 300	95,00	1044,5	170 100	80	8 682,19	0,85	9 726,66	8 267,66	137,79

*cijene električne energije iskazane su bez PDV-a kn/kWh

Ukupna potrošnja električne energije za pripremu potrošne tople vode pomoću električnih bojlera za zgradu od 48 stanova i prosječnim brojem stanara od 2,7 po stambenoj jedinici za

područje grada Karlovca iznosi 7 781,33 kWh mjesečno, što prema trenutnoj cijeni električne energije od 0,85 kn/kWh iznosi 6 614,13 kn, odnosno 137,79 kn/mj po stambenoj jedinici.

Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova za stambenu zgradu od 48 stanova kroz razdoblje od 20 godina iznosi 926 036,91 kn, u što je uključena godišnja stavka potrošnje električne energije za pripremu PTV u iznosu od 79 369,56 kn te periodična zamjena električnih bojlera u prvoj godini za jedna stan, u drugoj za 3 stana i tako kroz period od 20 godina. Cijena zamjene električnih bojlera za jednu stambenu jedinicu iznosi ukupno 3 500,0 kn sa radovima (bez PDV), što uključuje zamjenu postojećeg akumulacijskog bojlera u kupaonici novim bojlerom od 80 l, te zamjenu protočnog bojlera u kuhinji stana. Ukupno na 48 stanova zamjena postojećih električnih bojlera iznosi 140 000,00 kn.

Za stambenu zgradu od 60 stanova ukupna neto sadašnja vrijednost troškova iznosi 1 175 058,31 kn. Godišnja stavka potrošnje električne energije za pripremu PTV pomoću električnih bojlera iznosi 99 211,94 kn. Zamjena električnih bojlera iznosi ukupno 210 000,00 kn u promatranom periodu. U prvoj godini predviđa se zamjena električnih bojlera u 2 stana, u drugoj godini 4 stana i tako kroz period od 20 godina. Predviđa se ugradnja električnih bojlera u dijelu kupaonice i kuhinje kao i na prethodno promatranj zgradi.

Promatrani scenarij razmatra priključak zgrade na centralni sustav pripreme PTV. Za priključenje zgrade na centralnu pripremu PTV od značaja je karakteristika zgrade te njena katnost kako bi se mogli odrediti troškovi razvoda cjevovoda prema pojedinim izljevnim mjestima u stambenim jedinicama, sa pripadajućim građevinskim radovima.

Prema posljednjim podacima o cijeni toplinske energije na službenim stranicama Toplane d.o.o. Karlovac, cijena iznosi 0,3738 kn/kWh toplinske energije (varijabilni dio) i 16,00 kn/kWh/mj za zakupljenu snagu (snaga grijača PTV). Predviđeni su godišnji troškovi održavanja pogona od 1,5% investicije strojarskog dijela. Mjesečna potrošnja električne energije cirkulacijskih pumpi određena je na temelju pretpostavke 24 satnog korištenja. Gubici u sustavu razvoda zbog recirkulacijskog kruga iznose 25%. Uz pretpostavku mjesečne potrošnje tople vode kao i u referentnom scenariju iskazane su vrijednosti mjesečne potrošnje toplinske energije, te ukupni mjesečni trošak.

Tab. 6-7: Potrošnja toplinske energije – promatrani scenarij

Promatrani scenarij - priključenje na CTS									
Vrsta zgrade - namjena	Ukupna mjesečna potrošnja	Gubici u sustavu razvoda	Potrošnja toplinske energije	Cijena toplinske energije (bez zakupljene)	Snaga cirkulacijskih pumpi	Mjesečna potrošnja električne energije	Ultošak električne energije	Mjesečni trošak	
Jedinica	l/mj	%	kWh/mj	kn/kWh	W	kWh/mj	kn/mj	kn/mj	kn/stan/mj
Stambena zgrada	155 520	25	8 467,2	0,3738	1200	28,8	24,48	3189,52	66,45
Stambena zgrada	194 400	25	10 584,0	0,3738	1500	30,6	26,01	3986,90	66,45

*cijene toplinske energije iskazane su bez PDV-a kn/kWh

Prema iskazanoj cijeni toplinske energije i mjesečnom trošku električne energije za pogon pumpi u sustavu razvoda PTV, mjesečni trošak za korištenje PTV na razini cijele zgrade iznosi 3 189,52 kn za stambenu zgradu od 48 stanova, odnosno 3 986,90 kn/mj za stambenu zgradu od 60 stanova. Mjesečni trošak za svaku stambenu jedinicu iznosi 66,45 kn.

Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova za stambenu zgradu od 48 stanova u promatranom scenariju iznosi 747 178,08 kn. Godišnji trošak za toplinsku energiju iznosi 38 274,23 kn, prema

trenutnoj aktualnoj cijeni. Održavanje novog pogona iznosi 1 421,92 kn godišnje, što uključuje redoviti servis te trošak zamjene potrebnih komponenti u promatranom periodu od 20 godina.

Za stambenu zgradu od 60 stanova neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova u promatranom scenariju iznosi 936 527,75 kn. Godišnji trošak toplinske energije iznosi 47 842,79 kn. Održavanje instalacija iznosi godišnje 1 523,15 kn.

6.2. ANALIZA PRIKLJUČENJA JAVNIH ZGRADA NA CENTRALNU PRIPREMU PTV

Zgrada Osnovne škole Grabrik toplu vodu priprema pomoću električnih bojlera, jedino za potrebe kuhinje prilikom pripremanja toplih obroka. Za instalaciju centralne pripreme PTV potrebno je provući cijevni sustav od kotlovnice zgrade do izljevni mjesto u dijelu kuhinje. Ukupne duljine karakterističnih cijevi prikazane su tablično (tab. 6-8).

Tab. 6-8: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada Osnovne škole Grabrik

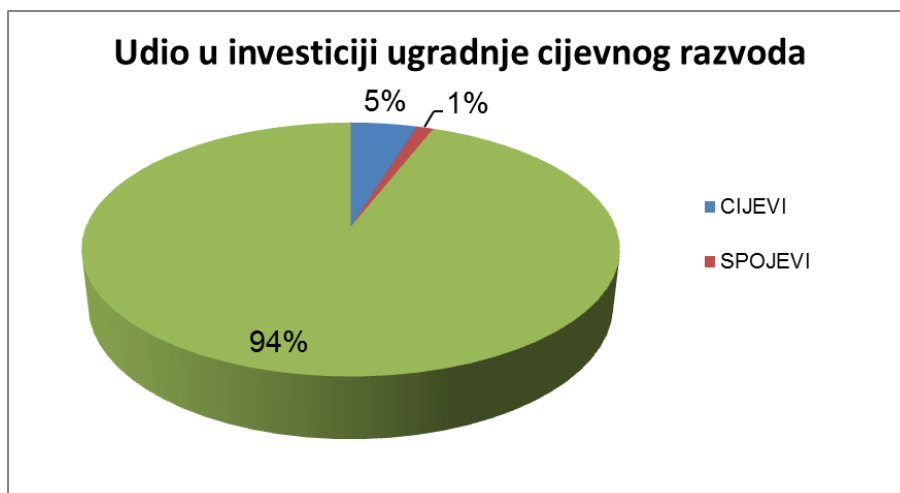
RAZVOD	m
A - dionica (razvod do vertikalne)	50
B - vertikale	8
C - razvod od vertikalne do mjesta izljeva	12
D - cirkulacija	8

Ugradnja cijevnog razvoda sa građevinskim radovima iznosi ukupno 72 155,00 kn. Od toga 3 420,00 kn, odnosno 5% otpada na cijevi, 863,00 kn odnosno 1% otpada na različite spojeve (T-komad, koljena, holender, spojnice), te najveći dio otpada na građevinske radove koji čine 94% ukupne cijene ugradnje cijevnog razvoda odnosno 67 872,00 kn. Detaljni prikaz prikazan je u tablici i dijagramu (tab. 6-9, sl. 6-7).

Tab. 6-9: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje

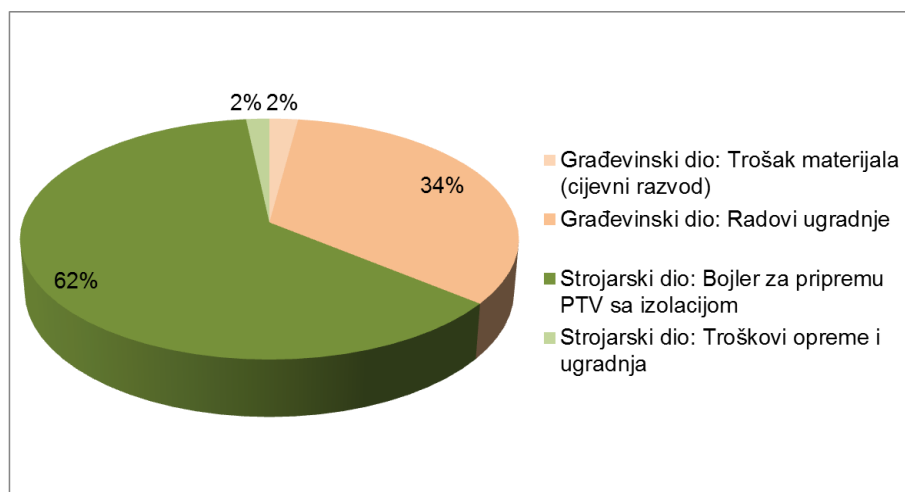
OPREMA ZA RAZVOD CJEVOVODA PTV			
Vrsta	kn/m	Cijena	Ukupno
CIJEVI			
Cijevni razvod - cijev ZN 3/4	30,00		360,00
Cijevni razvod vertikale + glavne dionice- cijev ZN 5/4	50,00		2 900,00
Cijevni razvod cirkulacija - ZN 1/2	20,00		160,00
SUM			3 420,00
SPOJEVI			
T -komad 3/4	5	4,00	70,00
T -komad 1/2	8	2,00	64,00
Koljena ŽŽ ZN 3/4	4,5	8,00	135,00
Koljena ŽŽ ZN 1/2	3	4,00	54,00
Holender MŽ ZN 1/2	20	4,00	240,00
Holender MŽ ZN 3/4	15	8,00	180,00
Spojnice različite dimenzije	3	20,00	120,00
SUM			863,00
GRAĐEVINSKI RADOVI			
Ugradnja cijevnog sustava			67 872,00
UKUPNO			72 155,00

Sve cijene iskazane su bez PDV-a



Sl. 6-7: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za zgradu Osnovne škole Grabrik

S obzirom na potrebnu količinu tople vode potrebna toplina za pripremu iznosi 143,27 kW. Prema tome, potrebni volumen spremnika PTV iznosi 3880 l. Ukupna vrijednost investicije strojarskih instalacija iznosi 129 364,50 kn, odnosno 125 891,75 kn za bojler sa ugrađenom izolacijom, te 3 472,75 za troškove opreme i ugradnju sustava. Tako ukupna investicija građevinskog dijela ugradnje cijevnog sustava i strojarskog dijela opreme iznosi 201 519,49 kn.



Sl. 6-8: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji

Zgrada Općinskog suda u Karlovcu toplu vodu priprema pomoću električnih bojlera, jedino za potrebe pranja ruku u sanitarnim čvorovima. Za instalaciju centralne pripreme PTV potrebno je provući cijevni sustav od kotlovnice zgrade do izljevni mjestima. Ukupne duljine karakterističnih cijevi prikazane su tablično (tab. 6-10).

Tab. 6-10: Razvod cjevovoda za potrebe PTV – zgrada Općinskog suda u Karlovcu

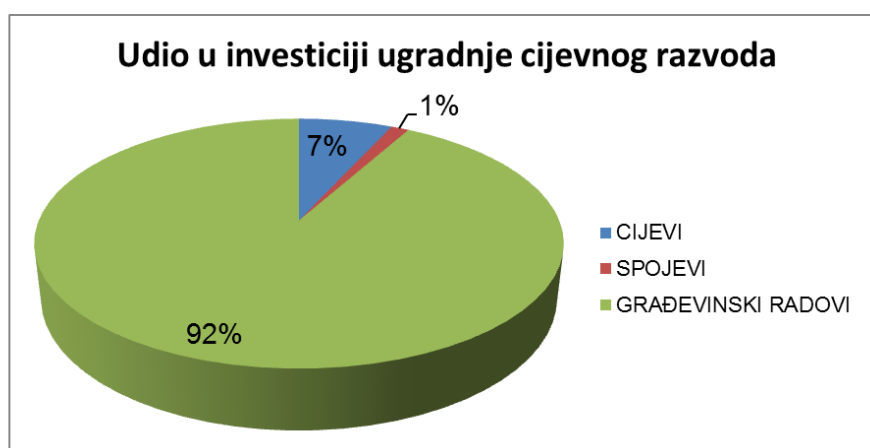
RAZVOD	m
A - dionica (razvod do vertikala)	184
B - vertikale	72
C - razvod do mjesta izljeva	72
D - cirkulacija	72

Ugradnja cijevnog razvoda sa građevinskim radovima iznosi ukupno 240 094,00 kn. Od toga 16 400,00 kn, odnosno 5% otpada na cijevi, 3 134,00 kn odnosno 1% otpada na različite spojeve (T-komad, koljena, holender, spojnice), te najveći dio otpada na građevinske radove koji čine 94% ukupne cijene ugradnje cijevnog razvoda odnosno 220 560,00 kn. Detaljni prikaz prikazan je u tablici (tab. 6-11, sl. 6-9).

Tab. 6-11: Cijena dijelova razvoda cjevovodne mreže i ugradnje

OPREMA ZA RAZVOD CJEVOVODA PTV			
Vrsta	kn/m	Cijena	Ukupno
CIJEVI			
Cijevni razvod - cijev ZN 3/4	30,00		2160,00
Cijevni razvod vertikale + glavne dionice- cijev ZN 5/4	50,00		12800,00
Cijevni razvod cirkulacija - ZN 1/2	20,00		1440,00
SUM			16 400,00
SPOJEVI			
	kom	kn/kom	Ukupno
T -komad 3/4	5	4,00	220,00
T -komad 1/2	8	2,00	224,00
Koljena ŽŽ ZN 3/4	4,5	8,00	450,00
Koljena ŽŽ ZN 1/2	3	4,00	180,00
Holender MŽ ZN 1/2	20	4,00	920,00
Holender MŽ ZN 3/4	15	8,00	690,00
Spojnice različite dimenzije	3	20,00	450,00
SUM			3 134,00
GRAĐEVINSKI RADOVI			
Ugradnja cijevnog sustava			220 560,00
UKUPNO			240 094,00

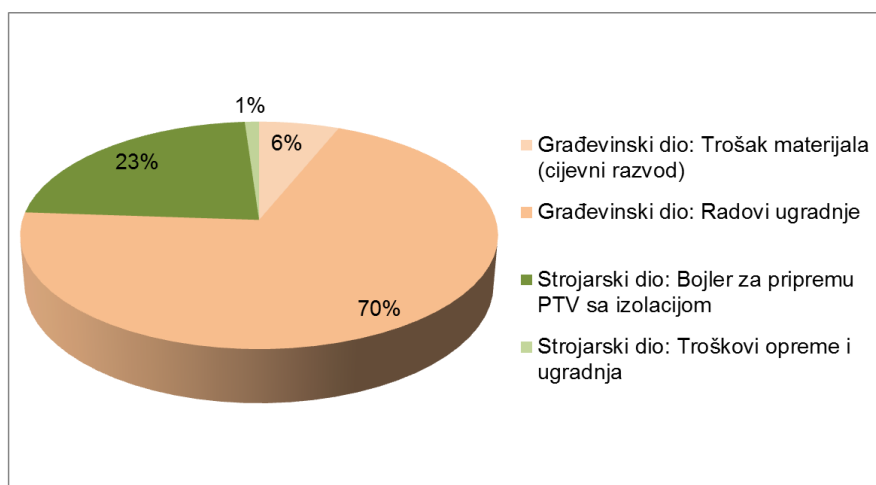
Sve cijene iskazane su bez PDV-a



Sl. 6-9: Udio u cijeni ugradnje cijevnog razvoda za zgradu Općinskog suda u Karlovcu

Prema podacima proračuna o potrebnoj toplini za pripremu sanitarne tople vode i potrebnog volumena spremnika od 1100 l, ukupna vrijednost investicije strojarских instalacija iznosi 75 443,90 kn, odnosno 71 971,15 kn za bojler sa ugrađenom izolacijom, te 3 472,75 za

troškove opreme i ugradnju sustava. Tako ukupna investicija građevinskog dijela ugradnje cijevnog sustava i strojarskog dijela opreme iznosi 315 537,89 kn.



Sl. 6-10: Udio građevinskog (razvod cijevi) i strojarskog dijela u ukupnoj investiciji

Financijska analiza priključenja zgrada na centralnu pripremu PTV sagledana je s obzorom na referentni (postojeći) te promatrani scenarij.

Referentni dio razmatra daljnje korištenje postojećeg sustava pripreme PTV pomoću električnih bojlera, sa pretpostavkom njihove zamjene u periodu od 20 godina. Za provedbu analize pretpostavka je da se u zgradi Osnovne škole Grabrik električni bojleri za pripremu PTV u dijelu kuhinje izvode kao akumulacijski i to 3 uređaja od 80 l. Za zgradu Općinskog suda predviđa se zamjena postojećih akumulacijskih električnih bojlera sa 2 nova bojlera od 80 l.

S obzorom na ukupnu mjesečnu potrebu za toplom vodom za promatrane javne zgrade, u tablici je iskazana mjesečna potrošnja električne energije. Stupanj energetske pretvorbe za akumulacijske bojlere s obzirom na veće gubitke iznosi 70%.

Tab. 6-12: Priprema PTV pomoću električnih bojlera – referentni scenarij

Referentni scenarij - priprema PTV pomoću el.bojlera									
Vrsta zgrade - namjena	Protočni bojler			Akumulacijski bojler			Financijska naliza		
	Potrošnja	Stupanj energetske pretvorbe	Potrošnja električne energije	Potrošnja	Stupanj energetske pretvorbe	Potrošnja električne energije	Cijena* električne energije	Ukupna potrošnja el.energije	Mjesečni trošak
Jedinica	l/mj	%	kWh/mj	l/mj	%	kWh/mj	kn/kWh	kWh/mj	kn/mj
Javna - Osnovna škola	-	-		70 576	70	4 116,93	0,85	4 116,93	3 499,39
Javna - Općinski sud	-	-		20 000	70	1 166,67	0,85	1 166,67	991,67

*cijene električne energije iskazane su bez PDV-a kn/kWh

Za osnovnu školu Grabrik ukupna potrošnja električne energije za pripremu PTV pomoću električnih bojlera iznosi 4 116,93 kWh/mj, odnosno 3 499,39 kn/mj. Ukupna neto sadašnja vrijednost troškova iznosi 461 836,72 kn. Javna zgrada općinskog suda u Karlovcu s obzirom na broj od prosječno 200 djelatnika i korištenjem sanitarne tople vode jedino u sanitarnim čvorovima mjesečno za pripremu PTV potroši 1 166,67 kWh, odnosno 991,67 kn/mj. Ukupna neto sadašnja vrijednost troškova iznosi 133 772,99 kn.

Priključak javnih zgrada na centralnu pripremu PTV uključuje razmatranje investicijskih ulaganja u građevinske zahvate ugradnje cijevnog razvoda, te ulaganje u instalaciju strojarskih komponenti sustava (spremnik, pumpe). Gubici u sustavu razvoda zbog recirkulacijskog kruga iznose 40%. Uz pretpostavku mjesečne potrošnje tople vode kao i u referentnom scenariju iskazane su vrijednosti mjesečne potrošnje toplinske energije, te ukupni mjesečni trošak.

Tab. 6-13: Potrošnja toplinske energije – promatrani scenarij

Promatrani scenarij - priključenje na CTS								
Vrsta zgrade - namjena	Ukupna mjesečna potrošnja	Gubici u sustavu razvoda	Potrošnja toplinske energije	toplinske energije (bez zakupljene)	Snaga cirkulacijskih pumpi	Mjesečna potrošnja električne energije	Utrošak električne energije	Mjesečni trošak
Jedinica	l/mj	%	kWh/mj	kn/kWh	W	kWh/mj	kn/mj	kn/mj
Javna - osnovna škola	70576	40	3842,5	0,3738	900	18,36	15,61	1 454,68
Javna - općinski sud	20000	40	1088,9	0,3738	900	18,36	15,61	425,39

*cijene toplinske energije iskazane su bez PDV-a kn/kWh

Prema iskazanoj cijeni toplinske energije i mjesečnom trošku električne energije za pogon pumpi u sustavu razvoda PTV, mjesečni trošak zgrade Osnovne škole Grabrik za korištenje PTV iznosi 1 454,68 kn, dok za zgradu Općinskog suda Karlovac mjesečni trošak iznosi 425,39 kn.

Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova u promatranom scenariju za zgradu Osnovne škole Grabrik iznosi 662 032,60 kn u periodu od 20 godina. Godišnji trošak za toplinsku energiju iznosi 17 456,11 kn, prema trenutnoj aktualnoj cijeni. Održavanje novog pogona iznosi 1 940,47 kn godišnje, što uključuje redoviti servis te trošak zamjene potrebnih komponenti u promatranom periodu od 20 godina.

Za zgradu Općinskog suda neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova iznosi 453 301,21 kn u periodu od 20 godina. Godišnji trošak za toplinsku energiju iznosi 17 456,11 kn, prema trenutnoj aktualnoj cijeni. Održavanje novog pogona iznosi 1 940,47 kn godišnje, što uključuje redoviti servis te trošak zamjene potrebnih komponenti u promatranom periodu od 20 godina.

6.3. ANALIZA TEHNIČKIH UVJETA ZA PRIKLJUČENJE STAMBENIH ZGRADA CENTRALNU PRIPREMU PTV-A

Provedenom analizama u prethodna dva poglavlja, analizirano je priključenje stambenih i javnih zgrada u sustav centralne pripreme PTV-a putem CTS-a grada Karlovca. Kao zaključak se nameće da priključenjem stambenih zgrada ima ekonomsku opravdanost iz razloga što u promatranom periodu od 20. godina neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova u promatranom scenariju za stambene zgrade (tip 1 i tip 2) manja naspram neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova referentnog scenarija, što nije slučaj kod javnih zgrada.

Iz tog razloga u ovom poglavlju analizirati će se tehničke mogućnosti odnosno zapreke postojećeg sustava CTS-a kao i sustava predaje topline u toplinskim stanicama u svrhu pripreme PTV-a.

6.3.1. TEHNIČKI UVJETA ZA PRIKLJUČENJE STAMBENIH ZGRADA CENTRALNU PRIPREMU PTV-A

6.3.1.1. Toplinski konzum

Toplinski konzum potreban za namirivanje potreba PTV-a u stambenim zgradama odrediti će se na temelju dvije referentne tipske stambene zgrade tip 1 i tip 2 korištene u poglavlju 6.1. Stambena zgrada, tip 1 smještena je na adresi Tadije Smičiklase 14. Zgrada se sastoji od šest (6) etaža što uključuje garažnim prostorom u prizemlju te pet (5) katova stambenog dijela sa prosječno 48 stambenih jedinica. Stambena zgrada, tip 2 odnosi se na zgradu u ulici Tina Ujevića od 10 etaža (katova) i prosječno 60 stanova.

U postojećem toplinskom konzumu izdvojene su sve stambene zgrade koje su zatim kategorizirane u tip 1 i tip 2 (slika sl. p- 7 u prilogu Pril. 6). Svaka razmatrana stambena zgrada na temelju njezine katnosti i dužine zgrade korigirana je s obzirom na vrijednosti referentne tipske zgrade (tip 1, tip 2), kako bi što točnije izrazili vrijednost potencijalnog konzuma.

Tab. 6-14: Broj stambenih zgrada tipa 1 i 2 po rajonima

Rajoni	Zgrada		Broj toplinskih podstanica
	TIP 1	TIP 2	
RAJON 1 - BANIJA	8,18	1,20	7
RAJON 2 - RAKOVAC	12,38	2,40	27
RAJON 3 - NOVI CENTAR	4,24	1,40	8
RAJON 4 - LUŠČIĆ	12,36	10,90	35
RAJON 5 - GRABRIK	17,16	2,70	31
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	14,05	2,40	23
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2	1,21	6,50	6
UKUPNO	69,58	27,50	137

U tablici tab. 6-14 prikazan je broj zgrada pojedinog tipa raspoređen po rajonima. S obzirom na te podatke i podatke o potrebnoj toplini za pripremu PTV-a u zgradama tip 1 i 2 izračunata je ukupno potrebna toplina za potrebe pripreme PTV-a (tab. 6-15). U analizi se koristila vrijednost temperaturnog režima 10/45°C u svrhu pripreme potrošne tople vode. Optimalna temperatura zagrijavanja PTV je između 40÷45°C, s obzirom da pri višim temperaturama dolazi do povećanog stvaranja kamenca unutar sustava. Također, ovdje je važno napomenuti da u svrhu sprečavanja stvaranja bakterije legionele u sustavu pripreme potrošne vode, potrebno je minimalno jednom dnevno podići temperaturu potrošne tople vode iznad 65°C kako bi se spriječilo njeno nastajanje. To se treba regulirati putem sustava automatske regulacije.

Opisanim načinom izračuna, dobiven je podatak o konzumu PTV-a u stambenim zgradama grada Karlovca te on iznosi 3,5 MW korisne topline.

Tab. 6-15: *Potreban toplinski kapacitet izvora topline za namirivanje potreba pripreme PTV-a*

	jedinica	Zgrade TIP 1	Zgrade TIP 2	Ukupno
Količina	kom	69,6	27,5	
Kapacitet kotla, za jednu zgradu	kW	34,7	40,8	
Kapacitet kotla, za sve stambene zgrade	MW	2,4	1,1	3,5

Napomena:

Za izračun potrebne topline za PTV po tipu zgrade korišteni podaci o broju stanova, faktora istovremenosti, temperaturni režim 10/45°C i odnos kapaciteta izvora topline naspram izračunate topline, sve prema podacima iz Recknagel, Grejanje i klimatizacija – šesto izmijenjeno i dopunjeno izdanje, INTERKLIMA 2004.

Za utvrđivanje potrebnog konzuma za potrebe PTV-a možemo se poslužiti i sljedećom usporedbom. Kao usporedan primjer može poslužiti CTS-a u grada Zagreba koji tijekom ljeta opskrbljuje korisnike PTV-a. Za CTS-a grada Zagreba poznati su podaci polaznih i povratnih temperatura kao i protoka ogrjevnog tople vode tijekom godine. Ti podaci su iskazanih u *Tablici obaveznih parametara Vrelovodne mreže Istok*, 2012.g., objavljeni od strane HEP – Toplinarstva d.o.o. U zavisnosti od vanjske temperature korigiraju se veličine polazne temperature i protoka ogrjevnog tople vode. Tako pri vanjskoj temperaturi od -15°C temperatura polaza iznosi 130°C, temperatura povrata iznosi 64°C a protok 7 400 m³/h. Iz tih vrijednosti dobiven je podatak o isporučenoj snazi od 570 MW. Izvan ogrjevnog sezone kada sustav namiruje samo potrebe PTV-a, tj. pri vanjskoj temperaturi od +30°C temperatura polaza iznosi 75°C, temperatura povrata iznosi 60°C a protok 2 000 m³/h. Isporučena snaga tada iznosi 35 MW što predstavlja 6,14% od isporučene snage pri -15°C.

Za sve temperature iznad +10°C definirano je da temperatura polaza mora iznositi 75°C. Razlog održavanje konstantne temperature polaza, vrši se kako temperatura potrošne tople vode u sustavu predaje do krajnjih korisnika, bi se zadržala na razini višoj od 60°C, sa svrhu sprječavanja razvoja bakterije legionele.

Kada bi tako dobivene vrijednosti omjera isporučene snage primijenili na CTS grada Karlovac, iznos od 6,14% isporučene vrijednosti korisne topline od ukupne vrijednosti od 64,73 MW, dobivamo iznos potrebne korisne topline za pripremu PTV-a u gradu Karlovcu od 4 MW.

Može se zaključiti da taj podatak predstavlja točniju vrijednost u kojoj su uključeni i određeni gubici mreže tijekom distribucije i predaje topline.

6.3.1.2. Opskrba toplinskom energijom

Glavni toplinski izvor CTS-a grada Karlovca predstavlja vrelovodni kotao snage 56 MW, ložen prirodnim plinom (proizveden 1986. godine), a kao vršni i pomoćni kotlovi koriste se dva vrelovodna kotla pojedinačne snage 29 MW, loženi isključivo srednje teškim loživim uljem (LUS) (proizvedeni 1978. godine). S obzirom da se smanjenjem toplinskog opterećenja vrelovodnih kotlova ispod 30% značajno smanjuje stupanj korisnosti istih, vršni kotlovi bi mogli namirivati potrebe konzuma PTV-a tijekom ljeta kada bi konzum iznosio 8,7 MW, što nije slučaj.

Također, vršni kotlovi, koriste srednje teško loživo ulje s udjelom sumpora većim od 1% sa značajnim sadržajem pepela i dušika te bez ugrađenih uređaja sa smanjenje emisija (deSO_x, deNO_x, filtri). Iz tih razloga emisije u zrak za dva vršna vrelovodna kotla pojedinačne snage 29 MW, su iznad dozvoljenih graničnih vrijednosti za emisije SO₂, NO₂ i krutih čestica. Sukladno podacima o izmjerenim emisijama iz ta dva izvora, u periodu od 2010.-2013. godine emisija SO₂ iznosi od prosječno 3 600 mg/Nm³ što je više od dopuštenih 1700 mg/Nm³ dok emisija NO_x iznosi od prosječno 550 mg/Nm³ što je više od dopuštenih 350 mg/Nm³. Dopuštene granične

vrijednosti emisija su iskazane *Uredbom o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora* (NN 117/12) za srednja ložišta koja koriste loživa ulja.

Iz gore navedenih razloga, za potrebe pripreme ogrjevne tople vode CTS-a grada Karlovca potrebno je instalirati novi izvor topline.

S obzirom na potreban kapacitet preporuča se instaliranje niskotemperaturnog kotla nazivnog toplinskog učina od približno 4,0 MW (3,976 MW). Kao gorivo u razmatranje se mogu uzeti prirodni plin, peleti i drvna sječka.

Nadalje, potrebno je razmotriti i kapacitet postojećih cirkulacionih pumpi. Postojeće cirkulacijske pumpe mogle bi se koristiti za namirivanje potreba korisnika PTV-a tijekom ljeta, na način da se pri potrebnom manjem konzumu, u manjem postotku varira s kapacitetom dobave već se prvenstveno prijenos topline regulira sniženim temperaturom polazne ogrjevne vode.

Provjerom kapaciteta postojećih cirkulacijskih pumpi zaključeno je da bi se pri izboru nove kotlovske jedinice trebale instalirati i cirkulacijske pumpe koje bi zadovoljile zahtjeve za smanjenim konzumom. Naime, postojećih šest (6) cirkulacijskih pumpi su proizvod tvrtke "CROATIA PUMPS" Karlovac, iz 1984. godine. Istih su pojedinačnih nazivnih karakteristika od 500,4 m³/h s ukupnim kapacitetom dobave od 3 002,4 m³/h. S obzirom na vrijeme proizvodnje, pretpostavlja se da pumpe nemaju mogućnost frekventnog reguliranja protoka.

Za toplinski učin od 4,0 MW te pri temperaturi dobave od 75°C i temperaturi povrata od 60°C (primjer CTS-a u grada Zagreba), potreban kapacitet dobave iznosio bi 227,2 m³/h. Za potrebe PTV-a bilo bi dostatno korištenje dvije (2) cirkulacijske pumpe, od čega jedna (1) radna i jedna (1) rezervna, zadovoljavajućih karakteristika s mogućnošću frekventnog reguliranja protoka.

Međutim, postojeći vrelovod dimenzioniran je za potrebe CTS-a. Sukladno dijagramu vožnje vrelovodne mreže CTS grada Karlovca, iskazanom u poglavlju 2, pri vanjskoj temperaturi od 18°C temperaturni režim iznosi 105/74 °C dok pri vanjskoj temperaturi od 0°C temperaturni režim iznosi 73/57 °C, uz protok od 2 200 m³/h. Taj protok je višestruko veći od potrebnog protoka u svrhu pripreme PTV-a, s obzirom da je konzum PTV-a mnogo manji od konzuma grijanja.

6.3.1.3. Kupac i krajnji kupac toplinske energije

Sukladno *Zakonu o tržištu toplinske energije* (NN 80/13) djelatnost kupca toplinske energije obuhvaća stručno upravljanje, rukovanje, održavanje unutarnjih instalacija, isporuku toplinske energije radi obračuna toplinske energije te izdavanje računa krajnjem kupcu u zgradi/građevini u samostalnom, zatvorenom ili centralnom toplinskom sustavu, na temelju ugovora o potrošnji toplinske energije, sklopljenim s ovlaštenim predstavnikom suvlasnika.

S obzirom da je mjesto razgraničenja između distributera toplinske energije i opskrbljivača i/ili kupca toplinske energije predstavlja obračunsko mjerno mjesto za prodaju toplinske energije koje je opremljeno zajedničkim mjerilom toplinske energije. Svaka toplinska podstanica predstavlja mjesto razgraničenja između distributera toplinske energije i kupca toplinske energije. Kupac toplinske energije može biti svaka pravna ili fizička osoba koja u ime i za račun vlasnika i/ili suvlasnika zgrade/građevine obavlja djelatnost kupca u samostalnom, zatvorenom i centralnom toplinskom sustavu.

Sukladno gore navedenom, kupac toplinske energije nije vlasnik uređaja i opreme unutar toplinske podstanice i/ili instalacija i opreme unutar stambene zgrade.

Krajnji kupac s obzirom da je vlasnik instalacija i opreme u zgradi snosio bi trošak svih građevinskih zahvata i troškova nabavke opreme opisanih u poglavlju 6.1. U svakoj toplinskoj

podstanici potrebno je instalirati bojler za PTV koji je opremljen adekvatnom izolacijom te dobavna recirkulacijska pumpa s mogućnošću frekventnog upravljanja.

Građevinski radovi obuhvaćaju ugradnju dodatne instalacije (polaznih vodova i vodova za recirkulaciju) koji bi pripremljenu potrošnu toplu vodu dopremao do potrošača. Trošak građevinskog i strojarškog dijela iziskuje ukupnu investiciju priključenja promatrane zgrade na centralni toplinski sustav pripreme PTV-a po m² korisne površine zgrade od 80,12 kn (ponderirana vrijednost s obzirom na udio stambenih zgrada tipa 1 i 2). S obzirom na starost instalacija vjerojatno bi se morala provesti i zamjena instalacija hladne vode, što bi dovelo i do obustave opskrbe pitkom vodom tijekom izvođenja radova.

Priprema potrošne tople vode iz CTS-a za krajnjeg korisnika troškovno povoljnija od korištenja električnih bojlera, ali u višestambenim zgradama postoji problem usuglašenosti sustanara u zgradi za donošenje zajedničke odluke.

6.4. ZAKLJUČAK

S obzirom na današnje razlike u cijeni energenata (električna energija nasuprot toplinskoj energiji iz prirodnog plina), priprema potrošne tople vode iz CTS-a za krajnjeg korisnika troškovno je povoljnija od korištenja električnih bojlera.

Međutim, uvođenje sustava PTV-a u višestambene zgrade zahtjeva veće građevinske radove, te smanjeni komfor u vrijeme izvođenja radova (obustave pitke vode, buka, prašina). Realizacija u višestambenim zgradama iziskuje visok stupanj usuglašenosti sustanara u zgradi za donošenje zajedničke odluke, te visoku razinu financijske sposobnosti da se iz akumuliranih sredstava na računu zgrade (prikupljena sredstva pričuve) ili dodatnim zaduživanjem isti financira.

Nadalje, postoje i određene tehničke zapreke od strane pripreme ogrjevne tople vode u CTS-u. Postojeći izvori topline ne udovoljavaju, jer su prevelikog kapaciteta. Postoje tri izvora topline, od toga je jedan vrelovodni kotao nazivnog kapaciteta od 56 MW, dok dva manja vrelovodna kotla su pojedinačnog nazivnog kapaciteta od 29 MW.

Potreban kapacitet za potrebe pripreme ogrjevne tople vode iznosi približno 4,0 MW (3,976 MW), što je ispod rentabilnog korištenja postojećih izvora topline. Iz tog razloga preporuča se instaliranje niskotemperaturnog kotla nazivnog a kao gorivo u razmatranje se mogu uzeti prirodni plin, peleti i drvna sječka.

Također, niti postojeće cirkulacijske pumpe sustav CTS-a ne bi zadovoljile potrebe pripreme PTV-a. Postojećih šest (6) cirkulacijskih pumpi imaju pojedinačni kapacitet dobave od 500,4 m³/h. Za potrebe pripreme PTV-a te pri temperaturi dobave od 75°C i temperaturi povrata od 60°C, potreban kapacitet dobave iznosio bi 227,2 m³/h. Stoga bi bila potrebna ugradnja dvije (2) cirkulacijske pumpe, od čega jedna (1) radna i jedna (1) rezervna, zadovoljavajućih karakteristika s mogućnošću frekventnog reguliranja protoka.

Poznato je da i postojeći sustav CTS-a grada Karlovca tijekom predaje topline do krajnjih korisnika, zbog stanja vrelovodne mreže, ostvaruje i određene gubitke. Od isporučenih 71 851 MW u 2013. godini krajnjim korisnicima je predano 64 731 MW, što predstavlja gubitak od 7 120 MW ili 9,91% od isporučene toplinske energije. Analizom postojećeg stanja vrelovodne mreže, izračunata je i vrijednost gubitaka toplinske energije tijekom ljetnih mjeseci kada bi CTS pripremao ogrjevnu toplu vodu samo za pripreme PTV-a. U tu svrhu koristili su se podaci o režimu dobave 75/60°C i 227,2 m³/h. Izračunat je gubitak toplinske energije vrelovodne mreže po jednom metru te je tada izračunata vrijednost gubitka toplinske energije za cijelu toplinski mrežu od 22 142 m. Pri održavanju gore navedenog režima, izvan ogrjevne sezone gubitak u vrelovodu bi iznosio približno 4 MW (4 087 MW). S obzirom da bi za potrebe pripreme PTV-a krajnjim korisnicima bilo potrebno isporučiti 4 MW uz gubitak toplinske energije od 4 MW, u mrežu bi se trebalo isporučiti bi trebao isporučiti 8 MW. Gubici u vrelovodnoj mreži iznosili bi 50,69%.

Zaključno, uvođenjem sustava pripreme PTV-a u CTS-u grada Karlovca najveće financijsko opterećenje u procesu uvođenja snosili bi krajnji kupci. Uz dodatno financijsko opterećenje krajnjeg kupca, za tako veliki zahvat bila bi potrebna suglasnost suvlasnika.

S obzirom na kompleksnost samog uvođenja sustava centralne pripreme PTV-a u stambene zgrade potrebna je adekvatna priprema. Priprema bi trebala obuhvatiti anketiranje potencijalnih kupaca, izradu detaljnog plana izvođenja građevinskih i strojarskih zahvata, kao i detaljan plan financiranja.

Za pretpostaviti je da se određeni broj stambenih zgrada neće željeti uključiti u sustav pripreme PTV-a putem CTS-a. Sve to dovodi do još manjeg konzuma uz nužno zadržavanje istih

polaznih parametara u sustavu CTS-a (temperaturni režim 75/60 °C) tj. još većeg udjela gubitka toplinske energije naspram potrebne isporučene količine toplinske energije.

S obzirom na sve gore navedeno, smatra se da je prelazak na centralni sustav pripreme PTV-a dosta komplicirano za sprovesti, zbog svih tehničkih zapreka te uz veliku neizvjesnost količine konzuma, stoga se u ovom trenutku ne preporuča uvođenje sustava centralizirane opskrbe potrošnom toplom vodom iz sustava CTS-a grada Karlovca.

7. OSVRT NA MOGUĆNOST RAZVOJA RASHLADNIH SUSTAVA TEMELJEM OPSKRBE TOPLINSKOM ENERGIJOM IZ CTS-A

Na osnovu prakse država članica EU u razvoju rashladnih sustava procijenit će se opravdanost uvođenja rashladnih sustava temeljenih na opskrbi toplinskom energijom iz CTS-a.

7.1. CENTRALIZIRANI RASHLADNI SUSTAVI

7.1.1. PRIMJENA

Prednosti centralizirane opskrbe energijom, pa tako i rashladnom otkrivene su još davno. Naime, spajanjem više rashladnih potrošača sa različitim iznosima i oblicima rashladnog opterećenja u jedan jedinstveni sustav, otvara se mogućnost za bolje iskorištenje instaliranih rashladnih uređaja.

Okupljanje više potrošača u jedan jedinstveni sustav, omogućava korištenje manjeg broja proizvodnih jedinica (rashladnih uređaja) velikog kapaciteta. Veliki rashladni uređaji imaju veću učinkovitost nego manji, pa su im troškovi pogonske energije niži. Lociranjem manjeg broja jedinica na jednom mjestu, smanjuje se i potreban broj pogonskog osoblja i pripadajući troškovi.

Rashladni uređaji većeg kapaciteta imaju niži specifični investicijski trošak. Zbog različite dinamike potrošnje potrošača (faktor istovremenosti), instalirani rashladni učin rashladnog postrojenja u centraliziranom rashladnom sustavu može biti manji.

Centralizirani rashladni sustavi (u daljnjem tekstu CRS) većinom su u vlasništvu elektroenergetskih, toplinarskih i plinarskih poduzeća, koje raspolažu stručno osposobljenim osobljem sa dugogodišnjim radnim iskustvom.

Rashladna postrojenja CRS-a mogu upotrebljavati različite pogonske energente, što je kod lokalnih rashladnih sustava najčešće teško ili gotovo nemoguće postići. Raznolikost pogonskih energenata osigurava sigurniju opskrbu i stabilnost proizvodne cijene. Između ostalog, omogućeno je i korištenje otpadne topline, što ove sustave čini privlačnim s aspekta energetske učinkovitosti i zaštite okoliša.

7.1.2. TEHNOLOGIJE HLAĐENJA

Osnovna značajka rashladnih procesa jest da moraju odvesti toplinu tvari koja je hladnija i predati je okolini koja je toplija. Da bi se uspješno izvršio postavljeni zadatak hlađenja, mora se koristiti neki dodatni proces za podizanje odvedene topline na višu temperaturnu razinu. Za to se mora utrošiti određena količina energije, koja se naziva pogonskom energijom. Osim toga, potreban je i radni medij, koji će preuzeti toplinu iz hlađene tvari i predati je okolini.

Može se dokazati kako je vrsta tog dodatnog procesa u osnovi sporedna, pa postoji čitav niz raznih dodatnih procesa, a najuobičajeniji su:

- Kompresorski rashladni proces, uz dovođenje mehaničke energije, pa se onda postupak hlađenja koji koristi ovaj proces, naziva još i kompresorskim hlađenjem
- Apsorpcijski rashladni proces, uz dovođenje topline, a postupak hlađenja koji koristi ovaj proces, ima se običaj nazivati još apsorpcijskim hlađenjem

7.1.2.1. Kompresorsko hlađenje

Kompresorsko hlađenje ima najveći značaj u rashladnim i klimatizacijskim sustavima i zauzima približno 90% od ukupno instaliranih sustava u svijetu. Osnovna karakteristika ovog postupka je korištenje mehaničkog rada kao pogonske energije. Mehanički rad potreban je za kompresiju stlačivog radnog medija (plina). Kompresijom se stlačivom radnom mediju povisuje tlak, a s povišenjem tlaka i njegova temperatura. Time je postignut željeni učinak - podizanje temperaturne razine.

Od svih vrsta kompresorskog hlađenja koja su se kroz povijest razvijala, danas se praktično primjenjuje uglavnom kompresorsko hlađenje sa parama radnog medija, ili kako se još naziva kompresorsko hlađenje parom. Pri kompresorskom hlađenju parom radni medij pri izmjeni topline sa hlađenom tvari isparava, a pri izmjeni topline sa okolinom kondenzira.

Svaki kompresorski rashladni proces sa parom, sastoji se od sljedećih postupaka:

- hlađenja, odvođenja topline
- kompresije (uz trošenje mehaničkog rada)
- predaje topline okolini
- ekspanzije

Za energetska učinkovitost (i ekonomičnost u radu) svakog uređaja, pa tako i rashladnog mjerodavan je odnos korisno dobivene i utrošene energije, tzv. stupanj djelovanja. U rashladnim procesima, korisno dobivena energija je rashladni učin, a utrošena energija je razlika između utrošenog mehaničkog rada kompresijom i dobivenog mehaničkog rada ekspanzijom. Omjer rashladne energije (rashladnog učina) naziva se faktor hlađenja ili rashladni množilac.

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{W}$$

Faktor hlađenja označava se sa ε . U engleskom nazivlju koristi se izraz Coefficient Of Performance, odnosno kratica COP.

Radni mediji koje najčešće koriste kompresorski rashladni procesi su halogeni spojevi ugljikovodika (opći trgovački naziv "freoni"):

- potpuno halogenirani klorfluorugljikovodici (eng. Chlorofluorocarbon - CFC)
- nepotpuno halogenirani klorfluorugljikovodici (eng. Hydrochlorofluorocarbons - HCFC) koji sadrži još i atome vodika
- ugljikovodik sa fluorom bez atoma klora (eng. Hydrofluorocarbons - HFC).

CFC, koji su idealno ispunjavali zahtjeve rashladne tehnike bili su nažalost štetni za okoliš, a naročito za ozonski omotač u stratosferi, a doprinosili su i efektu staklenika. Naime, to su kemijski vrlo stabilni spojevi i zbog toga i nakon nekoliko godina nepromijenjeni dopijevaju u stratosferu. Tek u ozonskom omotaču, atomi klora se izdvajaju pod utjecajem ultraljubičastog zračenja Sunca i potom razaraju ozon.

HCFC su puno manje kemijski stabilni i već u velikoj mjeri se razlažu u donjim slojevima Zemljine atmosfere. Njihovo učešće pri oštećenju ozonskog omotača je malo.

HFC, bez atoma klora ne oštećuju ozonski omotač.

Za procjenu oštećenja ozonskog omotača koristi se "potencijal razgradnje ozona", (eng. Relative Ozon Depletion Potential - RODP) koji je u odnosu na R 11 = 1. Vrijednosti za razne radne medije navedene su u tablici (tab. 7-1).

Za ocjenu efekta staklenika služi "potencijal efekta staklenika", (eng. Global Warming Potential - GWP), koji je 1 u odnosu na CO₂ za vremensko razdoblje od 100 godina. Vrijednosti su dane u tablici (tab. 7-1).

Tab. 7-1: Potencijal razgradnje ozona, potencijal efekta staklenika i vijek trajanja raznih radnih medija u kompresorskom rashladnom procesu

Grupa	Oznaka	Kemijska formula	RODP	GWP	Vijek trajanja ¹ god
CFC	R 11	CCl ₃ F	1	4000	50
	R 12	CCl ₂ F ₂	1	8500	100
	R 13	CClF ₃	1	11700	600
Azeotropni CFC	R 500	R 12 + R 152	0.74		
	R 502	R 22 + R 115	0.33		
HCFC	R 22	CHClF ₂	0.05	1700	13
	R 123	C ₂ HCl ₂ F ₃	0.02	93	1.4
HFC	R 23	CHF ₃	0	11700	
	R 32	CH ₂ F ₂	0	650	5.6
	R 125	C ₂ HF ₅	0	2800	33
	R 134 a	C ₂ H ₂ F ₄	0	1300	15.6
	R 143 a	C ₂ H ₃ F ₃	0	3800	48
	R 152 a	C ₂ H ₄ F ₂	0	140	1.8
Azeotropni HFC	R 404 A		0	3750	
	R 407 C		0	1610	
	R 410 A		0	1890	
	R 507		0	3800	
Amonijak	R 717	NH ₃	0		
Ugljik dioksid	R 744	CO ₂	0	1	100

Napomene:

1 - vrijeme poslije smanjenja početne koncentracije na 37% nakon prestanka emisije

7.1.2.2. Apsorpcijsko hlađenje

Umjesto neposredne mehaničke kompresije, radni medij može se komprimirati i na drugi način, posredno. Određene tvari naime imaju tzv. apsorpcijsku sposobnost, odnosno moć da u kapljevitom stanju apsorbiraju (upiju) paru neke druge tvari. Apsorpcijska sposobnost smanjuje se sa povišenjem temperature. Tvar koja apsorbira naziva se u tom slučaju apsorberent, ili apsorpcijska tvar, a tvar koja se apsorbira, apsorbirana tvar. Apsorpcijom nastaje otopina apsorbirane tvari u apsorberentu, odnosno smjesa apsorberenta i apsorbirane tvari.

U apsorpcijskom rashladnom procesu, radni medij se nakon što je ostvario određeni rashladni učin apsorbira u apsorberentu. Nastala otopina, pumpom se dobavlja na viši tlak i grije nekim ogrjevnim medijem. Grijanjem se smanjuje apsorpcijska sposobnost apsorberenta i dolazi do isparavanja radnog medija iz otopine odnosno uparivanja otopine, čija je posljedica razdvajanje smjese na sastavne komponente - radni medij i apsorberent. Zapravo, u realnim rashladnim uređajima nikada ne dolazi do potpunog odvajanja, već se u pari radnog medija uvijek nalazi malo apsorberenta, a u kapljevini apsorberenta uvijek određena količina radnog medija. Zato je u apsorpcijskim rashladnim procesima uobičajeno koristi naziv jaka, odnosno slaba otopina ovisno o tome nalazi li se više ili manje radnog medija u apsorberentu. Danas se u komercijalnim apsorpcijskim rashladnim uređajima upotrebljavaju dva para tvari od kojih je jedna radni medij, a druga apsorberent:

- amonijak/voda, sa amonijakom kao radnim medijem i vodom kao apsorberentom

- voda/litij-bromid, sa vodom kao radnim medijem i litij-bromidom kao apsorbentom.

Prednost para amonijak/voda je u tome što se mogu postići temperature hlađenja niže od 0 °C. Nedostatak je što je amonijak vrlo toksičan, a sa zrakom stvara eksplozivne smjese. Tlak radnog medija u procesu je viši od atmosferskog.

Za par voda/litij-bromid zbog vode kao radnog medija temperature hlađenja ispod 0 °C nisu moguće. Cijeli proces se odvija u visokom vakuumu, pri čemu tlak radnog medija u pojedinim dijelovima procesa može pasti i ispod 0,01 bar. Maksimalna temperatura isparavanja iznosi oko 160 °C.

Slaba otopina je uvijek ona u kojoj ima više vode, pa je kod apsorpcijskih rashladnih uređaja sa litij-bromidom to ona otopina koja se dobiva apsorpcijom, a kod onih koji rade sa amonijakom ona koja se dobiva uparivanjem. U daljnjem opisu koristit će se nazivlje koje se odnosi na apsorpcijske rashladne uređaje sa litij-bromidom.

Jaka otopina dobivena uparivanjem vraća se natrag u proces na mjesto gdje ponovo apsorpira radni medij i na taj način zatvara vlastiti krug - krug otopine. I ispareni radni medij nastavlja apsorpcijski rashladni proces, u vlastitom krugu - krugu radnog medija.

Već je rečeno kako se apsorpcijska sposobnost apsorbenta smanjuje sa povećanjem temperature, odnosno povećava sa sniženjem temperature. Stoga se, u cilju poboljšanja apsorpcijskog rashladnog procesa, apsorber u procesu apsorpcije redovito hladi rashladnom vodom. Odvedena toplina naziva se apsorpcijska toplina.

Dakle, mehanička kompresija radnog medija u kompresorskom rashladnom procesu, zamijenjena je u apsorpcijskom rashladnom procesu tzv. apsorpcijskom kompresijom u tri faze:

- apsorpcija,
- tlačenje otopine
- isparavanje

U apsorpcijskim rashladnim uređajima komponente u kojima se odvijaju ova tri procesa nazivaju se još i apsorpcijski kompresor ili termokompresor.

Apsorpcijski kompresor može se usporediti sa klasičnim kompresorom. Dobavom apsorpcijskog kompresora, može se tada smatrati količina radnog medija koji prolazi kroz njega. Što će biti veća apsorpcijska sposobnost apsorbenta, to će on moći apsorbirati veću količinu radnog medija. Međutim, ta količina apsorbiranog radnog medija mora se uspješno, dakle u potpunosti moći i ispariti iz njega. Za isparavanje je potrebna određena toplina, ogrjevna toplina. Što će se više ogrjevne topline dovesti, to će više radnog medija ispariti iz otopine. Ogrjevna toplina dovodi se posredstvom ogrjevnog medija. Intenzitet izmjene topline između ogrjevnog medija i otopine koje se uparuje, ovisan je o njihovoj međusobnoj temperaturnoj razlici. Što je ogrjevni medij više temperature, to je intenzitet izmjene topline veći, pa je veća i količina isparenog radnog medija, odnosno apsorpcijski kompresor dobavlja više radnog medija. Većom dobavom radnog medija, postiže se veći rashladni učin.

Ostatak jednostupanjskog apsorpcijskog rashladnog procesa, u principu je isti kao i kod kompresorskog rashladnog procesa sa parom i sastoji se od:

- hlađenja, odvođenja topline
- predaje topline okolini

- ekspanzije.

Za razliku od rashladnog množioca ili faktora hlađenja kompresorskog rashladnog procesa, koji se odnosi na utrošeni mehanički rad, za ocjenu učinkovitosti (i ekonomičnosti) apsorpcijskih rashladnih uređaja, upotrebljava se tzv. toplinski omjer hlađenja ili rashladni odnos. Rashladni odnos je omjer ostvarenog rashladnog učina i utrošene ogrjevnne topline, a označava se sa ζ :

$$\zeta = \frac{Q_0}{Q_h}$$

U engleskom nazivlju se i za ovu veličinu koristi izraz Coefficient Of Performance, odnosno kratica COP. Rashladni odnos apsorpcijskog rashladnog procesa nikako se ne smije izravno uspoređivati sa faktorom hlađenja kompresorskih rashladnih procesa, jer ovi procesi troše bitno različite oblike pogonske energije.

Dvostupanjski apsorpcijski rashladni proces

Viša temperatura ogrjevnog medija poboljšava rashladni odnos apsorpcijskog rashladnog procesa. No, viša temperatura ogrjevnog medija ne može se dovoljno dobro iskoristiti u jednostupanjskom apsorpcijskom rashladnom procesu. Naime, povećavanjem temperature ogrjevnog medija preko neke granice, više se ne može povećati količina radnog medija u optoku jednostupanjskog apsorpcijskog rashladnog procesa. Stoga je razvijen dvostupanjski apsorpcijski rashladni proces u kojem se apsorpcijska kompresija odvija u dva stupnja.

Dvostupanjski apsorpcijski rashladni proces sastoji se od dva vezana procesa, koji se odvijaju na dva nivoa temperature (i tlaka), niskotemperaturni i visokotemperaturni. Osnovni, niskotemperaturni proces sadrži sve elemente jednostupanjskog apsorpcijskog rashladnog procesa. Visokotemperaturni proces sastoji se od jednog dodatnog procesa isparavanja, u kojem dovodi ogrjevna toplotina izvana, putem ogrjevnog medija. Radni medij koji isparava u visokotemperaturnom procesu, svojom toplinom kondenzacije grije niskotemperaturni proces gdje se isparivanjem proizvodi dodatna količina radnog medija.

Zbog dvostrukog isparavanja, za gotovo istu utrošeni ogrjevnu toplinu, u dvostupanjskom procesu se može ostvariti približno dvostruko veća količina radnog medija u optoku nego u jednostupanjskom procesu. Stoga je i energetska učinkovitost, odnosno rashladni odnos ovog procesa gotovo dvostruko veći no u jednostupanjskog procesa.

Treba napomenuti, kako je u tijeku i razvoj trostupanjskog apsorpcijskog rashladnog procesa, u kojem je temperatura ogrjevnog medija još viša no u dvostupanjskom procesu. Uređaji koji koriste ovaj proces, imaju još viši rashladni odnos u odnosu na uređaje sa dvostupanjskim procesom. No, kod njih se javljaju poteškoće sa kemijskom stabilnošću apsorbenta i otpornošću materijala uređaja pri visokim temperaturama.

7.1.2.3. Ostala tehnološka rješenja

Adsorpcijsko hlađenje

Razlika u odnosu na apsorpcijski rashladni uređaj gdje se rashladni medij apsorbira u kapljevini apsorbenta, kod adsorpcijskog rashladnog uređaja rashladni medij se adsorbira u higroskopskom čvrstom materijalu, poput granula silika-gela. Kao rashladni medij često se upotrebljava voda. Proces adsorpcije u ovim uređajima odvija se u kolektoru kroz koji struji voda, i traje sve dok se silika-gel ne zasiti, nakon čega se adsorpcijski materijal mora regenerirati.

Regeneracija se odvija u generatoru, s tim da se proces hlađenja zaustavlja i prebacuje na režim grijanja kako bi se vlaga izvukla iz adsorbenta.

Obzirom da rashladni uređaj mora raditi kontinuirano adsorpcijski rashladni uređaji izvedeni su dvodjelno, a rad generatora i kolektora mijenja se u ciklusima od 5 minuta. Energetska učinkovitost ovih uređaja, može se izraziti slično kao i kod apsorpcijskih rashladnih uređaja rashladnim odnosom. Za ovu vrstu uređaja on iznosi 0,6.

U generatoru se koristi ogrjevni medij temperature između 80 i 100 °C (vrela voda), parametri ohlađene vode koji se mogu postići su 5 °C. Adsorpcijski rashladni uređaj okolini mora predati veliku količinu topline, što zahtjeva visoke troškove rashladnog sustava. Iskorištenjem dijela te topline, može se dobiti topla voda na temperaturi od 50 do 53 °C, koja se može iskoristiti u druge svrhe, npr. kao potrošna topla voda.

Prirodno hlađenje (eng. free cooling)

Tehnika prirodnog hlađenja koristi okolišnji zrak za hlađenje vode u distribucijskoj mreži centraliziranog (ili lokalnog) rashladnog sustava. Osnovni uvjet za primjenu ovog tehničkog rješenja je dovoljno niska temperatura zraka. Rashladni uređaji izvedeni su kao rashladnici vode, koji koriste izmjenjivač topline zrak/voda. Izmjenjivač je obično postavljen na vjetrovitom mjestu, kako bi se poboljšala izmjena topline i osigurala dovoljno niska temperatura ohlađene vode (5 °C).

Tehnika prirodnog hlađenja razvijena je i najviše se koristi u SAD-u, za potrebe klimatizacijskih uređaja u pojedinačnim objektima, ili hlađenje računalnih prostorija tijekom zime. Prednost je u niskim pogonskim troškovima. Ova tehnologije može se koristiti i kao predhlađenje rashladnih uređaja klasične izvedbe (kompresorskih ili apsorpcijskih). Takva primjena prirodnog hlađenja nalazi se rashladnom sustavu tunela ispod La Manche.

Dubinske vode

Proizvodnja ohlađene vode pomoću rashladne energije dubinskih voda ima tri načina primjene:

- bez dohlađivanja
- s dohlađivanjem
- vodeno hlađenje kondenzatora.

Ukoliko se rashladna energija dubinskih voda koristi bez dohlađivanja, tada se ona koristi kao zasebni izvor rashladne energije, obično u kombinaciji sa klasičnim rashladnim uređajima.

U zemljama u kojima se dizalice topline koriste kao toplinski izvori u centraliziranim toplinskim sustavima, kao npr. u Švedskoj, tada se kapacitet ovih uređaja može iskoristiti u ljetnom periodu kako bi se iskoristila raspoloživa rashladna energija dubinskih voda. Tada dizalice topline rade poput rashladnih uređaja, koji prvo dohlađuju dubinsku vodu na potrebni temperaturni nivo, a potom se tako ohlađena dubinska voda koristi u izmjenjivačima topline za hlađenje vode u centraliziranom rashladnom sustavu. Prednosti ovog tehnološkog rješenja su u niskim pogonskim troškovima i korištenju postojećih kapaciteta, a nedostaci velika udaljenost izvora rashladne energije od mjesta njezine potrošnje. Pri analizama isplativosti treba uzeti u obzir investicijski trošak transportnog sustava dubinske vode (cjevovoda i pumpne stanice) do mjesta dohlađivanja koji može biti popriličan.

Ukoliko je temperaturni nivo dubinske vode nedovoljan za direktnu primjenu u hlađenju vode za centralizirani rashladni sustav, ova rashladna energija može se iskoristiti za kondenzatorsko

hlađenje rashladnih uređaja klasične izvedbe, kao alternativa rashladim tornjevima. Krug rashladne vode obično je odvojen, a kao i u svakom drugom slučaju hlađenja vodom iz prirodnih izvora, treba obratiti pozornost na sprečavanje zaprljanja i korozije izmjenjivačkih površina koji mogu bitno smanjiti efikasnost hlađenja.

7.1.3. RASHLADNA POSTROJENJA

Svaki rashladni sustav, bio on lokalni ili centralizirani, sastoji se od:

- rashladnog postrojenja
- sustava za distribuciju rashladne energije potrošačima
- potrošača rashladne energije

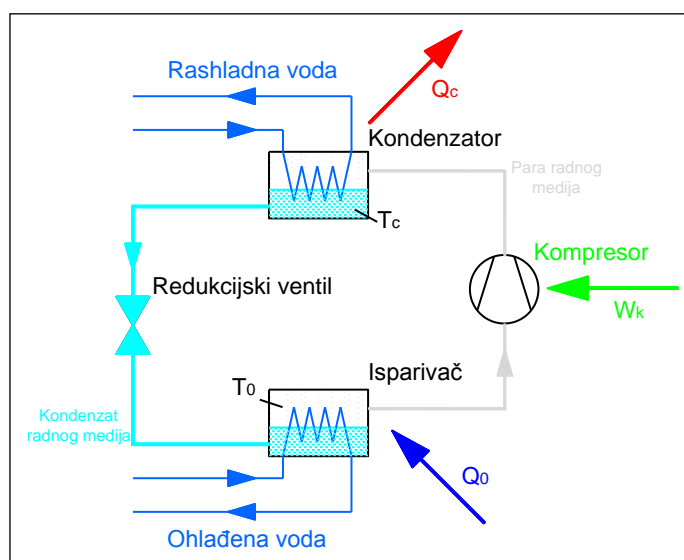
Po potrebi u sustavu se mogu još nalaziti i spremnici za pohranu rashladne energije.

7.1.3.1. Rashladni uređaji

Najznačajniji dio svakog rashladnog sustava svakako je rashladno postrojenje. U rashladnom postrojenju se postiže rashladni učin, proizvodi se rashladna energija. Vrlo često onaj dio postrojenja u kojem se odvija rashladni proces dolazi tvornički kompletno sastavljen, napunjen radnim medijem i spreman za pogon. Taj dio rashladnog postrojenja tada se naziva rashladnim uređajem, a proizvođači ih nude u standardnim veličinama izrade. Obično se rashladni uređaji klasiraju prema rashladnom učinku. Najčešće su izvedeni kao rashladni uređaji za hlađenje vode, pa se nazivaju još i rashladnicima vode.

Kompresorski rashladni uređaji

Slikom sl. 7-1, shematski je prikazan kompresorski rashladni uređaj koji koristi kompresorski rashladni proces sa parom.



Sl. 7-1: Shema kompresorskog rashladnog uređaja sa parom (L 10)

U isparivaču se ostvaruje rashladni učin rashladnog uređaja, pri čemu radni medij isparava. Putem prestrujnog cjevovoda, kompresor usisava paru radnog medija iz i komprimira je. Nakon kompresije, radni medij ulazi u kondenzator, gdje predaje toplinu okolini i kondenzira. Malo

pothlađeni kondenzat, prolazi kroz redukcijski ventil i vraća se natrag u isparivač, gdje započinje novi ciklus.

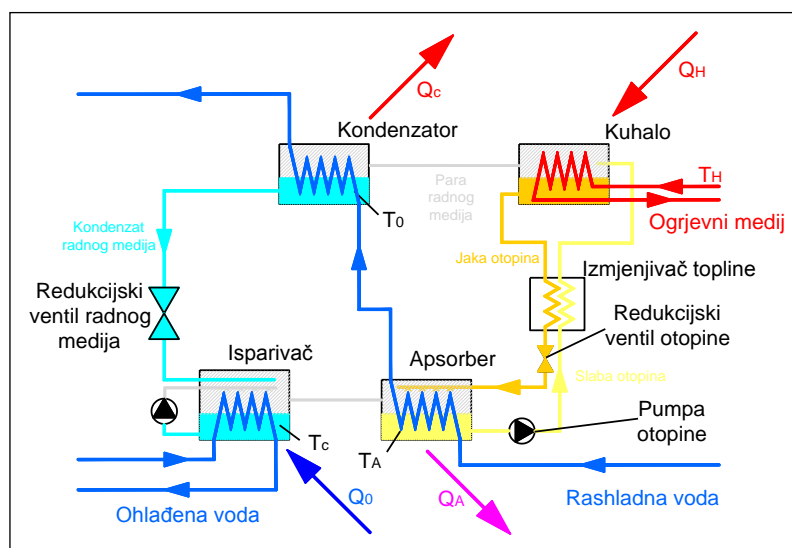
Mehanički rad dovodi se kompresorom. Koriste se stapni, vijčani i centrifugalni kompresori. Kompresor može biti i najčešće jest pogonjen elektromotorom, a postoje i izvedbe sa motorom s unutrašnjim izgaranjem i parnom turbinom. U slučaju pogona elektromotorom govori se o kompresorskim rashladnim uređajima pogonjenim električnom energijom.

Apsorpcijski rashladni uređaji

Jednostupanjski uređaj

Na slici sl. 7-2 prikazana je shema jednostupanjskog apsorpcijskog rashladnog uređaja koji radi sa parom voda/litij-bromid.

U isparivaču, radni medij isparava postizući rashladni učin. Nakon toga ulazi u apsorber, gdje se miješa sa jakim otopinom koja ga apsorbira, te nastaje slaba otopina. Hladnija jaka otopina se tlači pumpom i prolazi kroz izmjenjivač topline, gdje izmjenjuje toplinu sa toplijom slabom otopinom. Tako zagrijana jaka otopina ulazi u kuhalo, gdje se dovodi toplina posredstvom ogrjevnog medija. Radni medij isparava iz otopine i nastavlja proces u kondenzatoru, a slaba otopina se vraća u apsorber, hladeći se prije njega u izmjenjivaču topline. Para radnog medija kondenzira u kondenzatoru, te predaje toplinu okolini. Nakon toga prigušuje se u redukcijskom ventilu i ulazi u prostor isparivača i ciklus ponovo započinje.



Sl. 7-2: Shema jednostupanjskog apsorpcijskog rashladnog uređaja (L 10)

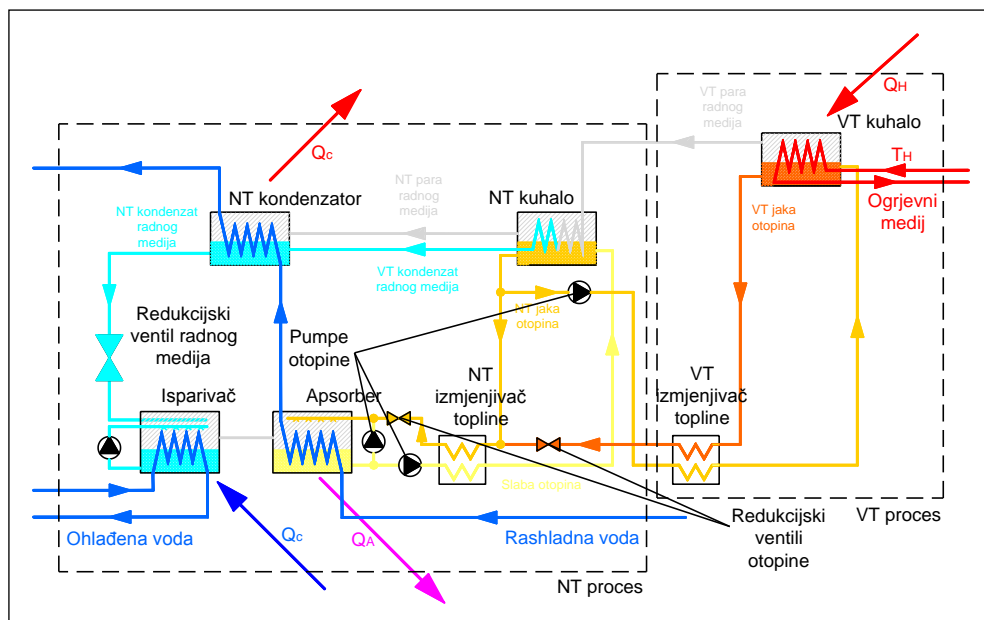
Ogrjevni medij u jednostupanjskom apsorpcijskom rashladnom uređaju može biti vrela voda, temperature između 90 i 130 °C, niskotlačna para tlaka od 1 do 2,5 bara, ili niskotemperaturna otpadna toplina. Ovisno o ogrjevnom mediju kojeg koriste, govori se o apsorpcijskim rashladnim uređajima pogonjenim vrelom vodom, parom ili otpadnom toplinom.

Ovi uređaji rade u visokom vakuumu. Brtvljenje nikada nije izvedeno tako da spriječi u potpunosti prodiranje vanjskog zraka u unutrašnjost uređaja. Prisisavanje zraka u rashladni uređaj je štetno jer smanjuje aktivnu površinu za izmjenu topline. Osim toga, litij-bromid u kontaktu sa kisikom iz zraka postaje jako korozivan prema materijalima od kojih je načinjen uređaj. Zato su apsorpcijski rashladni uređaji opremljeni vakuum pumpom, kojom se prisisani zrak isisava iz uređaja. Pumpa otopine i vakuum pumpa pogonjene su elektromotorom.

Dvostupanjski uređaj

Na slici sl. 7-3 prikazana je shema dvostupanjskog apsorpcijskog rashladnog uređaja koji radi sa parom voda/litij-bromid. Na shemi su komponente viskotemperaturnog procesa označene kraticom VT, a niskotemperaturnog procesa kraticom NT.

Crtkanom linijom označene su granice NT procesa, koji je vrlo sličan jednostupanjskom procesu. U isparivaču, radni medij isparava postizući rashladni učin. Nakon toga ulazi u apsorber, gdje se miješa sa NT jakom otopinom koja ga apsorbira, te nastaje slaba otopina. Hladnija NT jaka otopina se tlači pumpom i prolazi kroz NT izmjenjivač topline, gdje izmjenjuje toplinu sa toplijom slabom otopinom, koja dolazi iz NT kuhala. Tako zagrijana NT jaka otopina ulazi u NT kuhalo, gdje se dovodi toplina posredstvom ogrjevnog medija, koji je ovdje VT para radnog medija iz VT kuhala. NT radni medij isparava iz slabe otopine i nastavlja proces u NT kondenzatoru. VT para radnog medija se kondenzira u NT kuhalu i zajedno sa NT parom odlazi u NT kondenzator. VT kondenzat i NT para radnog medija se miješaju u NT kondenzatoru, gdje VT kondenzat ekspandira na NT tlak. Kondenzacijom u NT kondenzatoru, predaje se toplina okolini. Nakon toga, nastali NT kondenzat prigušuje se u redukcijском ventilu i ulazi u prostor isparivača i ciklus ponovo započinje.



Sl. 7-3: Shema dvostupanjskog apsorpcijskog rashladnog uređaja (L 10)

VT proces također je označen crtkanom linijom. Dio NT jake otopine na povratku iz NT kuhala odlazi u VT kuhalo. U VT kuhalu, dovodi se toplina ogrjevnim medijem. Pri tome isparava iz NT jake otopine dodatna količina radnog medija. Nastala VT para radnog medija odlazi u NT kuhalo. VT jaka otopina predgrijava NT jaku otopinu na povratku iz VT kuhala i miješa se sa ostatkom NT jake otopine. Mješavina VT i NT jake otopine hladi se u NT izmjenjivaču topline i vraća u apsorber, gdje započinje novi ciklus.

Ogrjevni medij u jednostupanjskom apsorpcijskom rashladnom uređaju može biti vrela voda temperature od 170 do 190 °C, visokotlačna para tlaka od 6 do 9,5 bara, toplina dobivena izgaranjem prirodnog plina, loživog ulja ili visokotemperaturna otpadna toplina. Ovisno o ogrjevnom mediju kojeg koriste, govori se o apsorpcijskim rashladnim uređajima pogonjenim vrelom vodom, parom, prirodnim plinom, loživim uljem ili otpadnom toplinom. Apсорpcijski rashladni uređaji pogonjeni vrelom vodom, parom i otpadnom toplinom nazivaju indirektno

pogonjeni, a prirodnim plinom i loživim uljem direktno pogonjeni. Pumpa otopine i vakuum pumpa pogonjene su elektromotorom.

7.1.4. RASHLADNI TORNJJEVI

Predaja topline iz rashladnog uređaja okolini zapravo je hlađenje kondenzatora rashladnog uređaja. Vrlo rijetko su kondenzatori rashladnih uređaja hlađeni direktno zrakom, a takvi se rashladni uređaji onda nazivaju kompaktnim rashladnim uređajima. Češće je, a pogotovo kod uređaja većeg rashladnog učina kondenzator hlađen vodom. Hlađenje vodom izvodi se posredstvom rashladnih tornjeva. Prednost hlađenja vodom je što se za hlađenje može iskoristiti mehanizam ishlapljivanja vode. Ishlapljivanjem se rashladne vode u struji zraka rashladna voda može pothladiti i ispod temperature zraka, tzv. temperature suhog termometra. Mehanizam ishlapljivanja koristi se u uređaju nazvanom mokri rashladni toranj ili rashladni toranj za vodu. Nedostatak vodenog hlađenja u mokrim rashladnim tornjevima jest što se putem ishlapljivanja manja količina rashladne vode nepovratno gubi, pa se mora nadoknađivati primjerice vodom iz vodoopskrbnog sustava. Voda mora biti i kemijski pripremljena.

U rashladnim tornjevima rashladna voda predaje toplinu okolnom zraku. Manjim dijelom toplina se predaje konvekcijom, a većim dijelom ishlapljivanjem. Danas se najčešće koriste rashladni tornjevi sa prisilnim strujanjem zraka, uz korištenje ventilatora. Površina za izmjenu topline koja treba biti što veća postiže se pomoću ugrađenih elemenata (sustava žljebova i prsišta) preko kojih se rashladna voda u tankom filmu preljeva i raspršuje u kapljice. Dodatni gubitak rashladne vode u rashladnom tornju pojavljuje se u obliku kapljica koje odlaze nošene strujom zraka. Postoje i izvedbe sa odvajačima kapljica u cilju smanjenja ovog gubitka.

Ponekad se hlađenje vodom izvodi i pomoću tzv. suhih rashladnih tornjeva (eng. dry cooler). Ovdje rashladna voda cirkulira u zatvorenom sustavu, pa nema mehanizma ishlapljivanja i gubitka rashladne vode, međutim uvjeti hlađenja su lošiji od onih u mokrim rashladnim tornjevima. Rashladna voda ne može se ohladiti ispod temperature okolišnjeg zraka, pa je i energetska učinkovitost rashladnih uređaja sa ovakvim hlađenjem kondenzatora niža.

Učin rashladnog tornja jednak je količini topline koji se može odvesti u okolinu u jedinici vremena.

7.1.5. SPREMNICI RASHLADNE ENERGIJE

Korištenje vode kao medija za pohranu rashladne (i toplinske) energije ima određena ograničenja koja proizlaze iz njenih fizikalnih svojstava. Pri atmosferskom tlaku voda se ledi na približno 0 °C, a isparava na 100 °C. Kako se pri konstrukciji spremnika rashladne (i toplinske) energije pokušava smanjiti investicijski trošak, to je u interesu volumen vode za određeni kapacitet spremnika pokušati držati što manjim. Manji volumen za isti kapacitet, zahtijeva i veću temperaturnu razliku. Voda kojom se puni spremnik dakle ne može se pothladiti ispod 0 °C, niti zagrijati iznad 15 °C, koliko u prosjeku iznosi temperatura povrata u centraliziranim rashladnim sustavima. Stoga u spremnicima ohlađene vode temperaturna razlika nikada ne prelazi 15 °C, dok je u spremnicima vrela vode ona 70 °C. Dakle, u odnosu na spremnike vrela vode, spremnici ohlađene vode bit će bitno većeg volumena. Iz istog su se razloga za pohranu rashladne energije razvila i mnoga druga tehnološka rješenja za razliku od spremnika toplinske energije gdje se voda pokazala kao sasvim zadovoljavajući medij.

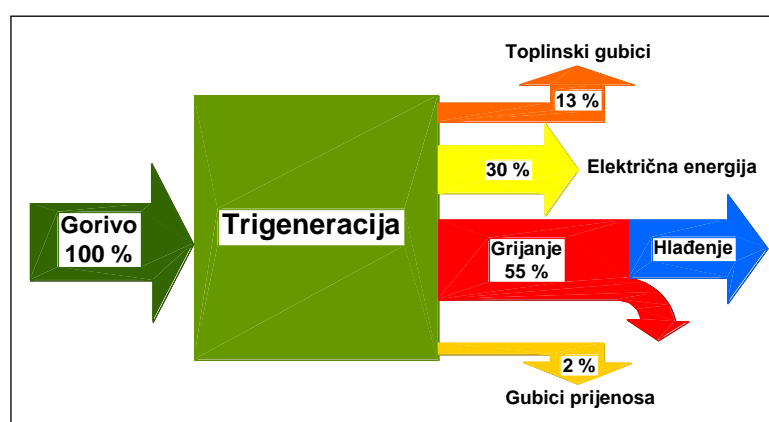
Danas najčešće primjenjivana tehnološka rješenja jesu:

- spremnici ohlađene vode (toplinski uslojeni)
- sustavi sa promjenom agregatnog stanja (ledena kaša, banke leda).

7.2. IZVEDBE INTEGRIRANIH CENTRALIZIRANIH RASHLADNIH SUSTAVA

7.2.1. INTEGRACIJA U KOGENERACIJSKA POSTROJENJA - TRIGENERACIJA

Integracija centraliziranih rashladnih sustava u kogeneracijska postrojenja je postupak dogradnje nekog kogeneracijskog postrojenja apsorpcijskim rashladnim uređajem, koji koristi preostalu neiskorištenu otpadnu toplinu za potrebe proizvodnje rashladne energije. Uobičajeni naziv za takav postupak istovremene proizvodnje električne (iz mehaničkog rada), toplinske i rashladne energije je trigeneracija. U engleskom nazivlju pojavljuje se osim izraza trigeneration i opisni izraz Combined Heat, Cooling and Power production, uz korištenje akronima CHCP. U modernom američkom nazivlju, koristi se izraz Building Heat, Cooling and Power production (BHCP), dok je u njemačkom jeziku prisutno nekoliko izraza poput Kraft-Wärme Kopplung (KWK), ili Brennstoff Heizkraftwerk (BHKW) i Kraft Wärme Kälte Kopplung (KWKK). Na sljedećoj slici dan je prikaz energetske tokova u trigeneraciji (L 11).



Sl. 7-4: Prikaz energetske tokova u trigeneraciji

7.2.2. PREDNOSTI TRIGENERACIJE

Kao i kod kogeneracije, i trigeneracija pridonosi smanjenju potrošnje goriva u odnosu na konvencionalne odvojene načine proizvodnje. Smanjenje emisije onečišćujućih tvari proporcionalno je smanjenju potrošnje goriva.

Trigeneracijski proces predstavlja energetske poboljšanje kogeneracijskog procesa. Naime u velikoj većini primjene kogeneracijskih postrojenja toplina se koristi za potrebe pokrivanja ogrjevnog konzuma. Trajanje ogrjevne sezone rijetko gdje (u evropskim zemljama) prelazi sedam mjeseci u godini, (a potrebe za maksimalnom ogrjevnom snagom svedene su na vrlo kratak period u godini), dok potrebe za električnom energijom postoje cijelu godinu. To znači da veliki dio vremena kogeneracijska postrojenja rade sa smanjenom proizvodnjom korisne topline, ili čak bez nje. Obzirom da se otpadna toplina u trigeneraciji nastavlja koristiti i u onim mjesecima kad nema potrebe za ogrjevom, u trigeneracijskim postrojenjima osigurava se visok stupanj djelovanja kroz cijelu godinu.

Dodatna prednost trigeneracije pred odvojenom proizvodnjom rashladne energije iz kompresorskih rashladnih sustava pogonjenih električnom energijom je i u smanjenju opterećenja elektroenergetskog sustava tijekom ljetnih mjeseci.

7.2.3. INTEGRACIJA U CENTRALIZIRANE TOPLINSKE SUSTAVE

Pod integriranim centraliziranim rashladnim sustavima u centralizirane toplinske sustave podrazumijeva se takva izvedba centraliziranog rashladnog sustava kod koje je apsorpcijski rashladni uređaj za proizvodnju ohlađene vode pogonjen ogrjevnom toplinom (parom ili vrelom vodom) iz centraliziranog toplinskog sustava.

Tijekom ljeta kapaciteti centraliziranih toplinskih sustava ostaju neiskorišteni, negdje sa, a negdje čak i bez opskrbe potrošnom toplom vodom. Iskorištenje njihova kapaciteta u osnovi je moguće na dva načina:

- ugradnja jednostupanjskih rashladnih uređaja u vrelvodnu mrežu sa temperaturom vrele vode oko 100 °C
- ugradnja dvostupanjskih rashladnih uređaja u parnu mrežu ili u vrelvodnu mrežu sa visokim parametrima vrele vode

Problem tehničke prirode koji se javlja u slučaju korištenja vrelvodne mreže je u njenim niskim parametrima rada u ljetnim mjesecima, pri čemu temperatura polaza može pasti i na 60 °C. Pri tako niskim temperaturama gotovo svi komercijalni apsorpcijski rashladni uređaji rade sa bitno smanjenim rashladnim učinkom i rashladnim odnosom. Niskotemperaturni apsorpcijski rashladni uređaji koji bi pri ovim temperaturama imali zadovoljavajuće karakteristike još su u fazi istraživanja i razvoja. Do sada su ostvareni rezultati samo u primjeni apsorpcijskih rashladnih uređaja manjih rashladnih učina u sustavima solarnog grijanja, u kojima uz relativno veliki investicijski trošak u ostatak postrojenja i niske pogonske troškove, trošak apsorpcijskog rashladnog uređaja nije od tolikog značaja.

Drugi nedostatak ovakve integracije je u temperaturnoj razlici polaza i povrata vrele vode apsorpcijskog rashladnog uređaja, koja se razlikuje od uobičajenih vrijednosti u vrelvodnoj mreži. Naime jednostupanjski apsorpcijski rashladni uređaji pogonjeni vrelom vodom rade sa temperaturnom razlikom između polaza i povrata od približno 15 °C, što znači da je temperatura povrata iz takvog uređaja viša od temperature povrata koja se ostvaruje u preostalim toplinskim stanicama sustava. To znači da će prisutnost apsorpcijskih rashladnih uređaja u vrelvodnoj mreži, ukoliko je njihov rashladni učin značajan u odnosu na ukupni toplinski kapacitet centraliziranog toplinskog sustava pridonijeti povećanju temperature povrata.

7.3. CENTRALIZIRANI RASHLADNI SUSTAVI U EUROPI I HRVATSKOJ

7.3.1. EUROPA

U Europi prva dva centralizirana rashladna sustava izgrađena su i puštena u pogon u Parizu i Hamburgu kasnih šezdesetih godina prošlog stoljeća, nedugo nakon prvih takvih sustava u SAD-u.

Velika razmjena znanja iz područja centraliziranih rashladnih sustava između SAD-a i Europe zbilja se 1990. godine. Tada su District Energy St. Paul i Trigen Energy Corporation ugostili vodeće švedske menadžere iz područja energetike, a nekoliko konzultantskih kuća iz Švedske razvilo je iskustva iz područja CRS-a.

Međutim, naglu ekspanziju centralizirani rashladni sustavi u Europi doživjeli su u drugoj polovici devedesetih godina prošlog stoljeća, a ponajviše u Švedskoj. Ključan čimbenik njihova naglog razvoja u Švedskoj bila je zabrana korištenja klorfluorugljikovodika (CFC) u kompresorskim rashladnim sustavima 1995. godine. U samo nekoliko godina, CRS se razvio u nekoliko švedskih gradova. Västerås je bio prvi, ubrzo nakon njega uslijedili su Solna, Sundbyberg i Stockholm. Prvi CRS u Švedskoj izgrađen počeo je sa radom 1992. godine u gradu Västeråsu u središnjoj Švedskoj. Nakon njega uslijedili su mnogi CRS, a današnja ukupni instalirani rashladni učin CRS u Švedskoj iznosi 180 MW. Većina rashladnih postrojenja u Švedskoj integrirana je u postojeća toplinska postrojenja CTS. Najvećim dijelom, poduzeća za opskrbu toplinskom i rashladnom energijom u vlasništvu su lokalnih zajednica (gradovi), izuzev npr. Malmö Värme koji je u vlasništvu privatnog poduzeća Sydkraft. Postrojenja dizalice topline u CTS-u, jedan je ali ne i jedini razlog takvog razvoja CRS-a u Švedskoj. Tendencija da vlasnici zgrada mnoge poslove vezane uz održavanje zgrada prepuste za to registriranim poduzećima (upraviteljima), prisutna je i u energetske sektoru. Sedam je poduzeća za opskrbu rashladnom energijom putem CRS, temeljenih na dizalicama topline, dvije kompanije opskrbljuju svoje potrošače rashladnom energijom iz dubinskih voda, pet kompanija koriste klasične kompresorske rashladne uređaje a dvije kompanije opskrbljuju potrošače rashladnom energijom iz CRS-a integriranog u CTS. Preduvjet za razvoj CRS-a integriranog u CTS jest dostupnost nekog izvora otpadne topline, kao npr. iz spalionica otpada, te da rashladna energija može biti distribuirana koristeći mrežu CTS-a, uz relativno niske troškove. U ovoj varijanti CRS-a, ohlađena voda se priprema u blizini velikih potrošača, te se distribuira relativno malim lokalnim mrežama.

Također, u Norveškoj, Danskoj i Finskoj pronalaze se pojedinačni primjeri primjene CTS-a. Prema norveškom toplinarskom udruženju (eng. Norway's District Heating Association), za područje grada Osla izrađena je studija o mogućnosti primjene CRS. Obzirom da postojeći CTS ne koristi dizalice topline, priprema rashladne vode morala bi biti nezavisna od CTS-a. Investicija u rashladno postrojenje i distribucijski sustav ocjenjena je neisplativom.

U Francuskoj je izgrađeno 12 velikih CRS ukupnog rashladnog učina više od 450 MW, te mnogo manjih sustava sa centralnom pripremom ohlađene vode za opskrbu nekoliko zgrada i mrežom kraćom od 1 km. Centralizirani rashladni sustavi nalaze se u gradovima: Pariz (6 sustava), Lyon, Montpellier (2 sustava), Channel, Bordeaux i Monaco. Najveći komercijalni centralizirani rashladni sustavi u Francuskoj nalaze se u Parizu. Ohlađena voda većinom se proizvodi kompresorskim rashladnim uređajima, što je posljedica niske cijene električne energije tijekom ljeta. Apsorpcijski rashladni uređaji rijetki su i to uglavnom u industrijskim postrojenjima, gdje postoji dovoljna količina pare i vrele vode niske proizvodne cijene. Gaz de France, distributer plina izvršio je neka ispitivanja vezana uz primjenu apsorpcijskih rashladnih uređaja velikih rashladnih učina, direktno pogonjenih plinom, međutim investicijski trošak ovih uređaja vrlo je visok, obzirom da oprema dolazi iz Japana ili SAD-a.

U Njemačkoj se razvilo sedam centraliziranih rashladnih sustava, a većina je izvedena kao integrirani sustav u centralizirani toplinski sustav. Raspon rashladnog kapaciteta kreće se u granicama od 100 kW pa do 5 MW. Osim apsorpcijskih rashladnih uređaja, koriste se i adsorpcijski rashladni uređaji, kao i hlađenje odvlaživanjem i ishlapljivanjem, pogonjeni toplinom iz centraliziranih toplinskih sustava. Ovi sustavi nalaze se u Dresdenu i Bremenu. Razlozi primjene apsorpcijskih rashladnih uređaja nalaze se u višim ljetnim cijenama električne energije (nego što su u Francuskoj), te u dobro razvijenim centraliziranim toplinskim sustavima.

Iako klimatski uvjeti u Italiji, Španjolskoj i Portugalu pogoduju razvoju rashladnih sustava, centralizirano hlađenje u ovim zemljama nije još u potpunosti razvijeno.

U Lisabonu (Portugal) je izgrađeno plinsko-turbinsko trigeneracijsko postrojenje, koje opskrbljuje ohlađenu vodu novoizgrađenom urbanom području oko izložbenog prostora za EXPO 98. Rashladna energija proizvodi se kombinirano apsorpcijskim (10 MW) i kompresorskim (12 MW) rashladnim uređajima sa spremnikom hladne vode (15 000 m³). Apsorpcijski rashladni uređaji pogonjeni su parom proizvedenom iz kotla utilizatora, sa dodatnim izgaranjem, a proizvedena para koristi se i za potrebe centraliziranog toplinskog sustava. Za hlađenje kondenzatora kompresorskih rashladnih uređaja koristi se hlađenje rashladnom energijom dubinskih voda.

U Španjolskoj su izgrađena 2 centralizirana rashladna sustava od kojih je najveći u Barceloni sa instaliranih 5,8 MW rashladnih kapaciteta, dok je drugi u Valladolidu.

U Italiji se nalaze 4 centralizirana rashladna sustava sa rashladnim kapacitetom od približno 2 MW. Distribucijske mreže u dijelovima Reggio Emilie i Bologne izvedene su kao dvocijevne, a u zimskim mjesecima se kroz potrošači opskrbljuju vrelom vodom iz centraliziranog toplinskog sustava. Uz centraliziranu opskrbu, čak 44 MW rashladnog kapaciteta instalirano je u individualnim rashladnim sustavima koji koriste apsorpcijske rashladne uređaje pogonjene toplinom iz centraliziranog toplinskog sustava. Proizvodnja rashladne energije u CRS većinom je iz apsorpcijskih rashladnih uređaja i dizalica topline. Najveći se nalazi u Vicenzi i koristi geotermalnu energiju kao pogonsku energiju za apsorpcijske rashladne uređaje.

Prema podacima nacionalnih toplinarskih udruženja, u Sloveniji, Češkoj i Poljskoj, ne postoji centralizirana opskrba rashladnom energijom, iako su gotovo sve istočnoevropske zemlje dobro razvile centralizirane toplinske sustave.

U Rusiji postoje tek nekoliko manjih centraliziranih rashladnih sustava uglavnom u Moskvi. U Tashkentu (Uzbekistan) izgrađen je veliki sustav opskrbe rashladnom energijom za potrebe klimatizacijskih sustava u velikom broju zgrada, iz stambenog, poslovnog i javnog sektora.

7.3.2. HRVATSKA

7.3.2.1. Analiza potencijala

Prema iskustvima europskih zemalja, osnovni faktori koji su utjecali na razvoj centraliziranih rashladnih sustava su:

- postojeći nacionalni energetske sustav
- okolnosti tržišta
- politika energetske učinkovitosti i zaštita okoliša
- klimatski uvjeti

- vrsta potrošača
- cijene energenata

Do danas razvijena tehnološka rješenja za proizvodnju rashladne energije (prije svega hladne vode), većih kapaciteta, obuhvaćaju rashladna postrojenja i uređaje koji za svoj rad koriste:

- električnu energiju
- toplinu, i to u vidu: vrele vode, pare, prirodnog plina, loživog ulja ili nekog vida tzv. otpadne topline

Za razvoj centraliziranog rashladnog sustava osnovni je preduvjet sigurna opskrba gore navedenim pogonskim energentima.

Pokretači razvoja centraliziranih rashladnih sustava u velikom broju slučajeva bile su upravo kompanije koje distribuiraju električnu energiju, ili prirodni plin. Cilj distributera električne energije bio je smanjiti vršno opterećenje tijekom ljetnih mjeseci, dok je cilj distributera prirodnog plina bio proširiti rad svojih kapaciteta i na ljetnu sezonu.

Elektroenergetski sustav

Vršno toplinsko opterećenje zgrade izvana pojavljuju se za vrijeme ljetnih mjeseci u ranim poslijepodnevnim satima (nakon akumulacije toplinske energije sunčevog zračenja). Toplinsko opterećenja zgrade uslijed boravka ljudi različito je ovisno o namjeni zgrade. U poslovnim objektima ono traje samo od jutarnjih do popodnevni sati, dok je primjerice u bolnicama ono traje cijeli dan, iako je ponešto izraženije u jutarnjim satima. Jedna od prednosti centraliziranih rashladnih sustava u odnosu na lokalne, a pogotovo u odnosu na sobne klima uređaje je u znatno ujednačenijoj potrošnji pogonskog energenta, koja slijedi iz mogućnosti kombiniranja rashladnih potrošača sa različitom dinamikom potrošnje, mogućnosti akumuliranja rashladne energije i kombinacije raznih tehnoloških rješenja hlađenja.

Opskrba kupaca obavlja se na visokom naponu (110 kV), srednjem naponu (10, odnosno 20 kV i 35 kV) te niskom naponu (0,4 kV). Kupci su, osim po naponskim razinama na koje su priključeni na mrežu, podijeljeni i prema kategorijama potrošnje. Kupci na visokom i srednjem naponu pripadaju kategoriji industrijskih kupaca, dok na niskom naponu, prema kategorijama potrošnje, postoje sljedeće kategorije kupaca:

- kućanstvo,
- poduzetnici i
- javna rasvjeta

Za pogon svih komercijalnih rashladnih uređaja kompresorskog tipa, potrebna je električna energija na niskonaponskoj razini (trofazno, 380 V), i mogu se opskrbljivati iz distribucijske mreže na niskom naponu.

O utjecaju razvoja centraliziranog rashladnog sustava temeljnog na korištenju kompresorskih rashladnih uređaja teško je govoriti bez detaljne analize u smislu potencijalnog rashladnog konzuma, dinamike njegova rasta, mogućim lokacijama za izgradnju rashladnih postrojenja, kao i o kapacitetu distribucijske mreže i planovima njena razvoja.

Centralizirani toplinski sustavi

Prednost integracije centraliziranog rashladnog sustava u postojeći sustav centralne opskrbe toplinom je i u iskorištenju postojećih kapaciteta u periodima kad nema ili je bitno smanjena potreba za toplinom.

Prema kategorijama potrošnje i prodajnoj cijeni postoje kategorije kupaca:

- kućanstva
- poslovni prostori
- industrijski potrošači (koriste tehnološku paru)

Budući su postojeći centralizirani toplinski sustavi smješteni u blizini velikih gradova, odnosno velike koncentracije toplinskog, ali i rashladnog konzuma, predstavljaju veliki potencijal za integraciju nekog budućeg centraliziranog rashladnog sustava. Pri razmatranju mogućnosti da budući CRS bude integriran u neki od postojećih CTS prednost treba dati onim toplinskim sustavima koji se opskrbljuju toplinom iz kogeneracijskih postrojenja. S energetskeg stanovišta na taj način postiže se bolje iskorištenje primarne energije - goriva, pa korist od spojne proizvodnje električne energije i rashladne energije imaju i elektroenergetski sustav i centralizirani rashladni sustav.

Plinski sustav

Domaća proizvodnja je niz godina podmirivala oko 60-70% posto potreba dok je 2013. godine domaća proizvodnja pala na 52%. Zbog očekivanog rasta potrošnje prirodnog plina i pada domaće proizvodnje, za pretpostaviti je da će porasti potreba za uvozom plina. Kao što je rečeno, potrebe Republike Hrvatske za uvozom su se do sada podmirivale uvozom ruskog plina od Gazproma (Gazexporta), a tek zadnje tri godine uvozom od talijanskog ENI-a i manjih količina od nekih drugih dobavljača.

Energetsku djelatnost transporta prirodnog plina obavlja tvrtka PLINACRO d.o.o., koja je i od Vijeća za regulaciju energetske usluge ishodila dozvolu za obavljanje djelatnosti. Transportni sustav je projektiran na radni tlak od 50 bara, a dijelom na radni tlak od 75 bara. Sukladno literaturi /L 12/ ukupna duljina transportnog sustava plinovoda, obuhvaća 2 662 km čiji se promjeri kreću od DN 80 do DN 800. U sklopu transportnog sustava nalaze se i mjerno-redukcijske stanice, ukupno njih 157 sa 282 mjernim mjestom. U Republici Hrvatskoj dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti distribucije prirodnog plina ima 36 trgovačkih društava,

Plinski apsorpcijski rashladni uređaji koriste plamenike koji zahtijevaju parametre (tlak i ogrjevna vrijednost) prirodnog plina kao i klasični toplinski uređaji (kotlovi), što im omogućava priključenje na plinski distribucijski sustav bez velikih zahvata.

Klimatski uvjeti

Potreba energije za grijanje i hlađenje u mnogome ovisi o klimatskim uvjetima, veličini i kvaliteti izgradnje prostora koji se treba grijati, odnosno hladiti. Sigurno je da priobalni dio Hrvatske zbog klimatskih uvjeta za isti prostor i kvalitetu izgradnje treba manje energije za grijanje, a više za hlađenje od kontinentalnog dijela. U sljedećoj tablici dan je prikaz broja stupanj dana za grijanje i hlađenje (produkt broja dana grijanja/hlađenja i razlike između prosječne sobne temperature i prosječne vanjske temperature) nekih hrvatskih gradova /L 13/.

Tab. 7-2: Broj stupanj-dana za grijanje i hlađenje nekih hrvatskih gradova

Grad	Hlađenje	Grijanje	Hlađenje	Grijanje
	stupanj-dan	stupanj-dan	%	%
Zagreb	593	2437	19,6	80,4
Pula	624	1867	25,1	74,9
Rijeka	611	1880	24,5	75,5
Zadar	690	1557	30,7	69,3
Šibenik	846	1554	35,3	64,8
Split	911	1386	39,7	60,3
Dubrovnik	949	1304	42,1	57,9

Povećane potrebe za hlađenjem u priobalnom dijelu Hrvatske, posljedica su povećanog toplinskog opterećenja uslijed viših temperatura zraka i insolacije.

Vrsta potrošača

Iako u općem slučaju, karakteristike rashladnog konzuma svakog pojedinog potrošača mogu varirati, ipak se s obzirom na neke zajedničke značajke mogu definirati četiri osnovne skupine (sektora) potrošnje rashladne energije:

- stambeni
- poslovni
- industrijski
- javni

U stambenom, poslovnom i javnom sektoru, rashladni sustavi primjenjuju se uglavnom za potrebe komfornog hlađenja, dok se u industrijskom sektoru pojavljuju i potrebe za industrijskim hlađenjem.

U stambenom sektoru velika je koncentracija rashladnog konzuma u stambenim naseljima. No, kako većina stambenih objekata nema sustavno riješeno pitanje hlađenja, potrebno je dograditi ili rekonstruirati instalacije u zgradama. Obzirom da u ovom sektoru nema izrazite potrebe za istovremenim grijanjem i hlađenjem, postojeći dvocijevni sustavi instalacija unutar zgrada mogli bi se koristiti i za potrebe hlađenja. Postojeće instalacije obzirom su dimenzionirane za potrebe grijanja (veća razlika polazne i povratne temperature ogrjevnog medija) morale bi se zamijeniti novima. Postojeća ogrjevna tijela morala bi se zamijeniti ogrjevno-rashladnim tijelima, primjerice ventilokonvektorima. Još jedan problem predstavlja smještaj potrebne opreme rashladne stanice unutar postojećih prostorija toplinskih stanica. Novi objekti svakako su u prednosti pred postojećim objektima obzirom da se ovi problemi mogu riješiti još u fazi projektiranja.

U poslovnom sektoru, veliki broj poslovnih objekata već ima riješen problem hlađenja vlastitim klimatizacijskim ili rashladnim sustavom. Ukoliko se odluče na priključenje na CRS, u objektima se mogu iskoristiti postojeće instalacije. Moguće je preklapanje sezone grijanja i hlađenja (prelazni period proljetni i jesenski), uslijed potreba za hlađenjem centralnih računala ili telefonskih centrala. Potencijal za razvoj CRS je u poslovnim zonama sa većom koncentracijom poslovnih objekata po jedinici površine.

U industrijskom sektoru, postoje određeni kapaciteti za hlađenje koji su većinom kombinacija komfornog hlađenja upravnih zgrada, te industrijskog hlađenja skladišta, hladnjača i ostalih objekata. Industrijsko hlađenje zahtjeva većinom niske temperature hlađenja, što isključuje mogućnost uporabe apsorpcijskih rashladnih uređaja sa vodom i litij-bromidom. Za hlađenje

upravnih zgrada vrijede isti zaključci kao i za poslovni sektor. Industrijskom sektoru moglo bi se ponuditi i hlađenje kondenzatora postojećih kompresorskih niskotemperaturnih rashladnih uređaja, ukoliko se koriste.

U javnom sektoru Republike Hrvatske, sustavno riješeno hlađenje (lokalnim sustavima) imaju riješene tek nekolicina bolnica i sveučilišta. Svi ostali objekti zahtijevali bi temeljitu rekonstrukciju i dogradnju postojećih instalacija. U školskim objektima, kao i sveučilištima sezona hlađenja traje relativno kratko, dok u bolnicama traje duže. Određena vrsta medicinske opreme treba hlađenje i u prelaznom periodu, pa to dodatno poskupljuje izvedbu sustava unutar objekata. Ovi sustavi s obzirom na zahtjeve za čistoćom zraka u prostorijama (operacijske dvorane) moraju imati kompletno riješenu ventilaciju, grijanje i hlađenje.

Cijene energenata

Cijene električne energije za tarifne kupce određene su važećim tarifnim sustavom. Tako je primjerice za kategoriju poduzetništvo, tarifni model "bijeli", cijena električne energije prikazana sljedećom tablicom (cijene su bez PDV-a).

Tab. 7-3: Cijene električne energije prema važećem tarifnom sustavu (u primjeni od 1.1.2015.) za kategoriju poduzetništvo, tarifni model "bijeli"

Stavka	Jedinica	Iznos
1. Snaga	kn/kWh	-
2. Radna energija		
VT	kn/kWh	0,96
NT	kn/kWh	0,53
3. Jalova energija	kn/kWh	0,15
4. Stalna mjesečna naknada	kn/mj	41,30

Napomena:

VT - visoka tarifa

NT - niska tarifa

Cijene toplinske energije iz CTS-a u gradu Zagrebu i Karlovcu definirane su putem sljedećih dokumenata *Odluka o iznosu tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije za centralni toplinski sustav Karlovac, za energetske subjekt Gradska toplana d.o.o., Tina Ujevića 7, Karlovac (NN 105/14), Odluka o iznosu tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije za centralni toplinski sustav Karlovac, za energetske subjekt Gradska toplana d.o.o., Tina Ujevića 7, Karlovac (NN 105/14), Odluka o iznosu tarifnih stavki za proizvodnju toplinske energije za centralne toplinske sustave Zagreb, Osijek i Sisak, za energetske subjekt HEP - Proizvodnja d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, Zagreb (NN 105/14), Odluka o iznosu tarifnih stavki za distribuciju toplinske energije za centralne toplinske sustave Zagreb, Osijek i Sisak za energetske subjekt HEP - Toplinarstvo d.o.o., Miševečka 15/a, Zagreb (NN 105/14), a donesene su od strane Hrvatske energetske regulatorne agencije.*

Cijene topline u gradu Karlovcu kao i gradu Zagrebu, i to vrele vode za poslovne potrošače, te tehnološke pare (iz TE-TO), prikazane su sljedećom tablicom (cijene bez PDV-a).

Tab. 7-4: Cijene toplinske energije iz CTS-a u gradu Zagrebu i Karlovcu u primjeni od 1.9.2014. za kategoriju poduzetništvo, TG2 (NN 105/14)

Naziv djelatnost	Naziv tarifne stavke i naknade	Vrela /topla voda			Para		
		Karlovac	Zagreb	Mjerne jedinice	Karlovac	Zagreb	Mjerne jedinice
Proizvodnja toplinske energije	ENERGIJA	0,451	0,305	kn/kWh	-	232,5521	kn/t
Distribucija toplinske energije	ENERGIJA	0,04	0,035	kn/kWh	-	55,7079	kn/t
Proizvodnja toplinske energije	SNAGA	12,6	5,86	kn/kWh/mj.	-	3980,57	kn/t/h/mj.
Distribucija toplinske energije	SNAGA	4,4	6,17	kn/kWh/mj.	-	4194,64	kn/t/h/mj.

Važeće cijene prirodnog plina donesene su od strane Hrvatske energetske regulatorne agencije putem *Odluku o iznosu tarifnih stavki za javnu uslugu opskrbe plinom za 2015. godinu* (NN 155/14). prirodnog plina objavljuje za gradove Karlovac i Zagreb za kategoriju poslovnih potrošača (TG2, model TM5) u cijenu nije uključen PDV.

Tab. 7-5: Cijene prirodnog plina u gradu Zagrebu i Karlovcu u primjeni od 1.1.2015. za kategoriju poduzetništvo TG2 model TM5 (NN 155/14)

Energetski subjekt	Vrsta tarifne stavke	Oznaka tarifne stavke	Tarifni model	Cijena bez PDV-a	Mjerna jedinica
Montcogim-Plinara d.o.o.	Isporučena količina plina	Ts1	TM5	0,3181	kn/kWh
	Fiksna mjesečna naknada	Ts2	TM5	40,00	kn
Gradska plinara Zagreb – Opskrba d.o.o.	Isporučena količina plina	Ts1	TM5	0,3027	kn/kWh
	Fiksna mjesečna naknada	Ts2	TM5	40,00	kn

7.3.2.2. Politika energetske učinkovitosti i zaštita okoliša

U srpnju 2014. godine Vlada Republike Hrvatske usvojila je *3. Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti* (u daljnjem tekstu: NApEnU) *za razdoblje 2014. do 2016. godine*. Ovaj je *3. NApEnU* izrađen temeljem *Nacionalnog programa energetske učinkovitosti za razdoblje 2008.-2016.* (sukladno *Direktivi 2006/32/EC*) i *Strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske* (NN 130/09), kao i prema predlošku koji je utvrdila Europska komisija i kojeg se pridržavaju države članice Europske unije. Ovaj dokument obuhvaća izvješće o ocjeni stanja provedbe politike energetske učinkovitosti, utvrđuje ostvarene uštede energije u prethodnom trogodišnjem razdoblju te daje smjernice za sljedeće razdoblje sa detaljnim raspisom planiranih mjera.

Nacionalni okvirni cilj ušteta je definiran *1. NApEnU za razdoblje 2008. do 2010.* kojim ukupne uštede do 2016. godine iznose 19,77 PJ. Postavljeni su međuciljevi u svrhu kontinuiranog praćenja ostvarenih ušteta. Analizom provedenom u *2. NApEnU za razdoblje 2011. do 2013.* utvrđeno je da je međucilj iz 2010. godine cilj gotovo ostvaren jer su ostvarene uštede iznosile 6,43 PJ od 6,59 PJ planiranih ušteta. Nadalje, sljedećim međuciljem 2012. godine primjenom top-down metode utvrđeno je da ostvarene uštede iznose 61% cilja za 2016. godinu.

Ipak, analiza provedbe svake pojedine mjere koja je bila definirana u 1. i 2. NApEnU pokazuje da se velik dio pozitivnih rezultata ostvario uslijed slučajnih/jednokratnih aktivnosti, a ne zbog sustavnog provođenja mjera, što ukazuje na potrebu za značajnim poboljšanjem komunikacije i sustavne provedbe mjera.

U tu svrhu, *3. NApEnU* predvidio je sustav za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteta koji će doprinijeti cjelovitom i egzaktnom praćenju postignutih ušteta, ali i potaknuti sve sudionike na provođenje mjera.

Zakonom o energetskej učinkovitosti (NN 176/14) iz studenog 2014. godine člankom 7. za Nacionalno koordinacijsko tijelo za energetske učinkovitost imenovan je Centar za praćenje poslovanja energetskeg sektora i investicija (u daljnjem tekstu: CEI) sa svrhom:

- planiranja: izrada Nacionalnih akcijskih planova energetske učinkovitosti
- koordiniranja aktivnosti sa svim institucijama uključenim u provedbu energetske učinkovitosti
- mjerenja: sustavno praćenje provedbe kroz SMIV - Sustav za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije
- izvještavanja ministarstava, Vlade RH i Europske komisije o rezultatima
- suradnje s nacionalnim i međunarodnim institucijama, a posebno s institucijama EU
- promocije energetske učinkovitosti na nacionalnoj razini, informiranje široke javnosti o planovima, realiziranim mjerama i njihovim učincima.

U članku 6. definiran su i obveze Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, a koje su u skladu sa *Zakonom o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* (NN 107/03, 144/12). Obveze Fonda su sufinanciranje provedbe mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti prethodno utvrđenih Nacionalnim akcijskim planom kao i drugim planovima sukladnim *Zakonom o energetskej učinkovitosti* (NN 176/14).

Sredstva za financiranje Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, osiguravaju se iz:

- naknada onečišćivača okoliša
- naknade korisnika okoliša
- naknada na opterećivanje okoliša otpadom
- posebne naknade za okoliš na vozila na motorni pogon
- proračuna jedinica područne (regionalne) i lokalne samouprave sukladno zajednički utvrđenim programima
- prihoda ostvarenih na temelju međunarodne bilateralne i multilateralne suradnje na programima, projektima i sličnim aktivnostima u području zaštite okoliša i energetske učinkovitosti
- prihoda i primitaka od upravljanja slobodnim novčanim sredstvima Fonda, donacija, pomoći i sl.

Za obnovu zgrada javnog sektora temeljem zadužena je Agencija za pravni promet i posredovanje nekretninama (u daljnjem tekstu: APN) koja u ime i za račun proračunskih i izvanproračunskih korisnika državnog proračuna provodi postupak javne nabave za energetske uslugu temeljem *Zakona o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji* (NN 152/08, 55/12, 101/13, 153/13, 14/14). Ostali subjekti javnog sektora (jedinice lokalne i područne samouprave) moraju ovlastiti APN da u njihovo ime i račun provodi postupke javne nabave za energetske uslugu.

Potrebno je reći da mjerama koje se provode u svrhu postizanja uštede energije kao i važećim propisima kojima su definirani tehnički zahtjev pri izgradnji i rekonstrukciji zgrada (*Tehnički*

propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 97/14, NN 130/14) može se očekivati kako će potrebna rashladna snaga za nove objekte biti manja no što je sada. Iako je sa stanovišta dobiti za krajnjeg potrošača ali i za Hrvatsku u cjelini povećanje energetske učinkovitosti neupitna, za razvoj centraliziranih rashladnih sustava to će značiti manju gustoću potencijalnog rashladnog konzuma u područjima sa novoizgrađenim objektima i posljedično povećani specifični trošak po jedinici rashladnog konzuma.

7.3.2.3. Dosadašnja iskustva na sličnim projektima

Centralizirani rashladni sustavi u Hrvatskoj su relativno slabo razvijeni. Uglavnom su to sustavi manjeg instaliranog rashladnog učina. Prisutni su većinom u sklopu poslovnih zgrada, industrijskih pogona i bolničkih kompleksa. Tehnologija koja se primjenjuje u najvećem broju slučajeva je kompresorsko hlađenje parom, uz par primjera apsorpcijskog hlađenja. Niti jedan centralizirani rashladni sustav u Hrvatskoj nije integriran u neki od centraliziranih toplinskih sustava.

Apsorpcijsko hlađenje rijetko je primjenjivana tehnologija hlađenja u Hrvatskoj općenito. Prema postojećim saznanjima do sada je izgrađeno nekoliko rashladnih postrojenja ovog tipa (Klinički bolnički centar Zagreb, Klinička bolnica Dubrava, poslovni objekt DIOKI Omišalj, Krk, poslovni prostor Gradske plinare Zagreb). Prema informacijama dobivenim od pogonskog osoblja, uočljiva je potreba za školovanjem osoblja za rad s apsorpcijskim rashladnim uređajem, obzirom da je ova tehnologija u Hrvatskoj relativno nepoznata. Glavnu ulogu u održavanju ovih uređaja predstavlja tzv. preventivno održavanje, čije su najvažnije komponente redovito praćenje koncentracije otopine litij-bromida, te redovito ispitivanje propusnosti cijevnih snopova obzirom da postrojenje radi u visokom vakuumu.

Procjenjuje se kako bogato i dugogodišnje iskustvo pogonskog osoblja toplinarskih poduzeća, primjerice HEP-Toplinarstva u radu sa toplinskim postrojenjima, te postojeća iskustva u primjeni apsorpcijskih rashladnih uređaja u Hrvatskoj mogu pridonijeti bržem prihvaćanju ove tehnologije u slučaju njihove primjene u centraliziranim rashladnim sustavima.

7.4. OSVRT NA VAŽEĆU REGULATIVU

7.4.1. REGULATIVA IZ PODRUČJA ZAŠTITE OKOLIŠA

Temeljni zakon o okolišu je *Zakon o zaštiti okoliša* (NN 80/13, 153/13). *Zakon o zaštiti okoliša* (NN 80/13, 153/13) se osigurava cjelovito očuvanje kakvoće okoliša, očuvanje bioraznolikosti i krajobrazne raznolikosti te georaznolikosti, racionalno korištenje prirodnih dobara i energije na najpovoljniji način za okoliš, kao osnovni uvjet zdravog života i temelj koncepta održivog razvitka.

Zakonom o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) želi se zaštita i poboljšati kvaliteta zraka i ozonskog sloja, ublažiti klimatske promjene i izvršiti prilagodba klimatskih promjena, u cilju održivog razvitka, temelji se na načelima zaštite okoliša određenim Zakonom o zaštiti okoliša i zahtjevima međunarodnog prava i pravne stečevine Europske unije. Uz temeljni zakon, neki značajniji zakoni i podzakonski akti su:

- Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 87/12)
- Zakon o potvrđivanju Kyotskog protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime (NN-MU br. 05/07)
- Odluku o proglašenju zakona o potvrđivanju Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (NN-MU 02/06)
- Uredba o provedbi fleksibilnih mehanizama Kyotskog protokola (NN 142/08)
- Uredba o načinu trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova (NN 69/12, 154/14)
- Plan raspodjele emisijskih kvota stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj (NN 76/09)
- Odluka o prihvaćanju Petog nacionalnog izvješća Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (NN 24/10)
- Pravilnik o načinu besplatne dodjele emisijskih jedinica postrojenjima (NN 43/12)
- Pravilnik o načinu korištenja Registra Europske unije (NN 4/13)
- Pravilnik o praćenju, izvješćivanju i verifikaciji izvješća o emisijama stakleničkih plinova iz postrojenja i zrakoplova u razdoblju koje započinje 1. siječnja 2013. godine (NN 77/13)
- Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 90/14)

Odlukom Vlade Republike Hrvatske osnovana je Agencija za zaštitu okoliša kao. neovisna javna ustanova za prikupljanje, objedinjavanje i obradu podataka o okolišu.

Potreba za osnivanjem Agencije definirana je strateškim dokumentom u zaštiti okoliša - Strategijom zaštite okoliša Republike Hrvatske, koja ju pozicionira kao središnje stručno tijelo nužno za efikasnu provedbu politike zaštite okoliša.

Agencija zaštite okoliša sukladno čl. 8. Statuta Agencije za zaštitu okoliša obavlja poslove prikupljanja i objedinjavanja prikupljenih podataka i informacija o okolišu, radi osiguravanja i praćenja provedbe politike zaštite okoliša i održivog razvitka.

Djelatnost Agencije obuhvaća osobito:

- uspostavu, razvoj, vođenje i koordinaciju jedinstvenog informacijskog sustava zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj,
- prikupljanje i objedinjavanje podataka i /ili informacija o okolišu,
- vođenje odgovarajućih baza podataka o okolišu,
- praćenje i izvješćivanje o stanju okoliša,
- praćenje i izvještavanje o utjecaju okoliša na zdravlje,
- obavljanje stručno-savjetodavnih poslova pri određivanju sadržaja, metodologije i načina praćenja stanja okoliša i vođenja jedinstvenog informacijskog sustava zaštite okoliša,
- pripremu podataka za izradu dokumenata i izvješća u vezi sa zaštitom okoliša i održivim razvitkom,
- izradu stručnih podloga za izradu odnosno suradnju na izradi, dokumenata održivog razvitka i zaštite okoliša te izvješća koja se daju u vezi s provedbom tih dokumenata,
- izradu Izvješća o stanju okoliša iz članka 51. stavka 2. Zakona o zaštiti okoliša,
- izradu Nacionalne liste pokazatelja,
- suradnju s tijelima državne uprave, upravnim odjelima županije, upravnim odjelima Grada Zagreba, upravnim odjelima velikog grada, grada i općine, pravnim osobama s javnim ovlastima i drugim osobama, međunarodnim tijelima, institucijama i udrugama na izradi i realizaciji projekata i programa zaštite okoliša,
- provođenje odnosno sudjelovanje u provedbi međunarodnih ugovora i sporazuma iz područja zaštite okoliša kojih je Republika Hrvatska stranka, u dijelu koji se odnosi na izvješćivanje prema preuzetima obvezama,
- sudjelovanje u projektima i programima iz područja zaštite okoliša koji se provode na temelju međunarodnih ugovora, po ovlasti Ministarstva zaštite okoliša i prirode,
- osiguravanje uvjeta za pristup informacijama o okolišu, kojima raspolaže i koje nadzire.

Agencija je središnje informacijsko tijelo Republike Hrvatske za koordinaciju izvješćivanja i izvješćivanje Europske komisije o provedbi pojedinih propisa zaštite okoliša te provodi tu koordinaciju izvješćivanja i izvješćivanje.

Suraduje s Europskom agencijom za okoliš i izvješćuje u skladu sa zahtjevima Europske informacijske i promatračke mreže (EIONET).

Agencija obavlja i druge poslove u skladu s *Zakonom o zaštiti okoliša*, *Uredbom o osnivanju Agencije za zaštitu okoliša*, *Statutom Agencije* i posebnim propisima, koji služe za ostvarivanje djelatnosti Agencije utvrđene ovim člankom.

U suradnji s nadležnim tijelima Vlade Republike Hrvatske te stručnim i znanstvenim institucijama, Agencija za zaštitu okoliša izrađuje *Nacionalnu listu pokazatelja* (NLP), sukladno čl. 38. *Zakona o zaštiti okoliša* (NN 80/13) i redovito je ažurira na svojim internetskim stranicama.

NLP sadrži podatkovne tablice u kojima je detaljno definirana izrada tematskih pokazatelja stanja okoliša, uvažavajući nacionalne, europske i međunarodne potrebe za izvješćivanjem i prikazom podataka javnosti. Pokazatelji stanja okoliša, izrađeni prema metodologiji NLP-a, temelj su izrade ključnog nacionalnog dokumenta za izvješćivanje o stanju okoliša, tj. četverogodišnjeg Izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj i publikacija.

7.4.1.1. Radne tvari

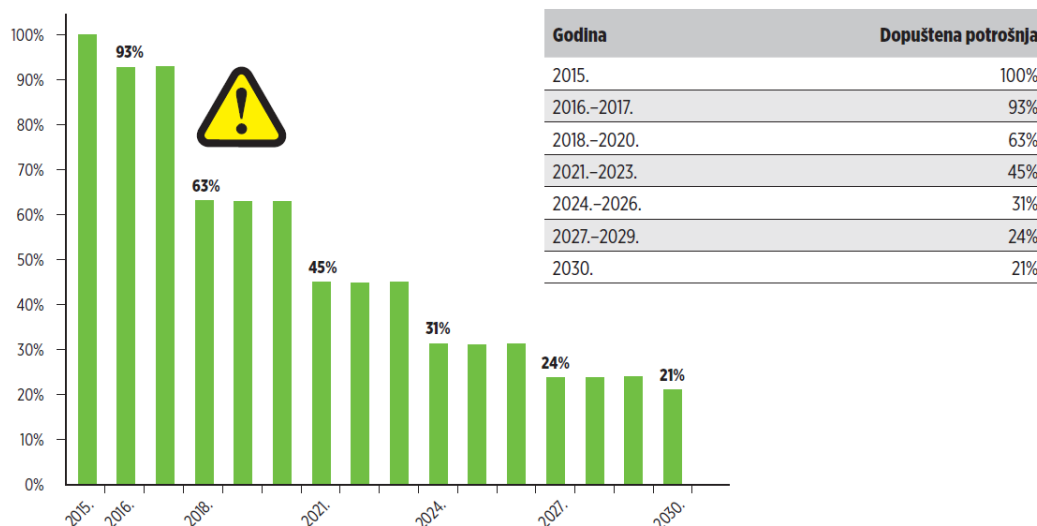
Temeljem Montrealskog protokola u Hrvatskoj su se radne tvari iz skupine CFC morale povući iz uređaja do 2010. godine a od 2005. se više nisu mogle kupiti niti za servisiranje. Radne tvari iz skupine HCFC se od 2006. ne mogu kupiti na našem tržištu, a uvoz radnih tvari zabranjen je od 1.siječnja 2015. Danas se koriste ekološki prihvatljivije radne tvari iz HFC skupine. U narednim godinama predviđa se i njihova zamjena zbog većeg GWP faktora pojedinih radnih tvari.

Najčešće danas korištene radne tvari imaju visoki potencijal globalnog zatopljenja GWP (Global-warming potential). Označava potencijal klimatskog zagrijavanja fluoriranog stakleničkog plina u odnosu na odgovarajući potencijal ugljikovog dioksida (CO₂). Izračunava se kao potencijal klimatskog zagrijavanja jednog kilograma plina u razdoblju od 100 godina u odnosu na odgovarajući potencijal jednog kilograma CO₂.

Zaštita i poboljšanje kvalitete zraka i ozonskog sloja, ublažavanje klimatskih promjena i prilagodba klimatskim promjenama, u cilju održivog razvitka, temelji se na načelima zaštite okoliša određenim Zakonom o zaštiti okoliša i zahtjevima međunarodnog prava i pravne stečevine Europske unije. Smanjivanje i sprječavanje onečišćivanja zraka potrebno je osigurati različitim mjerama kako bi se osigurao održivi razvitak. Mjere se provode primjenom najboljih raspoloživih tehnika i primjenom čistijih tehnologija. Ministarstvo zaštite okoliša izdalo je priručnik sa tvarima iz rashladnih i klimatizacijskih uređaja, u kojem se navode aktivnosti za održavanje uređaja, zamjena dotrajalih uređaja te korištenje zamjenskih tvari koje ne onečišćuju ozonski omotač i ne pridonose povećanju emisije stakleničkih plinova i globalnom zagrijavanju.

U travnju 2014. godine vijeće Europske unije donosi novu regulativu o korištenju radnih tvari u rashladnim postrojenjima. Predviđa se zamjena postojećih radnih tvari novim ekološki prihvatljivijim radnim tvarima koje nemaju utjecaj na efekt staklenika te se više usmjeravaju na primjenu prirodnih tvari.

Europska unija predviđa smanjenje sa sadašnjih 100% ekvivalentnog CO₂ (prosječna vrijednost od 2009.-2012.) na 21% ekvivalentnog CO₂ do 2030. godine ne uključujući postojeće R22 uređaje na tržištu čiji se utjecaj pretpostavlja oko 10%. Svi uređaji od 2017. moraju imati istaknutu količinu punjenja radne tvari u CO_{2e}. Period tranzicije trajat će do 2017. godine zabranom HFC radnih tvari u hermetički zatvorenoj opremi i zabranom korištenja R404A prilikom razvoja novih proizvoda. U daljnjem periodu na tržištu se očekuju radne tvari sa sve većim smanjenjem GWP << 1000/100/10 pri tome zadovoljavajući faktore sigurnosti tijekom ugradnje i korištenja uređaja, te dostupnost i pristupačnost konstrukcije uz minimalan utjecaj na okoliš.



Sl. 7-5: Plan smanjenja potrošnje fluoriranih stakleničkih plinova

Nadopunjavanje radne tvari R22 zabranjuje se od 1.1.2015. ili je potreban retrofitting – zamjena radne tvari. Prilikom toga zamjenska radna tvar nema ista svojstva kao i postojeća, te je potrebno voditi računa o promjeni učina, djelovanju na materijal i utjecanju na ulje.

Za rashladnu opremu koja sadrži radnu tvar sa potencijalom globalnog zatopljenja većim od 2500 zabranjuje se njihovo servisiranje i održavanje, s izuzećem manjih uređaja (<40t CO_{2e}), uređaja za duboko smrzavanje (-50°C) i vojne opreme.

Moguće HFC alternative omogućuju direktno smanjene GWP faktora za više od 50% sa određenim ograničenjima. Za radnu tvar R404A kao zamjena uzima se R407F sa smanjenim radnim područjem kompresora te većim pregrijavanjem što bi zahtijevalo dodatno hlađenje ili upravljanje pregrijavanjem. Uz minimalno veći investicijski trošak na strani R407F očekuje se smanjenje utroška energije za 3%.

Radne tvari HFO hidrofluoroolefini (HFO_{blend}A2(L), HFO 1234yf/ze) i njihove mješavine koji su u razvoju imaju iznimni potencijal za zamjenu postojećih radnih tvari sa veoma niskim GWP faktorom. Zbog svoje zapaljivosti preferirati će se u sustavima sa malim punjenjima radne tvari ili u indirektno projektiranim sustavima.

Integralni sustavi (Plug-in ili vodom hlađeni kondenzatori) projektirat će se u budućnosti zbog ograničavanja količine radne tvari u rashladnim sustavima.

U Republici Hrvatskoj donijeti je *Zakon o zaštiti zraka* (NN 47/14), te Uredba o tvarima koje onečišćuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 90/14). Za uključivanje nepokretne rashladne tehnike koja sadrži 3 kg ili više kontrolirane tvari ili fluoriranih stakleničkih plinova potrebno je uključivanje u roku od 15 dana prijaviti Agenciji za zaštitu okoliša. Provjera propuštanja i njena učestalost propirana je i vrši se sukladno EU Uredbama.

Zaključno, u ovom tranzicijskom periodu kada je svijest o globalnom zagrijavanju velika, na tržištu radnih tvari u rashladnoj tehnici početi će se razvijati novije suvremenije radne tvari, boljih tehničkih i termodinamičkih karakteristika s ciljem smanjenja faktora globalnog zagrijavanja. Kako je razvoj novih rashladnih tvari veoma skupi proces a zahtjevi za boljim karakteristikama sve veći, za očekivati je da će nova uredba vijeća Europske unije o zabranama korištenja postojećih radnih tvari u budućnosti ubrzati proces razvoja novih tvari.

Tab. 7-6: Nova regulativa EU - zabrana stavljana na tržište nove rashladne opreme

Zabrana na NOVU opremu:	Uvjet/ GWP iznos	Od datuma:	Glavne posljedice
Kućanski hladnjaci i zamrzivači	≥ 150	1. siječnja 2015.	Zabrana R134a. Korištenje prirodnih radnih tvari kao npr. R600a
Komercijalni hladnjaci i zamrzivači, hermetički zatvoreni	≥ 2500	1. siječnja 2020.	Zabrana R404A/507. Najviše će se koristiti prirodne radne tvari.
	≥ 150	1. siječnja 2022.	Zabrana R134a. Prvenstveno će biti korištene prirodne radne tvari. HFO rješenja će se moći koristiti.
Stacionarna rashladna oprema za temperature iznad -50°C	≥ 2500	1. siječnja 2020.	Zabrana R404A/507. Prirodne radne tvari i novi HFC će se povećati. Pojava raznih tehničkih rješenja.
Multi-kompresorski centralni rashladni sustavi za komercijalnu upotrebu s rashladnim učinkom ≥ 40kW	≥ 150 i ≥ 1500 za primarni krug kaskade	1. siječnja 2022.	Zabrana tradicionalnih HFC, osim R134a u sustavu kaskade. Također nove HFC/HFO mješavine će imati ulogu.
Pokretni sobni AC, hermetički zatvoreni	≥ 150	1. siječnja 2020.	Zabrana tradicionalnih HFC. Ispod punjenja od 150g korištenje prirodnih radnih tvari.
Jedinični split klimatizacijski sustavi koji sadrže manje od 3kg HFC	≥ 750	1. siječnja 2025.	Zabrana R134a, R407C i R410A. Vrlo vjerojatno prikladno za A2L radne tvari.

7.4.2. REGULATIVA IZ ENERGETSKOG SEKTORA

U sklopu euro-integracijskih procesa Republika Hrvatska je cjelokupni koncept reforme energetskog sektora kroz pravni i institucijski okvir prilagodila zahtjevima Europske unije, dakako u granicama specifičnog nacionalnog rješenja. U okviru pregovaračkog procesa u Bruxellesu su održani multilateralni i bilateralni „screening“ sastanci za poglavlje 15. Energetika s ciljem detaljnog pregleda hrvatskog zakonodavstva u tom području, te utvrđena pregovaračka stajališta u okviru pregovora o pristupanju Republike Hrvatske kao države kandidatkinje Europskoj uniji. Ulažu se značajni naponi ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva, kao tijela državne uprave nadležnog za područje OIE, na usklađivanju pravnog i institucionalnog okvira Republike Hrvatske s pravnom stečevinom Europske unije.

Usvajanjem zakonodavnog okvira u sklopu reforme energetskog sektora Republike Hrvatske omogućen je razvoj i iskorištavanje obnovljivih izvora energije. Iz *Zakona o energiji* (NN 68/01, 177/04, 76/07 i 152/08 i 127/10) i *Zakona o tržištu električne energije* (NN 22/13) proizlazi tri podzakonskih akata, kojima se regulira korištenje, prava i obveze, poticajne mjere, te organizacija i institucije vezane uz implementaciju obnovljivih izvora energije: *Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije* (NN 128/13), *Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije* (NN 133/13, 151/13, 20/14, 107/14), *Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije* (NN 88/12).

Time je kroz primarno i sekundarno zakonodavstvo prenesena Direktiva 2009/72/EZ kao dopuna prethodnim Direktivama 2001/77/EZ, 2003/30/EZ i 2005/89/EZ koje imaju za svrhu promicanje električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije na unutarnjem tržištu električne energije.

06. veljače 2014. godine (u NN16/14) objavljena je Uredba o prestanku važenja *Uredbe o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče* (NN 8/11). Time je prestala važiti i odredba iz *Uredbe o izmjenama i dopunama* od 07. siječnja 2011. godine koja je propisala kako će minimalni udio električne energije čija se proizvodnja potiče u ukupnoj neposrednoj potrošnji električne energije do 31. prosinca 2020. godine biti: iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije 13,6%, a iz kogeneracijskih postrojenja, čija se proizvodnja električne energije isporučuje u prijenosnu, odnosno distribucijsku mrežu 4%.

Nacionalnim akcijski plan za obnovljive izvore energije do 2020. objavljenim 2013. godine, od strane Ministarstva gospodarstva, definirani su ciljevi proizvodnje OIE za tri sektora: elektroenergetski sektor, sektor prijevoza i sektor grijanja i hlađenja.

Temeljem revidiranog programa izračunati su novi udjeli za 2020. godinu i to:

- 39,0% udjela OIE-a u bruto neposrednoj potrošnji električne energije
- 10,0% udjela OIE-a u bruto neposrednoj potrošnji energije u prijevozu
- 19,6% udjela OIE-a u bruto neposrednoj potrošnji za grijanje i hlađenje.

Nacionalni akcijski plan za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije do 2020. godine pretpostavlja za grijanje i hlađenje cilj od 19%, dok Strategija energetske razvoja pretpostavlja udjel od 21%. Razlika u udjelima koja se pojavljuje rezultat je stroge primjene metoda izračuna definiranih Direktivom 2009/28/EZ.

U elektroenergetskom sektoru, povećanje proizvodnje energije iz OIE-a temelji se na novim kapacitetima u elektranama na biomasu i bioplin, vjetroelektranama, sunčanim elektranama, geotermalnim elektranama, te na malim i velikim hidroelektranama. Strategijom energetske razvoja definiran je nacionalni cilj od 35% OIE u potrošnji električne energije u 2020. godini.

Sektorski cilj za OIE u prijevozu iznosi 10%, dok je stvarni udio u ukupnoj potrošnji energije u prijevozu na razini od 6%. Sektor prijevoza doprinosi ukupnom cilju od 20% do 2020. godine sa svojih 1,9%. Trajektorija godišnjih ciljeva u sektoru prijevoza definirana je Nacionalnim akcijskim planom poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu za razdoblje 2011-2020.

Trajektorija za sektor grijanja i hlađenja nije fiksna, već nadopunjuje razliku do iznosa ukupnog cilja od 20%. Sektor grijanja i hlađenja iznimno je bitan za povećanje energetske učinkovitosti u Republici Hrvatskoj te je usko povezan s proizvodnjom električne energije u proizvodnim postrojenjima za proizvodnju električne energije, odnosno kogeneracijskim postrojenjima na bioplin, sunčevim kogeneracijama odnosno hibridnim sunčevim instalacijama (fotonapon s toplinskim kolektorom) i geotermalnim postrojenjima, te kao takav doprinosi ukupnom cilju do 20% do 2020. godine sa svojim udjelom od 8,2%.

Zakon o gradnji (NN 153/13) propisuje da se zahtjevu za izdavanje građevinske dozvole za zgradu koja mora ispuniti zahtjeve energetske učinkovitosti prilaže *Elaborat alternativnih sustava opskrbe energijom*. Nadalje, *Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 97/14) čl. 72. propisano je da se za zgrade s ploštinom korisne površine 50 m² i veće koje moraju ispuniti zahtjeve energetske učinkovitosti i koje se griju na unutarnju temperaturu $\geq 18^{\circ}\text{C}$ izrađuje *Elaborat alternativnih sustava opskrbe energijom*. Pod alternativnim se sustavom opskrbe energijom smatra svaki oblik energije koji je jeftiniji (gledano kroz povrat investicije i troškove eksploatacije) i kojim se djelomično ili u potpunosti zamjenjuju fosilna goriva i električna energija ili se mijenjaju njihovi udjel u ukupnoj potrošnji energije objekta. Pri tome se prednost daje obnovljivim izvorima energije. Iz tog razloga u alternativne izvore energije potpada i daljinsko ili blokovsko grijanje ili hlađenje, posebno ako se u cijelosti ili djelomično temelji na energiji iz obnovljivih izvora

7.5. SMJERNICE ZA RAZVOJ CENTRALIZIRANOG RASHLADNOG SUSTAVA

U ovom poglavlju je definirati će se smjernice za razvoj centraliziranog rashladnog sustava u Gradu Karlovcu. One obuhvaćaju prijedlog primjenjivih tehnoloških rješenja, potencijalne kategorije potrošača, definiranje kriterija za izbor nekoliko najpovoljnijih rješenja, te prijedlog daljnjih aktivnosti u cilju izrade studije izvodljivosti.

7.5.1. DEFINIRANJE KRITERIJA I IZBOR RJEŠENJA

Pod kriterijima za izbor najpovoljnijeg rješenja centraliziranog rashladnog sustava u Gradu Karlovcu obuhvaćeni su:

- potencijalni rashladni konzum
- tehničko-tehnološki parametri
- financijsko-ekonomski parametri
- utjecaj na okoliš
- ostali relevantni parametri

7.5.1.1. Potencijalni rashladni konzum

Grad Karlovac je administrativno, političko, gospodarsko, kulturno i športsko središte Karlovačke županije te ujedno i najveći grad u županiji. Grad se sa svoja 52 naselja rasprostire na površini od 396,4 km² (10,9 % površine županije) i prema popisu stanovništva iz 2011. godine broji 55 705 stanovnika (41,9 % populacije županije).

Na području Grada Karlovca postoji postrojenje za proizvodnju toplinske energije ugrađene toplinske snage 116 MW, priključene snage 70 MW i mogućeg priključenja 30 MW s pripadajućom distribucijskom mrežom što omogućava daljnji razvoj distribucijske mreže.

Potencijalni rashladni konzum procijenjen je na temelju:

- blizine postojećih sustava opskrbe energijama
- dodatnih troškova priključenja
- vlasništva nad objektima

7.5.1.2. Tehničko-tehnološki parametri

Iz danas dostupnih tehnoloških rješenja hlađenja treba odabrati najpovoljnija, a prema mogućnosti priključenja na postojeće energetske sustave. U gradu Karlovcu postoji centralizirana opskrba toplinom i to vrelom vodom iz centraliziranog toplinskog sustava. Odabir potencijalnih tehničkih izvedbi apsorpcijskog hlađenja razmatra se prema raspoloživim parametrima rada vrelovodne mreže centraliziranog toplinskog sustava.

7.5.1.3. Financijsko-ekonomski parametri

S obzirom na raspoloživost podataka za ekonomsko-financijsku analizu, kao osnovni ekonomsko-financijski parametar koristi se proizvodna cijena rashladne energije. Način izračuna proizvodne cijene detaljnije je objašnjen u tekstu na kraju poglavlja.

7.5.1.4. Utjecaj na okoliš

Rashladno postrojenje trebalo bi biti tako odabrano da je njegov utjecaj na okoliš što manji. Pri tome se promatraju:

- neposredno i
- posredno djelovanje,

a na osnovu pojašnjenja danih u prethodnom tekstu.

7.5.2. POTENCIJALNI KORISNICI

7.5.2.1. Kategorije potrošača

Posebno pogodnim smatraju se objekti javne namjene (bolnice), poslovni i industrijski objekti koji se već opskrbljuju iz centraliziranog toplinskog sustava. Apsorpcijski rashladni uređaji pogonjeni parom mogu biti u dvostupanjskoj izvedbi što podrazumijeva bolji stupanj iskoristivosti i pogodnost za zadovoljavanje potreba većih korisnika.

S obzirom da CTS grada Karlovca ne isporučuje paru već vrelu vodu potrošači se moraju svesti u okvire jednostupanjske izvedbe apsorpcijskog rashladnog uređaja.

Veliki broj postojećih objekata u stambenom sektoru priključen je na centralizirani toplinski sustav, a opskrbljuju se toplinom putem vrelovodne mreže. Hlađenje je izvedeno putem sobnih klimatizacijskih klima uređaja (split sustava), čija je ugradnja porasla posljednjih godina. Izgradnja centraliziranog rashladnog sustava, zahtijevala bi dodatne investicijske troškove zbog:

- ugradnje rashladne stanice
- rekonstrukciju postojećih instalacija grijanja unutar zgrada
- zamjenu ogrjevnih tijela u stanovima (radijatora sa ventilokonvektorskim jedinicama)

U usporedbi sa preostalim rashladnim konzumom (poslovni, industrijski, javni), u stambenim prostorima nad svim zajedničkim prostorijama i instalacijama u zgradi (osim onih u stanovima) postoji suvlasništvo svih vlasnika stanova. Ne želeći prejudicirati mogući ishod provedenih anketa, evidentno je da je za priključenje na centralizirani rashladni sustav potrebno dobiti suglasnost svih vlasnika stanova. Zbog svega navedenog priključenje stambenih potrošača na centralizirani rashladni sustav ocjenjuje se nepovoljnim.

7.5.2.2. Tehnološka rješenja

S obzirom na navedene karakteristike pojedinih tehnologija hlađenja, te iskustva u primjeni ovih tehnologija u Europi, ocjenjuje se kako pri razvoju CRS-a (Centraliziranog rashladnog sustava) treba razmotriti dvije tehnologije hlađenja:

- jednostupanjsko apsorpcijsko hlađenje pogonjeno vrelom vodom
- dvostupanjsko apsorpcijsko hlađenje pogonjeno prirodnim plinom

Obje tehnologije omogućuju da se izgradnjom centraliziranog rashladnog sustava iskoristi višak kapaciteta centraliziranog toplinskog, odnosno plinskog sustava u ljetnim mjesecima.

Jednostupanjski apsorpcijski rashladni uređaji ocjenjuju se nepovoljnim. Ovi uređaji nažalost uz nešto niži investicijski trošak ostvaruju daleko nižu učinkovitost u odnosu na dvostupanjske uređaje. Dodatna nepovoljnost kod jednostupanjskog apsorpcijskog hlađenja je u zahtijevanim parametrima vrele vode od minimalno 90 °C. S obzirom da je nazivni temperaturni režim vrelovodne mreže 120/70 °C, koji danas tijekom ogrjevnog sezone ne prelazi 105 °C, upitna je mogućnost održavanja mreže na u ljetnom režimu rada na nivo od barem 90 °C (za primjer u CTS-u grada Zagreba ljetni režim rada iznosi cca 70 °C).

S obzirom na radne parametre postojeće vrelovodne mreže, izvedba centraliziranog rashladnog sustava sa dvostupanjskim vrelovodnim apsorpcijskim rashladnim uređajima tehnički je neizvediva. Naime ovi uređaji rade na višem temperaturnom nivou vrele vode (minimalno 170 °C), no što su projektni radni parametri vrelovodne mreže, pa je korištenje postojećih vrelovodnih kapaciteta centraliziranog toplinskog sustava u svrhu ovakvog apsorpcijskog hlađenja nemoguće.

U svim velikim rashladnim sustavima pogonjenim gore navedenim vrstama rashladnih uređaja mahom se koriste mokri rashladni tornjevi, jer bi hlađenje zrakom zahtijevalo visoke investicijske troškove (velike ogrjevnog površine) i lošiju učinkovitost rada uređaja (povišena temperatura kondenzacije). Stoga se ovo rješenje odvođenja topline iz rashladnih uređaja u okolinu smatra najpovoljnijim.

7.5.3. IZRADA STUDIJE IZVODLJIVOSTI PILOT-PROJEKTA

Odabir objekata za studiju izvodljivosti pilot-projekta centraliziranog rashladnog sustava u gradu Karlovcu treba izvršiti provođenjem ankete među potencijalnim kategorijama potrošača navedenim u prethodnom poglavlju. Za potrošače koji u anketi iskazuju interes za priključenje na centralizirani rashladni sustav, potrebno je izvršiti snimku postojećeg stanja opskrbe energijom i na temelju prikupljenih podataka izraditi studiju izvodljivosti takvog zahvata.

7.5.3.1. Definiranje ulaznih podataka

Rashladni konzum

Potrebno je prikupiti podatke o broju i lokaciji postojećih objekata koji se hlade, potrebnom temperaturnom nivou hlađenja, godišnjim potrebama za rashladnom energijom, te dijagramu trajanja rashladnog opterećenja. Od potencijalnih potrošača treba prikupiti i podatak o planiranom porastu rashladnih potreba, primjerice izgradnjom novih objekata.

Varijante pokrivanja rashladnih potreba

Treba razmotriti dvije osnovne varijante opskrbe rashladnom energijom:

- centraliziranu
- lokalnu

U varijanti centralizirane opskrbe, potencijalni potrošači se opskrbljuju rashladnom energijom iz centralnog postrojenja u kojem se priprema ohlađena voda primjenom apsorpcijskih rashladnih uređaja jednostupanjske izvedbe pogonjeni vrelom vodom iz centraliziranog toplinskog sustava.

U varijanti koja podrazumijeva lokalno hlađenje, moguće su dvije podvarijante, u kojima se ohlađena voda priprema:

- kompresorskim ili

- plinskim apsorpcijskim rashladnim uređajima

U svakoj od navedenih podvarijanti moguća su dva tehnička rješenja odvođenja topline u okolinu, čiju ocjenu isplativosti treba također provesti:

- hlađenje suhim rashladnim tornjem
- hlađenje mokrim rashladnim tornjem

7.5.3.2. Definiranje kriterija za isplativost projekta

Za svaku od definiranih varijanti pokrivanja rashladnih potreba treba izraditi približnu specifikaciju potrebne opreme, materijala i radova i na temelju toga procijeniti investicijske troškove. Iz tehničkih karakteristika odabrane opreme i godišnje proizvodnje rashladne energije treba odrediti godišnju potrošnju pogonskog energenta, te pripadajuće troškove. Također treba procijeniti ostale pogonske troškove.

Za svaku od varijanti treba provesti ekonomsko-financijsku analizu, pri čemu se koriste standardne metode investicijskog proračuna, kao što su metoda neto sadašnje vrijednosti i metoda interne stope povrata. Također, za svaku od varijanti potrebno je provesti analizu osjetljivosti, primjerice na cijenu opreme i energenata (električne energije, prirodnog plina).

7.5.3.3. Mogućnost financiranja

Od raznih mogućnosti financiranja pilot-projekta, treba razmotriti mogućnost financiranja vlastitim sredstvima, te kreditima komercijalnih ili razvojnih banaka.

7.5.3.4. Sadržaj studije izvodljivosti

1. UVODNA RAZMATRANJA
2. ANKETIRANJE POTENCIJALNIH KORISNIKA
3. SNIMKA POSTOJEĆEG STANJA POTENCIJALNIH KORISNIKA
 - 3.1 Opis postojećeg stanja
 - 3.2 Sustavi za proizvodnju, distribuciju i predaju energije
 - 3.2.1 Sustavi za proizvodnju (pretvorbu) energije
 - 3.2.2 Podsustavi za distribuciju energetske fluida
 - 3.2.3 Sekundarne instalacije
 - 3.3 Energetske potrebe
 - 3.3.1 Potrebe za toplinom
 - 3.3.2 Potrebe za električnom energijom
 - 3.3.3 Potrebe za rashladnom energijom
 - 3.4 Potrošnja i troškovi za energiju

- 3.4.1 Potrošnja goriva
- 3.4.2 Potrošnja električne energije
- 3.4.3 Troškovi proizvodnje topline
- 3.4.4 Troškovi proizvodnje rashladne energije
- 4. PLANIRANI OBJEKTI I NJIHOVE ENERGETSKE POTREBE
 - 4.1 Potrebe za toplotom
 - 4.2 Potrebe za električnom energijom
 - 4.3 Potrebe za rashladnom energijom
- 5. UKUPNE ENERGETSKE POTREBE
 - 5.1 Potrebe za toplotom
 - 5.2 Potrebe za električnom energijom
 - 5.3 Potrebe za rashladnom energijom novih objekata
- 6. MOGUĆA TEHNIČKA RJEŠENJA OPSKRBE
 - 6.1 Priključenje na Centralni toplinski sustav
 - 6.1.1 Priključenje na Centralni vrelovodni sustav (postojeći i novi objekti)
 - 6.1.2 Približna specifikacija oprema, materijala i radova
 - 6.2 Opskrba rashladnom energijom iz lokalnih sustava
 - 6.2.1 Izbor primarnog energenta (električna energija ili plin)
 - 6.2.2 Izbor načina hlađenja (suhi ili mokri uređaj)
 - 6.2.3 Približna specifikacija opreme, materijala i radova
- 7. PROCJENA INVESTICIJSKIH ULAGANJA
 - 7.1 Priključenje na Centralni toplinski sustav
 - 7.1.1 Priključenje na Centralni vrelovodni sustav
 - 7.2 Opskrba rashladnom energijom iz lokalnih sustava
- 8. PROJEKCIJA TROŠKOVA ENERGIJE
 - 8.1.1 Priključenje na Centralni vrelovodni sustav
 - 8.1.2 Opskrba rashladnom energijom iz lokalnih sustava
- 9. EKONOMSKO FINACIJSKA ANALIZA

- 9.1 Metodologija
 - 9.1.1 Provođenje ekonomsko financijskih analiza po varijantama
 - 9.1.2 Izbor optimalne varijante
- 9.2 Proizvodna cijena rashladne energije
- 10. ANALIZA OSJETLJIVOSTI
- 11. OPIS I IDEJNO RJEŠENJE OPTIMALNE VARIJANTE
- 12. PROCJENA UTJECAJA NA OKOLIŠ
- 13. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

7.5.4. REZULTATI PRETHODNIH ANALIZA UVOĐENJA CENTRALIZIRANOG RASHLADNOG SUSTAVA U GRADU KARLOVCU

Kao dio studije *Strategije razvoja sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj* (Ekonerg, 2008.g.) detaljno su analizirani svi gradovi s potencijalom uvođenja i razvijanja centraliziranih toplinskih sustava, studijom je obuhvaćen i grad Karlovac.

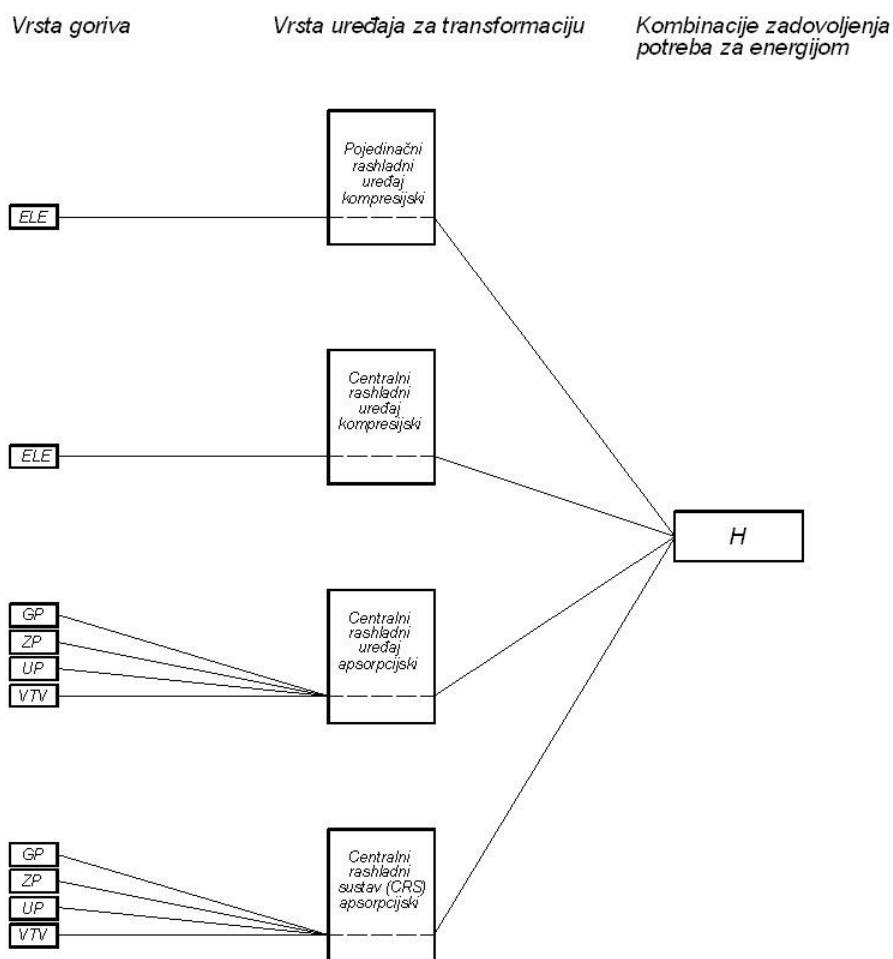
Analiza je za svaki dio urbane sredine (prema modelu korištenja prostora) definirala najpovoljnije moguće rješenje energetske opskrbe (individualna opskrba, iz plinskog sustava, iz centraliziranog(ih) sustava). Urbane sredine podijeljene su na građevinske kasete koje predstavljaju određeno područje grada, izgrađeno stambenim objektima i objektima zajedničkih sadržaja, koje je homogeno po svojim energetskim karakteristikama. U svrhu primjene matematičkog modela za optimalizaciju energetske strukture za svaku građevinsku kasetu određena je energija za sve namjene koje se u njoj pojavljuju, tj. energiju za grijanje, energiju za pripremu potrošne tople vode, energiju za kuhanje te električnu energiju koju nije razumno ili moguće supstituirati drugim oblicima energije (npr. za rasvjetu, pogon kućanskih aparata, rashladna energija itd.). Ovakva podjela je nužna, jer postoje razlike u karakteristikama korištenja energije za svaku od ovih potreba (npr. odnos potrebne snage i energije), sve ove potrebe ne mogu biti zadovoljene svim oblicima energije (npr. energija za kuhanje se ne može osiguravati toplom vodom). Sve energetske potrebe unutar građevinske kasete su se definirale kao korisna energija. Na taj način svaki energetski oblik i način energetske opskrbe izjednačuje se sa stajališta konačnog korisnika.

Na temelju utvrđenih potreba korisne energije i pripadnih troškova (investicijskih i tekućih godišnjih) za svaki način energetske opskrbe određeni su ekvivalentni godišnji troškovi. Oni se odnose na zadovoljavanje jednog ili više tipova potreba te su svedeni na jediničnu površinu stanovanja, odnosno zajedničkih sadržaja. Kad se govori o objektima zajedničkih sadržaja podrazumijevaju se uredski prostori, hoteli, škole, robne kuće i ostale prodavaonice, željezničke stanice, aerodromi i sl.

Prema utvrđenom planu korištenja prostora, za svaki dio grada (za svaku uvjetnu kasetu) prema principu minimalnih troškova energetske opskrbe definirano je najpovoljnije moguće rješenje energetske opskrbe ogrjevnom i rashladnom energijom, te energijom za kuhanje i pripremu PTV-a (varijanta grijanja + varijanta hlađenja + varijanta kuhanja + nesupstituabilna električna energija).

Za potrebu zadovoljenja potreba za rashladom, razmatrale su se varijante prikazane slikom sl. 7-6 što uključuje:

- rashladna energija za potrebe hlađenja se osigurava pomoću kompresorskog rashladnog uređaja («split sustav») pogonjenog električnom energijom i smještenog unutar svake uvjetne stambene jedinice,
- rashladna energija za potrebe hlađenja se osigurava pomoću centralnog kompresorskog rashladnog uređaja pogonjenog električnom energijom i smještenog unutar svakog stambenog objekta uvjetne građevinske kasete
- rashladna energija za potrebe hlađenja se osigurava pomoću centralnog apsorpcijskog rashladnog uređaja pogonjenog prirodnim plinom ili vrele/tople vode smještenog unutar svakog stambenog objekta uvjetne građevinske kasete
- rashladna energija za potrebe hlađenja se osigurava pomoću vrele/tople vode dovedene do stambenog objekta iz postojećeg centraliziranog rashladnog sustava koji se nalazi u neposrednoj blizini (ili je u planovima razvoja) analizirane uvjetne građevinske kasete i ima dovoljno slobodnog kapaciteta.



Sl. 7-6: Razmatrane opcije energije za hlađenje

Nadalje, za potrebe grijanja razmatrane su varijante: etažnog sustava smještenog unutar svake uvjetne stambene jedinice, zajedničke kućne kotlovnice, zajedničke blokovske kotlovnice i centraliziranog toplinskog sustava a koje kao gorivo koriste prirodni plin, biomasu, lož ulje i ekstra lako lož ulje.

Za potrebe kuhanja razmatrane su varijante: plinski štednjak koji koristi prirodni plin, plinski štednjak koji koristi plinske boce punjene ukapljenim naftnim plinom, električni štednjak.

Dok su za potrebe pripreme PTV-a razmatrane varijante: lokalne pripreme putem bojlera koji koristi prirodni plin ili električnu energiju, zatim centralne pripreme PTV-a etažnom pripremom, korištenjem kućne kotlovnice, blok kotlovnice te putem centraliziranog toplinskog sustava. Od vrsta goriva za svaku varijantu razmatrane su mogućnosti korištenja te su sve moguće varijante korištene u analizi što obuhvaća prirodni plin, biomasu, lož ulje i ekstra lako lož ulje.

U gradu Karlovcu razmatrane su grupe kasete sljedećih opskrbnih područja OP-01: Hrnetić/ Banija-Ilovac, OP-02: Selce, OP-03: Drežnik/ Borlin /Dubovac, OP-04: Gaz, OP-05: Novi centar/ Luščić / Grabrik/ Rakovac i OP-06: Švarča. Na osnovu utvrđenog plana korištenja prostora grada Karlovca definirane su karakteristike i količine potrebne toplinske (ogrjevne i rashladne) energije, te energije za kuhanje i pripremu potrošne tople vode (PTV) i to za svaku uvjetnu kasetu posebno, te za cijeli grad Karlovac u cjelini.

U rezultatima analize, niti u jednoj varijanti grijanja+hlađenja+PTV+kuhanje centralni rashladni sustav kao niti bilo koji oblik centralne pripreme rashladne energije nije se pokazao kao isplativo rješenje. U svim varijantama individualni kompresijski uređaj (split sustav) na električnu energiju pokazao se kao najbolje rješenje.

Razlog tome je visoka cijena uređaja za centralnu pripremu rashladne vode, a koji za sada ne opravdavaju cijenu dovoljno visokim faktorom hlađenja (COP, *Coefficient Of Performance*) naspram individualnih kompresijskih uređaja (split sustav), kao i nužno ulaganje u zamjenu postojećih ogrjevnih tijela novim sobnim ogrjevnim/rashladnim tijelima (ventilokonvektorima) što uvelike utječe na povećanje investicije.

7.6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I PRIJEDLOZI DALJNJIH AKTIVNOSTI

Prednosti centralizirane opskrbe energijom, pa tako i rashladnom proizlaze iz spajanja više rashladnih potrošača sa različitim iznosima i oblicima rashladnog opterećenja u jedan jedinstveni sustav, čime se otvara mogućnost za bolje iskorištenje instaliranih rashladnih kapaciteta. U odnosu na potrošače sa konvencionalnim lokalnim rashladnim sustavima uobičajene izvedbe, koji najčešće koriste rashladne uređaje pogonjene električnom energijom, potrebe za električnom energijom i pripadajući troškovi potrošača priključenih na centralizirane rashladne sustave, bitno su manji. Kako je smanjenje potrošnje električnom energije, direktno povezano sa smanjenjem potrošnje goriva i emisije onečišćujućih tvari u okoliš, razvoj centraliziranih rashladnih sustava od velikog je značaja i za širu društvenu zajednicu.

Najčešće primjenjivane tehnologije hlađenja u centraliziranim rashladnim sustavima danas jesu one koje koriste:

- kompresorski i
- apsorpcijski rashladni proces.

Od ostalih tehnologija primjenjuju se i adsorpcijski rashladni procesi, te korištenje rashladne energije dubinskih voda i okolišnog zraka.

Centralizirani rashladni sustavi nerijetko se integriraju unutar postojećih centraliziranih sustava opskrbe toplinom i kogeneracijskih postrojenja. Centralizirani toplinski sustavi koji koriste neki vid otpadne topline i raspoložu viškom toplinskih kapaciteta tijekom rashladne sezone, posebno su pogodni za integraciju centraliziranih rashladnih sustava, uz korištenje tehnologije apsorpcijskog hlađenja.

S obzirom na razvijenost centraliziranih toplinskih sustava u Hrvatskoj, potencijalna područja za razvoj centraliziranih rashladnih sustava integriranih unutar postojećih centraliziranih toplinskih sustava, nalaze se u većim urbanim sredinama sjevernog dijela Hrvatske. Primjeri takvih gradova jesu Zagreb i Osijek.

Za pogon apsorpcijskih rashladnih uređaja potrebna je vrela voda ili para, čiji parametri u ovisnosti o izvedbi (stupnju) i proizvođaču iznose, kako je već navedeno:

- za jednostupanjske, vrela voda 90 do 130 °C ili suhozasićena para tlaka od 1 do 2,5 bara
- za dvostupanjske, vrela voda 170 do 190 °C, ili suhozasićena para tlaka od 6 do 9,5 bara.

Unutar navedenih raspona, apsorpcijski rashladni uređaji mogu se koristiti bez većih posljedica po rashladni učin i rashladni odnos. S obzirom da je u CTS-u grada Karlovca nazivni temperaturni režim vrelovodne mreže 120/70 °C, koji danas tijekom ogrjevne sezone ne prelazi 105 °C, upitna je mogućnost održavanja mreže na u ljetnom režimu rada na nivo od barem 90 °C što predstavlja osnovni uvjet za ekonomično korištenje jednostupanjskih apsorpcijskih uređaja.

Ujedno, s obzirom da CTS grada Karlovca postojeći konzum ne snabdijeva sa potrošnom toplom vodom (u daljnjem tekstu: PTV), on ne proizvodi niti distribuira vrelu vodu izvan sezone grijanja. Uvođenje sustava PTV-a kao dio CTS-a grada Karlovca razmatra se u poglavlju 6.

Kada bi se i prevladali navedeni tehnički problemi s distribucijom vrela vode i radom sustava izvan sezone grijanja, kao sljedeća prepreka uvođenju sustava centraliziranog sustava hlađenja nameće se dodatna investicija koju bi korisnici CTS-a morali prihvatiti u vidu izmjene ogrjevnih tijela. Naime, korisnici sustava CTS-a trenutno, u većini slučajeva, imaju instalirana ogrjevna tijela

u obliku radijatora koji ne bi mogli poslužiti tijekom sezone hlađenja već bi se morala instalirati nova tijela s mogućnošću i grijanja i hlađenja kao što su ventilokonvektori.

Zaključno, s obzirom na sve gore navedene činjenice, smatra se da uvođenje sustava centraliziranog rashladnog sustava u grad Karlovac danas nije izvedivo.

8. ANALIZA DOGRADNJE ENERGENE OPĆE BOLNICE KARLOVAC I PRIKLJUČENJA NA CTS KARLOVCA

8.1. POSTOJEĆE STANJE ENERGETSKE OPSKRBE OPĆE BOLNICE KARLOVAC

Postojeće stanje energetske opskrbe opće bolnice Karlovac opisano je u poglavlju 2.4. U nastavku se daje potrošnja toplinske energije po ogrjevnim medijima (vrela voda i tehnološka para) te potrošnja goriva u kotlovnici.

8.1.1. TOPLINSKI KONZUM PO MEDIJIMA

Podatke o potrošnji goriva prikazuje tab. 8-1. Ekstra lako loživo ulje koristi se gotovo u potpunosti isključivo za pripremu suhozasićene pare u parnim kotlovima IV i V. Lako loživo ulje (mazut) se koristi u toplododnim kotlovima I i II za potrebe grijanja i pripreme PTV-a.

Tab. 8-1: Podatci o potrošnji energenata OB Karlovac

Godina	LUL-II (mazut)		LUEL	
	kg	MWh	kg	MWh
2010.	819 737	9 564	211 410	2 466
2011.	720 917	8 411	206 487	2 409
2012.	741 674	8 653	210 048	2 451
2013.	730 262	8 520	203 536	2 375
2014.	617 373	7 203	197 033	2 299
Prosjek ('10 – '14)	725 993	8 470	205 703	2 400
Prosjek ('12 – '14)	696 436	8 125	203 539	2 375

8.1.1.1. Modeliranje potrošnje ogrjevnog konzuma

Potrošnja topline za grijanje uzeta je kao prosječna vrijednost godišnje potrošnje lakog loživog ulja (LUL-II) u razdoblju od 2012. do 2014. godine umanjena za potrošnju LUL-II za potrebe pripreme PTV-a. Dnevna potrošnja PTV iznosi prosječno 15 m³. Neto potrošnja korisne topline za pripremu potrošne tople vode (bez gubitaka u cijevnom razvodu - recirkulacija) određena je na temelju prosječnih dnevnih potreba bolnice.

$$Q_{PTV} = \frac{V_{PTV,kor} \cdot d_{kor} \cdot c \cdot (\vartheta_{PTV} - \vartheta_{HV})}{3600} \quad (8-1)$$

gdje je:

Q_{PTV} - godišnja potrošnja toplinske energije za pripremu potrošne tople vode, kWh/god

$V_{PTV,kor}$ - dnevna potrošnja potrošne tople vode, m³

d_{kor} - broj dana korištenja potrošne tople vode, dan/god

c - specifični toplinski kapacitet vode, $c=4,2$ kJ/(kg·K)

ϑ_{PTV} - temperatura potrošne tople vode, $\vartheta_{PTV}=45$ °C

ϑ_{HV} - temperatura hladne vode, $\vartheta_{HV} = 10$ °C

Godišnja neto potrošnja topline za pripremu PTV-a iznosi 190 784 kWh. Uz prosječni stupanj djelovanja kotla od 90 % dodatni gubitak u proizvodnji toplinske energije od 5 % s naslova eksploatacijskih uvjeta, te idućih 20 % na ime gubitaka u toplovodnom razvodu, proizlazi da je ukupni stupanj energetske pretvorbe u sustavu pripreme potrošne tople vode 68,4 %.

Uz stupanj djelovanja kotla od 90 %, gubitak od 5 % zbog eksploatacijskih uvjeta, te idućih 5 % na ime gubitaka u toplovodnom razvodu, proizlazi da je ukupni stupanj djelovanja energetske pretvorbe u sustavu grijanja 81,2 %.

Iz potrošnje lakog lož ulja, njegove ogrjevne vrijednosti te energetske značajki postrojenja i uređaja (stupanj energetske pretvorbe), određena je potrošnja korisne topline. Rezultati su dani u nastavku.

Tab. 8-2: Podaci o potrošnji korisne topline energane OB Karlovac

Stavka	Ogrjevni konzum – pokrivanje lakim loživim uljem (LUL-II)							
	Ukupno	Potrošna topla voda	Grijanje	Grijanje	Potrošna topla voda	Ukupno	Potrošna topla voda	Grijanje
	potrošnja LUL-II	potrošnja LUL-II	potrošnja LUL-II	stupanj energetske pretvorbe	stupanj energetske pretvorbe	potrošnja korisne topline	potrošnja korisne topline	potrošnja korisne topline
	kg	kg	kg	%	%	kWh	kWh	kWh
Apsolutni iznos	696 436	28 593	667 843	81,2	68,4	6 400 707	222 743	6 177 964
Udio	100,00 %	4,11 %	95,89 %			100,00 %	3,48 %	96,52 %

Najveći udio u ukupnoj potrošnji LUL-II zauzima sustav grijanja (95,9 %), dok preostali dio potrošnje (4,1 %) se odnosi na zagrijavanje PTV-a. Posljedično, u potrošnji korisne topline najveći dio također zauzima grijanje (96,5 %), a ostatak (3,5 %) se odnosi za pripremu PTV-a.

Modelirana potrošnja korisne topline za grijanje iznosi 6 177 964 kWh/god ili 257,4 kWh/(m² god), a toplina za pripremu potrošne tople vode 222 743 kWh/god.

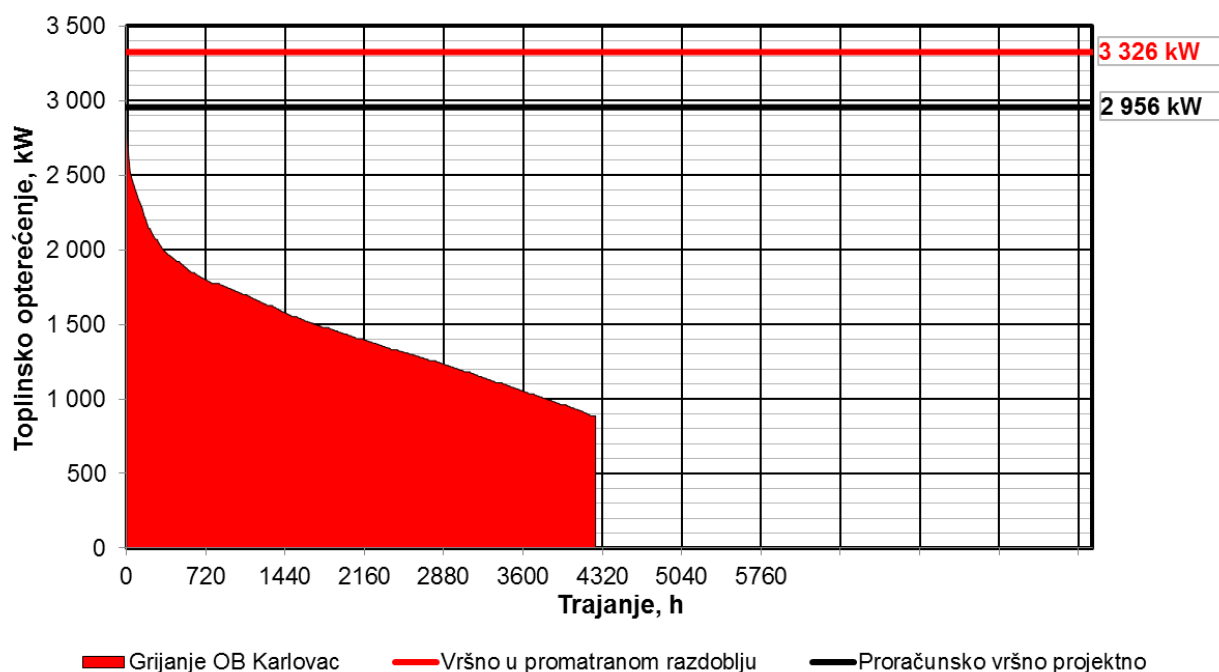
Nadalje, dan je sređeni dijagram trajanja toplinskog opterećenja grijanja, na temelju kojeg je moguće procijeniti ostvareno i projektno vršno toplinsko opterećenje objekta. Modeliranje je provedeno na temelju klimatoloških podataka (satnih temperatura vanjskog zraka) u razdoblju od 2010. do 2012. godine i modelirane potrošnje topline za grijanje. Osnovna postavka modela je linearna ovisnost toplinskog opterećenja o razlici vanjske i unutrašnje temperature zraka.

Ostale proračunske postavke jesu (na temelju informacija dobivenih od tehničkog osoblja):

- sezona grijanja traje od 15.9. prethodne do 15.5. iduće godine;
- tjedno trajanje grijanja u sezoni iznosi 7 dana; dnevno trajanje grijanja iznosi 24 sata, od 0,00 do 24,00 sata, cijelo vrijeme u normalnom režimu rada, bez snižavanja temperaturnog režima;
- unutrašnja temperatura zraka u vrijeme normalnog režima grijanja iznosi 24 °C;
- granična vanjska temperatura zraka kod koje se uključuje grijanje iznosi 12 °C;
- prosječni eksploatacijski stupanj djelovanja sustava grijanja iznosi 81,2 % (stupanj djelovanja kotla 90 %, 5 % na ime eksploatacijskih uvjet i daljnjih 5 % na ime gubitaka u distribuciji)

Rezultati proračuna dani su o obliku sređenog dijagrama trajanja toplinskog opterećenja (sl. 8-1).

Vršno toplinsko opterećenje u proteklom razdoblju (kod vanjske temperature $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$) iznosilo je $3\,326\text{ kW}$, što je više od projektne vrijednosti (kod vanjske projektne temperature od $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ i unutarnje $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$) koja iznosi $2\,956\text{ kW}$.



Sl. 8-1: Sređeni dijagram toplinskog opterećenja OB Karlovac

Točnost postavljenog modela potrošnje topline za grijanje ovisi ponajviše o pretpostavljenom modelu hoda unutrašnjih temperatura u ciklusu (tjedan dana). U korištenom modelu hoda unutrašnjih temperatura kao aproksimacije stvarnih vrijednosti zanemaren je utjecaj akumulacijskih svojstava zgrade, zbog čega je očekivana realna vrijednost vršnog toplinskog opterećenja vjerojatno veća od proračunske (jutarnja vršna opterećenja kod progrijavanja cijelog sustava).

8.1.1.2. Modeliranje potrošnje konzuma suhozasićene pare

Modeliranje potrošnje suhozasićene pare izvedeno je na temelju podatka o potrošnji loživog ulja ekstra lakog (LUEL), obzirom da se ono gotovo isključivo koristi za proizvodnju pare. Prilikom analize je zanemaren udio potrošnje loživog ulja koji se koristi u toplovodnom kotlu III, koji se kreće ispod 1 %.

Pretpostavljena stupanj djelovanja parnih kotlova iznosi 90 %, dodatnih 5 % je dodano na ime eksploatacijskih gubitaka, tako da ukupni stupanj energetske pretvorbe energije goriva u paru iznosi 85,5 %.

U parnom sustavu OB Karlovac 70 % kondenzata se vraća u kotlovnici, preostalih 30 % se izgubi u parnom razvodu i na potrošačima. Temperatura kondenzata iznosi $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Energija

potrebna za pripremu 1 t suhozasićene pare tlaka 10 bara iznosi 2 494 000 kJ. Godišnja proizvodnja (period 2012. – 2014.) suhozasićene pare iznosi 3 427 tona.

8.2. RAZVOJ TOPLINSKOG KONZUMA ENERGANJE OPĆE BOLNICE KARLOVAC

Opća bolnica Karlovac nema u planu dogradnju postojećih kapaciteta ili izgradnju novih zgrada na lokaciji. Stoga je postojeći toplinski konzum uzet kao relevantan za daljnje analize.

Eventualno može doći do značajnog smanjenja toplinskog konzuma bolnice, nakon energetske obnove u vidu toplinske izolacije vanjskog pročelja i zamjene stolarije. Međutim, navedeni projekt se nalazi u početnoj fazi pripremljenosti, te je njegova realizacije neizvjesna.

Iz navedenog razloga, radi osiguravanja sigurnosti, daljnje analize su rađene sa sadašnjim toplinskim konzumom.

8.3. BUDUĆI TOPLINSKI IZVOR NA LOKACIJI

Kratka tehno-ekonomska usporedba mogućih koncepcija opskrbe Opće bolnice Karlovac toplinskom energijom. Analizirat će se:

- varijanta pokrivanja toplinskog konzuma samo Opće bolnice i
- varijanta pokrivanja toplinskog konzuma Opće bolnice i isporuka do 5 MW toplinske snage u vrelovodnu mrežu CTS-a

Za svaku od varijanti analizirat će se izvori toplinske energije (vodene pare, vrele vode) varijantno s korištenjem loživog ulja, peleta i drvene sječke te odrediti optimalno rješenje i proizvodna cijena toplinske energije.

8.3.1. VARIJANTA POKRIVANJA TOPLINSKOG KONZUMA SAMO OPĆE BOLNICE

Analizirane su tri varijante pokrivanja toplinskog konzuma Opće bolnice:

- postojeće stanje (korištenje loživog ulja);
- izgradnja kotlovnice na pelete i
- izgradnja kotlovnice na drvenu sječku.

8.3.1.1. Postojeće stanje

Postojeće stanje toplinske opskrbe opisano je u poglavlju 2.4. Međutim, zbog starosti kotlova i stupanja na snagu novih propisa o zaštiti okoliša 1.1.2018. (novi GVE) potrebno je izvršiti određene zahvate u postojećoj kotlovnici.

Vrijednosti GVE neće biti moguće zadovoljiti korištenjem LUL-II. Stoga će svi kotlovi koji koriste LUL-II morati preći na LUEL do kraja 2017. godine. Obzirom da ugrađeni plamenici na kotlovima I i II omogućavaju korištenje i LUL-II i LUEL nisu potrebni investicijski zahvati u vidu zamjene plamenika. Dovoljno će biti samo preći na LUEL.

Međutim, postojeći kotlovi I i II bliže se kraju svog životnog vijeka, obzirom da su proizvedeni 1973. godine (kotao I) i 1986. godine (kotao II). Stoga će u narednom razdoblju biti potrebno izvršiti zamjenu oba kotla. U provedenoj analizi predviđa se zamjena starijeg kotla I nakon 2 godine eksploatacije, odnosno 2017. godine. Obzirom da će stupanjem na snagu novih GVE kotlovnica biti primorana preći na korištenje isključivo LUEL-a, više neće biti razloga (viša cijena) da se ne koristi kotao III, kao što je trenutno slučaj. Iz navedenog razloga, postojeći kotao II će postati rezervni 2018. godine i njegov životni vijek će se zbog smanjene eksploatacije produžiti do 2030. godine.

Potrošnja energenata bazirana je na postojećem stanju toplinskog konzuma prikazanom na toplinskom dijagramu na sl. 8-1. Pored ogrjevnog konzuma potrebno je pokrivati i potrebe za PTV-om.

Potrošnja energenta ovisio o stupnju energetske pretvorbe. Prilikom analize korištene su sljedeće pretpostavke:

- donja ogrjevna vrijednost LUL-II iznosi 41 MJ/kg
- donja ogrjevna vrijednost LUEL iznosi 42 MJ/kg,
- stupanj djelovanja kotlova I i II iznosi 90 %,
- stupanj djelovanja kotla III iznosi 92 %,
- stupanj djelovanja novih kotlova VI i VII iznosi 95 %,

- konstantna potreba korisne topline za pripremu PTV iznosi 222 747 kWh/god,
- konstantna potreba korisne topline za grijanje, iznosi 6 177 964 kWh/god,
- ostali toplinski gubici u sustavu grijanja i pripreme PTV-a navedeni su u poglavlju 8.1.

Zbog ulaska novih učinkovitijih kotlova u pogon 2018. godine, smanjuje se potrošnja LUEL-a. Godišnja potreba za LUEL-om nakon 2018. iznosi 654 574 kg, a potreba za LUL-II do 2018. godine iznosi 696 436 kg.

8.3.1.2. Izgradnja kotlovnice na biomasu (peleti i drvena sječka)

Varijanta izgradnje kotlovnice na pelete uključuje izgradnju nove kotlovnice neposrednu uz postojeću kotlovnicu. Vršno projektno opterećenje iznosi 3 MW za ogrjevni konzum. Kada se na navedeno doda potreba za pripremu PTV-a, gubici u sustavu razvoda i rezerva u toplinskom učinku kotlova, potrebna snaga nove kotlovnice iznosi 4 MW. Obzirom da nema razlike u koncepciji između kotlovnice na pelete i one na drvenu sječku, potpuno je jednaka maseno-energetska bilanca do isporučene topline, stoga su u nastavku poglavlja paralelno obrađuju obadvije koncepcije korištenje biomase (peleti i drvena sječka). Pri tome se slova P odnose na kotlovnicu na pelete, a B na kotlovnicu na drvenu sječku.

Predviđena su dva kotla na pelete (drvenu sječku) različitih snaga radi boljeg optimiranja rada kotlova na nižim opterećenjima:

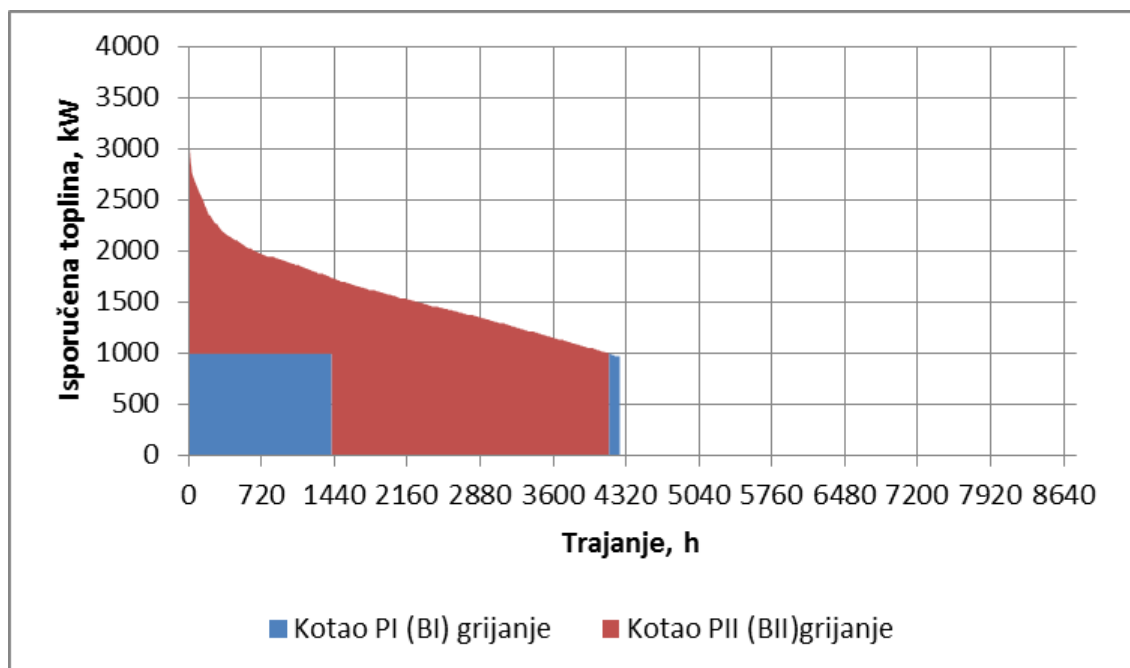
- kotao PI (BI) snage 1 MW i
- kotao PII (BII) snage 3 MW.

Vremena angažiranja kotlova su određena tako da su isporučene količine toplinske energije približno jednake omjerima snaga kotlova (1:3). Pri tome kotao PI (BI) radi izvan ogrjevne sezone za pokrivanje potreba za PTV-om, i dijelom za pokrivanje toplinskih potreba za grijanje u ogrjevnoj sezoni. Kotao PII (BII) radi samo u ogrjevnoj sezoni za pokrivanje potreba grijanja i pripreme PTV-a.

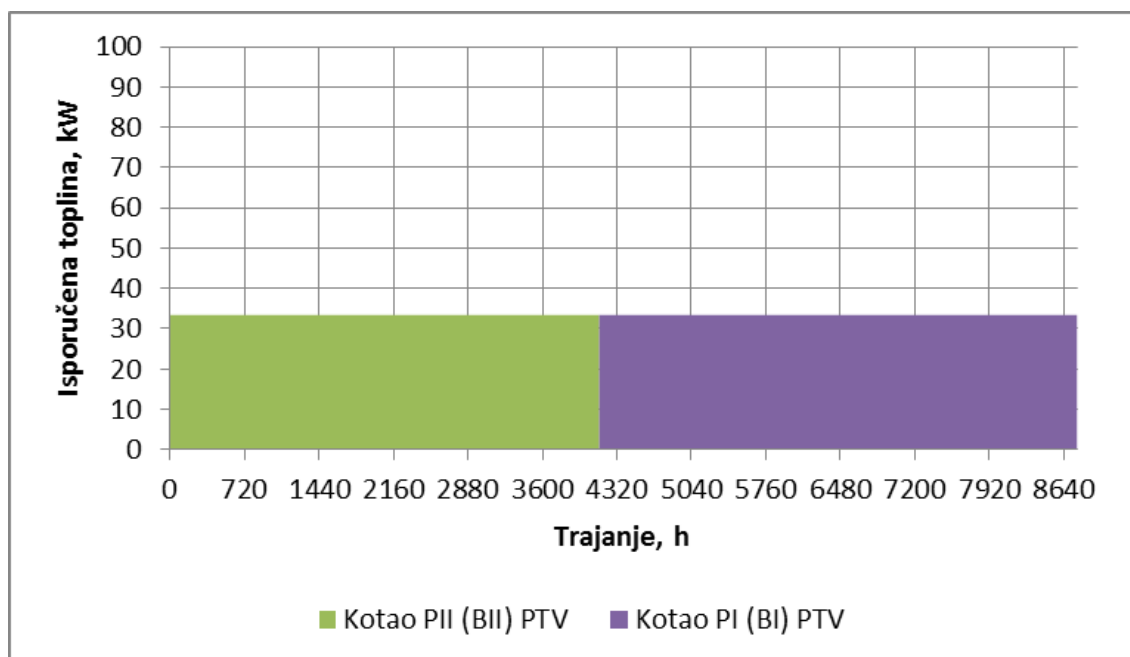
Potrošnja energenata ovisi o stupnju energetske pretvorbe. Prilikom analize korištene su sljedeće pretpostavke:

- donja ogrjevna vrijednost peleta iznosi 17,4 MJ/kg,
- donja ogrjevna vrijednost drvene sječke iznosi 11,29 MJ/kg,
- stupanj djelovanja kotlova na pelete iznosi 88 %,
- stupanj djelovanja kotlova na drvenu sječku iznosi 85 %,
- konstantna potreba korisne topline za pripremu PTV iznosi 222 747 kWh/god,
- konstantna potreba korisne topline za grijanje, iznosi 6 177 964 kWh/god,
- ostali toplinski gubici u sustavu grijanja i pripreme PTV-a navedeni su u poglavlju 8.1.1.1.

Temeljem navedenih pretpostavki i raspodjelom angažiranja kotlova dobiven je dijagram pokrivanja toplinskih potreba za grijanje i pripremu PTV-a.



Sl. 8-2: Dijagram pokrivanja toplinskog opterećenja OB Karlovac



Sl. 8-3: Dijagram pokrivanja toplinskih potreba za PTV-om OB Karlovac

Godišnja proizvodnja toplinske energije iz oba kotla, kao i potrošnja peleta i drvne sječke prikazana je u Tab. 8-3.

Tab. 8-3: Godišnja maseno-energetska bilanca nove energane na biomasu

	Jedinica	Kotao PI (BI)	Kotao PII (BII)	Ukupno
Predana korisna toplina za grijanje	kWh/god	1 385 219	4 792 745	6 177 964
Predana korisna toplina PTV	kWh/god	117 316	105 427	222 743,00
Ukupno korisna toplina	kWh/god	1 502 535	4 898 172	6 400 707
Isporučena toplina za grijanje	kWh/god	1 518 048	5 252 323	6 770 371

	Jedinica	Kotao PI (BI)	Kotao PII (BII)	Ukupno
Isporučena toplina za PTV	kWh/god	154 363	138 720	293 083
Ukupno isporučena toplina	kWh/god	1 672 412	5 391 043	7 063 454
Proizvedena toplina peleti	kWh/god	1 900 468	6 126 185	8 026 653
Potrošnja peleta (za PI i PII)	t/god	393,20	1 267,49	1 660,69
Proizvedena toplina drvena sječka	kWh/god	1 967 543,02	6 342 403,26	8 309 946,28
Potrošnja drvene sječke (za BI i BII)	t/god	627,38	2 022,38	2 649,76

8.3.2. VARIJANTA POKRIVANJA TOPLINSKOG KONZUMA OPĆE BOLNICE I ISPORUKA DO 5 MW TOPLINSKE SNAGE U VRELOVODNU MREŽU CTS-A

Sve analize i proračuni napravljeni za varijantu pokrivanja samo toplinskog konzuma OB Karlovac ostaju nepromijenjeni i o ovoj varijanti. Razlika je što se u ovoj varijanti dodaje još jedan toplovodni kotao snage 5 MW koji će isporučivati toplinsku energiju isključivo u CTS grada Karlovca. Neće se ponavljati rezultati već provedene analize već će se varijanta isporuke do 5 MW u vrelovodnu mrežu CTS-a razmatrati zasebno.

Analiza za isporuku 5 MW u CTS iz kotlovnice na LUEL i pelete nije razmatrana, obzirom da je cjenovna ne konkurentnost navedena dva energenta u odnosu na drvenu sječku valjani razlog da se navedene opcije isključe iz daljnjeg razmatranja.

Prilikom analize isporuke toplinske energije u CTS iz energane OB Karlovac korišteni su sljedeće pretpostavke i podatci:

- donja ogrjevna vrijednost drvene sječke iznosi 11,29 MJ/kg,
- stupanj djelovanja kotlova na drvenu sječku iznosi 85 %,
- isporučena toplina u CTS grada Karlovca iznosi 7 500 000 kWh,
- gubitci u eksploataciji kotlova iznose 5 %, a gubitci u spojnom vrelovodu do mjesta priključenja na postojeći CTS iznose 1 %

Godišnja maseno-energetska bilanca dijela energane koji isporučuje toplinu u CTS prikazuje tab. 8-4.

Tab. 8-4: Godišnja maseno-energetska bilanca dodatnog toplinskog izvora za isporuku u CTS

Stavka	Jedinica	Iznos
Isporučena toplina u CTS	kWh/god	7 500 000
Proizvedena toplina	kWh/god	9 381 743
Potrošnja drvene sječke (za BI i BII)	t/god	2 991,52

8.4. NAČIN PRIKLJUČENJA NA CTS

Priključenje energane Opće bolnice Karlovac složeniji je projekt zbog utjecaja priključenja na hidrauliku postojeće mreže i regulaciju izlaznog tlaka iz postojeće toplane i „bolničke energane“.

8.4.1. HIDRAULIČKI PRORAČUN

Za određivanje optimalnog mjesta priključenja bolničke energane na CTS grada Karlovca potrebno je izvršiti detaljne hidrauličke proračune vrelovoda. U tu svrhu koristio se računalni sustav STANET u kojem je izrađen matematički model hidrauličke mreže CTS-a grada Karlovca. Model mreže je rađen na temelju podloga dobivenih od grada Karlovca. Podloge se sastoje od plana mreže s ucrtanim šahtovima i toplinskim stanicama te dionicama i njihovim nazivnim promjerima. Uz grafički prikaz mreže koristile su se baze podatka o konzumima toplinskih stanica, duljinama cjevovoda također dobivenih od grada Karlovca.

CTS mreža grada Karlovca trenutno ima duljinu dionica od 21 956 m te je pretežito zrakasto konfigurirana, ali sadrži dvije petlje od kojih se jedna nalazi u četvrtom rajonu dok druga spaja šesti i sedmi rajon. Duljina priključnog cjevovoda bolničke energane bi iznosila između 0,5 km i 1 km ovisno o odabranoj trasi.

Hrapavost cijevi je pretpostavljena jednako za cijelu mrežu u iznosu od 0,200 mm.. Toplinski gubici na cjevovodu su modelirani pomoću koeficijenta prijelaza topline za kojeg je odabran iznos od 1,5 W/m²K. Hidraulički gubici u mreži izazvani armaturom, koljenima, proširenjima cjevovoda i ostalim elementima, modeliran je produljenjem dužine svih dionica za 5 %.

8.4.1.1. Osnovno pogonsko stanje

Osnovno pogonsko stanje je uzeto pri projektnoj vanjskoj temperaturi koja iznosi -18°C za grad Karlovac. Pogonski parametri u toplani su tlak polaza 6,5 bar, a tlak povrata 4 bar, temperatura polaza 110°C, a temperatura povrata 70°C. Proračun je izveden uz pretpostavku 100 %-tnog korištenja zakupljene snage svih potrošača Korištenjem navedenih ulaznih podataka i pretpostavki dobiven je potrebnii protok od 1 435,53 t/h vrele vode navedene polazne temperature. Raspored tokova kroz dionice je prikazan na slici Sl. p- 9 za osnovno pogonsko stanje prije priključenja bolničke energane.

Korištenjem istih ulaznih parametara i pretpostavki proveden je proračun i za slučaj priključene bolničke energane. U sustavima s više toplinskih izvora tlak u sustavu diktira samo jedan toplinski izvor. Ostali se prilagođavaju zadanom tlaku i predaju sustavu dodatnu potrebnu snagu. Bolnička energana bi pratila tlak gradske toplane, a predavala bi CTS-u 5 MW topline. S ovim uvjetima je provedena simulacija cijele mreže i dobiven je tlak priključenja bolničke toplane kao i tlak na kojem bi trebala biti bolnička toplana pri osnovnom pogonskom stanju. U tablici Tab. 8-5 su dani rezultati simulacije. Na slici Sl. p- 10 se vide tokovi vrele vode u slučaju kada je priključena bolnička energana na gradski CTS. Glavna razlika je u opskrbi grane petog rajona. Kada je bolnička energana priključena ona sudjeluje u opskrbi te grane.

Tab. 8-5: Rezultati simulacije mreže s priključenom bolničkom energanom.

	Protok	Snaga	Tlak - polaz	Tlak - povrat
	t/h	kW	bar	bar
Gradska toplana	1 335,01	63 265,57	6,5	4
Bolnička energana	103,41	5 000,00	6,31	4,19
Priključak	103,41	-	6,22	4,28
Ukupno	1 438,42	68 265,57	-	-

Proračuni su izvršeni za slučaj u kojem bi se spoj izvršio na dionicu između šahtova 508 i 4U8 nazivnog promjera DN250. Priključni vodovi bi bili također promjera DN250 te bi u tom slučaju padovi tlakova bili vrlo mali što bi doprinijelo nižim pogonskim parametrima i troškovima. Za ovaj slučaj priključenja bolničke energane na CTS grada Karlovca bilo bi potrebno dodati još jedan šaht na mjestu priključenja.

8.4.1.2. Pogonsko stanje pri +12°C

Korištenjem dijagrama vožnje dobivenih od grada Karlovca, određeni su parametri simulacije rada CTS-a pri +12°C. Temperature polaza i povrata su prema tom dijagramu 51°C i 43°C, a prosječno angažirana snaga svih potrošača je postavljena na 21 % od ukupno zakupljene.

U slučaju kada je bolnička energana isključena iz CTS-a grada pad tlaka na kritičnom izmjenjivaču je manji od 0,8 bar stoga je bilo za ovakvu mrežu povećati tlak polaza u toplani na 6,69 bar kako bi se zadovoljio kriterij minimalnog pada tlaka. U slučaju kada je bolnička energana priključena na CTS, problema s minimalnim padom tlaka nema zbog opskrbe grane na koju je priključen kritični potrošač iz bolničke energane.

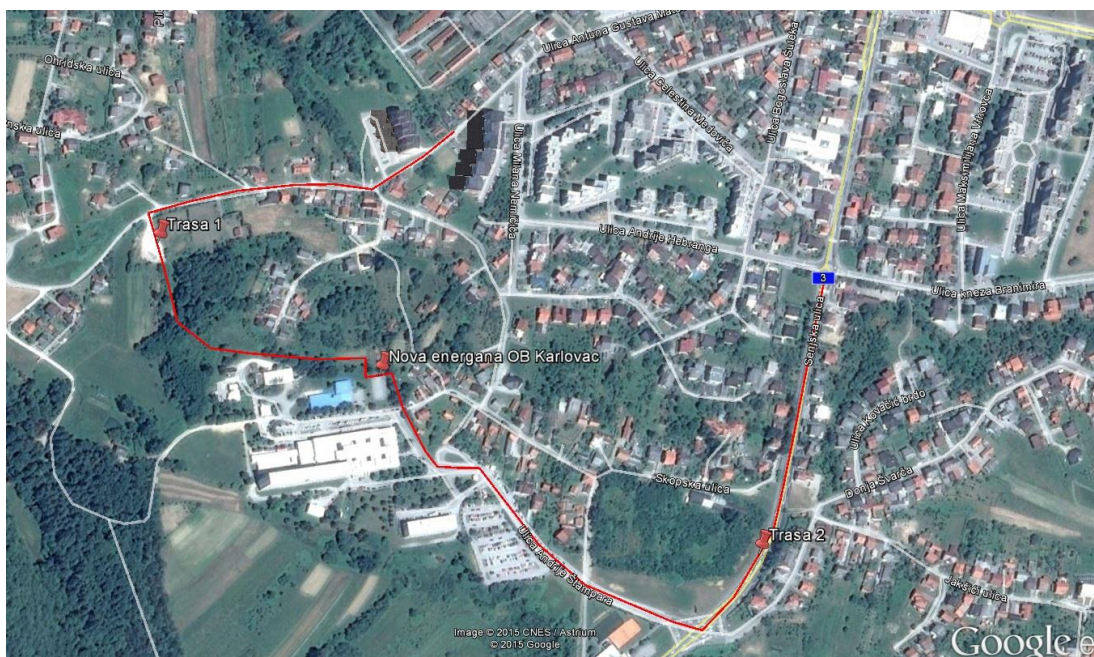
Kritični potrošač nalazi se u petom rajonu na adresi Kralja Zvonimira 14 sa šifrom toplinske stanice 5.30.

Kada je bolnička energana priključena na CTS i kada je zadano da prati tlak mreže te predaje CTS-u 5 MW topline ona preuzima opskrbu većeg dijela mreže u odnosu na projektno pogonsko stanje. Zbog manjeg temperaturnog pada u ovom režimu rada, protok kroz bolničku energanu je značajno povećan te se zbog toga pojavljuje veći pad tlaka u priključnom cjevovodu. Tlakovi polaza i povrata za ovaj režim rada u bolničkoj energani su 8,57 bar i 1,94 bar. U točki priključenja na CTS tlakovi polaza i povrata su 6,69 bar i 3,81 bar što je znatno drukčije nego u projektnom pogonskom stanju. Uzrok tome je već naveden povećani protok vode kroz priključni cjevovod koji sada iznosi 481,8 t/h (u odnosu na projektni režim gdje je protok 103,41 t/h).

Na kvazi-piezo dijagramima prikazanima na slikama Sl. p- 11 i Sl. p- 12 vidi se grafički prikaz pada tlaka kroz dionice od gradske toplane do kritičnog potrošača kao i od bolničke energane do kritičnog potrošača. točka u kojoj se ovi cjevovodi spajaju postavljena je kao referentna, na način da je od toplana do točke spoja negativno, a od točke spoja do kritičnog potrošača područje pozitivne duljine. Na grafu koji prikazuje pogonsko stanje pri +12°C vidljiv je znatan pad tlaka u priključnom cjevovodu bolničke energane zbog ranije navedenog znatno povećanog protoka. Protok je povećan u ovom dijelu CTS-a zbog puno većeg udjela bolničke energane u opskrbi potrošača. Ovakva situacija je iz gledišta pogonskih parametara vrlo nepovoljna jer može povećati pogonske troškove zbog viših tlakova.

8.5. PRIKLJUČNI VRELOVOD OD LOKACIJE DO POSTOJEĆEG CTS-A

Na slici sl. 8-4. i na sl. p- 8 u Pril. 7, prikazane su dvije razmatrane varijante trasa priključnog vrelovoda. Varijanta 1 (trasa 1 na sl. 8-4) ide po trasi nove prometnice koja je planirana uz bolnicu. Na postojeći CTS se spaja u Ulici A.G. Matoša kod k.br 45. Alternativna varijanta priključnog vrelovoda (trasa 2 na sl. 8-4) ide po ulici Andrije Štampara do državne ceste D3 i na postojeći CTS se spaja na križanju sa ulicom Andrije Hebranga.



Sl. 8-4: Varijante trasa spojnog vrelovoda

Dimenzije priključnog vrelovoda (nazivni otvor) optimirana je prema očekivanoj veličini maksimalne toplinske snage od 5 MW koju će nova energana OB Karlovac isporučivati u CTS (pog. 4.). Karakteristike priključnog vrelovoda po varijantama trase i promjera, dane su u tab. 8-6.

Tab. 8-6: Karakteristike priključnog vrelovoda

Varijanta trase	Duljina trase	Promjer vrelovoda	Pad tlaka (jednog voda)	Specifična investicija	Ukupna investicija
-	m	mm	bar	€/m	€
Trasa 1	820	250	0,80	375	307 500
Trasa 2	1 040	250	0,76	423	442 000

Jedinična investicija u trasu po postojećoj prometnici (državna cesta D3) je viša zbog znatno težih uvjeta polaganja.

Kao optimalna trasa odabrana je Trasa 1 jer ide po trasi buduće prometnice, što znači da ju je moguće položiti bez rekonstruiranja prometnice. Nadalje, trasa je 220 kraća od trase 2, što dodatno snižava troškove izgradnje. Direktan spoj nove energane OB Karlovac do ulice A.G. Matoš bi bio najkraći mogući put, međutim navedena trasa gotovo u potpunosti preko privatnog zemljišta, što značajno otežava realizaciju navedenog projekta. Iz navedenog razloga najkraći put nije razmatran kao trasa vrelovoda. Hidraulički proračun proveden je za priključni vrelovod u varijanti 1 sa kontrolom utjecaja na vrelovodnu mrežu grada

8.6. POSLOVNI MODEL INVESTIRANJA U DOGRADNJU ENERGANJE I O&M ENERGANJE

Sukladno odredbama *Zakona o tržištu toplinske energije* (Narodne novine br. br. 80/13, 14/14 i 102/14), proizvodna postrojenja mogu graditi pravne ili fizičke osobe ako proizvodna postrojenja koja namjeravaju graditi udovoljavaju kriterijima utvrđenim u postupku izdavanja energetske odobrenja sukladno zakonu kojim se uređuje tržište električne energije.

Kriteriji za postupak izdavanja energetske odobrenja za građenje proizvodnih postrojenja su javni, a temelje se na načelima objektivnosti, transparentnosti i nepristranosti radi osiguranja:

1. pouzdanosti i sigurnosti toplinskog sustava,
2. konkurentnosti proizvodnih postrojenja,
3. zaštite javnog zdravlja i sigurnosti,
4. kriterija zaštite okoliša i osiguranja trajne kontrole utjecaja na okoliš,
5. odgovarajućeg korištenja zemljišta i lokacije,
6. odgovarajućeg korištenja javnog zemljišta,
7. energetske učinkovitosti,
8. primjene određene vrste primarne energije,
9. tehničke, ekonomske i financijske sposobnosti podnositelja zahtjeva,
10. usklađenosti s mjerama koje se poduzimaju glede obveza javne usluge i zaštite krajnjih kupaca,
11. doprinosa proizvodnog kapaciteta u ostvarenju ukupnog cilja udjela energije iz obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti u bruto krajnjoj potrošnji energije u 2020. godini u Europskoj uniji, u okviru ispunjavanja međunarodnih obveza Republike Hrvatske za područje energetike i u skladu s propisima koji čine pravnu stečevinu Europske unije i
12. doprinosa proizvodnog kapaciteta u relativnom smanjenju emisija.

Proizvođač toplinske energije je pravna ili fizička osoba koja je od Agencije (HERA) ishodila dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti proizvodnje toplinske energije. Za proizvodnju toplinske energije u toplinskom sustavu u kotlovnica čija je instalirana proizvodna snaga veća od 2 MW obvezno je ishoditi dozvolu Agencije za obavljanje energetske djelatnosti proizvodnje toplinske energije. U skladu s navedenim, za proizvodnju toplinske energije za potrebe toplinskog sustava (CTS grada Karlovca) iz energane u Općoj bolnici Karlovac potrebno bi bilo ishoditi dozvolu HERA-e.

Nadalje, proizvođači toplinske energije mogu koristiti građevine za proizvodnju toplinske energije temeljem dokaza o vlasništvu ili prava korištenja iz ugovora o zakupu te drugog ugovora sklopljenog s vlasnikom građevine i/ili opreme za obavljanje takve energetske djelatnosti.

Energetska djelatnost proizvodnje toplinske energije u centralnom toplinskom sustavu smatra se javnom uslugom do trenutka kada udio proizvodnje određenog proizvođača toplinske energije bude manji od 60% potrebe za toplinskom energijom centralnog toplinskog sustava,

kada će se ova energetska djelatnost obavljati kao tržišna djelatnost. S obzirom na predviđeni toplinski učin od 5 MW, procjena je da bi proizvođač toplinske energije u smislu ovog zakona (posebna pravna osoba) iz bolničke energane stekao pravo na obavljanje djelatnosti prema tržišnim uvjetima.

Nadalje, *Općim uvjetima za opskrbu toplinskom energijom* (Narodne novine br. 35/14), proizvođač toplinske energije, distributer toplinske energije, opskrbljivač toplinskom energijom, kupac toplinske energije, odnosno krajnji kupac, uređuju međusobne odnose sljedećim ugovorima:

- ugovor o korištenju distribucijske mreže,
- ugovor o distribuciji toplinske energije,
- ugovor o prodaji toplinske energije,
- ugovor o opskrbi kupca toplinske energije,
- ugovor o opskrbi toplinskom energijom.

Ugovor o korištenju distribucijske mreže sklapaju proizvođač toplinske energije i distributer toplinske energije, koji između ostaloga sadrži i razinu kvalitete toplinske energije te odredbe o cijeni proizvodnje toplinske energije. Prilog ugovoru je pripadajući popis obračunskih mjernih mjesta u ovom slučaju na mjestu primopredaje u CTS grada Karlovca.

Ugovor o prodaji toplinske energije sklapaju proizvođač toplinske energije i opskrbljivač toplinskom energijom, a isti također sadrži između ostaloga razinu kvalitete toplinske energije te odredbe o cijeni proizvodnje toplinske energije.

U izgradnju postrojenja za proizvodnju toplinske energije može investirati sama bolnica ili Gradska toplana (na bolničkom zemljištu). U smislu zakona, proizvođač toplinske energije iz bolničke energane mogu biti oba pravna subjekta sa vlastitom imovinom ili temeljem ugovora o zakupu. U slučaju da bolnica bude proizvođač, mora ishoditi potrebnu dozvolu od HERA-e, a za što prethodno mora ispuniti određene uvjete (financijske, tehničke, organizacijske itd.). U drugom slučaju, Gradska toplana ima već potrebnu dozvolu. Ukoliko je proizvođač Gradska toplana bez obzira na to što bi udio u potrebama bio manji od 60 %, proizvodnja toplinske energije iz energane smatrala bi se javnom uslugom, a u suprotnom tržišnom djelatnosti. Bolnica bi kao proizvođač morala sklopiti ugovore o korištenju distribucijske mreže i prodaji toplinske energije sa Gradskom toplanom.

Za poslove upravljanja (vođenja pogona) i održavanja, bolnica može angažirati Gradsku toplanu, iste obavljati putem vlastitog pogonskog osoblja ili pak trećih osoba.

8.7. MOGUĆNOSTI FINANCIRANJA PODUHVATA I EKONOMSKO – FINANCIJSKA ANALIZA

U nastavku se daje pregled mogućih izvora financiranja za obje varijante projekta, kao i ekonomsko-financijska analiza.

8.7.1. MOGUĆNOSTI NAMICANJA FINANCIJSKIH SREDSTAVA REALIZACIJE PODUHVATA

Republika Hrvatska je prepoznala važnost financijskih potpora javnog sektora za projekte zaštite okoliša, energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije osnivanjem posebnih programa, fondova i kreditnih linija namijenjenih projektima povećanja energetske učinkovitosti.

Tab. 8-7: Pregled dostupnih financijskih instrumenata EnU za pravne osobe

Financijski instrumenti	Institucije							
	HBOR	FZOEU	HAMAG BICRO	EIB	EBRD	WeBSEFF II	CroPSSF	GFG
Zajmovi	X	X		X	X	X	X	X
Jamstva	X			X	X			X
Bespovratna sredstva	X	X				X	X	X
Tehnička pomoć	X		x	X	X	X	X	X

Detaljan opis navedenih financijskih institucija, uvjeta i kriterija za ostvarivanje zajmova, jamstava bespovratnih sredstava i tehničke pomoći obrađen je u narednim poglavljima.

8.7.1.1. Hrvatska banka za obnovu i razvitak (HBOR)

Hrvatska banka za obnovu i razvitak (HBOR) osnovana je 12. lipnja 1992. godine donošenjem Zakona o Hrvatskoj kreditnoj banci za obnovu (HKBO) (NN 33/92). HBOR je razvojna i izvozna banka osnovana sa svrhom kreditiranja obnove i razvitka hrvatskog gospodarstva. Osnivač i 100%-tni vlasnik HBOR-a je Republika Hrvatska koja jamči za sve nastale obaveze.

HBOR je za potrebe financiranja projekata energetske učinkovitosti u zgradarstvu za poduzetnike ponudio po 1 program kreditiranja, 1 program izdavanja bankarskih garancija i 1 darovnicu odnosno program bespovratnih potpora:

1. Program kreditiranja projekata zaštite okoliša, energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije. Ovim programom koji je uspostavljen 2007. godine i namijenjen je investitorima iz privatnog i javnog sektora moguće je financirati ulaganja u osnovna sredstva koja ne uključuju izradu projektne dokumentacije.

Uvjeti kredita znatno su povoljniji od tržišnih te se za privatne poduzetnike smatraju oblikom državne potpore i podliježu odgovarajućim ograničenjima.

Tab. 8-8: Uvjeti kredita/zajma za EnU HBOR-a za pravne osobe

Kategorije	Uvjeti
Način kreditiranja	Izravno i putem poslovnih banaka
Visina kredita	Minimalna visina: 100.000 HRK, maksimalna visina nije određena
Udio kredita u investiciji	Do 75% ukupne investicije bez PDV-a
Poček	Moguć, do 3 godine
Rok otplate	Do 14 godina, uključujući poček
Kamatna stopa	Promjenjiva, 4% godišnje ili 3m EURIBOR + 2%

Izvor: HBOR, Dostupno na: <http://www.hbor.hr/Sec1406>

Dodatna pogodnost za investitore jest mogućnost ostvarivanja subvencije kamate od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost do iznosa od 2%.

2. Program izdavanja bankarskih garancija za projekte energetske učinkovitosti. HBOR omogućava privatnim investitorima ostvarivanje jamstva za projekte koji se financiraju putem kreditnih sredstava, a imaju za cilj unaprijediti učinkovitost korištenja energije u zgradama. Uvjeti izdavanja jamstava vidljivi su u nastavku.

Tab. 8-9: Uvjeti izdavanja jamstva za EnU HBOR-a za pravne osobe

Kategorije	Uvjeti
Iznos garancije	Do 50% vrijednosti kredita ili maksimalno 300.000 USD
Rok važnosti	10 godina
Posebni uvjeti	Razdoblje povrata investicije mora biti kraće od 10 godina

Izvor: HBOR, Dostupno na: <http://www.hbor.hr/Sec1601>

3. Darovnica uz kredit za projekte energetske učinkovitosti. Od 2012. godine HBOR u suradnji s Europskom investicijskom bankom (EIB) omogućava korištenje bespovratnih sredstava Darovnice iz Programa Europske komisije – *Energy Efficiency Finance Facility* (EEFF 2007).

Darovnica je ukupne vrijednosti 3,9 milijuna eura te se koristi za otpis glavnice kredita korisnika. Krediti su namijenjeni za financiranje osnovnih sredstava u okviru ulaganja koja pridonose uštedi energije i/ili smanjenju emisije CO₂, odnosno ulaganja kojima se povećava energetska učinkovitost objekata u zgradarstvu i industriji.

Sredstva Darovnice raspoloživa su nakon ispunjenja uvjeta uštede energije i/ili smanjenja ispuštanja CO₂ ili po uspješno završenoj investiciji. U sklopu Darovnice osigurana je i pomoć konzultanata čija je zadaća procijeniti i potvrditi postignute razine uštede energije i/ili smanjenja ispuštanja CO₂.

Tab. 8-10: Uvjeti darovnice uz kredit/zajam za EnU HBOR-a za pravne osobe

Kategorije	Uvjeti
Način kreditiranja	Izravno, sredstvima HBOR-a ili EIB-a i putem poslovnih banaka
Visina kredita	Od 40.000 EUR do 2.500.000 EUR
Udio kredita u investiciji	Do 90% ukupne investicije
Početak	Moguć
Rok otplate	Minimalno 4 godine
Kamatna stopa	Promjenjiva, ovisna o izvoru (HBOR, EIB)
Iznos darovnice	Otpis do 15% iznosa glavnice uz uvjet ostvarivanja 30% uštede energije

Izvor: HBOR, Dostupno na: <http://www.hbor.hr/darovnica-uz-kredit-za-projekte-energetske-ucinkov>

Model kreditiranja s otpisom glavnice pokazao se u praksi vrlo uspješnim, iz razloga što su investitori dodatno motivirani ostvariti zadane uštede, a tijekom provedbe projekta imaju i osiguranu stručnu podršku. Dodatna prednost je stalna otvorenost linije, odnosno nema vremenskog ograničenja u obliku natječaja, a sama evaluacija projektnih prijedloga traje znatno kraće od onih za sredstva strukturnih instrumenata EU.

O ulozi HBOR-a može se zaključiti sljedeće:

- a) Vladine najave reforme HBOR-a koje će tu instituciju fokusirati primarno i jedino (?) na potpore izvozu hrvatskih tvrtki otvara pitanje o njegovom daljem mjestu i ulozi u kontekstu projekata predviđenih 3. NaPEu. Zabrinutost pojačava činjenica da je spajanje dviju agencija HAMAG Invest-a i BICRA dovelo do problema s operativnom ulogom agencije koja se sada zove HAMAG BICRO u izdavanju jamstva ESCO tvrtkama koje se javljanju na natječaje za energetske obnovu javnih zgrada.
- b) Zbog pada kreditnog rejtinga RH na subinvesticijsku razinu, komercijalne banke u stranom vlasništvu smatraju neupotrebljivim bankovna jamstva koje izdaje HBOR i traže njihovu supstituciju nekim od jamstva koje izdaju nadordinirane europske razvojne banke ili specijalizirani risk sharing fondovi kao što je Risk Sharing Finance Facility (RSFF) ili sada i Risk Sharing Instrument (RSI) kojima upravlja EIB.

8.7.1.2. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU)

Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) osnovan je *Zakonom o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* (NN 107/03) sukladno odredbama članka 60. stavka 5. *Zakona o zaštiti okoliša* (NN 82/94 i 128/99) i članka 11. *Zakona o energiji* (NN 68/01), a započeo je s radom 1. siječnja 2004. godine. Fond je osnovan kao izvanproračunski fond u svojstvu pravne osobe i s javnim ovlastima utvrđenima *Zakonom o fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*. Cilj Fonda je sudjelovati svojim sredstvima u financiranju nacionalnih energetskih programa imajući u vidu postizanje energetske učinkovitosti, odnosno korištenja obnovljivih izvora energije.

Sredstva Fonda se dodjeljuju na temelju provedenog javnog natječaja sukladno odredbama *Zakona o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* (NN 154/08 i NN 18/09), Programu rada i financijskom planu Fonda (NN 183/04). Javni natječaj objavljuje se u Narodnim novinama, na web stranicama Fonda, te u javnim glasilima. Korisnici mogu biti jedinice lokalne i regionalne samouprave, državne ustanove, trgovačka društva i druge pravne osobe, obrtnici te fizičke osobe.

FZOEU nudi financijske instrumente koje mogu koristiti i fizičke osobe i pravne osobe (upravitelji zgrada i ESCO tvrtke).

Pravne osobe – ESCO tvrtke za projekte energetske učinkovitosti u sektoru zgradarstva mogu koristiti dva instrumenta Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i zaštitu okoliša:

1. Beskamatni zajam – Fond omogućava korištenje beskamatnog zajma za mjere poboljšanja energetskih karakteristika zgrada u privatnom vlasništvu pod uvjetom da se zadovolje tehnički kriteriji vezani uz očekivane uštede energije .

Tab. 8-11: Uvjeti kredita/zajma za EnU FZOEU za pravne osobe

Kategorije	Uvjeti
Način kreditiranja	Izravno
Visina kredita	Do 1,4 mil. HRK s PDV-om
Udio kredita u investiciji	Do 40% ukupne investicije
Početak	Do 2 godine
Rok otplate	Do 5 godina

Izvor: FZOEU,

2. Subvencija kamatne stope kredita – Fond subvencionira kredite poduzetnika za energetske obnovu zgrada do iznosa od 800.000 HRK bez uvjetovanja banke s kojom je ugovor o kreditiranju zaključen. Poduzetnik mora predložiti ovjereni plan otplate kredita i dokazati instrumente osiguranja kredita.

O ulozi Fonda se može zaključiti sljedeće :

- a) Uvjeti postojećih subvencija kreditnih linija FZOEU za potrebe ESCO tvrtki su ograničeni i nepovoljni za potrebe projekta dogradnje energane OB Karlovac u sljedećim elementima:
 - a. rok otplate za beskamatni zajam FZOEU je limitiran na 5 godina što je nedovoljno za projekt dogradnje OBK koje imaju maksimalni rok povrata investicije do 14 godina
 - b. udio vlastitih sredstava u financiranju projekta UEO beskamatnim kreditom FZOEU iznosi u najboljem slučaju 60% a moguće je i više od toga što je destimulativno za većinu ESCO tvrtki danas prisutnih na HR tržištu
 - c. trošak likvidnosti za potrebe obveza PDV-a nije moguće financirati ovom kreditnom linijom
- b) Fiskalna štednja i konsolidacija državnog proračuna koja se odvija na sve nižim razinama otvara pitanje vjerojatnog rebalansa budžeta za subvencije FZOEU zbog smanjenog fiskalnog kapaciteta

8.7.1.3. Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije - HAMAG-BICRO

Hrvatska agencija za malo gospodarstvo i investicije (HAMAG INVEST) i Poslovno-inovacijska agencija Republike Hrvatske (BICRO) ujedinile su se 8. svibnja 2014. u jedinstvenu agenciju naziva Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije - HAMAG-BICRO. Područja na kojima Agencija nudi pomoć vrlo su široka i to u rasponu od istraživanja i savjetovanja u području zaštite okoliša i očuvanja energije do inovacija, povećanja proizvodnje te promotivnih aktivnosti.

Jedina mjera kojima HAMAG-BICRO trenutno može pomoći malim i srednjim poduzetnicima iz kategorije ESCo tvrtki prilikom izvedbe projekata UEO je mjera tehničke pomoći kroz: konzultantske usluge. Agencija sufinancira (do 75%) konzultantske usluge koje obuhvaćaju izradu studija izvodljivosti i provođenje energetskih pregleda.

O ulozi HAMAG-BICRO-a može se zaključiti sljedeće:

1. Spajanjem dviju agencija došlo je do pomaka strateškog fokusa kojim su instrumenti ove institucije koncentrirani na gospodarske djelatnosti koje je sada teško povezati s projektima UEO poput revitalizacije i energetske obnove Donjeg grada.
2. Provedeno spajanje dviju agencija u HAMAG BICRO dovelo je do problema s operativnom ulogom agencije u izdavanju jamstva ESCO tvrtkama koje se javljanju na natječaje za energetske obnovu javnih zgrada.
3. Zbog pada kreditnog rejtinga RH na subinvesticijsku razinu, komercijalne banke u stranom vlasništvu smatraju neupotrebljivim bankovna jamstva koje izdaje HAMAG BICRO i traže njihovu suspcituciju nekim od jamstva koje izdaju nadordinirane europske razvojne banke ili

specijalizirani risk sharing fondovi kao što je Risk Sharing Finance Facility (RSFF) ili sada i Risk Sharing Instrument (RSI) kojima upravlja EIB

4. Fiskalna štednja i konsolidacija državnog proračuna koja se odvija na sve nižim razinama otvara pitanje vjerojatnog rebalansa budžeta za jamstva, potpore i subvencije HAMAG BICRA zbog smanjenog fiskalnog kapaciteta

8.7.1.4. Europska investicijska banka (EIB)

Europska investicijska banka je financijska institucija Europske unije specijalizirana za dugoročno financiranje projekata koji podupiru razvojnu politiku EU. Osnovana je Rimskim ugovorima 1958. godine i nalazi se u vlasništvu zemalja članica EU.

EIB ima za cilj financirati projekte koji doprinose ekonomskom napretku i smanjenju regionalnih razlika, a korisnici sredstava mogu biti iz javnog i privatnog sektora. Usluge koje pruža EIB za poduzetnike mogu se svrstati u četiri grupe:

1. Davanje zajmova – Banka u svom portfelju nudi direktne (iznad 50 milijuna eura) i indirektne zajmove (ispod 50 milijuna eura) putem partnerskih banaka u Hrvatskoj. EIB standardno financira do 50% investicije uz razdoblje otplate kredita od 15 do 25 godina za investicije u energetske učinkovitost;
2. Izdavanje jamstava na zajmove;
3. Financiranje projekata putem fondova i posebnih instrumenata – Banka upravlja posebnim fondovima poput Europskog investicijskog fonda (EIF), instrumentima Natural Capital Financing Facility (NCFF) i Private Financing for Energy Efficiency instrument (PF4EE) te inicijativama JEREMIE, JASMINE, JASPERS i JESSICA koji se uspostavljaju na nacionalnoj razini i omogućavaju kreditiranje projekata energetske učinkovitosti.
4. Tehnička pomoć u području korištenja raznih intelektualnih usluga – pravnih, projektantskih, razvojnih i tehnoloških.

Partneri EIB u Hrvatskoj su:

- 1) HBOR
- 2) Zagrebačka banka
- 3) Privredna banka Zagreb
- 4) Raiffeisenbank Austria
- 5) Hrvatska poštanska banka
- 6) Erste & Steiermärkische Bank
- 7) Unicredit Leasing
- 8) Raiffeisen Leasing

Svi navedeni partneri u svojoj ponudi imaju financijske usluge (kredite ili leasing usluge) koji su namijenjeni financiranju projekata energetske učinkovitosti u zgradarstvu putem subordinirane kreditne linije EIB.

8.7.1.5. Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD)

Europska banka za obnovu i razvoj osnovana je 1991. godine kao međunarodna financijska institucija za pomoć tranzicijskim zemljama pri prelasku na tržišnu ekonomiju i demokratsko uređenje. Sjedište banke je u Londonu, a nalazi se u vlasništvu 61 zemlje i dvije međunarodne institucije: EU i EIB. Investiranje se provodi u 29 zemalja Europe i Azije, među kojima je i Hrvatska. Korisnici sredstava primarno dolaze iz privatnog sektora ako nisu u mogućnosti pronaći odgovarajuće izvore financiranja na tržištu. EBRD također usko surađuje s regionalnim bankama pri financiranju projekata u javnom sektoru. EBRD standardno financira projekte na području energetske učinkovitosti i opskrbe energijom, industrijske proizvodnje, infrastrukture lokalne zajednice, turizma, telekomunikacija i transporta. Usluge koje EBRD pruža mogu se grupirati u sljedeće kategorije:

1. Davanje zajmova – Financiranje EBRD-a standardno se vrši putem zajmova u vrijednosti od 5-230 milijuna eura. Manje vrijedni projekti mogu se financirati posredno putem privatnih banaka ili posebnih razvojnih programa (CroPSSF i WeBSEFF). Razdoblje otplate zajma kreće se od jedne do 15 godina. EBRD prilagođava uvjete financiranja ovisno o stanju regije i sektora u kojem se odvija projekt. Udio sufinanciranja EBRD-a u projektu iznosi do 35%, ali može biti i veći, ovisno o vrsti projekta;
2. Izdavanje jamstava na zajmove;
3. Tehnička pomoć – EBRD putem svojeg BAS Programa (Business Advisory Services), a u suradnji s Ministarstvom poduzetništva i obrta omogućava malim i srednjim hrvatskim privatnim tvrtkama lakši pristup širokom spektru savjetodavnih usluga i to povezivanjem poduzeća s ovlaštenim poslovnim savjetnicima te u određenom postotku sufinanciranje takvih savjetodavnih usluga. Korisnici BAS programa su mala i srednja poduzeća u većinskom privatnom i hrvatskom vlasništvu. Subvencije za savjetodavne usluge u sektoru energetske učinkovitosti su varijabilne i njihova visina ovisi o tipu projekta, veličini tvrtke i sjedištu, a variraju od 25% do 75% iznosa savjetodavne usluge s tim da je maksimalan iznos definiran i ne može preći 10.000 eura.

Europska banka za obnovu i razvoj usko surađuje s regionalnim bankama pri financiranju projekata u sektoru energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije. Također, EBRD je za investitore iz privatnog sektora u uspostavio Uslugu financiranja održive energije (SEFF) koji uključuje dvije linije financiranja: WeBSEFF II i CroPSSF Zelena energija. Ovim instrumentima, osim povoljnih kreditnih linija moguće je ostvariti i bespovratna sredstva te besplatnu tehničku pomoć za pripremu projekta za korisnike iz javnog i privatnog sektora.

8.7.1.6. CroPSSF Zelena energija

CroPSSF je kreditna linija razvijena krajem 2010. godine u suradnji između Europske banke za obnovu i razvoj i Europske unije. Cilj ove kreditne linije je povećanje konkurentnosti hrvatskog malog i srednjeg poduzetništva na budućem zajedničkom tržištu EU i povećanje energetske učinkovitosti u raznim vidovima potrošnje, kao i povećanje korištenja obnovljivih izvora energije. Privatni poduzetnici (neovisno o veličini poduzeća) mogu se prijaviti za korištenje Usluge financiranja održive energije (SEFF) koja je namijenjena dugoročnom financiranju projekata energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije pod navedenim uvjetima.

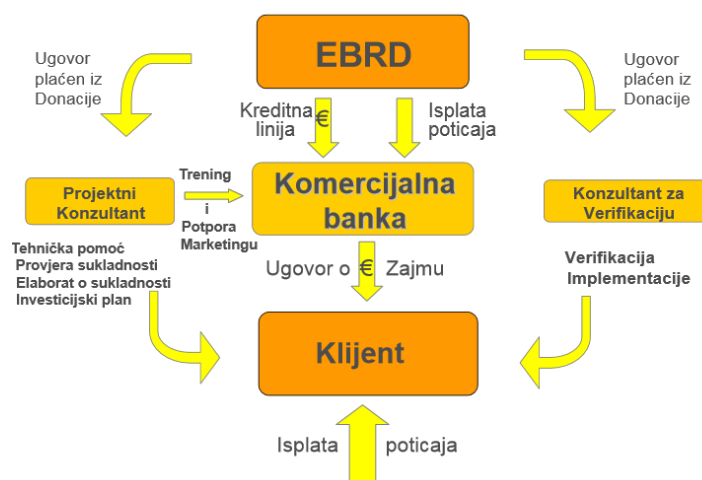
Tab. 8-12: Uvjeti kredita za projekte EnU iz CroPSSF linije EIB plasirani preko PBZ-a

Kategorije	Uvjeti
Način kreditiranja	Indirektno, putem partnerskih poslovnih banaka
Visina kredita	Do 5 milijuna eura
Udio kredita u investiciji	Do 100% ukupne investicije

Rok otplate	Ovisan o odluci partnerske poslovne banke
Kamatna stopa	Tržišna
Iznos bespovratnih sredstava	Otpis od 15-20% iznosa glavnice uz uvjet ostvarivanja 20-40% uštede energije

Izvor: CroPSSF, Dostupno na: <http://www.cropssf.hr/odrziva-energija.html>

Model provedbe projekta sličan je kao i u slučaju Darovnice iz Programa Europske komisije – Hrvatske banke za obnovu i razvitak. Svaka kreditna linija je podržana od strane opsežnog paketa tehničke pomoći koji pomaže zajmoprimcima kod pripreme kreditnih zahtjeva i animira lokalnu bankarsku instituciju za podupiranje mogućnosti ulaganja u projekt. Ova tehnička pomoć je besplatna od strane provedbenog tima, koji se sastoji od međunarodnih i domaćih stručnjaka, regrutiranih od strane EBRD-a i podržanih od strane donatora.



Sl. 8-5: Shema CroPSSF projekta

Izvor: CroPSSF, Dostupno na: http://www.cropssf.hr/pdf/cropssf_prezentacija.pdf

U Hrvatskoj se ova linija provodi u suradnji s Privrednom bankom Zagreb d.d. Bespovratna sredstva su ograničenog iznosa, stoga se ova linija može primijeniti na manji broj projekata.

8.7.1.7. Western Balkans Sustainable Energy Financing Facility II (WeBSEFF II)

Program financijske podrške projektima obnovljive energije za Zapadni Balkan II (WeBSEFF II) je dio Regionalnog Programa Energetske efikasnosti za Zapadni Balkan, zajedničke inicijative Investicijskog okvira za Zapadni Balkan (WBIF) i EBRD-a. Program je pokrenut 2013. godine, a namijenjen je kreditiranju projekata energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije. Linija povezuje dugoročno financiranje projekata i besplatnu tehničku pomoć investitorima, odnosno dvije ključne komponente tijekom razvoja projekata. Proračun fonda iznosi 75 milijuna eura, a otvoren je podjednako investitorima iz privatnog i javnog sektora. Europska unija podupire WeBSEFF II sa 11,5 milijuna eura bespovratnih sredstava koji su namijenjeni za tehničku, konzultantsku pomoć investitorima, ali i za projekte koji ostvare značajne uštede energije. Uvjeti kreditiranja i posebni zahtjevi navedeni su u nastavku.

Tab. 8-13: Uvjeti kredita za projekte EnU iz WeBSEFF II linije plasirani preko ZABE i ERSTEA

Kategorije	Uvjeti
Način kreditiranja	Indirektno, putem partnerskih poslovnih banaka
Visina kredita	Do 2,5 milijuna eura

Udio kredita u investiciji	Do 100% ukupne investicije
Rok otplate	Ovisan o odluci partnerske poslovne banke
Kamatna stopa	Tržišna
Iznos bespovratnih sredstava	Otpis od 15% iznosa glavnice uz uvjet ostvarivanja 30% uštede energije

Izvor: WeBSEFF II, Dostupno na: http://webseff.com/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=214&lang=en

Procjenu isplativosti ulaganja provode projektni konzultanti, a kreditiraju se samo dugoročno financijski održivi projekti. Uloga konzultanata svodi se na provjeru sukladnosti projekta sa zadanim kriterijima, procjenu potencijalnog smanjenja emisije CO₂, kao i pružanje savjetodavne pomoći. Domaće partnerske banke u Hrvatskoj putem kojih se provodi ovaj program su Zagrebačka banka d.d. i Erste&Steiermärkische Bank d.d.

8.7.1.8. Fond Green for Growth fond za jugoistočnu Europu (GGF)

Fond Green for Growth fond za jugoistočnu Europu (GGF) posvećen je unapređivanju energetske učinkovitosti i poticanju korištenja obnovljivih izvora energije u jugoistočnoj Europi – Albaniji, Bosni i Hercegovini, Hrvatskoj, Makedoniji, Kosovu, Crnoj Gori, Srbiji i Turskoj, kao i regiji istočne Europe koju čine Armenija, Azerbajdžan, Gruzija, Moldavija i Ukrajina. GGF financijskim institucijama osigurava refinanciranje za daljnje kreditiranje poduzeća i privatnih kućanstava koja žele financirati projekte energetske učinkovitosti. GGF također izravno ulaže u male i srednje velike projekte korištenja obnovljivih izvora energije. Kako bi se maksimalno iskoristio učinak ulaganja Fonda, kreditna linija GGF-a za tehničku potporu (TAF) domaćim financijskim institucijama i partnerima osigurava podršku u izgradnji kapaciteta. GGF je pokrenut kao javno-privatno partnerstvo u prosincu 2009. od strane njemačke razvojne banke KfW i Europske investicijske banke (EIB), uz financijsku potporu Europske komisije, njemačkog federalnog ministarstva za gospodarsku suradnju i razvoj (BMZ) i Europske banke za obnovu i razvoj (EBOR).

Fond Green for Growth fond za jugoistočnu Europu (GGF) odobrio je 2014. godine kredit od 20 milijuna eura Zagrebačkoj banci. Kreditna linija GGF-a koristit će se za financiranje projekata obnovljive energije i energetske učinkovitosti, pružajući podršku RH u ostvarivanju ciljeva EU-a glede smanjenja emisija CO₂ za 20% i uštede energije od 20% do 2020. godine. Cilj je kredita osigurati srednjoročno i dugoročno financiranje malih i srednjih poduzeća i korporativnih klijenata u područjima energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije.

8.7.2. EKONOMSKO-FINANCIJSKA ANALIZA TOPLINSKOG IZVORA ZA OB KARLOVAC

Za predstavljene varijante izračunat će se proizvodna cijena toplinske energije na temelju sljedećih podataka i pretpostavki:

- period promatranja projekta počinje nakon 2018. godine, kada iz upotrebe izlaze stari kotlovi KI i KII i ulaze novi ili se počinje koristiti nova kotlovnica na biomasu (peleti ili drvena sječka)
- period promatranja projekta je 21 godina, od čega je prva godina investiranja, a preostalih dvadeset godina je period eksploatacije projekta,
- cijena loživog ulja iznosi 6 000 kn/t,
- cijena peleta iznosi 1 216 kn/t,
- cijena drvene sječke iznosi 342 kn/t,
- diskontna stopa iznosi 10,50 %.
- period amortizacije iznosi 20 godina,

Investicijska ulaganja procijenjena su na temelju dostupnih ponuda proizvođača kotlova, te procijene ostalih troškova izgradnje kotlovnice na temelju iskustva konzultanta na sličnim projektima. Investicijski troškovi varijante sa LUEL-om uključuju samo zamjenu kotla KI kotlom iste snage (2,9 MW). Varijante sa peletima i drvnom sječkom uključuju izgradnju potpuno nove kotlovnice sa dva kotla snage 1 MW i 4 MW sa svom pripadajućom opremom i skladištem sirovine. Investicijska ulaganja u sve tri varijante postrojenja prikazana su u tab. 8-14.

Tab. 8-14: Investicijska ulaganja u revitalizaciju/izgradnju energane samo za potrebe OB Karlovac

	Jedinica	Varijanta LUEL	Varijanta peleti	Varijanta drvena sječka
Kotlovi	kn	444 147	2 277 165	2 277 165
Ostala oprema kotlovnice	kn	0	3 322 975	3 761 540
Ukupno	kn	444 147	5 600 140	6 038 706

Fiksni troškovi projekta uključuju:

- trošak održavanja,
- trošak osiguranja,
- trošak električne energije i
- ostale materijalne troškove.

U fiksnim troškovima nisu navedeni troškovi radne snage, obzirom da je pretpostavka da neće biti dodatnog zapošljavanja radnika u sustavu energetike OB Karlovac, već da će postojeći radnici nastaviti raditi u revitaliziranoj kotlovnici na LUEL ili novoj kotlovnici na biomasu. Iznosi pojedinih stavki fiksnih troškova za sve tri varijante prikazani su u tab. 8-15.

Tab. 8-15: Fiksni troškovi razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac

	Jedinica	Varijanta LUEL	Varijanta peleti	Varijanta drvena sječka
Trošak održavanja (% od investicije)	%	2,0	2,5	2,5
Trošak održavanja	kn	8 882,94	140 003,51	150 967,64
Trošak osiguranja (% od investicije)	%	0,5	0,5	0,5
Trošak osiguranja	kn	2 220,74	28 000,70	30 193,53
Trošak električne energije	kn	3 500,00	7 000,00	7 000,00
Ostali materijalni troškovi (% od troškova goriva)	%	1,0	3,0	3,0
Ostali materijalni troškovi	kn	39 274,44	60 581,97	26 259,75
Ukupno fiksni troškovi	kn	53 878,12	235 586,18	214 420,92

Varijabilni troškovi podrazumijevaju samo troškove goriva i njihov iznos za pojedine varijante prikazan je u tab. 8-16.

Tab. 8-16: Varijabilni troškovi razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac

	Jedinica	Varijanta LUEL	Varijanta peleti	Varijanta drvena sječka
Potrošnja goriva	t	654,57	1 660,69	2 559,43
Trošak goriva	kn	3 927 444,00	2 019 399,04	875 325,06

Obzirom da niti jedna varijanta ne uključuje ostvarivanje prihoda, projekti su rangirani obzirom na najnižu neto sadašnju vrijednost (NSV) troškova. Prilikom izračuna NSV troškova korištena je diskontna stopa od 10,5 %. Iznosi NSV troškova kroz period promatranja za sve analizirane varijante prikazane su u tab. 8-17. Vidljivo je da je troškovno najpovoljnija varijanta sa drvo sječkom. Stoga se varijanta izgradnje kotlovnice na drvenu sječku odabire kao troškovno najpovoljnija varijanta za pokrivanje toplinskih potreba za grijanje i pripremu PTV za OB Karlovac.

Tab. 8-17: NSV troškova razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac

	Jedinica	Varijanta LUEL	Varijanta peleti	Varijanta drvena sječka
Neto sadašnja vrijednost (NSV)	kn	-33 214 046,68	-24 160 718,25	-15 008 305,38

8.7.3. EKONOMSKO-FINANCIJSKA ANALIZA ISPORUKE DO 5 MW U CTS

8.7.3.1. Troškovi dogradnje energane i spojnog vrelovoda

Investicijska ulaganja uključuju dogradnju kotlovnice za drvenu sječku do potrebnog kapaciteta od 9 MW. Planiranih 4 MW (dva kotla) će se koristiti za potrebe OB Karlovac, a kapacitet kotlovnice će se proširiti još jednim kotlom snage 5 MW koji će isporučivati toplinsku energiju u CTS grada Karlovca. Investicija u dogradnju kapaciteta kotlovnice na drvenu sječku iznosi 6 038 751 kn. Pored dogradnje kotlovnice biti će potrebno izgraditi i priključni vrelovod od OB Karlovac do spoja na CTS. Investicija u spoji vrelovod iznosi 2 236 160 kn, a uključuje polaganja vrelovoda DN 250 u dužini od 820 m i uređivanje trase. Sumarni prikaz investicijskih ulaganja prikazuje tab. 8-18.

Tab. 8-18: Investicijska ulaganja u dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS

	Jedinica	Varijanta isporuka do 5 MW u CTS
Kotlovi	kn	2 097 403
Ostala oprema kotlovnice	kn	4 347 435
Spojni vrelovod	kn	2 368 160
Ukupno	kn	8 812 998

8.7.3.2. Troškovi goriva, održavanja, radne snage i ostali stalni troškovi

Fiksni troškovi projekta uključuju:

- trošak održavanja,
- trošak osiguranja,
- trošak električne energije i
- ostale materijalne troškove.

U fiksnim troškovima nisu navedeni troškovi radne snage, obzirom da je pretpostavka da neće biti dodatnog zapošljavanja radnika u sustavu energetike OB Karlovac, već da će postojeći radnici nastaviti raditi u revitaliziranoj kotlovnici na LUEL ili novoj kotlovnici na biomasu. Troškovi električne energije za pumpanje vrele vode do mjesta priključenja preuzima distributer toplinske energije (Gradska toplana d.o.o.) stoga oni nisu razmatrani u ovoj analizi, već se trošak električne energije odnosi samo na potrošnju električne energije unutar same kotlovnice. Iznosi pojedinih stavki fiksnih troškova za sve tri varijante prikazani su u Tab. 8-19.

Tab. 8-19: Fiksni troškovi za dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS

	Jedinica	Varijanta isporuka do 5 MW u CTS
Trošak održavanja (% od investcije)	%	2,5
Trošak održavanja	kn	220 324,94
Trošak osiguranja (% od investcije)	%	0,5
Trošak osiguranja	kn	44 064,99
Trošak električne energije	kn	7 000,00
Ostali materijalni troškovi (% od troškova goriva)	%	3,0
Ostali materijalni troškovi	kn	30 693,01
Ukupno fiksni troškovi	kn	302 082,93

Varijabilni troškovi podrazumijevaju samo troškove goriva i njihov iznos za pojedine varijante prikazan je u tab. 8-20.

Tab. 8-20: Varijabilni troškovi za dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS

	Jedinica	Varijanta isporuka do 5 MW u CTS
Potrošnja goriva	t	2 991,52
Trošak goriva	kn	1 023 100,28

Obzirom da varijanta sa isporukom toplinske energije u CTS ostvaruje i prihode, trošak amortizacije potrebno je uzeti u obzir prilikom izračuna osnovice poreza na dobit. Period amortizacije iznosi 20 godina. Iznos amortizacije iznosi 440 695 kn/god.

8.7.3.3. Proizvodna cijena toplinske energije

Proizvodna cijena toplinske energije izračuna je uz pretpostavku pokrivanja svih troškova projekta kroz period promatranja, drugim riječima NSV na kraju mora biti jednaka nuli. Diskontna stopa iznosi 10,50 %.

Proizvodna cijena toplinske energije koju bi distributer trebao plaćati OB Karlovac za isporučenu toplinu u CTS grada Karlovca iznosi 340,46 kn/MWh.

8.7.4. ISPLATIVOST REVITALIZACIJE/IZGRADNJE ENERGANJE

Uvidom u tab. 8-17 jasno je da je izgradnja energane na drvnu sječki najpovoljnije rješenje za toplinsku opskrbu OB Karlovac. Troškovi toplinske energije su više nego dvostruko niži u odnosu na referentno rješenje opskrbe LUEL-om.

8.7.5. ANALIZA ISPLATIVOSTI PRIKLJUČENJA ENERGANJE ZA ISPORUKU DO 5 MW TOPLINSKE SNAGE U MREŽU

Postojeća proizvodna cijena toplinske energije za CTS grada Karlovca iznosi 340 kn/MWh. Ponuđena cijena toplinske energije od strane energane OB Karlovac iznosi 340,46 kn/MWh. Navedena cijena je viša od postojeće proizvodne cijene iz Toplane Centar, stoga se može zaključiti da energana na drvnu sječku u OB Karlovac nije konkurentna Toplane Centar.

Ulaganje u dogradnju kapaciteta energane za isporuku u CTS nije opravdano jer je cijena topline iz takvog postrojenja viša od trenutne proizvodne cijene toplinske energije iz Toplane centar.

8.8. ANALIZA OSJETLJIVOSTI

Za varijantu opskrbe samo OB Karlovac toplinom nije provedena analiza osjetljivosti. Naime, varijanta sa energanom na drvenu sječku je toliko troškovno povoljnija od svih ostalih razmatranih rješenja da će uvijek biti troškovno najpovoljnija.

8.9. ZAKLJUČAK

Analizom izgradnje nove energane na biomasu za potrebe OB Karlovac utvrđeno je da je varijanta sa korištenjem drvne sječka za pokrivanje toplinskih potreba bolnice troškovno najpovoljnija varijanta. Pored troškova, prisutan je i problem dopreme i skladištenja biomase na lokaciji bolnice stoga je navedenu varijantu potrebno detaljno obraditi sa stajališta transporta i utjecaja na mikro-okoliš.

Utvrđeno je da je proizvodna cijena toplinske energije iz dograđene energane OB Karlovac cjenovno nekonkurentna postojećoj proizvodnoj cijeni toplinske energije iz Toplane Centar. Ako bi se proizvodna cijena iz Toplane Centar povećala za 10 % toplinska energija iz energane OB Karlovac bi postigla nižu cijenu i time bi postalo opravdano nabavljati toplinsku energiju iz OB Karlovac i plasirati ju u CTS.

Na posljeticu može se zaključiti kako izgradnja dodatnih kapaciteta u novoj energani OB Karlovac nije opravdana sa ekonomskog i tehničkog aspekta, te se ne preporuča ulaganje u veće kapacitete no što je to potrebno za opskrbu isključivo OB Karlovac.

9. PROCJENA RAZVOJA TOPLINSKOG KONZUMA

Temeljem prethodnih analiza procijenit će se toplinski konzum CTS-u grada Karlovca do 2025. godine.

U poglavlju 3, analizirana je mogućnost razvoja CTS-a u gradu Karlovcu. Ustanovljeno je da dva opskrba područja (OP-03 i OP-05) grada Karlovca, imaju najveći potencijal. Opskrbno područje OP-03 uključuje naselja: Drežnik/ Borlin/ Dubovac a OP-05: Novi centar/ Luščić Grabrik/ Rakovac. Te opskrbe zone nalaze u centru grada s većom koncentracijom izgrađenosti i to pretežno stambenih objekata. Pored toga opskrba zona OP-05 većim dijelom već ima centraliziranu opskrbu iz gradske toplane (Toplana Centar), te se taj postojeći sustav može iskoristiti kao osnova za daljnju centralizaciju energetske opskrbe grada Karlovca. Ostale zone zbog manje gustoće izgrađenosti, veće koncentracije planiranih industrijskih objekata (nije poznata vrsta industrije), kao i zbog svoje geografske izdvojenosti nisu pogodne za spajanje na centralni CTS grada Karlovca.

Povećanjem opskrbnog područja, današnji ukupni toplinski konzum od 65,00 MW porastao bi na 132,96 MW. Vrijednosti su iskazane u tablicama tab. 3-2 i tab. 3-3.

Tab. 9-1: *Postojeći i planirani ukupni toplinski konzum*

Energetska opskrba (izvor)	Toplinski konzum [MW]
Ukupni toplinski konzum grada Karlovca iz CTS-a (isporuka Toplana d.o.o.)	65,00 MW
Ukupni planirani toplinski konzum grada Karlovca priključen na CTS-a nove kogeneracijske elektrane	132,96 MW

Pri određivanju potencijala i veličine konzuma korišteni su Prostorni plan uređenja Grada Karlovca iz 2002. godine, s izmjenama i dopunama 2008. i 2011. godine i Generalni urbanistički plan iz 2007. godine (Glasnik Grada Karlovca br. 14/07), s izmjenama i dopunama GUP-a iz 2011. i 2014. godine. Međutim, u tim dokumentima nisu korišteni aktualni podaci iz popisa stanovništva iz 2011. Godine, već podaci iz popisa stanovništva 2001. godine.

Isti uzorak se pojavljuje i u Projekciji stanovništva Republike Hrvatske od 2010. do 2061., objavljenoj od strane Državnog zavoda za statistiku, 2011. godine. Problem se javlja iz razloga što se trend porasta ili smanjenja stanovništva ne može iščitati samo iz popisa 2001. godine. Naime, popis koji je prethodio tom popisu je popis iz 1991. godine, međutim nakon ratnih godina nastupila je promjena u broju i strukturi stanovništva te se on ne može iskoristiti za iščitavanje trenda porasta ili smanjenja stanovništva.

Rezultati popisa stanovništva iz 2011. godine nisu ohrabrujući, s obzirom da i u samom gradskom središtu dolazi do smanjenja broja stanovnika s 49 082 (popis stanovništva 2001.g.) na 46 833 (popis stanovništva 2011.g.), što predstavlja smanjenje broja stanovnika od 4,58%.

Tempo povećanja opskrbnog područja u ovisnosti je od podataka o padu ili porastu stanovništva u gradu Karlovcu. Kako bi mogli analizirati zahtjeve za toplinskim konzumom u sljedećih trideset godina analizirat će se mogući scenariji povećanja broja stanovnika. Nažalost, kako je ranije navedeno, od strane relevantnih izvora nije obuhvaćen popis stanovništva iz 2011.g. Iz tog razloga bilo je nužno korištenje pretpostavki o mogućem trendu porasta odnosno smanjenja stanovništva na području grada Karlovca.

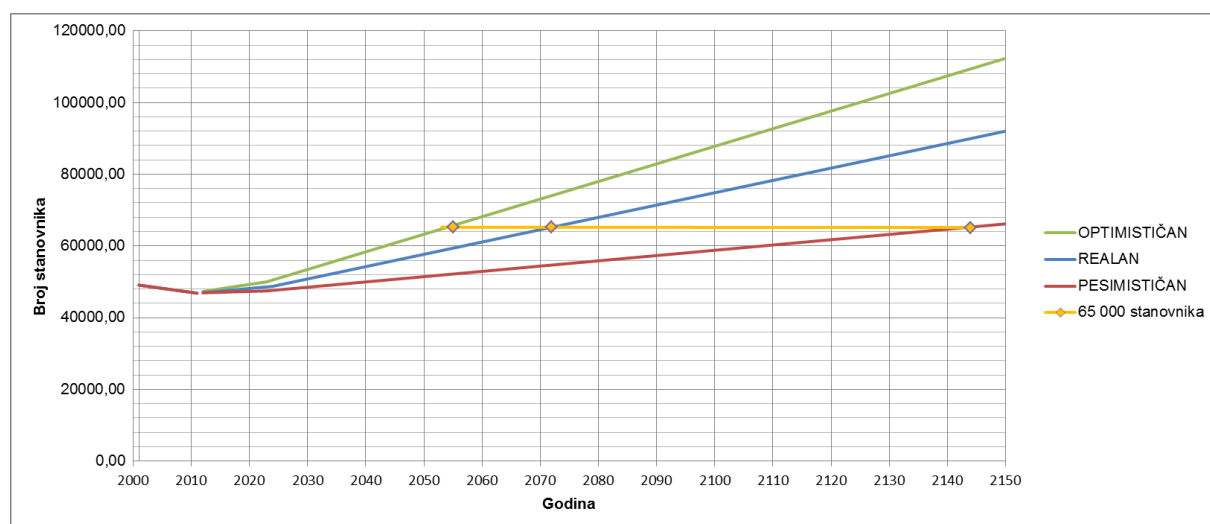
Trend u porastu stanovništva, na temelju podataka iz popisa stanovništva 2001. godine i 2011. godine za područje grada Karlovca je negativan, tj. u tom razdoblju broj stanovnika se smanjio za 2 249 osobe. Međutim, za pretpostaviti je da će se trend smanjenja broja stanovnika u urbanim sredinama postupno zaustaviti te promijeniti trend u pozitivan. Razlog tome se može

pronaći u konstantnoj migraciji stanovništva iz ruralnih područja u urbane sredine, prvenstveno iz potrebe za zapošljavanjem. U sadašnjem trenutku urbane sredine nude mnogo veću mogućnost i širi spektar zaposlenja nego što je to u ruralnim sredinama.

Predviđanja su iskazana u tri scenarija, koji se razlikuju u postotku porasta stanovništva. U Pesimističnom scenariju predviđen je godišnji porast od 0,1% tijekom sljedećih deset (10) godina tj. do 2025. godine, a zatim porast od 0,3%. Putem takovog scenarija predviđen maksimalni kapacitet napućenosti grada Karlovca od 65 000 – 70 000 stanovnika (sukladno *Prostornom planu uređenja Grada Karlovca iz 2002. godine, s izmjenama i dopunama 2008. i 2011. godine*) ostvario bi se 2 144 godine (65 140,6 stanovnika). U realnom scenariju do 2025. godine predviđen je godišnji porast stanovništva od 0,3% ili 147,25 stanovnika/godini, dok bi se nakon prvih deset godina stopa porasta povećala na 0,7%. Takovim tempom porasta stanovništva, 2 072 godine ostvario bi se maksimalni zadani kapacitet grada u iznosu od 65 238,8 stanovnika. Optimističan scenarij predviđa najveću godišnju stopu porasta stanovništva do 2025. Godine 0,5% (245,4 stanovnika/godini) a zatim 1% (490,8 stanovnika/godini). Optimističan scenarij 2 055 godine u gradu Karlovcu bi bilo 65 038,8 stanovnika. Sažeti rezultati predviđanja porasta stanovništva prikazani su u tablici tab. 9-2, dok je detaljan prikazan rezultata iskazan u prilogu Pril. 8, tab. p- 19. Ujedno rezultati su i grafički prikazani slikom sl. 9-1.

Tab. 9-2 : Broj stanovnika u gradu Karlovcu prema tri scenarija

Godina	Scenariji		
	Optimističan scenarij	Realan scenarij	Pesimističan scenarij
	Broj stanovnika		
2001		49 082	
2011		46 833	
2014	47 569	47 275	46 980
2025	50 514	49 091	47 618
2035	55 422	52 527	49 091
2045	60 331	55 962	50 563



Sl. 9-1: Scenariji porasta stanovništva u gradu Karlovcu

Rast broja stanovnika utjecat će na potrebu za izgradnju novog stambenog prostora. Možemo pretpostaviti da će se potreba za novim stambenim prostorom izvesti putem planske izgradnje višestambenih zgrada. U prethodnim analizama već su se koristili podaci o prosječnoj veličini stanova i broju stanovnika po stambenoj jedinici za područje grada Karlovca objavljeni od strane Državnog zavoda za statistiku temeljem popisa stanovništva 2011. godine. Sukladno tom

izvoru prosječan broj stanovnika po stanu u gradu Karlovcu iznosi 2,7. Uz podatak o prosječnoj kvadraturi stambene jedinice u višestambenoj zgradi od 60 m², dobivamo podatak o količini potrebnog stambenog prostora za namirivanje potreba porasta stanovništva. Pretpostavlja se da će se novoizgrađene stambene jedinice priključiti na CTS grada Karlovca. Potrebna toplinska energija za grijanje za novoizgrađene stambene jedinice izračunata je na temelju vrijednost potrebne toplinske energije po jedinici ploštine korisne površine zgrade dobivena na temelju faktora oblika za stambene zgrade (korištena je referentna zgrada od pet katova prethodno korištena u poglavlju 6.1, tip 1).

S obzirom da ćemo vrijednosti povećanja potrebe za toplinskom, s obzirom na porast stanovništva i povećanje količine grijanog prostora, umanjiti za vrijednost uštede u toplinskoj energiji s obzirom na primjene mjera energetske obnove zgrada izgrađenih prije 1987. godine, razmatrati ćemo karakteristične godine 2025., 2035. i 2045. Vrijednosti uštede toplinske energije primjenom mjera energetske obnove zgrada izgrađenih prije 1987. godine, prikazane su u poglavlju 5.2 u tablici tab. 5-7, a preuzete su vrijednosti uštede za realan scenarij.

Tab. 9-3: Porast godišnje potrebe za toplinskom energijom s obzirom na porast stanovnika i uštedom primjenom mjera energetske obnove

Godina	Realan scenarij	Porast broja stanovn.	Prosječan broj stanovn. po stanu	Broj stanova	Neto grijana površina	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade, Q _{H,nd} ¹⁾	Povećanje godišnje potrebne toplinske energije za grijanje s obzirom na porast broja stanovnika	Ušteda potrebne toplinske energije za grijanje primjenom mjera energetske obnove u realnom scenariju	Ukupno povećanje/smanjenje potrebna toplinska energija za grijanje	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje
	broj stanov.	broj stanov.	stanov. /stanu	kom	m ²	kWh/(m ² god)	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god
2014	47 274,74									64 730,85
2025	49 090,77	1 816,03	2,70	672,61	40 356,31	45,6	1 838,28	- 4 114,8	- 2 276,55	62 454,30
2035	52 526,51	5 251,77		1 945,10	116 706,09		5 316,10	- 10 445,3	- 5 129,24	59 601,61
2045	55 962,25	8 687,51		3 217,60	193 055,87		8 793,92	- 14 243,7	- 5 449,73	59 281,12

Zaključno se može ustvrditi da će se utjecaj primjene mjera energetske obnove znatno ublažiti u slučaju porasta stanovništva. S obzirom da porast broja stanovnika utječe i na povećanje stambenog fonda, za koji se pretpostavlja da će koristiti toplinsku energiju CTS-a grada Karlovca. Međusobnim utjecajem povećanja stambenog fonda i primjene mjera energetske obnove 2025. godine potreba za toplinskom energijom bi se umanjila za 3,52%, dok bi smanjenje naspram sadašnje potrošnje 2035. i 2045. godine bilo gotovo identično smanjenjem od 7,92% odnosno 8,42%.

Ovdje bi još jednom napomenuli da prognoze porasta stanovništva su plod pretpostavke temeljene na predviđenom porastu stanovništva u urbanim područjima ali nažalost za sada nisu potvrđene od strane relevantne institucije tj. Državnog zavoda za statistiku. Ukoliko do porasta stanovništva ne bi došlo, već bi se nastavio trend smanjivanja broja stanovnika, tada bi dominantnu ulogu u smanjenju potrebne količine toplinske energije za potrebe grijanja, imala primjena mjera energetske obnove.

10. ANALIZA LOKACIJA IZVORA TOPLINSKE ENERGIJE U CTS-U I IZBOR NAJPOVOLJNIJE KONSTELACIJE

Grad Karlovac je na temelju predmetne analize nekoliko lokacija donio odluku o prihvatljivoj lokaciji za novi centralni izvor toplinske energije i istu sproveo kroz prostorno-plansku dokumentaciju. Analiza je provedena za toplinski izvor koji bi u potpunosti supstituirao postojeći izvor u Ul. Tina Ujevića 7 i to u varijanti sa istovremenom proizvodnjom električne i toplinske energije (kogeneracija). U nastavku je dan pregled ranije provedene analize /L 9/.

Ukratko, na temelju značajki postojećeg i planiranog centraliziranog toplinskog sustava, analiziraju se tehnička rješenja centralnog izvora topline (postojeći izvori ili novi na novoj lokaciji) i predlaže optimalna opcija, definiraju se kriteriji za izbor lokacije s tehničko-tehnološkog, ekonomskog i ekološkog stajališta, određuju se potencijalne lokacije, provodi se analiza na temelju prethodno definiranih kriterija i rangiranje razmatranih lokacija.

10.1. PRIJEDLOG POTENCIJALNIH MIKROLOKACIJA, STATUS POTENCIJALNIH MIKROLOKACIJA U POSTOJEĆIM I NOVIM PROSTORNIM PLANOVIMA (PRIJEDLOG GUP-A) I PRIKAZ NA ODGOVARAJUĆIM KARTAMA

Lokacije su označene brojevima od 1 do 5. Od ukupno pet lokacija, njih četiri (4) sadržano je u stručnom rješenju Izmjena i dopuna Generalnog urbanističkog plana, dok je peta lokacija (oznaka 4) utvrđena naknadno. Njihov opis dan je u nastavku, a prostorni smještaj na sl. 10-1.

10.1.1. LOKACIJA 1

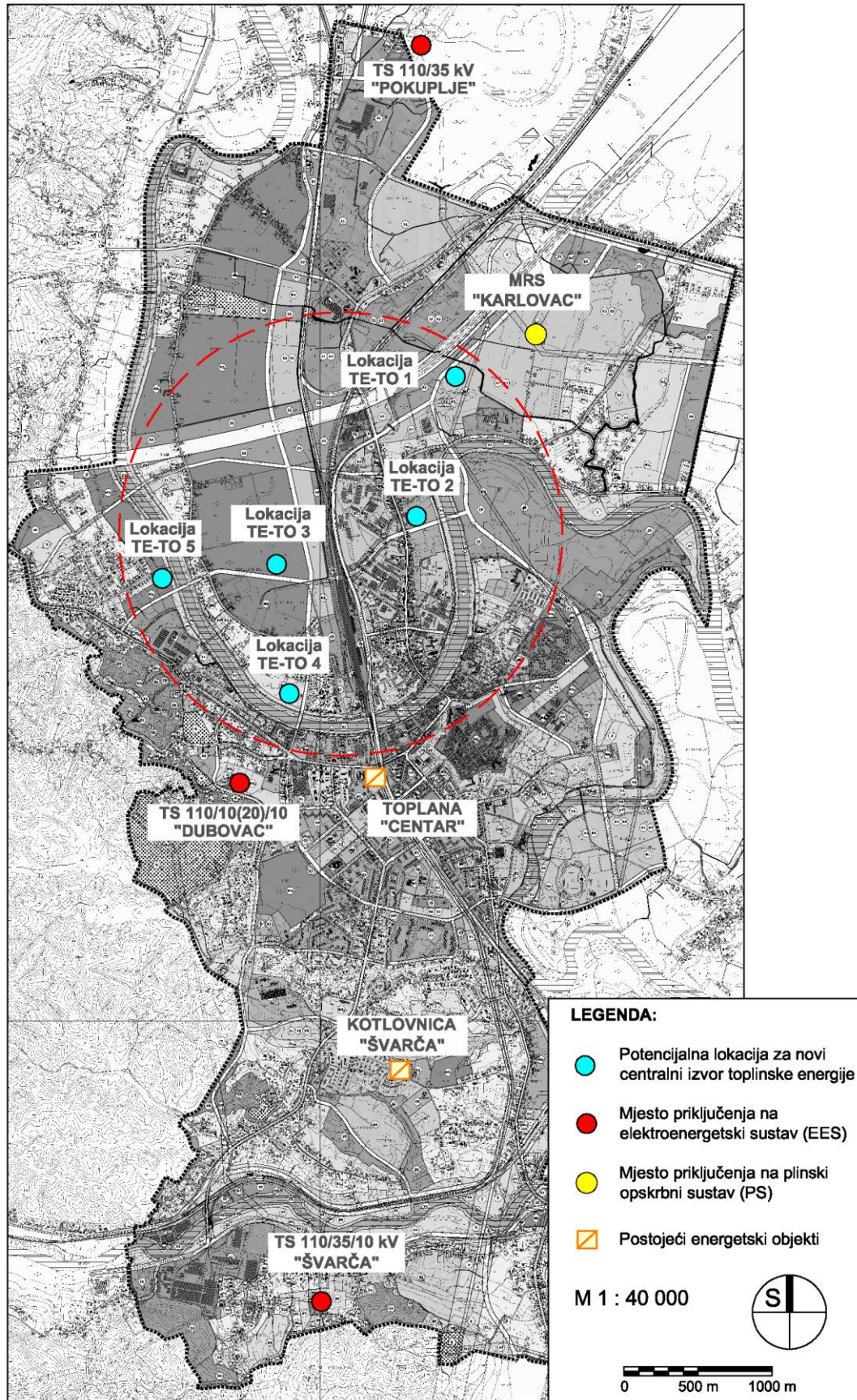
Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 1 nalazi se na području gradskog naselja Selce (sjeveroistočni dio Karlovca). Za izgradnju je na raspolaganju šire neizgrađeno područje površine cca 70 ha, omeđeno postojećim i planiranim prometnicama te rijekom Kupom, dok je u smjeru sjeveroistoka na raspolaganju veći prostor bez ograničenja. Uži prostor oko same lokacije presijecaju koridori sustava elektroopskrbe (dalekovodi). Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje gospodarske poslovne namjene (oznake K2 - pretežito poslovno-prodajna odnosno trgovačka namjena, i K3 - pretežito komunalno-uslužna odnosno servisna namjena).

10.1.2. LOKACIJA 2

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 2 nalazi se na području neizgrađenog dijela gradskog naselja Banija. Za izgradnju je na raspolaganju uže neizgrađeno područje površine cca 7 ha, omeđeno postojećim i planiranim prometnicama te rijekom Kupom, koje presijeca planirani prometni pravac (gradska prometnica) u smjeru istok-zapad, te ga dijeli praktički u dva izolirana područja približne površine 3 do 3,5 ha. Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje mješovite, pretežno poslovne namjene (oznaka M2₂).

10.1.3. LOKACIJA 3

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 3 nalazi se na području neizgrađenog dijela gradskog naselja Drežnik (Gospodsko oko). Za izgradnju je na raspolaganju šire neizgrađeno područje površine cca 50 ha, omeđeno postojećim i planiranim prometnicama. Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje mješovite, pretežno stambeno-javne namjene (oznaka M3₂).



Sl. 10-1: Osnovni objekti energetske opskrbe grada Karlovca i potencijalne lokacije novog centraliziranog izvora toplinske energije (izvor: L 9)

10.1.4. LOKACIJA 4

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 4 nalazi se na slobodnoj parceli na lijevoj obali Kupe unutar gradskog naselja Drežnik. Za izgradnju je na raspolaganju uže izolirano neizgrađeno područje površine cca 4,5 ha, omeđeno postojećom stambenom izgradnjom (obiteljske kuće) i rijekom Kupom, bez postojećih ili planiranih prometnica za povezivanje sa ostalim gradskim prostorom. Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje stambene namjene (oznaka S1_B - urbane vile).

10.1.5. LOKACIJA 5

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 5 nalazi se na području gradskog naselja Borlin uz pogone Karlovačke pivovare. Za izgradnju je na raspolaganju šire neizgrađeno područje izduženog oblika površine cca 13 ha, omeđeno planiranim prometnicama, rijekom Kupom, pogonom Karlovačke pivovare, te postojećom stambenom izgradnjom (obiteljske kuće). Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje mješovite, pretežno stambeno-javne namjene (oznaka M3₂).

10.2. ANALIZA LOKACIJA

Prilikom analize buduće lokacije izvora toplinske energiju za CTS pretpostavljeno je tehničko-tehnološko rješenje kogeneracijske elektrane na biomasu.

Potencijalne lokacije analiziraju se s tehničkog, ekonomskog i ekološkog stajališta pri čemu se kriteriji mogu podijeliti u tri grupe:

- **Tehničko-tehnološki aspekti:** Analizira se zadovoljenje tehničko-tehnoloških zahtjeva. Naglasak je na ekonomičnost izgradnje i/ili rada termoelektroenergetskog postrojenja. Daje se prednost karakteristikama prostora koje prvenstveno omogućavaju primjenu jednostavnijih, a time i ekonomičnijih tehničko-tehnoloških rješenja.
- **Sigurnost i prihvatljivost uže lokacije:** Analizira se zadovoljenje zahtjeva koji proizlaze iz mogućeg utjecaja rada termoelektroenergetskog postrojenja na bližu okolinu. Naglasak je na kontinuiranom utjecaju u redovnom pogonu. Pojedine karakteristike mogu uz objektivno prihvatljive utjecaje imati različit stupanj društvene prihvatljivosti s obzirom na objektivne i subjektivne promjene vrijednosti prostora (promjene namjene ili režima korištenja prostora). Ispunjenje zahtjeva zaštite okoliša posebno se dokazuje u budućoj dokumentaciji (Studija utjecaja na okoliš, itd.). Daje se prednost prirodnim karakteristikama koje osiguravaju niži stupanj osjetljivosti ili manje posljedice izazvane radom termoelektre, te postojećoj i planiranoj organizaciji prostora koja omogućava veću prihvatljivost. Uspoređuju se karakteristike prostora oko potencijalne lokacije na udaljenosti do cca 10 km.
- **Prihvatljivost šire lokacije:** Analizira se utjecaj rada termoelektre na širu okolinu. Naglasak je na analizi organizacije, te postojećoj i planiranoj namjeni i korištenju prostora, odnosno stupnju društvene prihvatljivosti s obzirom na objektivne i subjektivne promjene vrijednosti prostora. Daje se prednost postojećoj i planiranoj organizaciji prostora koja pretpostavlja manje konflikata i time veću društvenu prihvatljivost, k tome i prirodnim karakteristikama koje osiguravaju niži stupanj osjetljivosti ili manje posljedice izazvane radom termoelektroenergetskog postrojenja. Uspoređuju se karakteristike šireg prostora oko potencijalne lokacije u udaljenosti do cca 30 km.

S obzirom da se sve potencijalne lokacije nalaze međusobno u krugu od 3 km, međusobne razlike u mogućem utjecaju na širi prostor su gotovo zanemarive, pa su dakle sve potencijalne lokacije s ovog aspekta podjednako prihvatljive. Stoga se ovi kriteriji ne koriste u daljnjoj analizi (sl. 10-1).

Za svaku od potencijalnih lokacija i svaki od kriterija (koji su pobliže pojašnjeni u nastavku) provodi se izračun investicijskog troška, te mu se na osnovu toga dodjeljuju odgovarajući bodovi (u pravilu najpovoljnija lokacija boduje sa vrijednošću 10, a najmanje povoljna sa 0). U slučaju da za pojedini kriterij egzaktni izračun nije moguće provesti, rangiranje i bodovanje se izvodi na nivou ekspertne procjene. Važnost pojedinih kriterija (prioriteti) dodatno se vrednuje tzv. težinskim faktorima, koji mogu poprimiti vrijednost od 0 do 100. Na osnovu ukupno prikupljenih bodova uspostavlja se konačni poredak potencijalnih lokacija. Lokacija sa najviše prikupljenih bodova jest najpovoljnija lokacija za gradnju kogeneracijske elektrane na biomasu.

Gore opisana metodologija ponešto je pojednostavljena i u tom je opsegu primijenjena na analizu potencijalnih lokacija izgradnje termoelektroenergetskog postrojenja u gradu Karlovcu. Kao podloga je korišten Generalni urbanistički plan grada Karlovca (Pril. 3).

U pogledu zadovoljavanja tehničko-tehnoloških zahtjeva (ekonomičnost) lokacije se analiziraju s obzirom na:

- troškove transporta rashladne vode, električne energije, goriva i topline,

- prometnu pristupačnost

S obzirom na sigurnost i prihvatljivost uže lokacije analizira se:

- korištenje prostora
- vizualna izoliranost potencijalne lokacije
- gustoća naseljenosti
- blizina zaštićenih udjelovi prirode i zaštićenih nepokretnih kulturnih dobara
- pristup lokaciji infrastrukturnim koridorom

10.3. RANGIRANJE RAZMATRANIH LOKACIJA I IZBOR LOKACIJE

Ukupan broj bodova za svaku lokaciju jest suma bodova ostvarenih na osnovu svakog razmatranog kriterija. Pregledne tablice sa usporednim prikazom ukupno ostvarenih bodova dane su u nastavku. Ocjena za tehničko-tehnološku analizu je dodijeljena na način da trošak od 100 milijuna kuna donosi 0 bodova, a trošak od 0,00 kuna donosi 10 bodova (sve ostale vrijednosti izračunavaju se linearnom interpolacijom). Težinski faktor tehničko-tehnološke (ekonomske) analize je 20. U analiza prometne povezanosti (pristupačnosti) pojedinih lokacija unutar tehničko-tehnološke analize kvaliteta pojedine lokacije je definirana na nivou ekspertne ocjene te za nju vrijedi težinski faktor 3. U slijedećim tablicama prikazane sve lokacije s pripadajućim bodovima (vidi tab. 10-1 do tab. 10-5).

Tab. 10-1: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 1 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI KRITERIJ (EKONOMIČNOST)		
Vrsta troška	Trošak, kn	NAPOMENA
Sustav rashladne vode	5 979 600,00	
Priključenje na elektroenergetski sustav	15 370 000,00	
Sustav distribucije toplinske energije	58 447 550,00	
UKUPNO:	78.595.950,00	
OCJENA:	2,02	
BROJ BODOVA:	40,40	
Prometna povezanost (OCJENA)	9,00	
BROJ BODOVA:	27,0	
EKOLOŠKI KRITERIJ		
BROJ BODOVA	139	
UKUPNO:	206,40	

Tab. 10-2: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 2 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI KRITERIJ (EKONOMIČNOST)		
Vrsta troška	Trošak, kn	NAPOMENA
Sustav rashladne vode	5 979 600,00	
Priključenje na elektroenergetski sustav	11 370 000,00	
Sustav distribucije toplinske energije	32 299 496,00	
UKUPNO:	49 649 096,00	
OCJENA:	5,04	
BROJ BODOVA:	100,8	
Prometna povezanost (OCJENA)	8	
BROJ BODOVA:	24	
EKOLOŠKI KRITERIJ		
BROJ BODOVA	93	
UKUPNO:	217,8	

Tab. 10-3: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 3 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI KRITERIJ (EKONOMIČNOST)		
Vrsta troška	Trošak, kn	NAPOMENA
Sustav rashladne vode	5 979 600,00	
Priključenje na elektroenergetski sustav	10 300 000,00	
Sustav distribucije toplinske energije	26 338 603,00	
UKUPNO:	42 618 203,00	
OCJENA:	5,74	
BROJ BODOVA:	114,8	
Prometna povezanost (OCJENA)	5	
BROJ BODOVA:	15	
EKOLOŠKI KRITERIJ		
BROJ BODOVA	142	
UKUPNO:	271,8	

Tab. 10-4: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 4 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI KRITERIJ (EKONOMIČNOST)		
Vrsta troška	Trošak, kn	NAPOMENA
Sustav rashladne vode	10 645 500,00	
Priključenje na elektroenergetski sustav	7 300 000,00	
Sustav distribucije toplinske energije	21 607 364,00	
UKUPNO:	39 552 864,00	
OCJENA:	6,04	
BROJ BODOVA:	120,89	
Prometna povezanost (OCJENA)	1	
BROJ BODOVA:	3	
EKOLOŠKI KRITERIJ		
BROJ BODOVA	49	
UKUPNO:	172,89	

Tab. 10-5: Zbirna tablica vrednovanja lokacije 5 za kogeneracijsko postrojenje na biomasu TE-TO Karlovac

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI KRITERIJ (EKONOMIČNOST)		
Vrsta troška	Trošak, kn	NAPOMENA
Sustav rashladne vode	10 645 500,00	
Priključenje na elektroenergetski sustav	10 450 000,00	
Sustav distribucije toplinske energije	27 512 820,00	
UKUPNO:	48 608 320,00	
OCJENA:	5,14	
BROJ BODOVA:	102,8	
Prometna povezanost (OCJENA)	8	
BROJ BODOVA:	24	
EKOLOŠKI KRITERIJ		
BROJ BODOVA	98	
UKUPNO:	224,8	

Iz prethodnih tablica uočljivo je da su **najpovoljnije lokacije za kogeneracijsko postrojenje na biomasu, lokacije 3 i 5.**

11. PLAN RAZVOJA CTS-A GRADA KARLOVCA DO 2025. GODINE

11.1. PREGLED POSTOJEĆEG STANJA TOPLINSKE OPSKRBE

Toplinska opskrba područja grada Karlovca, koncipirana je kroz više samostalnih i zatvorenih toplinskih sustava (STS, ZTS) te jedan centralni toplinski sustav (CTS). Prema veličini sustava (instaliran učin proizvodnih jedinica, duljina distribucijske mreže i broj kupaca), najveći dio toplinske opskrbe odvija se kroz sljedeća tri toplinska sustava:

- Centralni toplinski sustav grada Karlovca (CTS Karlovac);
- Zatvoreni toplinski sustav Švarča (ZTS Švarča) i
- Zatvoreni toplinski sustav Mala Švarča (ZTS Mala Švarča).

Slično kao i u ostalim gradovima kontinentalnog dijela Hrvatske, osim toplinskim sustavima, ogrjevne potrebe grada pokrivaju se i putem pojedinačnih (sobnih) uređaja (peći i sl.) te etažnih sustava grijanja. Od ostalih većih toplinskih sustava u javnom sektoru, dan je pregled Opće bolnice Karlovac.

Trenutno u gradu Karlovcu postoji relativno razvijen centralizirani toplinski sustav (CTS) kojim upravlja gradsko poduzeće Gradska toplana d.o.o. Proizvodna postrojenja nalaze se u Toplani Centar u Ulici Tina Ujevića 7. Distribucijska mreža rasprostire se na području 5 gradskih četvrti (Banija, Grabrik, Luščić Jamadol, Novi Centar i Rakovac) gdje se u potpunosti ili djelomično pruža usluga grijanja prostora za kućanstva i poslovne korisnike. Navedeni CTS grada Karlovca nema mogućnost grijanja potrošne tople vode (PTV).

Pored CTS grada Karlovca, Gradska Toplana d.o.o. upravlja i zatvorenim toplinskim sustavom Švarča koji čini blok kotlovnica na adresi Baščinska cesta 41. Na navedenu blok kotlovnicu vrelvodima je spojeno 12 zgrada u gradskoj četvrti Švarča. ZTS Švarča nema mogućnost grijanja PTV-a, već se toplina isključivo koristi za potrebe grijanja prostora.

Industrijska zona Mala Švarča (bivši tvornički krug Jugoturbine) grije se zatvorenim toplinskim sustavom čiju osnovu čini toplana Mala Švarča i približno 1 km vrelvodne mreže. Toplana Mala Švarča u vlasništvu je tvrtke ENERGOREMONT d.d., poduzeća nastalog kao prateća djelatnost proizvodnji turbina, motora i pumpi u industrijskom bazenu bivše Jugoturbine (pravni slijednik poduzeća Jugoturbina-Održavanje i alatnica s.p.o., pod imenom ENERGOREMONT posluje od 1991. godine). Toplana je izgrađena u vrijeme postojanja tvornice Jugoturbine, prije više od 30 godina. Namjena toplane je bilo grijanje cijelog kruga bivše tvornice, danas poznato kao Južna industrijska zona. Raspodjelom imovine bivšeg pravnog subjekta Jugoturbine, toplana je pripala tvrtki ENERGOREMONT d.d. Postojeća toplana smještena je istočno od lokacije Alstom Hrvatska, i povezana je sa oko 600 metara vrelvoda sa toplinskom stanicom.

Pored toplinskih sustava u gradu Karlovcu, veliki potrošač toplinske energije je i Opća bolnica Karlovac. Bolnica se opskrbljuje toplinom iz vlastitih kotlovskih agregata. Oni su smješteni u kotlovnici koja je izgrađena u drugoj etapi izgradnje bolnice, 1971-73.g., kao zaseban objekt.

11.2. PRIJEDLOG USMJERAVANJA CENTRALIZIRANE TOPLINSKE OPSKRBE

Na temelju prostorno-planskih odrednica (područja predviđena za izgradnju, broj, tipologija i površina planiranih građevina), procjene toplinskih svojstava zgrada i klimatoloških značajki (vanjska temperatura zraka) procijenjene su potrebe za toplinskom energijom pojedinih dijelova grada i njihove urbanističke značajke najrelevantnije za toplinsku opskrbu. Definirani su mogući načini zadovoljavanja tih potreba i utvrđeni pripadajući troškovi. Temeljem usporedbe troškova toplinske opskrbe, definirana su područja grada pogodna za centraliziranu toplinsku opskrbu, opskrbu iz plinskog sustava odnosno individualnu opskrbu ostalim energentima, posebice obnovljivim izvorima energije.

Analizom dostupnih prostorno-planskih dokumenata, PPUG-a i GUP-a te detaljnih planova uređenja, utvrđena su tzv. opskrbna područja s pripadajućim uvjetnim kasetama za koje je izvršena analiza optimalne opskrbe toplinskom energijom (ogrijevana i rashladna energija, te energija za kuhanje i pripremu PTV-a), odnosno definirane su mogućnost priključenja pojedinih kaseti, odnosno cijelih opskrbnih područja na centralizirani toplinski opskrbni sustav (CTS).

Na osnovu utvrđenog plana korištenja prostora grada Karlovca definirane su karakteristike i količine potrebne toplinske (ogrijevne i rashladne) energije, te energije za kuhanje i pripremu potrošne tople vode (PTV) i to za svaku uvjetnu kasetu posebno, te za cijeli grad Karlovac u cjelini. Navedeni iznos konzuma određen je na osnovu metodologije definirane u poglavlju B.3 *Strategije razvoja sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj* (pojednostavljeni proračuni prema HRN EN 12831 i VDI 2078).

Imajući sve ove kriterije u vidu, a na osnovu analize provedene u *Strategiji razvoja toplinarstva u Republici Hrvatskoj*, utvrđeno je da samo opskrbne zone OP-03 i OP-05 zadovoljavaju osnovne kriterije za primjenu CTS-a. Naime, jedino se te dvije opskrbne zone nalaze u centru grada s većom koncentracijom izgrađenosti i to pretežno stambenih objekata. Pored toga opskrbna zona OP-05 većim dijelom već ima centraliziranu opskrbu iz gradske toplane (Toplana Centar), te se taj postojeći sustav može iskoristiti kao osnova za daljnju centralizaciju energetske opskrbe grada Karlovca.

Ostale zone zbog manje gustoće izgrađenosti, veće koncentracije planiranih industrijskih objekata (nije poznata vrsta industrije), kao i zbog svoje geografske izdvojenosti nisu pogodne za spajanje na centralni CTS grada Karlovca.

Razvoj energetske konzuma vezan je uz razvoj samog naselja, te je u izravnoj ovisnosti o izgradnji novih objekata. Od najvećeg značaja je dakako izgradnja većih stambenih i gospodarskih objekata, a pogotovo novih stambenih naselja. Izgradnju većih stambenih naselja redovito prati i izgradnja objekata javne i društvene namjene (škole, vrtići, kulturne i zdravstvene ustanove itd.). Gospodarske zone sa velikom koncentracijom poslovnih zgrada, proizvodnih hala, skladišnih prostora i trgovačkih centara predstavljaju veliki potencijal za razvoj CTS-a.

Stoga je obuhvat daljnje analize ograničen na dva opskrbna područja (OP-03 i OP-05) grada Karlovca, pri čemu potencijal budućih potrošača obuhvaća isključivo toplinske potrebe grijanja (priprema tople nije uključena). Potencijalnim budućim potrošačima topline iz CTS-a grada Karlovca (Gradska toplana d.o.o.) smatraju se potrošači u područjima koje su prema važećem GUP-u nalaze u zoni stanovanja (S), te mješovite (M), društvene (D) i gospodarske namjene (I).

Analizom su obuhvaćeni i novi i postojeći objekti, odnosno smatra se potrebnim sve objekte postojećeg sustava CTS-a sa postojećim toplanim prebaciti na novo kogeneracijsko postrojenje. Iz tog razloga, prognoza razvoja konzuma temelji se jednim djelom na postojećim objektima a drugim djelom na procjeni novoizgrađenog stambenog, poslovnog i ostalog grijanog prostora i to prema procjeni njihovog specifičnog vršnog toplinskog opterećenja.

Vrijednost trenutnog konzuma OP-05 određena je na osnovu proračunske metode definirane u poglavlju B.3 Strategije razvoja sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj. Vrijednost trenutnog konzuma na CTS priključenih građevina u gradskim četvrtima Banija i Rakovac (potez prema Zvijezdi), određena je kao razlika između od gradske toplane deklariranog toplinskog konzuma od 64 MW i izračunatog toplinskog konzuma u opskrbnom području OP-05 od 47,58 MW.

Tab. 11-1: Planirani ukupni konzum budućeg kogeneracijskog postrojenja

Energetska opskrba (izvor)	Planirani toplinski konzum [MW]
Ukupni planirani toplinski konzum grada Karlovca priključen na CTS-a nove kogeneracijske elektrane.	132,96 MW
Planirani toplinski konzum opskrbnog područja OP-05 (Novi centar/Lukšić/Grabnik/Rakovac)	76,75 MW
Planirani toplinski konzum opskrbnog područja OP-03 (Drežnik/Borlin/Dubovac)	39,79 MW
Trenutni konzum priključenih objekata (Banija i Rakovac –potez prema Zvijezda van opskrbnog područja OP-05)	16,42 MW

Planirani porast konzuma za 20 godišnje razdoblje za opskrbe zone OP-03 i OP-05 definiran je tablicom tab. 11-1, iz čega proizlazi ukupan potreban toplinski kapacitet budućeg kogeneracijskog postrojenja. Kogeneracijsko postrojenje mora imati takav kapacitet da toplinskom energijom opskrbi opskrbe zone OP-03 i OP-05, uvećane za toplinski konzum već priključenih potrošača na Baniji i Rakovcu (potez prema Zvijezdi) koji se nalaze van opskrbnih zone OP-05.

Buduće postrojenje služi za zadovoljenje dijela potreba toplinskih potrošača na području grada Karlovca, te za suproizvodnju električne energije. Predviđena je izgradnja novog postrojenja na drvenu biomasu baziranom na parno turbinskom ciklusu, nominalne toplinske snage od 21,4 MWt i nominalne neto električne snage 5,00 MWe.

Kogeneracijska energana na drvenu biomasu koristiti će kao gorivo isključivo drvenu sječku i okorak ili drvene cjepanice, nabavljenu prema ugovoru s Hrvatskim šumama ili od privatnih dobavljača biomase. Predviđa se potrošnja od oko 67.000 tona drvene sječke i okorka godišnje ili drvnih cjepanica. Cjelokupnu proizvedenu električnu energiju (umanjenu za vlastitu potrošnju energane), temeljem ugovora s Hrvatskim operatorom tržišta energijom (HROTE), će preuzeti HEP - Operator distribucijskog sustava. Kupac toplinske energije će biti tvrtka Gradska toplana d.o.o.

Na ovaj način bi se omogućila suproizvodnja električne i toplinske energije, te bi na osnovi iskoristivog mogućeg plasmana toplinske energije dobili visokoučinkovito energetska postrojenje s ukupnim godišnjim stupnjem djelovanja većim od 52%.

Proizvedena toplinska energija će se koristiti za ogrjevne i tehnološke potrebe potrošača u Gradu Karlovcu. BE-TO Karlovac će biti priključena na postojeću toplinsku mrežu Grada Karlovca kao glavni izvor toplinske energije upravo zbog svoje učinkovitosti, čime će i cijena toplinske energije za potrošače biti jeftinija od trenutačne.

CTS Grada Karlovca će kao bazni dobavljač toplinskom energijom opskrbljivati BE-TO Karlovac, dok će postojeća Gradska toplana opskrbljivati toplinskom energijom onaj dio toplinskog konzuma koji ne bude pokriven iz novog bloka BE-TO.

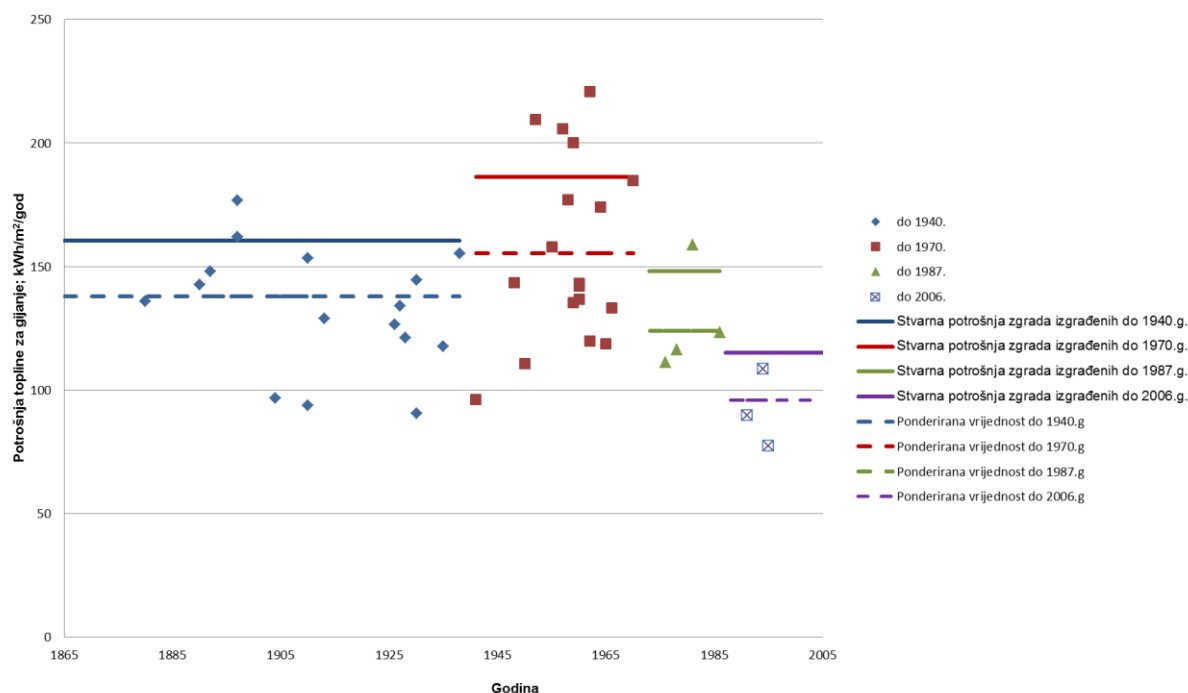
Kogeneracijska energana na drvenu biomasu će biti locirana na lokaciji postojeće tvornice plastičnih cijevi PIPELIFE, na lokaciji prostornim planom grada Karlovca predviđenom za gospodarsku namjenu dvostruke oznake – I (proizvodna namjena, i K (poslovna namjena).

11.3. PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZGRADA U CTS-U KARLOVCA

Vrijeme izgradnje zgrade, s obzirom na regulativu koja je tada bila važeća, uvelike utječe na potrošnja energije za grijanje. Iz arhive provedenih energetskih pregleda odabran je uzorak od četrdesetak zgrada koje lokacijom i karakterom potrošnje odgovaraju toplinskom konzumu grada Karlovca. S obzirom na promjene načina gradnje uvjetovanog i građevnim materijalima kao i stupanja na snagu tehničkih propisa koji utječu na toplinsku zaštitu razmatrani uzorak je podijeljen na četiri (4) karakteristična razdoblja gradnje (sl. 11-1):

- zgrade građene prije 1940. godine
- zgrade građene u razdoblju od 1940. do 1969. godine
- zgrade građene u razdoblju od 1970. do 1986. godine
- zgrade građene u razdoblju od 1987. do 2006. godine

Stvarna potrošnja topline za grijanje za odabrani uzorak zgrada za svako pojedino specifično razdoblje je prikazana putem ponderirane vrijednosti u ovisnosti o neto vrijednosti grijane površine.



Sl. 11-1: Utjecaj vremena izgradnje zgrade i potrošnje topline za grijanje

Isporučena toplinska energija u ogrjevnoj sezoni 2012./2013. iznosi 65 074,1 MW, dok u ogrjevnoj sezoni 2013./2014. isporučena toplinska energija iznosi 50 486,90 MW. Vrijednost isporučene toplinske energije u ogrjevnoj sezoni 2013./2014. je 28,5% manja naspram potrošnje toplinske energije u ogrjevnoj sezoni 2012./2013. S obzirom na klimatske uvjete za meteo postaju Karlovac, u ogrjevnim sezonama promatranog razdoblja u sezoni 2013./2014., zamijećena su veća odstupanja temperature vanjskog zraka od višegodišnjeg prosjeka (kategorija vrlo toplo) te se može zaključiti da je uzrok pada potrošnja toplinske energije uslijedio zbog vrlo tople ogrjevnog sezone. Gradska toplana d.o.o. je Hrvatskoj regulatornoj agenciji dostavila podatke o isporučenoj toplinskoj energiji za 2013. godinu u iznosu od 64 730,58 MWh. U daljnjim analizama ta je vrijednost korištena kao vrijednost postojeće stvarne potrošnje korisne topline za potrebe grijanja.

Tab. 11-2: *Potrošnja modelirane i korisne topline za grijanje po rajonima*

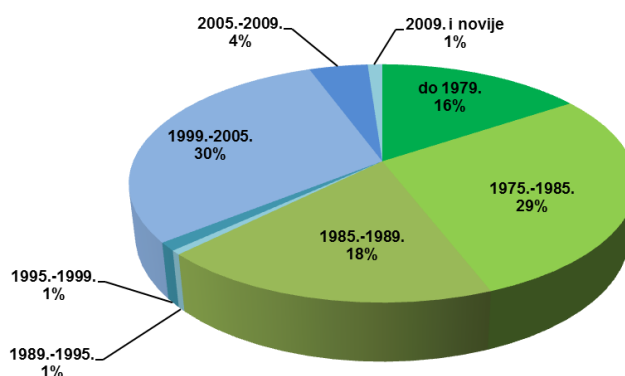
	Neto grijana površina	Toplinska energija za grijanje – modelirana potrošnja	Toplinska energija za grijanje – postojeće stvarno stanje
	m ²	MWh/god	MWh/god
RAJON 1 - BANIJA	52 254	6 325	7 186
RAJON 2 - RAKOVAC	73 320	8 783	9 804
RAJON 3 - NOVI CENTAR	23 989	3 323	3 858
RAJON 4 - LUŠČIĆ	107 059	12 435	13 732
RAJON 5 - GRABRIK	112 376	13 381	14 846
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	87 165	10 167	10 842
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2	29 341	3 669	4 464
UKUPNO	485 504	58 083	64 731

Tab. 11-3: *Prikaz vrijednosti modelirane i stvarne potrošnje korisne topline po jedinici površine*

	Potrošnja korisne topline po jedinici površine				
	kWh/m ² /god				
	DO 1940.	DO 1970.	DO 1987.	DO 2006.	OD 2006.
Razdoblje gradnje					
Stvarna potrošnja	160,5	186,3	148,2	115,1	97,7
Modelirana potrošnja	137,8	155,5	123,9	96,0	81,6
Razlika	16,50%	16,54%	16,42%	16,54%	16,48%

U tablici tab. 11-2 je prikazana vrijednost raspodijeljene potrošnje modelirane i stvarne korisne topline za grijanje po rajonima. Raspodjela je izvršena na temelju podataka o neto grijanim površinama i vremenima priključenja zgrada na CTS grada Karlovca tj. vremenu izgradnje zgrade što nadalje utječe na vrijednost potrebne toplinske energije za grijanje po jedinici neto grijane površine. Tablično je prikazana usporedba vrijednosti potrebne količine topline za grijanje po jedinici neto površine grijanog prostora prikazane dobivena putem modela i stvarne potrošnje (tab. 11-2). Ujedno su tablično prikazane i vrijednosti potrebne količine topline za grijanje po jedinici površine dobivene putem modela i stvarne potrošnje (tab. 11-3).

Iz podatka o vremenu gradnje i udjela u ukupnom fondu zgrada priključenih na CTS grada Karlovca, zaključuje se da ukupno 62,57% zgrada je izgrađeno prije 1989. godine, dok ih tek 37,43% podliježe nešto strožim propisima o toplinskoj zaštiti zgrada pri gradnji (sl. 11-2).

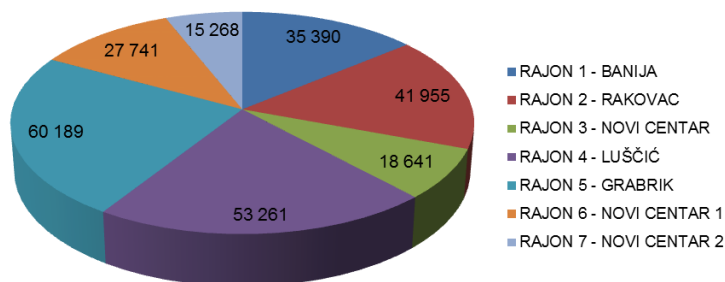
Sl. 11-2: *Raspodjela fonda zgrada s obzirom na godinu izgradnje*

11.4. PROCJENA UTJECAJA MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI OPSKRBE TOPLINSKOM ENERGIJOM NA RAZVOJ TOPLINSKOG KONZUMA CTS-A

Potencijal uštede energije za grijanje sveden na pojedine rajone može se uvelike razlikovati s obzirom da je potencijal direktno povezan s neto grijanom površinom u zgradama izgrađenim prije 1987. godine. Analizirajući rajone i mogućnosti primjene mjera s obzirom na vrijeme izgradnje, dobiveni su podaci o neto grijanoj površini zgrada izgrađenih prije 1987. godine po rajonu. Prikazani rezultati predstavljaju podatak o tome koja bi se neto grijana površine obnovila te s kojim udjelom u ukupnom fondu zgrada ako bi se mjere obnove primijenile na sve zgrade izgrađene prije 1987. godine. Udio površine pogodne za primjenu mjera prosječno iznosi 56%, a u rasponu je od 32% (Rajon 6 - Novi Centar 1) do 78% (Rajon 3 - Novi Centar) (tab. 11-4).

Tab. 11-4: Prikaz udjela neto korisne površine pogodne za primjenu mjera po rajonima

	Neto grijana površina - ukupno	Neto grijana površina - zgrada izgrađenih prije 1987. godine	Udio površine pogodne za primjenu mjera - po rajonu	Udio površine pogodne za primjenu mjera - od ukupne površine pogodne za primjenu mjera
	m ²	m ²	%	%
RAJON 1 - BANIJA	52 254	35 390	68%	14%
RAJON 2 - RAKOVAC	73 320	41 955	57%	17%
RAJON 3 - NOVI CENTAR	23 989	18 641	78%	7%
RAJON 4 - LUŠČIĆ	107 059	53 261	50%	21%
RAJON 5 - GRABRIK	112 376	60 189	54%	24%
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	87 165	27 741	32%	11%
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2	29 341	15 268	52%	6%
UKUPNO	485 504	252 445		100%



Sl. 11-3: Neto grijana površina, zgrada izgrađenih prije 1987. godine iskazana u m²

Kako bi se definirali mogući scenariji, obnove fonda zgrada priključenih na sustav CTS – a grada Karlovca, korišteni su podaci objavljeni u *Dugoročnoj strategiji nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske*, doneseni od strane vlade Republike Hrvatske u lipnju 2014. godine.

Dugoročnom strategijom nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu *DSNFZRH*) u poglavlju 5.1. *Procjena potrebnih ulaganja* definirana je potrebna dinamika obnove fonda zgrada sa svrhom ispunjenja zadanih ciljeva donesenih putem *Drugog Nacionalnog akcijskog plana energetske učinkovitosti Republike Hrvatske* i *Energetskog putokaza Europske unije do 2050. godine* (eng. Energy Roadmap 2050). Definirana dinamika obnove nije ravnomjerna kroz cijelo razdoblje promatranja te odvija se u nekoliko različitih faza. Vrijednosti postotka obnovljenih zgrada navedenih u *DSNFZRH* prikazane su u tablici tab. 5-3 u putem optimističnog scenarija. Postotak obnovljenih zgrada u realnom scenariju je umanjen za

0,5% naspram optimističnog scenarija dok pesimističan scenarij predstavlja polovicu predviđenog postotka obnovljenih zgrada u realnom scenariju.

Tab. 11-5: Definirana dinamika obnove zgrada

	Postotak obnovljenih zgrada	Godina					
		2015	2016	2017	2018-24	2025-39	2040-45
Optimističan scenarij	%	0,5	1,0	1,5	3,0	3,5	1,5
Realan scenarij	%	0,5	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0
Pesimističan scenarij	%	0,3	0,5	0,5	1,0	1,5	0,5

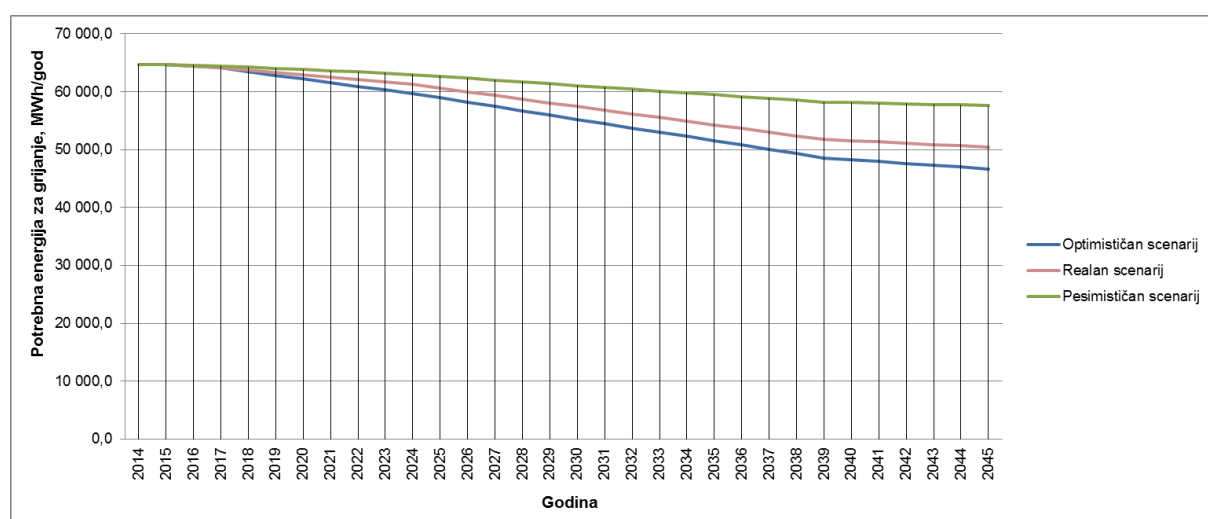
Za izračun pojedinog scenarija koristili su se podaci o potrebnoj energije za grijanje po rajonima te se ta vrijednost umanjivala za postotak obnovljenih zgrada u razdoblju od 2015. do 2045. godine. U sva tri scenarija obnovom su obuhvaćene samo zgrade izgrađene prije 1987. godine, kao zgrade s većim potencijalom uštede potrebne energije za grijanje.

Tab. 11-6: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a od 2015. do 2045. godine

Godina	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Jedinica	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god
Optimističan scenarij	64 730,9	64 625,3	62 198,6	58 927,9	55 235,1	51 542,3	48 271,5	46 688,9
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,16%	3,91%	8,96%	14,67%	20,37%	25,43%	27,87%
Realan scenarij	64 730,9	64 625,3	62 937,2	60 616,0	57 450,8	54 285,5	51 542,3	50 487,2
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,16%	2,77%	6,36%	11,25%	16,14%	20,37%	22,00%
Pesimističan scenarij	64 730,9	64 678,1	63 834,0	62 673,4	61 090,8	59 508,2	58 136,6	57 609,0
Postotak smanjenja potrošnje	0%	0,08%	1,39%	3,18%	5,62%	8,07%	10,19%	11,00%

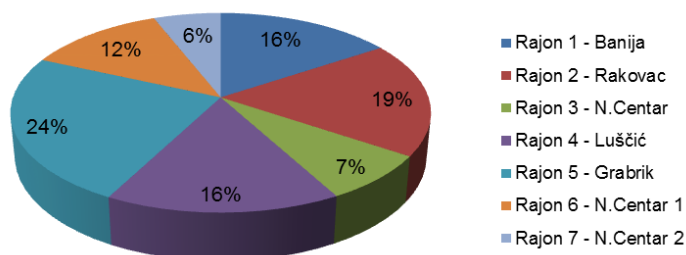
Razmatranjem tri moguća scenarija obnove zgrada dobiveni su rezultati smanjenja potrošnje toplinske energije iz CTS-a (tab. 11-6, sl. 11-4). Dobiveni rezultati, u tri razmatrana scenarija, se tek nakon 2025. godine počinju značajnije razlikovati. Tako 2025. godine postotak smanjenja potrošnje toplinske energije iznosi od 3,18% do 8,96% uz realnih 6,36%, dok bi 2035. godine smanjenja potrošnje toplinske energije iznosilo od 8,07% do 20,37% uz realnih 16,14%.

Sustavnom obnovom fonda zgrada izgrađenih prije 1987. godine u 2045. godini bi potrošnja toplinske energije bila bi smanjena od 11,00% do 27,87% uz realnih 22,00%.



Sl. 11-4: Smanjenje potrošnje toplinske energije iz CTS-a u periodu od 2015. do 2045. godine

Gore navedene vrijednost predstavljaju primjenu mjera na cijeli fond zgrada izgrađen prije 1987. godine, međutim potrebno je razmotriti i kako bi predviđeni scenariji utjecali na uštede po pojedinom rajonu. Udio uštede gledano po rajonima će biti isti u svim scenarijima, iz razloga što se isti postotak primjene mjera obnove koristio u svim rajonima a dobiveni rezultati su prikazani slikom sl. 11-5. S obzirom da je u tom slučaju važan podatak o količini neto grijane površine izgrađene prije 1987. godine na koju se i primjenjuju mjere, najveći potencijal uštede imaju rajoni Grabnik (24%), Rakovac (19%), Banija (16%) i Luščić (16%).



Sl. 11-5: Udio smanjenja potrošnje energije za grijanje od ukupnog iznosa uštede - po rajonima

11.5. ANALIZA MOGUĆNOSTI CENTRALIZIRANE OPSKRBE POTROŠNOM TOPLOM VODOM IZ TOPLANE

Ovisno o namjeni zgrade, u raznim priručnicima mogu se naći karakteristične veličine iskustvenih parametara za određivanje potrebne toplinske snage i energije za zagrijavanje PTV:

- za stambene objekte, ovisno o veličini objekta daje se podatak o potrošku PTV po stanovniku,
- za restorane i hotele daje se podatak o potrošku PTV po krevetu (stolu),
- za bolnice se daje podatak o potrošku PTV po krevetu,
- za praonice rublja daje se podatak po satu i 100 kg rublja, itd.

Za analizu priključka zgrada na centralni sustav pripreme PTV odabrane su dvije karakteristične stambene zgrade, različite geometrije, katnosti i broja stambenih jedinica, te javna zgrada Osnovne škole Grabrik i zgrada Općinskog suda u Karlovcu. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS) iz popisa stanovništva 2011. godine, broj članova u kućanstvu u gradu Karlovcu iznosi 2,7 člana po stambenoj jedinici. Karakteristične vrijednosti pojedine zgrade iskazane su tablično (tab. 11-7).

Tab. 11-7: Karakteristike promatranih zgrade i potrošnja PTV

Karakteristika zgrade i potrošnje PTV								
Vrsta zgrade - namjena	Neto grijana površina	Broj katova	Broj stanova	Prosječni broj korisnika po stambenoj jedinici (DZS)	Ukupni broj korisnika	Prosječna potrošnja (srednji zahtjevi)	Broj dana korištenja u mjesecu	Ukupna mjesečna potrošnja
Jedinica	m ²	-	-	osoba	osoba	l/dan/osobi	dan	l/mj
Stambena zgrada	2871	5	48	2,7	130	40	30	155520
Stambena zgrada	3581	10	60	2,7	162	40	30	194400
Javna - osnovna škola	5135	2	-	-	802	4,4	20	70576
Javna - općinski sud	6497	5	-	-	200	5	20	20000

Financijska analiza priključenja zgrade na centralnu pripremu PTV sagledana je s obzorom na referentni (postojeći) te promatrani scenarij. Referentni dio razmatra daljnje korištenje postojećeg sustava pripreme PTV pomoću električnih bojlera, sa pretpostavkom njihove zamjene u periodu od 20 godina.

11.5.1. STAMBENE ZGRADE

Za stambenu zgradu sa 48 stanova, ukupna investicija priključenja promatrane zgrade na centralni toplinski sustav pripreme PTV procijenjena je na 226 506,46 kn, odnosno 78,90 kn po m² korisne površine zgrade. Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova za stambenu zgradu od 48 stanova **u referentnom scenariju kroz razdoblje od 20 godina iznosi 926 036,91 kn.** Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova za stambenu zgradu od 48 stanova **u promatranom scenariju iznosi 747 178,08 kn. S aspekta potrošača, gledajući ukupne troškove kroz 20 godina povoljniji je scenarij sa priključenjem na CTS.**

Za stambenu zgradu sa 60 stanova, ukupna investicija priključenja promatrane zgrade na centralni toplinski sustav pripreme PTV procijenjena je na 298 301,30 kn, odnosno 83,20 kn po m² korisne površine zgrade. Za stambenu zgradu od 60 stanova **u referentnom scenariju ukupna neto sadašnja vrijednost troškova iznosi 1 175 058,31 kn.** Za stambenu zgradu od 60 stanova **neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova u promatranom scenariju iznosi 936 527,75 kn. S aspekta potrošača, gledajući ukupne troškove kroz 20 godina povoljniji je scenarij sa priključenjem na CTS.**

11.5.2. JAVNE ZGRADE

Za zgradu Osnovne škole Grabrik, ukupna investicija građevinskog dijela ugradnje cijevnog sustava i strojarškog dijela opreme iznosi 201 519,49 kn. Ukupna **neto sadašnja vrijednost troškova u referentnom scenariju iznosi 461 836,72 kn**. Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova **u promatranom scenariju za zgradu Osnovne škole Grabrik iznosi 662 032,60 kn u periodu od 20 godina**. **S aspekta potrošača, gledajući ukupne troškove kroz 20 godina povoljniji je scenarij sa korištenjem električnim bojlera.**

Za zgradu Općinskog suda u Karlovcu ukupna vrijednost investicije građevinskog dijela ugradnje cijevnog sustava i strojarškog dijela opreme iznosi 315 537,89 kn. Ukupna **neto sadašnja vrijednost troškova u referentnom scenariju iznosi 133 772,99 kn**. Za zgradu Općinskog suda **neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova iznosi 453 301,21 kn u periodu od 20 godina**. **S aspekta potrošača, gledajući ukupne troškove kroz 20 godina povoljniji je scenarij sa korištenjem električnim bojlera.**

11.5.3. ZAKLJUČAK

S obzirom na današnje razlike u cijeni energenata (električna energija nasuprot toplinskoj energiji iz prirodnog plina), priprema potrošne tople vode iz CTS-a za krajnjeg korisnika troškovno je povoljnija od korištenja električnih bojlera, barem kada je riječ o višestambenim zgradama.

Međutim, uvođenje sustava PTV-a u višestambene zgrade zahtjeva veće građevinske radove, te smanjeni komfor u vrijeme izvođenja radova (obustave pitke vode, buka, prašina). Realizacija u višestambenim zgradama iziskuje visok stupanj usuglašenosti sustanara u zgradi za donošenje zajedničke odluke, te visoku razinu financijske sposobnosti da se iz akumuliranih sredstava na računu zgrade (prikupljena sredstva pričuve) ili dodatnim zaduživanjem isti financira.

Nadalje, postoje i određene tehničke zapreke od strane pripreme ogrjevne tople vode u CTS-u. Postojeći izvori topline ne udovoljavaju, jer su prevelikog kapaciteta. Postoje tri izvora topline, od toga je jedan vrelovodni kotao nazivnog kapaciteta od 56 MW, dok dva manja vrelovodna kotla su pojedinačnog nazivnog kapaciteta od 29 MW.

Potreban kapacitet za potrebe pripreme ogrjevne tople vode iznosi približno 4,0 MW (3,976 MW), što je ispod rentabilnog korištenja postojećih izvora topline. Iz tog razloga preporuča se instaliranje niskotemperaturnog kotla nazivnog a kao gorivo u razmatranje se mogu uzeti prirodni plin, peleti i drvna sječka.

Također, niti postojeće cirkulacijske pumpe sustav CTS-a ne bi zadovoljile potrebe pripreme PTV-a. Postojećih šest (6) cirkulacijskih pumpi imaju pojedinačni kapacitet dobave od 500,4 m³/h. Za potrebe pripreme PTV-a te pri temperaturi dobave od 75°C i temperaturi povrata od 60°C, potreban kapacitet dobave iznosio bi 227,2 m³/h. Stoga bi bila potrebna ugradnja dvije (2) cirkulacijske pumpe, od čega jedna (1) radna i jedna (1) rezervna, zadovoljavajućih karakteristika s mogućnošću frekventnog reguliranja protoka.

Poznato je da i postojeći sustav CTS-a grada Karlovca tijekom predaje topline do krajnjih korisnika, zbog stanja vrelovodne mreže, ostvaruje i određene gubitke. Od isporučene 71 851 MW u 2013. godini krajnjim korisnicima je predano 64 731 MW, što predstavlja gubitak od 7 120 MW ili 9,91% od isporučene toplinske energije. Analizom postojećeg stanja vrelovodne mreže, izračunata je i vrijednost gubitaka toplinske energije tijekom ljetnih mjeseci kada bi CTS pripremao ogrjevnu toplu vodu samo za pripreme PTV-a. U tu svrhu koristili su se podaci o režimu dobave 75/60°C i 227,2 m³/h. Izračunat je gubitak toplinske energije vrelovodne mreže

po jednom metru te je tada izračunata vrijednost gubitka toplinske energije za cijelu toplinski mrežu od 22 142 m. Pri održavanju gore navedenog režima, izvan ogrjevne sezone gubitak u vrelovodu bi iznosio približno 4 MW (4 087 MW). S obzirom da bi za potrebe pripreme PTV-a krajnjim korisnicima bilo potrebno isporučiti 4 MW uz gubitak toplinske energije od 4 MW, u mrežu bi se trebalo isporučiti bi trebao isporučiti 8 MW. Gubici u vrelovodnoj mreži iznosili bi 50,69%.

Zaključno, uvođenjem sustava pripreme PTV-a u CTS-u grada Karlovca najveće financijsko opterećenje u procesu uvođenja snosili bi krajnji kupci. Uz dodatno financijsko opterećenje krajnjeg kupca, za tako veliki zahvat bila bi potrebna suglasnost suvlasnika.

S obzirom na kompleksnost samog uvođenja sustava centralne pripreme PTV-a u stambene zgrade potrebna je adekvatna priprema. Priprema bi trebala obuhvatiti anketiranje potencijalnih kupaca, izradu detaljnog plana izvođenja građevinskih i strojarskih zahvata, kao i detaljan plan financiranja.

Za pretpostaviti je da se određeni broj stambenih zgrada neće željeti uključiti u sustav pripreme PTV-a putem CTS-a. Sve to dovodi do još manjeg konzuma uz nužno zadržavanje istih polaznih parametara u sustavu CTS-a (temperaturni režim 75/60 °C) tj. još većeg udjela gubitka toplinske energije naspram potrebne isporučene količine toplinske energije.

S obzirom na sve gore navedeno, smatra se da je prelazak na centralni sustav pripreme PTV-a dosta komplicirano za sprovesti, zbog svih tehničkih zapreka te uz veliku neizvjesnost količine konzuma, stoga se u ovom trenutku ne preporuča uvođenje sustava centralizirane opskrbe potrošnom toplom vodom iz sustava CTS-a grada Karlovca.

11.6. OSVRT NA MOGUĆNOST RAZVOJA RASHLADNIH SUSTAVA TEMELJEM OPSKRBE TOPLINSKOM ENERGIJOM IZ CTS-A

Prednosti centralizirane opskrbe energijom, pa tako i rashladnom proizlaze iz spajanja više rashladnih potrošača sa različitim iznosima i oblicima rashladnog opterećenja u jedan jedinstveni sustav, čime se otvara mogućnost za bolje iskorištenje instaliranih rashladnih kapaciteta. U odnosu na potrošače sa konvencionalnim lokalnim rashladnim sustavima uobičajene izvedbe, koji najčešće koriste rashladne uređaje pogonjene električnom energijom, potrebe za električnom energijom i pripadajući troškovi potrošača priključenih na centralizirane rashladne sustave, bitno su manji. Kako je smanjenje potrošnje električnom energije, direktno povezano sa smanjenjem potrošnje goriva i emisije onečišćujućih tvari u okoliš, razvoj centraliziranih rashladnih sustava od velikog je značaja i za širu društvenu zajednicu.

Najčešće primjenjivane tehnologije hlađenja u centraliziranim rashladnim sustavima danas jesu one koje koriste:

- kompresorski i
- apsorpcijski rashladni proces.

Od ostalih tehnologija primjenjuju se i adsorpcijski rashladni procesi, te korištenje rashladne energije dubinskih voda i okolišnog zraka.

Centralizirani rashladni sustavi nerijetko se integriraju unutar postojećih centraliziranih sustava opskrbe toplinom i kogeneracijskih postrojenja. Centralizirani toplinski sustavi koji koriste neki vid otpadne topline i raspolažu viškom toplinskih kapaciteta tijekom rashladne sezone, posebno su pogodni za integraciju centraliziranih rashladnih sustava, uz korištenje tehnologije apsorpcijskog hlađenja.

S obzirom na razvijenost centraliziranih toplinskih sustava u Hrvatskoj, potencijalna područja za razvoj centraliziranih rashladnih sustava integriranih unutar postojećih centraliziranih toplinskih sustava, nalaze se u većim urbanim sredinama sjevernog dijela Hrvatske. Primjeri takvih gradova jesu Zagreb i Osijek.

Za pogon apsorpcijskih rashladnih uređaja potrebna je vrela voda ili para, čiji parametri u ovisnosti o izvedbi (stupnju) i proizvođaču iznose, kako je već navedeno:

- za jednostupanjske, vrela voda 90 do 130 °C ili suhozasićena para tlaka od 1 do 2,5 bara
- za dvostupanjske, vrela voda 170 do 190 °C, ili suhozasićena para tlaka od 6 do 9,5 bara.

Unutar navedenih raspona, apsorpcijski rashladni uređaji mogu se koristiti bez većih posljedica po rashladni učin i rashladni odnos. S obzirom da je u CTS-u grada Karlovca nazivni temperaturni režim vrelovodne mreže 120/70 °C, koji danas tijekom ogrjevnog sezone ne prelazi 105 °C, upitna je mogućnost održavanja mreže na u ljetnom režimu rada na nivo od barem 90 °C što predstavlja osnovni uvjet za ekonomično korištenje jednostupanjskih apsorpcijskih uređaja.

Ujedno, s obzirom da CTS grada Karlovca postojeći konzum ne snabdijeva sa potrošnom toplom vodom (u daljnjem tekstu: PTV), on ne proizvodi niti distribuira vrelu vodu izvan sezone grijanja.

Kada bi se i prevladali navedeni tehnički problemi s distribucijom vrela vode i radom sustava izvan sezone grijanja, kao sljedeća prepreka uvođenju sustava centraliziranog sustava hlađenja nameće se dodatna investicija koju bi korisnici CTS-a morali prihvatiti u vidu izmjene ogrjevnih

tijela. Naime, korisnici sustava CTS-a trenutno, u većini slučajeva, imaju instalirana ogrjevna tijela u obliku radijatora koji ne bi mogli poslužiti tijekom sezone hlađenja već bi se morala instalirati nova tijela s mogućnošću i grijanja i hlađenja kao što su ventilokonvektori.

Zaključno, s obzirom na sve gore navedene činjenice, smatra se da uvođenje sustava centraliziranog rashladnog sustava u grad Karlovac danas nije izvedivo.

11.7. ANALIZA DOGRADNJE ENERGANJE OPĆE BOLNICE KARLOVAC I PRIKLJUČENJA NA CTS KARLOVCA

Kratka tehno-ekonomska usporedba mogućih koncepcija opskrbe Opće bolnice Karlovac toplinskom energijom provedena je za sljedeće varijante:

- varijanta pokrivanja toplinskog konzuma samo Opće bolnice i
- varijanta pokrivanja toplinskog konzuma Opće bolnice i isporuka do 5 MW toplinske snage u vrelovodnu mrežu CTS-a

Za svaku od varijanti analizirat će se izvori toplinske energije (vodene pare, vrele vode) varijantno s korištenjem loživog ulja, peleta i drvne sječke te odrediti optimalno rješenje i proizvodna cijena toplinske energije.

11.7.1. VARIJANTA POKRIVANJA TOPLINSKOG KONZUMA SAMO OPĆE BOLNICE

Analizirane su tri varijante pokrivanja toplinskog konzuma Opće bolnice:

- postojeće stanje (korištenje loživog ulja);
- izgradnja kotlovnice na pelete i
- izgradnja kotlovnice na drvenu sječku.

Zbog starosti kotlova i stupanja na snagu novih propisa o zaštiti okoliša 1.1.2018. (novi GVE) potrebno je izvršiti određene zahvate u postojećoj kotlovnici.

Vrijednosti GVE neće biti moguće zadovoljiti korištenjem LUL-II. Stoga će svi kotlovi koji koriste LUL-II morati preći na LUEL do kraja 2017. godine. Obzirom da ugrađeni plamenici na kotlovima I i II omogućavaju korištenje i LUL-II i LUEL nisu potrebni investicijski zahvati u vidu zamjene plamenika. Dovoljno će biti samo preći na LUEL.

Varijanta izgradnje kotlovnice na pelete uključuje izgradnju nove kotlovnice neposrednu uz postojeću kotlovnicu. Vršno projektno opterećenje iznosi 3 MW za ogrjevni konzum. Kada se na navedeno doda potreba za pripremu PTV-a, gubici u sustavu razvoda i rezerva u toplinskom učinku kotlova, potrebna snaga nove kotlovnice iznosi 4 MW. Obzirom da nema razlike u koncepciji između kotlovnice na pelete i one na drvenu sječku, potpuno je jednaka maseno-energetska bilanca do isporučene topline, stoga su u nastavku poglavlja paralelno obrađuju obadvije koncepcije korištenje biomase (peleti i drvena sječka). Pri tome se slova P odnose na kotlovnicu na pelete, a B na kotlovnicu na drvenu sječku.

Predviđena su dva kotla na pelete (drvenu sječku) različitih snaga radi boljeg optimiranja rada kotlova na nižim opterećenjima:

- kotao PI (BI) snage 1 MW i
- kotao PII (BII) snage 3 MW.

Investicijska ulaganja procijenjena su na temelju dostupnih ponuda proizvođača kotlova, te procijene ostalih troškova izgradnje kotlovnice na temelju iskustva konzultanta na sličnim projektima. Investicijski troškovi varijante sa LUEL-om uključuju samo zamjenu kotla KI kotlom iste snage (2,9 MW). Varijante sa peletima i drvnom sječkom uključuju izgradnju potpuno nove kotlovnice sa dva kotla snage 1 MW i 4 MW sa svom pripadajućom opremom i skladištem sirovine. Investicijska ulaganja u sve tri varijante postrojenja prikazana su u tab. 11-8.

Tab. 11-8: Investicijska ulaganja u revitalizaciju/izgradnju energane samo za potrebe OB Karlovac

	Jedinica	Varijanta LUEL	Varijanta peleti	Varijanta drvena sječka
Kotlovi	kn	444 147	2 277 165	2 277 165
Ostala oprema kotlovnice	kn	0	3 322 975	3 761 540
Ukupno	kn	444 147	5 600 140	6 038 706

U fiksnim troškovima nisu navedeni troškovi radne snage, obzirom da je pretpostavka da neće biti dodatnog zapošljavanja radnika u sustavu energetike OB Karlovac, već da će postojeći radnici nastaviti raditi u revitaliziranoj kotlovnici na LUEL ili novoj kotlovnici na biomasu.

Tab. 11-9: NSV troškova razmatranih varijanti samo za potrebe OB Karlovac

	Jedinica	Varijanta LUEL	Varijanta peleti	Varijanta drvena sječka
Neto sadašnja vrijednost (NSV)	kn	-33 214 046,68	-24 160 718,25	-15 008 305,38

Obzirom da niti jedna varijanta ne uključuje ostvarivanje prihoda, projekti su rangirani obzirom na najnižu neto sadašnju vrijednost (NSV) troškova. Prilikom izračuna NSV troškova korištena je diskontna stopa od 10,5 %. Iznosi NSV troškova kroz period promatranja za sve analizirane varijante prikazane su u tab. 11-9. Vidljivo je da je troškovno najpovoljnija varijanta sa drveno sječkom. Stoga se varijanta izgradnje kotlovnice na drvenu sječku odabire kao troškovno najpovoljnija varijanta za pokrivanje toplinskih potreba za grijanje i pripremu PTV za OB Karlovac. Uvidom jasno je da je izgradnja energane na drvenu sječku najpovoljnije rješenje za toplinsku opskrbu OB Karlovac. Troškovi toplinske energije su više nego dvostruko niži u odnosu na referentno rješenje opskrbe LUEL-om.

11.7.2. VARIJANTA POKRIVANJA TOPLINSKOG KONZUMA OPĆE BOLNICE I ISPORUKA DO 5 MW TOPLINSKE SNAGE U VRELOVODNU MREŽU CTS-A

Sve analize i proračuni napravljeni za varijantu pokrivanja samo toplinskog konzuma OB Karlovac ostaju nepromijenjeni i o ovoj varijanti. Razlika je što se u ovoj varijanti dodaje još jedan toplovodni kotao snage 5 MW koji će isporučivati toplinsku energiju isključivo u CTS grada Karlovca. Neće se ponavljati rezultati već provedene analize već će se varijanta isporuke do 5 MW u vrelovodnu mrežu CTS-a razmatrati zasebno.

Za određivanje optimalnog mjesta priključenja bolničke energane na CTS grada Karlovca potrebno je izvršiti detaljne hidrauličke proračune vrelovoda. U tu svrhu koristio se računalni sustav STANET u kojem je izrađen matematički model hidrauličke mreže CTS-a grada Karlovca. Model mreže je rađen na temelju podloga dobivenih od grada Karlovca. Podloge se sastoje od plana mreže s ucrtanim šahtovima i toplinskim stanicama te dionicama i njihovim nazivnim promjerima. Uz grafički prikaz mreže koristile su se baze podataka o konzumima toplinskih stanica, duljinama cjevovoda također dobivenih od grada Karlovca.

Razmatrane su varijante trasa priključnog vrelovoda. Varijanta 1 ide po trasi nove prometnice koja je planirana uz bolnicu. Na postojeći CTS se spaja u Ulici A.G. Matoša kod k.br 45. Alternativna varijanta priključnog vrelovoda ide po ulici Andrije Štampara do državne ceste D3 i na postojeći CTS se spaja na križanju sa ulicom Andrije Hebranga.

Dimenzije priključnog vrelovoda (nazivni otvor) optimirana je prema očekivanoj veličini maksimalne toplinske snage od 5 MW koju će nova energana OB Karlovac isporučivati u CTS. Kao optimalna trasa odabrana je Trasa 1 jer ide po trasi buduće prometnice, što znači da ju je moguće položiti bez rekonstruiranja prometnice. Nadalje, trasa je 220 kraća od trase 2, što dodatno snižava troškove izgradnje. Hidraulički proračun proveden je za priključni vrelovod u varijanti 1 sa kontrolom utjecaja na vrelovodnu mrežu grada.

Investicijska ulaganja uključuju dogradnju kotlovnice za drvenu sječku do potrebnog kapaciteta od 9 MW. Planiranih 4 MW (dva kotla) će se koristiti za potrebe OB Karlovac, a kapacitet kotlovnice će se proširiti još jednim kotlom snage 5 MW koji će isporučivati toplinsku energiju u CTS grada Karlovca. Investicija u dogradnju kapaciteta kotlovnice na drvenu sječku iznosi 6 038 751 kn. Pored dogradnje kotlovnice biti će potrebno izgraditi i priključni vrelovod od OB Karlovac do spoja na CTS. Investicija u spoji vrelovod iznosi 2 236 160 kn, a uključuje polaganja vrelovoda DN 250 u dužini od 820 m i uređivanje trase. Sumarni prikaz investicijskih ulaganja prikazuje tab. 11-10.

Tab. 11-10: *Investicijska ulaganja u dogradnju energane OB Karlovac za isporuku u CTS*

	Jedinica	Varijanta isporuka do 5 MW u CTS
Kotlovi	kn	2 097 403
Ostala oprema kotlovnice	kn	4 347 435
Spojni vrelovod	kn	2 368 160
Ukupno	kn	8 812 998

U fiksnim troškovima nisu navedeni troškovi radne snage, obzirom da je pretpostavka da neće biti dodatnog zapošljavanja radnika u sustavu energetike OB Karlovac, već da će postojeći radnici nastaviti raditi u revitaliziranoj kotlovnici na LUEL ili novoj kotlovnici na biomasu. Troškovi električne energije za pumpanje vrele vode do mjesta priključenja preuzima distributer toplinske energije (Gradska toplana d.o.o.) stoga oni nisu razmatrani u ovoj analizi, već se trošak električne energije odnosi samo na potrošnju električne energije unutar same kotlovnice.

Proizvodna cijena toplinske energije izračuna je uz pretpostavku pokrivanja svih troškova projekta kroz period promatranja, drugim riječima NSV na kraju mora biti jednaka nuli. Diskontna stopa iznosi 10,50 %.

Proizvodna cijena toplinske energije koju bi distributer trebao plaćati OB Karlovac za isporučenu toplinu u CTS grada Karlovca iznosi 340,46 kn/MWh.

Postojeća proizvodna cijena toplinske energije za CTS grada Karlovca iznosi 340 kn/MWh. Ponuđena cijena toplinske energije od strane energane OB Karlovac iznosi 340,46 kn/MWh. Navedena cijena je viša od postojeće proizvodne cijene iz Toplane Centar, stoga se može zaključiti da energana na drvenu sječku u OB Karlovac nije konkurentna Toplane Centar.

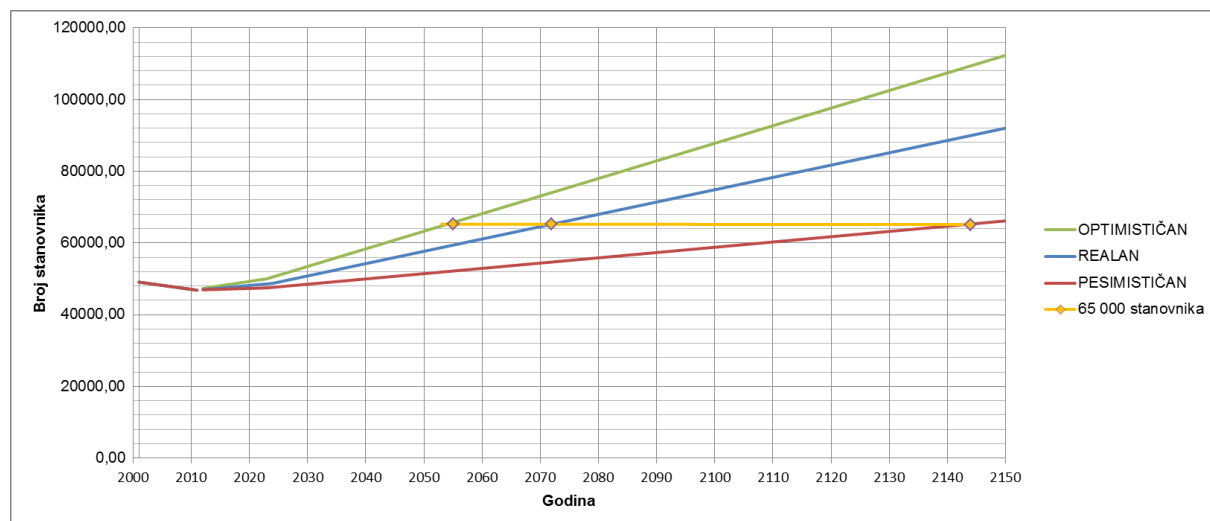
Ulaganje u dogradnju kapaciteta energane za isporuku u CTS nije opravdano jer je cijena topline iz takvog postrojenja viša od trenutne proizvodne cijene toplinske energije iz Toplane centar.

11.8. PROCJENA RAZVOJA TOPLINSKOG KONZUMA

Temeljem prethodnih analiza procijenjen je toplinski konzum CTS-u grada Karlovca do 2025. godine. Pri određivanju potencijala i veličine konzuma korišteni su Prostorni plan uređenja Grada Karlovca iz 2002. godine, s izmjenama i dopunama 2008. i 2011. godine i Generalni urbanistički plan iz 2007. godine (Glasnik Grada Karlovca br. 14/07), s izmjenama i dopunama GUP-a iz 2011. i 2014. godine. Međutim, u tim dokumentima nisu korišteni aktualni podaci iz popisa stanovništva iz 2011. godine, već podaci iz popisa stanovništva 2001. godine.

Isti uzorak se pojavljuje i u Projektiji stanovništva Republike Hrvatske od 2010. do 2061., objavljenoj od strane Državnog zavoda za statistiku, 2011. godine. Problem se javlja iz razloga što se trend porasta ili smanjenja stanovništva ne može iščitati samo iz popisa 2001. godine. Naime, popis koji je prethodio tom popisu je popis iz 1991. godine, međutim nakon ratnih godina nastupila je promjena u broju i strukturi stanovništva te se on ne može iskoristiti za iščitavanje trenda porasta ili smanjenja stanovništva.

Rezultati popisa stanovništva iz 2011. godine nisu ohrabrujući, s obzirom da i u samom gradskom središtu dolazi do smanjenja broja stanovnika s 49 082 (popis stanovništva 2001.g.) na 46 833 (popis stanovništva 2011.g.), što predstavlja smanjenje broja stanovnika od 4,58%. Trend u porastu stanovništva, na temelju podataka iz popisa stanovništva 2001. godine i 2011. godine za područje grada Karlovca je negativan, tj. u tom razdoblju broj stanovnika se smanjio za 2 249 osobe. Međutim, za pretpostaviti je da će se trend smanjenja broja stanovnika u urbanim sredinama postupno zaustaviti te promijeniti trend u pozitivan. Razlog tome se može pronaći u konstantnoj migraciji stanovništva iz ruralnih područja u urbane sredine, prvenstveno iz potrebe za zapošljavanjem. U sadašnjem trenutku urbane sredine nude mnogo veću mogućnost i širi spektar zaposlenja nego što je to u ruralnim sredinama.



Sl. 11-6: Scenariji porasta stanovništva u gradu Karlovcu

Predviđanja su iskazana u tri scenarija, koji se razlikuju u postotku porasta stanovništva (sl. 11-6). U Pesimističnom scenariju predviđen je godišnji porast od 0,1% tijekom sljedećih deset (10) godina tj. do 2025. godine, a zatim porast od 0,3%. Putem takovog scenarija predviđen maksimalni kapacitet napućenosti grada Karlovca od 65 000 – 70 000 stanovnika (sukladno *Prostornom planu uređenja Grada Karlovca iz 2002. godine, s izmjenama i dopunama 2008. i 2011. godine*) ostvario bi se 2 144 godine (65 140,6 stanovnika). U realnom scenariju do 2025. godine predviđen je godišnji porast stanovništva od 0,3% ili 147,25 stanovnika/godini, dok bi se nakon prvih deset godina stopa porasta povećala na 0,7%. Takovim tempom porasta stanovništva, 2 072 godine ostvario bi se maksimalni zadani kapacitet grada u iznosu od

65 238,8 stanovnika. Optimističan scenarij predviđa najveću godišnju stopu porasta stanovništva do 2025. Godine 0,5% (245,4 stanovnika/godini) a zatim 1% (490,8 stanovnika/godini). Optimističan scenarij 2 055 godine u gradu Karlovcu bi bilo 65 038,8 stanovnika.

Potrebna toplinska energija za grijanje za novoizgrađene stambene jedinice izračunata je na temelju vrijednost potrebne toplinske energije po jedinici ploštine korisne površine zgrade dobivena na temelju faktora oblika za stambene zgrade. Ista je umanjena za vrijednost uštede u toplinskoj energiji s obzirom na primjene mjera energetske obnove zgrada izgrađenih prije 1987. godine. Zbirni utjecaj na kretanje toplinskog konzuma grada Karlovca za karakteristične godine 2025., 2035. i 2045 dan je tablično (tab. 11-11).

Tab. 11-11: Porast godišnje potrebe za toplinskom energijom s obzirom na porast stanovnika i uštedom primjenom mjera energetske obnove

Godina	Realan scenarij	Porast broja stanovn.	Prosječan broj stanovn. po stanu	Broj stanova	Neto grijana površina	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade, $Q''_{H,nd,i}$	Povećanje godišnje potrebne toplinske energije za grijanje s obzirom na porast broja stanovnika	Ušteta potrebne toplinske energije za grijanje primjenom mjera energetske obnove u realnom scenariju	Ukupno povećanje/ smanjenje potrebna toplinska energije za grijanje	Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje
	broj stanov.	broj stanov.	stanov. /stanu	kom	m ²	kWh/(m ² god)	MWh/god	MWh/god	MWh/god	MWh/god
2014	47 274,74									64 730,85
2025	49 090,77	1 816,03	2,70	672,61	40 356,31	45,6	1 838,28	- 4 114,8	- 2 276,55	62 454,30
2035	52 526,51	5 251,77		1 945,10	116 706,09		5 316,10	- 10 445,3	- 5 129,24	59 601,61
2045	55 962,25	8 687,51		3 217,60	193 055,87		8 793,92	- 14 243,7	- 5 449,73	59 281,12

Zaključno se može ustvrditi da će se utjecaj primjene mjera energetske obnove znatno ublažiti u slučaju porasta stanovništva. S obzirom da porast broja stanovnika utječe i na povećanje stambenog fonda, za koji se pretpostavlja da će koristiti toplinsku energiju CTS-a grada Karlovca. Međusobnim utjecajem povećanja stambenog fonda i primjene mjera energetske obnove 2025. godine potreba za toplinskom energijom bi se umanjila za 3,52%, dok bi smanjenje naspram sadašnje potrošnje 2035. i 2045. godine bilo gotovo identično smanjenjem od 7,92% odnosno 8,42%.

Nužno je napomenuti da su prognoze porasta stanovništva plod pretpostavke temeljene na predviđenom porastu stanovništva u urbanim područjima ali nažalost za sada nisu potvrđene od strane relevantne institucije tj. Državnog zavoda za statistiku. Ukoliko do porasta stanovništva ne bi došlo, već bi se nastavio trend smanjivanja broja stanovnika, tada bi dominantnu ulogu u smanjenju potrebne količine toplinske energije za potrebe grijanja, imala primjena mjera energetske obnove.

11.9. ANALIZA LOKACIJA IZVORA TOPLINSKE ENERGIJE U CTS-U I IZBOR NAJPOVOLJNIJE KONSTELACIJE

Grad Karlovac je na temelju predmetne analize nekoliko lokacija donio odluku o prihvatljivoj lokaciji za novi centralni izvor toplinske energije i istu sproveo kroz prostorno-plansku dokumentaciju. Analiza je provedena za toplinski izvor koji bi u potpunosti supstituirao postojeći izvor u Ul. Tina Ujevića 7 i to u varijanti sa istovremenom proizvodnjom električne i toplinske energije (kogeneracija). U nastavku je dan pregled ranije provedene analize /L 9/.

11.9.1. LOKACIJA 1

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 1 nalazi se na području gradskog naselja Selce (sjeveroistočni dio Karlovca). Za izgradnju je na raspolaganju šire neizgrađeno područje površine cca 70 ha, omeđeno postojećim i planiranim prometnicama te rijekom Kupom, dok je u smjeru sjeveroistoka na raspolaganju veći prostor bez ograničenja. Uži prostor oko same lokacije presijecaju koridori sustava elektroopskrbe (dalekovodi). Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje gospodarske poslovne namjene (oznake K2 - pretežito poslovno-prodajna odnosno trgovačka namjena, i K3 - pretežito komunalno-uslužna odnosno servisna namjena).

11.9.2. LOKACIJA 2

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 2 nalazi se na području neizgrađenog dijela gradskog naselja Banija. Za izgradnju je na raspolaganju uže neizgrađeno područje površine cca 7 ha, omeđeno postojećim i planiranim prometnicama te rijekom Kupom, koje presijeca planirani prometni pravac (gradska prometnica) u smjeru istok-zapad, te ga dijeli praktički u dva izolirana područja približne površine 3 do 3,5 ha. Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje mješovite, pretežno poslovne namjene (oznaka M₂).

11.9.3. LOKACIJA 3

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 3 nalazi se na području neizgrađenog dijela gradskog naselja Drežnik (Gospodsko oko). Za izgradnju je na raspolaganju šire neizgrađeno područje površine cca 50 ha, omeđeno postojećim i planiranim prometnicama. Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje mješovite, pretežno stambeno-javne namjene (oznaka M₃).

11.9.4. LOKACIJA 4

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 4 nalazi se na slobodnoj parceli na lijevoj obali Kupe unutar gradskog naselja Drežnik. Za izgradnju je na raspolaganju uže izolirano neizgrađeno područje površine cca 4,5 ha, omeđeno postojećom stambenom izgradnjom (obiteljske kuće) i rijekom Kupom, bez postojećih ili planiranih prometnica za povezivanje sa ostalim gradskim prostorom. Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje stambene namjene (oznaka S_{1B} - urbane vile).

11.9.5. LOKACIJA 5

Predložena lokacija za premještanje pod rednim brojem 5 nalazi se na području gradskog naselja Borlin uz pogone Karlovačke pivovare. Za izgradnju je na raspolaganju šire neizgrađeno područje izduženog oblika površine cca 13 ha, omeđeno planiranim prometnicama, rijekom Kupom, pogonom Karlovačke pivovare, te postojećom stambenom izgradnjom (obiteljske kuće).

Sukladno odredbama važećeg GUP-u ovo je područje mješovite, pretežno stambeno-javne namjene (oznaka M3₂).

Ukupan broj bodova za svaku lokaciju jest suma bodova ostvarenih na osnovu svakog razmatranog kriterija. Pregledne tablice sa usporednim prikazom ukupno ostvarenih bodova dane su u nastavku. Ocjena za tehničko-tehnološku analizu je dodijeljena na način da trošak od 100 milijuna kuna donosi 0 bodova, a trošak od 0,00 kuna donosi 10 bodova (sve ostale vrijednosti izračunavaju se linearnom interpolacijom). Težinski faktor tehničko-tehnološke (ekonomske) analize je 20. U analiza prometne povezanosti (pristupačnosti) pojedinih lokacija unutar tehničko-tehnološke analize kvaliteta pojedine lokacije je definirana na nivou ekspertne ocjene te za nju vrijedi težinski faktor 3.

Iz prethodnih analiza slijedi da su **najpovoljnije lokacije za kogeneracijsko postrojenje na biomasu, lokacije 3 i 5.**

PRILOZI

Pril. 1: Projektni zadatak

1. Pregled regulatornog okvira

Pregled bitnih odredbi zakona, pravilnika i ostalih propisa iz područja energetike, prostornog uređenja i gradnje te zaštite okoliša.

2. Pregled postojećeg stanja toplinske opskrbe

Pregled postojećih toplinskih sustava na području grada Karlovca (opkrbna područja, broj i zakupljena toplinska snaga kupaca, duljina i tehničke značajke toplinske mreže, lokacija broj i tehničke značajke izvora topline, isporuka toplinske energije kupcima, proizvodnja toplinske energije, nabava goriva).

3. Prijedlog usmjeravanja centralizirane toplinske opskrbe

Na temelju prostorno-planskih odrednica (područja predviđena za izgradnju, broj, tipologija i površina planiranih građevina), procjene toplinskih svojstava zgrada i klimatoloških značajki (vanjska temperatura zraka) procijenit će se potrebe za toplinskom energijom pojedinih dijelova grada i njihove urbanističke značajke najrelevantnije za toplinsku opskrbu. Definirat će se mogući načini zadovoljavanja tih potreba i utvrditi pripadajući troškovi. Temeljem usporedbe troškova toplinske opskrbe, definiraju se područja grada pogodna za centraliziranu toplinsku opskrbu, opskrbu iz plinskog sustava odnosno individualnu opskrbu ostalim energentima, posebice obnovljivim izvorima energije.

Uz opskrbu toplinskom energijom za ogrjevne potrebe, odredit će se i potencijal toplinskog konzuma za pripremu potrošne tople vode (PTV).

4. Prijedlog mjera za povećanje energetske učinkovitosti zgrada u CTS-u Karlovca

Dati će se pregled fonda zgrada s karakteristikama (kategorije zgrada, razdoblje gradnje, vlasništvo, energetska svojstva za svaku tipologiju zgrada).

Provesti će se analiza ključnih elemenata programa obnove zgrada, tehničke mogućnosti za energetska obnove i utvrditi troškovno učinkovit pristup obnovi ovisno o vrsti zgrade.

Procijenit će se očekivane uštede energije i šire koristi utemeljene na računskim i modelskim podacima.

5. Procjena utjecaja mjera energetske učinkovitosti opskrbe toplinskom energijom na razvoj toplinskog konzuma CTS-a

Na osnovu strukture fonda zgrada i očekivanih ušteda procijenit će se utjecaj mjera za energetska učinkovitost opskrbe toplinskom energijom na postojeći toplinski konzum i budući razvoj toplinskog konzuma.

6. Analiza mogućnosti centralizirane opskrbe potrošnom toplom vodom iz toplane

Na osnovu podataka o karakteristikama kućnih toplinskih stanica i distribucije toplinske energije u zgradama provest će se analiza mogućnosti korištenja toplinskom energijom iz CTS-a za pripremu potrošne tople vode u zgradama.

7. Osvrt na mogućnost razvoja rashladnih sustava temeljem opskrbe toplinskom energijom iz CTS-a

Na osnovu prakse država članica EU u razvoju rashladnih sustava procijenit će se opravdanost uvođenja rashladnih sustava temeljenih na opskrbi toplinskom energijom iz CTS-a.

8. Analiza dogradnje energane opće bolnice Karlovac i priključenja na CTS Karlovca

- 8.1. Postojeće stanje energetske opskrbe Opće bolnice Karlovac
 - a. Izvori
 - b. Konzum po medijima
 - c. Vrelvodna mreža
 - d. Parna mreža
- 8.2. Razvoj konzuma energane Opće bolnice Karlovac
Projekcija dodatnih potreba za toplinskom energijom za grijanje budućih planiranih prostora.
- 8.3. Budući toplinski izvor na lokaciji
Kratka tehno-ekonomska usporedba mogućih koncepcija opskrbe Opće bolnice Karlovac toplinskom energijom. Analizirat će se:
 - a) varijanta pokrivanja toplinskog konzuma samo Opće bolnice i
 - b) varijanta pokrivanja toplinskog konzuma Opće bolnice i isporuka do 5 MW toplinske snage u vrelvodnu mrežu CTS-aZa svaku od varijanti analizirat će se izvori toplinske energije (vodene pare, vrele vode) varijantno s korištenjem loživog ulja, peleta i drvene sječke te odrediti optimalno rješenje i proizvodna cijena toplinske energije.
- 8.4. Diskutirat će se način priključenja i utjecaj priključenja na hidrauličke prilike u CTS-u Gradske toplane Karlovac i dati mišljenje o potrebnim dodatnim proračunima. Naime, priključenje energane Opće bolnice Karlovac složeniji je projekt zbog utjecaja priključenja na hidrauliku postojeće mreže i regulaciju izlaznog tlaka iz postojeće toplane i „bolničke energane“.
- 8.5. Priključni vrelvod od lokacije do postojećeg CTS-a
Analizirat će se dvije trase i izabrati povoljnija te odrediti optimalni promjer.
- 8.6. Poslovni model investiranja u dogradnju energane i O&M energane (dakle, modeli relacija između Opće bolnice Karlovac i Gradske toplane glede investiranja, pogona i održavanja energane)
- 8.7. Mogućnosti financiranja poduhvata i ekonomsko – financijska analiza
Analiza će se izraditi za obje razmatrane varijante (samo bolnica, bolnica + isporuka do 5 MW u mrežu)

- a. Troškovi dogradnje energane i spojnog vrelovoda
 - b. Troškovi goriva, održavanja, radne snage i ostali stalni troškovi
 - c. Proizvodna cijena toplinske energije
 - d. Isplativost revitalizacije/izgradnje energane
 - e. Analiza isplativosti priključenja energane za isporuku do 5 MW toplinske snage u mrežu
- 8.8. Analiza osjetljivosti
- 8.9. Zaključak

9. Procjena razvoja toplinskog konzuma

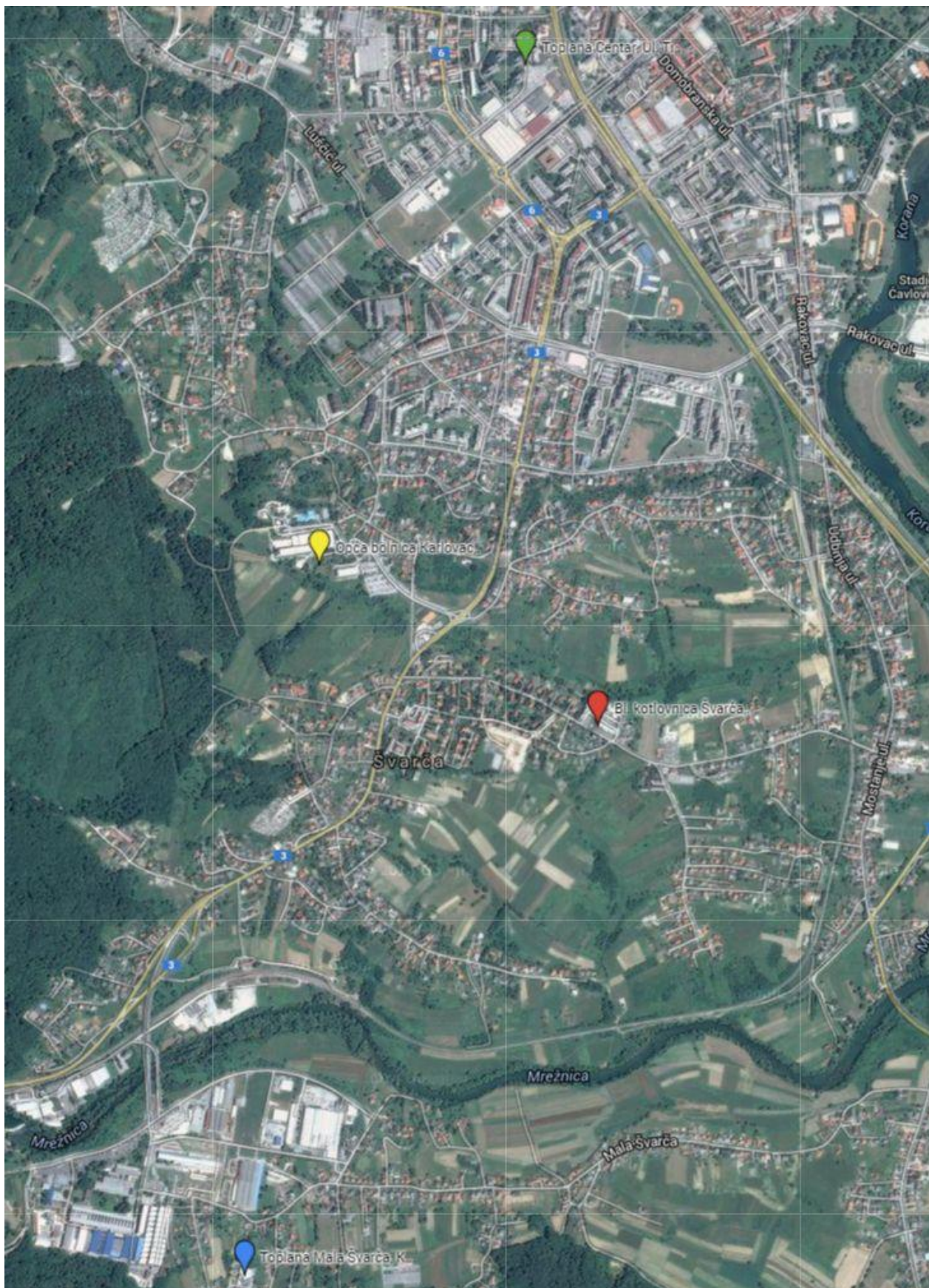
Temeljem prethodnih analiza procijenit će se toplinski konzum CTS-u grada Karlovca do 2025. godine.

10. Analiza lokacija izvora toplinske energije u CTS-u i izbor najpovoljnije konstelacije

Na temelju značajki postojećeg i planiranog centraliziranog toplinskog sustava, analiziraju se tehnička rješenja centralnog izvora topline (postojeći izvori ili novi na novoj lokaciji) i predlaže optimalna opcija, definiraju se kriteriji za izbor lokacije s tehničko-tehnološkog, ekonomskog i ekološkog stajališta, određuju se potencijalne lokacije, provodi se analiza na temelju prethodno definiranih kriterija i rangiranje razmatranih lokacija.

11. Izrada završnog dokumenta koji sažima nalaze prethodnih analiza: Plan razvoja CTS-a grada Karlovca do 2025. godine

Pril. 2: Pregled postojećeg stanja toplinske opskrbe



Sl. p- 1: Lokacije toplinskih izvora



Sl. p-2: Toplinski sustavi na području grada Karlovca (izvor: L 9)

Pril. 3: Prijedlog usmjeravanja centralizirane toplinske opskrbe

PROSTORNI PLAN ŽUPANIJE

Osnovne značajke prostora

Karlovačka županija smještena je u središnjem dijelu Hrvatske, na jedinom spoju sjeverne i južne Hrvatske unutar njenih granica. Posljedica tog položaja mnoštvo je infrastrukturnih koridora od strateške važnosti za državu. Na prostoru županije susreću se nizinska područja sjeverne Hrvatske, panonska gorja, Žumberačko i Samoborsko gorje, Kordunska zaravan, Gorski kotar i Lika. Značajan dio županijskih granica ujedno su i državne granice sa Republikom Slovenijom te Bosnom i Hercegovinom. Površina Karlovačke županije je 3 626 km², odnosno 6,4 % površine Republike Hrvatske. Administrativno središte joj je grad Karlovac. Karlovačka županija obuhvaća 5 gradova i 16 općina sa ukupno 671 naseljem. Prema popisu stanovništva iz 2001. godine Karlovačka županija je imala 141 787 stanovnika (3,2 % ukupnog stanovništva Hrvatske) sa prosječnom gustoćom naseljenosti od 39,1 stanovnika/km². Prema tim podacima županija je u grupi srednje velikih županija površinom i brojem stanovnika, a po gustoći naseljenosti među relativno rijetko naseljenima

Analiziran je prostorni plan županije iz 2001. godine (Glasnik Karlovačke županije br. 26/2001.). Prostorni plan županije izradio je Županijski zavod za prostorno uređenje Karlovačke županije u suradnji sa više suradnika i stručnih organizacija. U međuvremenu nije bilo izmjena i dopuna navedenog prostornog plana županije.

a. Postojeće stanje

Stanovništvo i naselja

Osnovno je obilježje prirodnog kretanja intenzivan pad broja stanovnika, a posebno je zabrinjavajuća činjenica da je taj trend podjednako prisutan i u gradovima i u općinama. Nakon 1971. godine uočava se stalan pad broja stanovnika županije, i to 4,2 % u razdoblju od 1971. do 1981. godine, a od 1981. do 1991. godine pad iznosi 0,4 %. Najveći dio područja južno od poteza Duga Resa – Barilović - Generalski Stol te u Pokuplju istočno od Karlovca, imao je intenzivnu depopulaciju, dok je zapadno i sjeverozapadno od Karlovca situacija relativno povoljnija. Poslijeratni pokazatelji samo su nastavak demografskih trendova iz mirnodopskog razdoblja.

Relativno rijetku naseljenost potencira činjenica da je u gradu Karlovcu koncentrirano preko 1/3 ukupnog stanovništva, a u svim gradovima županije preko 2/3 stanovništva. Razmještaj stanovništva potvrđuje izrazitu polarizaciju prostora na gradska i ruralna područja s različitim demografskim trendovima. Područje županije obilježavaju brojna mala, većinom ruralna naselja, koja ne prelaze 200 stanovnika dok većina stanovništva živi u gradovima. Dva najveća grada u županiji su Karlovac sa 59 395 stanovnika (gradsko naselje 49 082 stanovnika) i Ogulin sa 15 054 stanovnika (gradsko naselje 8 712 stanovnika).

Energetska infrastruktura - toplinska energija

U opisu postojećeg stanja nedostaju postojeći sustavi opskrbe toplinskom energijom na području županije (iako oni postoje primjerice u Karlovcu).

b. Plan

Stanovništvo i naselja

Neki od ciljeva demografskog razvoja jesu ublažavanje i ispravljanje negativne tendencije demografske slike, stalno poboljšanje strukture stanovništva i revitalizacija najugroženijih i

strateški značajnih područja: pograničnog, brdsko-planinskog, a naročito ratom opustošenog južnog i jugoistočnog područja županije.

Ocjena je kako Glavna otprije formirana središta i nositelji razvitka Karlovačke županije čine relativno dobar temelj stvaranju policentrične mreže naselja u uvjetima novog teritorijalnog ustroja. Analiza građevinskih područja određenih do sada važećom prostorno planskom dokumentacijom (tabele u prilogu) ukazuje na činjenicu, da su površine planirane za razvoj naselja često znatno veće od izgrađenih (kao posljedica nerealne projekcije budućeg demografskog rasta naselja i želje za ubrzanim razvojem). Stoga se propisuje da područja nove izgradnje prvenstveno treba planirati u obuhvatima postojećih gradova i središnjih naselja, koji predstavljaju žarišta razvoja i koncentracije funkcija. Utvrđeni su osnovni uvjeti za određivanje građevinskih područja, pa je tako primjerice za Karlovac određena maksimalna površina neizgrađenog dijela građevinskog područja u iznosu od 25 % od ukupne površine građevinskog područja, a maksimalna površina građevinskog područja naselja u iznosu od 250 m²/stanovniku (minimalna gustoća naseljenost od 40 st/ha).

Energetska infrastruktura - toplinska energija

Opskrba toplinskom energijom na razini županije nije posebno obrađena. Iako se navodi kako je iz Programa prostornog uređenja Republike Hrvatske preuzeta obveza istraživanja mogućnosti korištenja drugih izvora energije (male hidroelektrane, sunčeve energije, bioenergije, energije vjetra i dr.), kao i korištenja kogeneracijskih postrojenja i centralnih toplinskih sustava naselja, jedini cilj koji je postavljen u području energetike je rekonstrukcija elektroenergetskog sustava.

Grad Karlovac

Osnovne značajke prostora

Grad Karlovac administrativno je središte Karlovačke županije i ujedno najveći grad u županiji. Grad ima središnji položaj i važno spojno značenje unutar prostora Hrvatske, jer se nalazi gotovo na jugozapadnom rubu Središnje Hrvatske i podunavskog proćelja (sjeverni, kontinentalni, panonski i srednjoeuropski prostor države) prema najmanjem i najužem spojnem dinarskom gorsko - planinskom spletu (viši hrvatski gorski prag) i jadranskom proćelju (Hrvatsko primorje). Grad se sa svoja 52 naselja rasprostire na površini od 396,4 km² (10,9 % površine županije) i prema popisu stanovništva iz 2011. godine broji 55 705 stanovnika (41,9 % populacije županije) sa prosječnom gustoćom naseljenosti od 1,5 st/ha, što je približno četverostruko više od županijskog prosjeka.

PROSTORNI PLAN UREĐENJA GRADA (PPUG)

Analiziran je Prostorni plan uređenja Grada Karlovca iz 2002. godine (Glasnik Grada Karlovca br. 1/02), koji su izradili URBING, d.o.o. za poslove prostornog uređenja i zaštite okoliša, iz Zagreba i ADF d.o.o. za arhitekturu, projektiranje, savjetovanje, urbanizam i prostorno uređenje, iz Karlovca. Pored spomenutog prostornog plana, analizirane su i njegove izmjene i dopune iz travnja 2008. godine, odnosno svibnja 2011. godine.

a. Postojeće stanje

o Stanovništvo i stanovanje

U razdoblju od 1948. do 1991. godine stalno je rastao broj stanovnika područja Grada Karlovca, a prvenstveno gradskog središta Karlovac. Uz središte, samo su još četiri karlovačka prigradska naselja (Vodostaj, Mahično, Tuškani i Cerovac Vukmanički), u tom razdoblju, porasla prema broju stanovnika. Sva ostala su smanjila broj svojeg stanovništva. Ratna zbivanja prisilno su promijenila demografsku sliku, kako Županije tako i Grada Karlovca, tako da je danas područje

južno i jugoistočno od Karlovca gotovo nenastanjeno. Na području ovog Grada 1991. godine je u 51 samostalnom naselju živjelo 73 426 stalnih stanovnika, dok prema popisu stanovništva iz 2001. godine broj stanovnika područja Grada iznosi 59 395, pa je stoga u periodu od 1991. do 2001. godine zabilježen demografski pad od 14 031 stanovnika ili 19,1 %. Nastavak trenda depopulacije područja Grada prisutan je i u razdoblju od 2001. do 2011. godine kada je zabilježen dodatni pad broja stanovnika, i prema posljednjem popisu (2011.) područje Grada nastanjuje 55 705 stanovnika, odnosno prisutan je pad u navedenom razdoblju od 3 690 stanovnika ili 6,2 %.

Područje Grada Karlovca karakterizira dominantna pozicija naselja Karlovac u odnosu na ostala manja naselja. Najveće naselje je Karlovac u kojem živi 46 833 stanovnika (84,1 % populacije gradskog područja). I u samom naselju Karlovac je prisutan pad broja stanovnika u odnosu na 2001. godinu kada je broj stanovnika naselja Karlovac iznosio 49 082, što iznosi pad 2 249 stanovnika ili 4,5 %.

- Energetska infrastruktura- toplinska energija

Iz opisa postojećeg stanja izostavljeni su postojeći sustavi opskrbe toplinskom energijom na području grada (iako oni postoje).

b. Plan

- Stanovništvo i stanovanje

Dugoročno gledano, pretpostavlja se da će se nastaviti sa stagnacijom broja stanovnika u širem i užem karlovačkom području, pa se zato prognozira da bi 2005. godine na području Grada Karlovca moglo živjeti nešto manje stanovnika nego ih ima danas tj. oko 58 000 stanovnika, dok bi nakon toga mogao slijediti lagan porast, pa se prognozira da bi 2015. godine na području Grada Karlovca moglo živjeti oko 60 000 stanovnika. Obzirom na prvotno doneseni PPUG održan je popis stanovništva 2011. godine u kojem je i dalje prisutan trend depopulacije područja kako grada Karlovca tako i samog naselja Karlovac.

U prognozama, naselje Karlovac demografski i dalje ostaje dominantno na ovom području. Ukupno planirana površina građevinskog naselja iznosi 4 535 ha ili 11,4 % površine Grada. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine, gustoća naseljenosti građevinskog područja naselja iznosi 10,33 st/ha. Za građevinsko područje naselja Karlovca primjenjuju se uvjeti gradnje i uređivanja površina (koeficijenti izgrađenosti, maksimalna visina građevina itd.) utvrđeni GUP-om.

- Energetska infrastruktura- toplinska energija

Na području Grada Karlovca u naselju Karlovac postoji postrojenje za proizvodnju toplinske energije ugrađene toplinske snage 116 MW, priključene snage 70 MW i mogućeg priključenja 30 MW s pripadajućom distribucijskom mrežom.

Omogućava se rekonstrukcija i daljnji razvoj distribucijske mreže. Detaljniji grafički prikaz odredit će se kroz GUP Karlovca.

Nova postrojenja za proizvodnju toplinske energije sugerira se planirati na principima kogeneracije (proizvodnja i toplinske i električne energije), dok se postojeća postrojenja za proizvodnju toplinske energije zadržavaju te se tehnološkim unapređenjem (kogeneracija) mogu transformirati i u postrojenja za proizvodnju električne energije.

Nova kogeneracijska postrojenja moguće je izgrađivati u gospodarskim i komunalnim zonama što će se odrediti detaljnijim planovima.

Na temelju Konačnog izvještaja – Preliminarnog izbora lokacija za novi centralni izvor toplinske energije u Gradu Karlovcu (Ekonerg, Zgb. 2009.) i Izmjena GUP-a planira se lokalitet – Drežnik – Gospodsko oko – za TE-TO Karlovac - novi centralni izvor toplinske energije u Gradu Karlovcu.

Određuje se lokalitet Dubrave TE-TO u istraživanju na području naselja Šišljavić.

GENERALNI URBANISTIČKI PLAN (GUP)

Analiziran je Generalni urbanistički plan iz 2007. godine (Glasnik Grada Karlovca br. 14/07), koji je izradio Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za urbanizam, prostorno planiranje i pejzažnu arhitekturu. Područje Grada Karlovca za koje se izrađuje generalni urbanistički plan zauzima površinu od 2 662,3 ha.

Pored spomenutog plana analizirane su i izmjene i dopune GUP-a iz 2011. i 2014. godine.

a. Postojeće stanje

○ Stanovništvo i stanovanje

Posljednjih sedamnaest godina (od 1991.) Karlovac je zbog Domovinskoga rata doživio velike gospodarske i društveno-socijalne promjene koje su dovele do ratnih razaranja grada i okolice, prekida većega dijela industrijske proizvodnje i smanjenja broja stanovnika.

Relativno je visoka gustoća naseljenosti promatranog područja, karakteristična za gradska naselja. Od nekoliko osnovnih funkcija u naselju, stanovanje je najveći potrošač i korisnik prostora. Unutar obuhvata GUP-a u trenutku njegove izrade (2006.-2007.) živjelo je oko 40 000 stanovnika. Udio stanovništva ovog područja u ukupnom stanovništvu Grada Karlovca iznosi 67,3 %, a prosječna gustoća naseljenosti 15,0 st/ha.

○ Energetska infrastruktura - toplinska energija

Dan je opis postojećih toplinskih sustava na području naselja Karlovac (toplane u Novom Centru i u Maloj Švarči). Ocjenjuje se kako u postojećoj mreži nije moguće mjerenje potrošene toplinske energije pojedinog potrošača.

b. Plan

○ Stanovništvo i stanovanje

U planskom razdoblju za koje se izrađuje Generalni urbanistički plan očekuje se niska stopa mehaničkog i prirodnog prirasta stanovništva. Za planerske potrebe uzima se u obračun 65 000 stanovnika unutar obuhvata GUP-a što zadovoljava potrebe Karlovca za dulje vremensko razdoblje.

Šest je gradskih predjela u kojima se planiraju razmjerno velika stambena naselja s pratećim društvenim, javnim i poslovnim sadržajima (Luščić, Borlin, Drežnik, Hrnetić, Gaza i Švarča). Ukupna površina stambenih zona (stambena i mješovita namjena površina) iznosi 1 080,8 ha ili 40,6 % obuhvata GUP-a. Prema podacima o broju stanovnika iz GUP-a, neto gustoća stanovanja (odnos broja stanovnika i zbroja površina stambenih zona) iznosi 37,0 st/ha. Temeljem lokacijskih uvjeta iz GUP-a provodit će se gradnja i uređivanje površina u pretežno izgrađenim dijelovima naselja, dok se za neizgrađene površine izrađuju planovi užeg područja. Visina visokih zgrada određuje se u pravilu do devet nadzemnih etaže - prizemlje i osam katova uz mogućnost gradnje podruma i potkrovlja (Po+P+8+Pk) što odgovara visini od 30,60 m do vijenca. U gradskim predjelima Luščić i Gaza-Centar moguća je gradnja zgrada i viših od devet

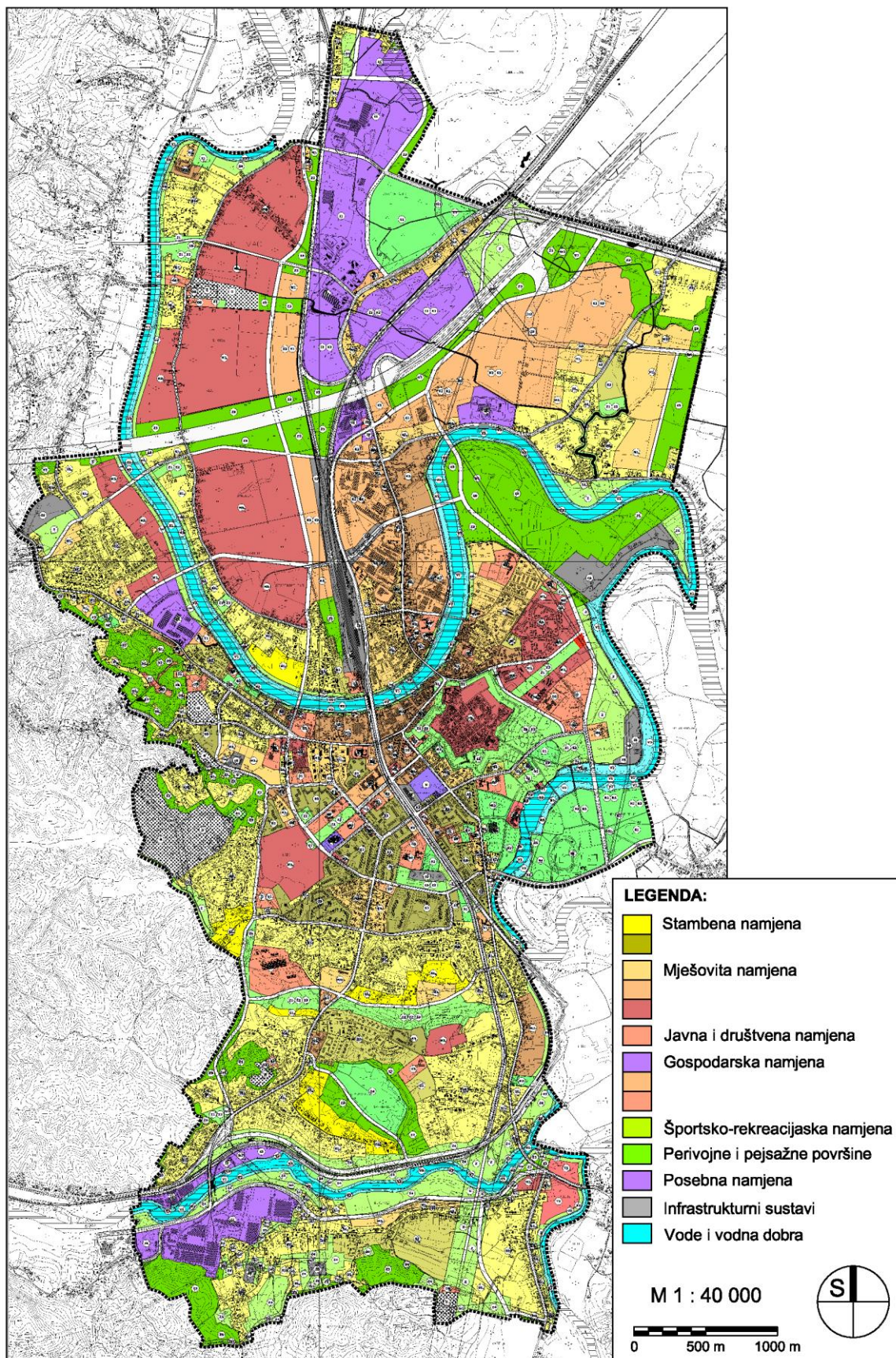
etaža u skladu s detaljnijim urbanističkim planom. U tim se gradskim predjelima preporuča izgradnja zgrada koje će svojom visinom dominirati u slici grada, omogućiti poglede na grad, na karlovačku Zvijezdu i na gradske rijeke i obližnji krajolik, te označiti početak i kraj novoplanirane urbanističke osi koja na istoku završava s botaničkim i zoološkim parkovima na ušću Korane u Kupu.

- Energetska infrastruktura- toplinska energija

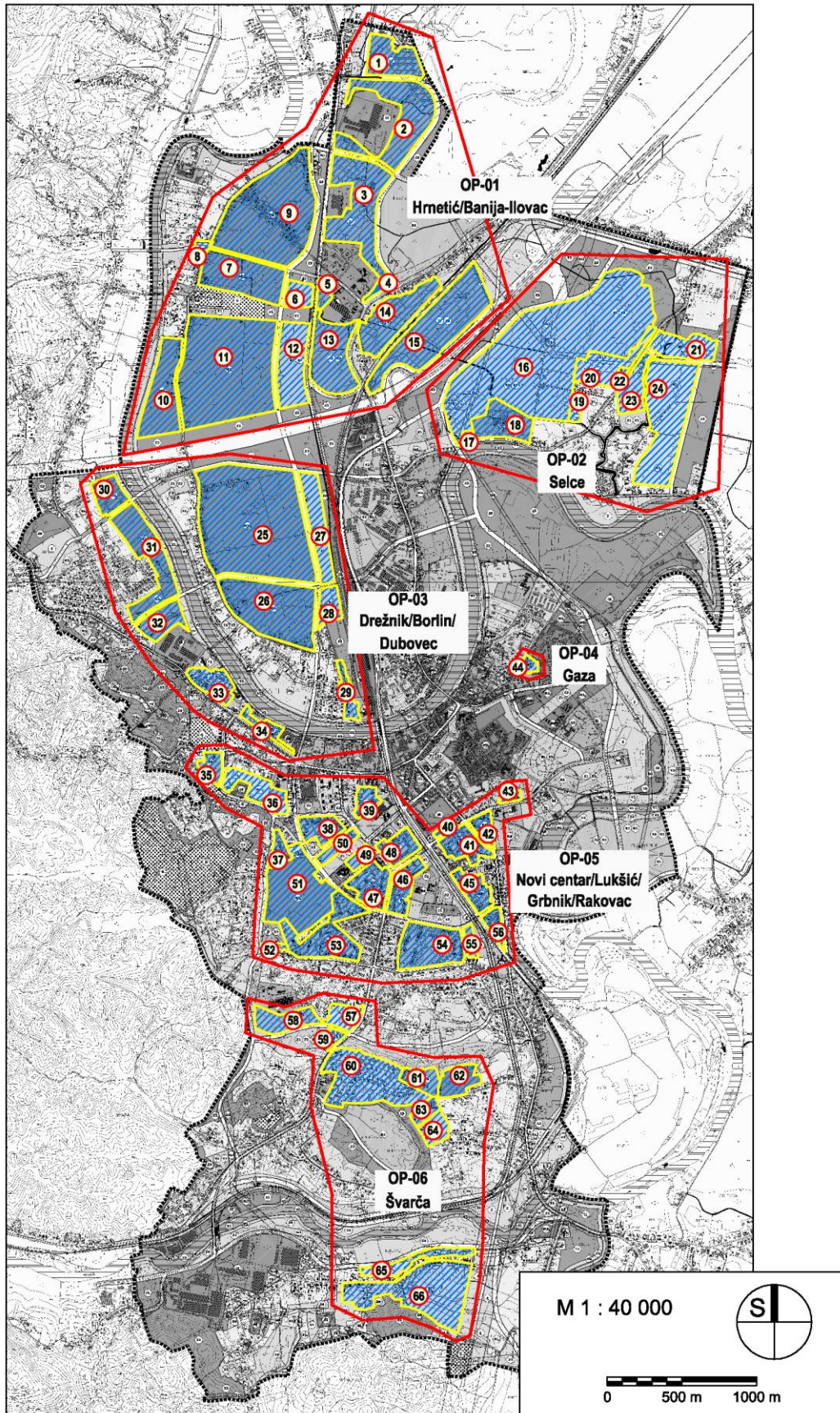
Opskrba toplinskom energijom na razini naselja posebno je obrađena. Napominje se kako se u toplinskom sustavu, održavanjem i rekonstrukcijom postojećeg sustava i mreže toplovoda mora osigurati ušteda energije tj. smanjenje gubitaka toplinske energije u razvodnoj mreži i kontinuirano funkcioniranje sustava. Gospodarenjem sustava treba omogućiti razvoj mreže, tj. širenje postojećeg sustava toplovoda u okvirima održivog razvoja istog. GUP-om je omogućena možebitna izgradnja novih toplana i toplovoda za pojedine dijelove grada, ukoliko se izgradnja istih pokaže opravdana. S obzirom na izgradnju plinoopskrbne mreže stvaraju se preduvjeti da se postojeće toplane priključe na plinovod i da kao energent koriste plin te se omogućavanje zamjene energenta u postojećim toplanama nameće kao opravdani cilj. Širenje razvodne mreže na nove korisnike uvjetovano je postojećim instaliranim kapacitetima i zainteresiranosti potencijalnih korisnika pa je i jedan od ciljeva omogućiti širenje mreže, ako nije Planom izričito onemogućeno. Postojećom mrežom centralnoga grijanja, tj. toplanama u Novom Centru i u Maloj Švarči, omogućuje se zamjena energenta i priključivanje na plinsku mrežu čime se želi osigurati kvalitetno i ekonomično krajnje korištenje toplinskom energijom. Kako je pojašnjeno, budući da je moguće širenje mreže toplovoda i priključivanje novih korisnika to je GUP-om omogućeno širenjem mreže duž postojećih i planiranih ulica.

GUP-om se određuju površine i pojasevi za toplovođe i toplane. Trase toplovoda bi trebalo uvijek planirati ispod javnih površina. Toplovođe se polažu podzemno, a unutar prostorne cjeline toplane i industrijskih sklopova moguće je i nadzemno vođenje toplovoda, ako to uvjetuju tehnički ili tehnološki razlozi. Sukladno promišljanju o zaštiti okoliša i tehnološkim mogućnostima toplane treba težiti da se za pogonsko gorivo toplane. Unutar područja obuhvata GUP-a moguće je širenje mreže i smještaja novih građevina toplovođne mreže u skladu s aktom uređenja prostora, uz obvezu ishoda suglasnosti ostalih pravnih osoba s javnim ovlastima na prijedlog trase ili lokacije. Građevine toplinskih stanica i podstanica ne smije biti vizualno izloženo u javnim prostorima (perivojima, perivojnim trgovima, trgovima i ulicama). Dozvoljen je razvoj infrastrukturnih sustava uvjetovan razvojem tehnike i tehnologije prema posebnim propisima i pravilima struke, ako nije u suprotnosti s bitnim postavkama GUP-a. Zgrade na građevnim česticama priključuju se na toplovođnu mrežu na način kako to propisuje pravna osoba s javnim ovlastima nadležna za opskrbu toplinskom energijom. Priključenje na toplovođnu mrežu treba provesti podzemnim priključkom.

U dijelovima grada gdje je planiran ili postoji sustav plinoopskrbe ili mogućnost proširenja mreže opskrbe plinom i priključivanja potrošača na plin, kao i mogućnost priključenja na mrežu gradskoga toplovoda (centralnoga grijanja) - ostavlja se na izbor potrošačima da izaberu prihvatljiviji izvor energije.



Sl. p- 3: GUP Karlovac – korištenje i namjena prostora (izvor: L 9)



Sl. p- 4: Prikaz opskrbnih područja i uvjetnih kaset (izvor: L 9)

Tab. p- 1: Pregled uvjetnih kaseti prema namjeni prostora i osnovnim karakteristikama (opkrbno područje OP-01: Hrnetić/Banija-Ilovac)

Opkrbno područje: Hrnetić/Banija-Ilovac (OP-01)					
Oznaka	Površina [ha]	Broj građevina	Ukupna neto površina građevina [m ²]	Namjena prostora ¹⁾	Napomena
1	7,29	4	10 752,0	I/K	
2	16,42	9	24 192,0	I/K	
3	17,42	11	29 568,0	I/K	
4	1,15			K1	Neraspoređeno
5	1,62	2	3 584,0	I/K	
6	2,84	2	45 158,4	K2	
7	12,70	36	448,0	M3	
8	0,16	1	73 382,4	S1	Pretežno izgrađeno
9	32,44	117	31 180,8	M3	
10	11,55	116	144 256,0	M3	
11	39,87	115	11 827,2	M3	
12	9,88	22	37 632,0	K1/K2	
13	11,78	35	24 371,2	I/K	
14	11,08	34	56 448,0	I2/K2	
15	21,19	21	10 752,0	I2/K2	

Napomena:

1) Namjena prostora prema GUP-u:

S2 - više stambene zgrade

S3 - visoke stambene zgrade

M1 - mješovita namjena, pretežito stambena

M3 - mješovita namjena, pretežito stambeno-javna (gradski projekti)

D3 - javna i društvena namjena - zdravstvo

D5 - javna i društvena namjena - školsko obrazovanje

D7 - javna i društvena namjena - kultura

D9 - javna i društvena namjena - đачki ili studentski dom

I1 - gospodarska namjena - proizvodnja - pretežito industrijska

I2 - gospodarska namjena - proizvodnja - pretežito obrtnička

K1 - gospodarska namjena - poslovna - pretežito uslužna

K2 - gospodarska namjena - poslovna - pretežito poslovno-prodajna (trgovačka)

K3 - gospodarska namjena - poslovna - pretežito komunalno-uslužna (servisna)

Tab. p- 2: Pregled uvjetnih kaseti prema namjeni prostora i osnovnim karakteristikama (opkrbno područje OP-02: Selce)

Opkrbno područje: Selce (OP-02)					
Oznaka	Površina [ha]	Broj građevina	Ukupna neto površina građevina [m ²]	Namjena prostora ¹⁾	Napomena
16	69,31	300	80 640,0	K1/K2/K3/I2	
17	0,53	8	2 150,4	M1	
18	7,29	10	31 360,0	I1/I2	
19	1,12	17	6 092,8	M1	
20	6,89	30	32 256,0	M1	
21	5,91	16	22 937,6	M1	
22	0,59	3	3 225,6	S2	Neizgrađeno
23	4,58	12	17 203,2	S2	Neizgrađeno
24	20,35	54	77 414,4	M1	

Napomena:

1) Namjena prostora prema GUP-u (vidi napomenu u tab. p- 1)

Tab. p- 3: Pregled uvjetnih kaseti prema namjeni prostora i osnovnim karakteristikama (opkrbno područje OP-03: Drežnik/Borlin/Dubovac)

Opkrbno područje: Drežnik/Borlin/Dubovac (OP-03)					
Oznaka	Površina [ha]	Broj građevina	Ukupna neto površina građevina [m ²]	Namjena prostora ¹⁾	Napomena
25	47,71	183	229 555,2	M3	
26	19,82	72	90 316,8	M3	
27	7,42	18	9 676,8	K	
28	3,05	2	4 480,0	K1	
29	2,63	14	22 579,2	S2	Pretežno izgrađeno
30	3,97	14	25 088,0	M3	
31	11,94	23	51 520,0	M3	
32	4,67	10	31 360,0	I1	
33	4,45	22	35 481,6	S2	Pretežno izgrađeno
34	2,31	10	17 920,0	S2	Pretežno izgrađeno

Napomena:

1) Namjena prostora prema GUP-u (vidi napomenu u tab. p- 1)

Tab. p- 4: Pregled uvjetnih kaseti prema namjeni prostora i osnovnim karakteristikama (opkrbno područje OP-04: Gaza)

Opkrbno područje: Gaza(OP-04)					
Oznaka	Površina [ha]	Broj građevina	Ukupna neto površina građevina [m ²]	Namjena prostora ¹⁾	Napomena
44	0,99	6	6 451,2	S2	Pretežno izgrađeno

Napomena:

1) Namjena prostora prema GUP-u (vidi napomenu u tab. p- 1)

Tab. p- 5: Pregled uvjetnih kaseti prema namjeni prostora i osnovnim karakteristikama (opkrbno područje OP-05: Novi centar/Luščić/Grabrik/Rakovac)

Opkrbno područje: Novi centar/Luščić/Grabrik/Rakovac (OP-05)					
Oznaka	Površina [ha]	Broj građevina	Ukupna neto površina građevina [m ²]	Namjena prostora ¹⁾	Napomena
35	2,30	9	40 320,0	S3	Neizgrađeno
36	5,75	18	40 320,0	M1/D5	
37	2,05	2	17 920,0	S3	Pretežno izgrađeno
38	4,16	25	44 800,0	S3	Pretežno izgrađeno
39	2,23	7	37 632,0	S3	Pretežno izgrađeno
40	0,38	2	5 376,0	S3	Pretežno izgrađeno
41	4,95	16	50 176,0	S3	Pretežno izgrađeno
42	2,18	7	28 224,0	S3	Pretežno izgrađeno
43	0,86	8	5 734,4	S3	Pretežno izgrađeno
45	3,97	12	6 451,2	S3	Pretežno izgrađeno
46	4,77	12	37 632,0	S3	Pretežno izgrađeno
47	5,58	12	53 760,0	S3	Pretežno izgrađeno
48	3,89	9	75 264,0	S3	Pretežno izgrađeno
49	1,59	5	40 320,0	D9	
50	2,21	6	11 200,0	D7	
51	16,89	179	37 632,0	M3	
52	0,74	4	160 384,0	S2	Pretežno izgrađeno
53	11,21	24	1 433,6	S3	Pretežno izgrađeno
54	10,52	25	107 520,0	S3	Pretežno izgrađeno
55	1,18	3	134 400,0	S3	Pretežno izgrađeno
56	2,06	6	12 096,0	S3	Pretežno izgrađeno

Napomena:

1) Namjena prostora prema GUP-u (vidi napomenu u tab. p- 1)

Tab. p- 6: Pregled uvjetnih kaseti prema namjeni prostora i osnovnim karakteristikama (opkrbno područje OP-06: Švarča)

Opkrbno područje: Švarča (OP-06)					
Oznaka	Površina [ha]	Broj građevina	Ukupna neto površina građevina [m ²]	Namjena prostora ¹⁾	Napomena
57	2,98	15	18 816,0	M1	
58	5,02			D3	Neraspoređeno
59	0,94	9	3 225,6	K1	
60	16,90	90	56 448,0	S2	Pretežno izgrađeno
61	3,31	7	21 952,0	S3	Neizgrađeno
62	4,24	16	25 804,8	M3	
63	1,88	1	7 168,0	D5	
64	2,93	14	12 544,0	S2	Neizgrađeno
65	4,22	20	21 504,0	M1 / S1	
66	19,85	76	81 715,2	S2	Neizgrađeno

Napomena:

1) Namjena prostora prema GUP-u (vidi napomenu u tab. p- 1)

Tab. p- 7: Pregled konzuma ogrjevnne toplinske energije, rashladne energije, potrošne tople vode i energije za kuhanje (opskrbno područje OP-01: Hrnetić/Banija-Ilovac)

Opskrbno područje: Hrnetić/Banija-Ilovac (OP-01)				
Oznaka	Ogrjevni toplinski konzum [kW]		Rashladni konzum [kW]	Napomena
	Grijanje + PTV	Grijanje + PTV + kuhanje		
1				Industrijska kasetna
2				Industrijska kasetna
3				Industrijska kasetna
4				Neraspoređeno
5	5 954,1	3 548,2	5 954,1	
6	376,3	470,4	250,9	
7	3 612,7	5 047,2	2 408,4	
8	35,8	57,0	23,9	
9	5 870,6	9 000,4	3 913,7	
10	2 572,4	4 519,0	1 714,9	
11	11 540,5	16 123,1	7 693,7	
12	1 241,9	1 791,8	827,9	
13				Industrijska kasetna
14				Industrijska kasetna
15				Industrijska kasetna

Tab. p- 8: Pregled konzuma ogrjevnne toplinske energije, rashladne energije, potrošne tople vode i energije za kuhanje (opskrbno područje OP-02: Selce)

Opskrbno područje: Selce (OP-02)				
Oznaka	Ogrjevni toplinski konzum [kW]		Rashladni konzum [kW]	Napomena
	Grijanje + PTV	Grijanje + PTV + kuhanje		
16	8 467,2	13 501,5	5 644,8	
17	225,8	360,0	150,5	
18				Industrijska kasetna
19	639,7	999,9	426,5	
20	3 749,8	4 866,9	2 499,8	
21	2 408,4	3 046,0	1 605,6	
22	338,7	446,3	225,8	
23	1 806,3	2 284,5	1 204,2	
24	8 128,5	10 280,4	5 419,0	

Tab. p- 9: Pregled konzuma ogrjevnne toplinske energije, rashladne energije, potrošne tople vode i energije za kuhanje (opskrbno područje OP-03: Drežnik/Borlin/Dubovac)

Opskrbno područje: Drežnik/Borlin/Dubovac (OP-03)				
Oznaka	Ogrjevni toplinski konzum [kW]		Rashladni konzum [kW]	Napomena
	Grijanje + PTV	Grijanje + PTV + kuhanje		
25	18 364,4	25 656,8	12 242,9	
26	7 225,3	10 094,5	4 816,9	
27	1 016,1	1 466,0	677,4	
28	470,4	573,1	313,6	
29	2 624,8	3 283,1	1 749,9	
30	2 352,0	3 010,2	1 568,0	
31	4 791,4	6 020,8	3 194,2	
32	4 704,0	5 352,6	3 136,0	Industrijska kasetna ¹⁾
33	4 124,7	5 159,1	2 749,8	
34	2 083,2	2 553,4	1 388,8	

Napomena:

- 1) Kasetna 32 bez obzira na industrijsku namjenu uvrštena je u analizu jer se radi o kaseti predviđenoj za širenje industrijskih pogona Karlovačke pivovare koja je postojeći privredni/industrijski subjekt. Toplinski konzum predstavlja samo konzum za potrebe grijanja (potrebe tehnološkog procesa nisu razmatrane)

Tab. p- 10: Pregled konzuma ogrjevnne toplinske energije, rashladne energije, potrošne tople vode i energije za kuhanje (opskrbno područje OP-04: Gaza)

Opskrbno područje: Gaza (OP-04)				
Oznaka	Ogrjevni toplinski konzum [kW]		Rashladni konzum [kW]	Napomena
	Grijanje + PTV	Grijanje + PTV + kuhanje		
44	2 187,4	2 746,0	1 458,2	

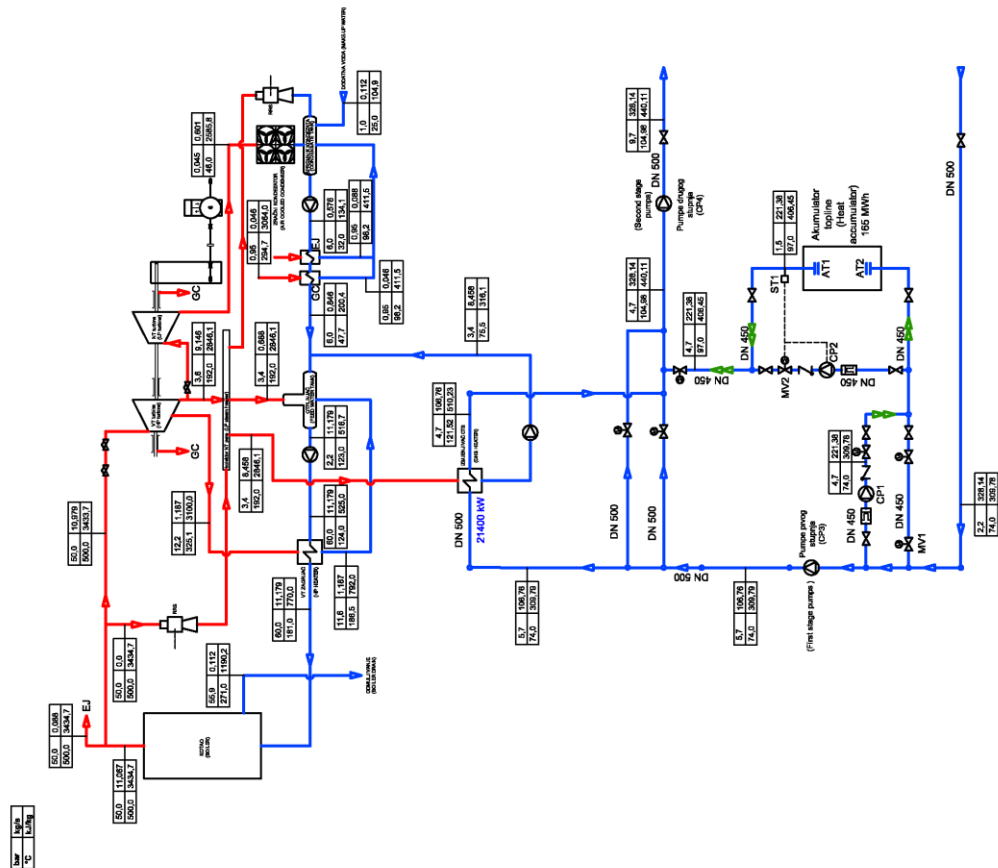
Tab. p- 11: Pregled konzuma ogrjevnne toplinske energije, rashladne energije, potrošne tople vode i energije za kuhanje (opskrbno područje OP-05: Novi centar/Luščić/Grabrik/Rakovac)

Opskrbno područje: Novi centar/Luščić/Grabrik/Rakovac (OP-05)				
Oznaka	Ogrjevni toplinski konzum [kW]		Rashladni konzum [kW]	Napomena
	Grijanje + PTV	Grijanje + PTV + kuhanje		
35	4 032,0	4 748,7	2 688,0	
36	4 838,4	5 800,6	3 225,6	
37	1 612,8	1 840,8	1 075,2	
38	4 032,0	5 368,4	2 688,0	
39	3 386,9	4 005,9	2 257,9	
40	483,8	600,7	322,6	
41	4 515,8	5 525,0	3 010,6	
42	2 540,2	3 070,4	1 693,4	
43	666,6	919,1	444,4	
45	3 386,9	4 143,7	2 257,9	
46	4 838,4	5 756,8	3 225,6	
47	6 773,8	7 909,3	4 515,8	
48	3 628,8	4 345,5	2 419,2	
49	1 008,0	1 264,9	672,0	
50	14 434,6	20 857,6	9 623,0	
51	14 434,6	20 857,6	9 623,0	
52	182,8	267,5	121,9	
53	9 676,8	11 587,9	6 451,2	
54	16 128,0	18 303,2	10 752,0	
55	1 088,6	1 308,7	725,8	
56	1 451,5	1 802,0	967,7	

Tab. p- 12: Pregled konzuma ogrjevnne toplinske energije, rashladne energije, potrošne tople vode i energije za kuhanje (opskrbno područje OP-06: Švarča)

Opskrbno područje: Švarča (OP-06)				
Oznaka	Ogrjevni toplinski konzum [kW]		Rashladni konzum [kW]	Napomena
	Grijanje + PTV	Grijanje + PTV + kuhanje		
57	2 187,4	2 746,0	1 458,2	
58				Neraspoređeno
59	338,7	529,4	225,8	
60	5 927,0	8 334,5	3 951,4	
61	2 634,2	3 075,7	1 756,2	
62	2 399,8	3 170,0	1 599,9	
63	752,6	853,2	501,8	
64	1 317,1	1 759,0	878,1	
65	2 257,9	2 975,6	1 505,3	
66	8 580,1	11 307,2	5 720,1	

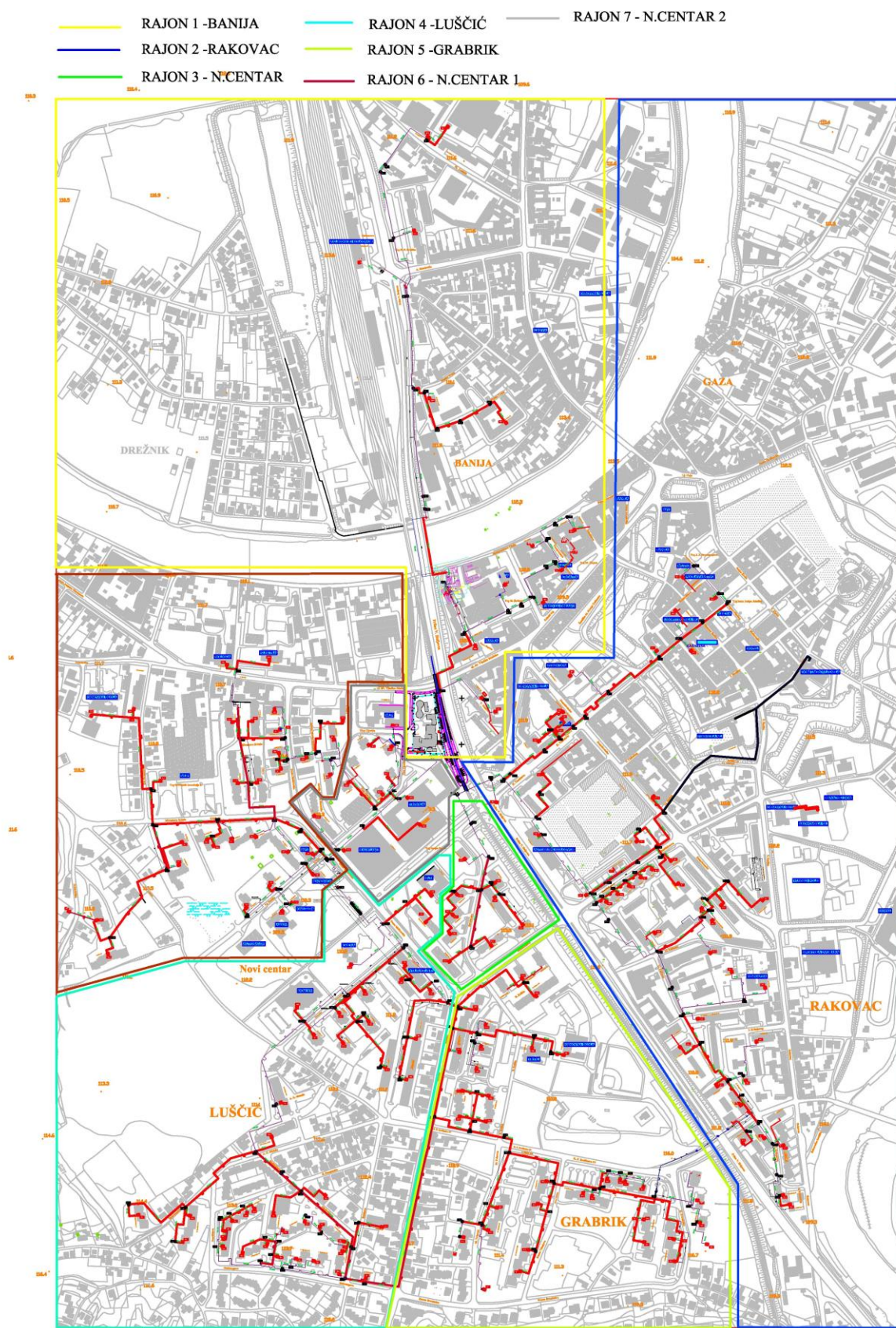
Tehnološka shema - dnevni režim rada
(Technological scheme - day operation)



- Para (steam)
 - Vrela voda (hot water)
 - Punjenje akumulatora toplote (Loading heat accumulator)
 - Pražnjenje akumulatora toplote (Unloading heat accumulator)
- CP1 - Crpka za pražnjenje (Unloading pump); m=220 kg/s, H=28 m
 CP2 - Crpka za regulaciju temperature (Temperature regulation pump); m=100 kg/s, H=35 m
 CP3 - Crpke prvog stupnja (First stage pumps); m=330 kg/s, H=40 m
 CP4 - Crpka drugog stupnja (Second stage pumps); m=330 kg/s, H=55 m

Sl. p- 5: Tehnološka shema BE-TO Karlovac - dnevni režim rada

Pril. 4: Prijedlog mjera za povećanje energetske učinkovitosti zgrada u CTS-u Karlovca



Sl. p- 6: Smještaj rajona u gradu Karlovcu

Tab. p- 13: Raspodjela potrošnje isporučene toplinske energije iz CTS-a po rajonima prije i nakon obnove svih zgrada izgrađenih prije 1987. godine

RAJON		Godina	Neto grijana površina	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto površine	Toplinska energija za grijanje	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto površine - nakon primjene mjera	Toplinska energija za grijanje - nakon primjene mjera	
		g	m ²	kWh/m ² /god	MWh/god	kWh/m ² /god	MWh/god	
RAJON 1 - BANIJA	RAJON 1 - BANIJA - zgrade izgrađene prije 1987. godine	1980	9 236	148,2	1 369,0	93,7	865,7	
		1980	1 396	148,2	206,9	93,7	130,8	
		1980	4 457	148,2	660,6	93,7	417,8	
		1982	10 616	148,2	1 573,5	93,7	995,0	
		1985	1 069	148,2	158,4	93,7	100,2	
		1986	8 616	148,2	1 277,1	93,7	807,6	
		Ukupno		35 390		5 245,5		3 317,2
	RAJON 1 - BANIJA - zgrade izgrađene nakon 1987. godine	1987	1 536	115,1	176,7	115,1	176,7	
		1988	1 050	115,1	120,8	115,1	120,8	
		1988	3 921	115,1	451,2	115,1	451,2	
		1988	550	115,1	63,3	115,1	63,3	
		1988	3 332	115,1	383,3	115,1	383,3	
		1991	4 895	115,1	563,2	115,1	563,2	
		2003	1 580	115,1	181,8	115,1	181,8	
	Ukupno		16 863		1 940,4		1 940,4	
	UKUPNO		52 254		7 185,9		5 257,6	
RAJON 2 - RAKOVAC	RAJON 2 - RAKOVAC - zgrade izgrađene prije 1987. godine	1983	839	148,2	124,3	93,7	78,6	
		1983	2 496	148,2	370,0	93,7	234,0	
		1983	1 995	148,2	295,7	93,7	187,0	
		1983	6 245	148,2	925,6	93,7	585,4	
		1984	1 498	148,2	222,0	93,7	140,4	
		1984	3 351	148,2	496,7	93,7	314,1	
		1984	1 725	148,2	255,6	93,7	161,6	
		1984	722	148,2	106,9	93,7	67,6	
		1984	1 490	148,2	220,9	93,7	139,7	
		1984	1 487	148,2	220,4	93,7	139,4	
		1984	1 127	148,2	167,0	93,7	105,6	
		1984	1 805	148,2	267,5	93,7	169,2	
		1986	5 465	148,2	809,9	93,7	512,2	
		1986	6 934	148,2	1 027,7	93,7	649,9	
		1986	1 252	148,2	185,6	93,7	117,4	
		1986	632	148,2	93,7	93,7	59,3	
		1986	2 894	148,2	428,9	93,7	271,3	
			Ukupno		41 955		6 218	

RAJON		Godina	Neto grijana površina	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto površine	Toplinska energija za grijanje	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto grijane površine - nakon primjene mjera	Toplinska energija za grijanje - nakon primjene mjera		
		g	m ²	kWh/m ² /god	MWh/god	kWh/m ² /god	MWh/god		
RAJON 2 - RAKOVAC	RAJON 2 - RAKOVAC - zgrade izgrađene nakon 1987. godine	1987	2 297	115,1	264,4	115,1	264,4		
		1987	1 102	115,1	126,8	115,1	126,8		
		1987	1 663	115,1	191,4	115,1	191,4		
		1987	92	115,1	10,6	115,1	10,6		
		1987	2 102	115,1	241,9	115,1	241,9		
		1996	2 300	115,1	264,7	115,1	264,7		
		2003	1 401	115,1	161,2	115,1	161,2		
		2003	1 410	115,1	162,2	115,1	162,2		
		2003	708	115,1	81,5	115,1	81,5		
		2003	789	115,1	90,8	115,1	90,8		
		2003	3 500	115,1	402,7	115,1	402,7		
		2003	744	115,1	85,6	115,1	85,6		
		2003	2 041	115,1	234,8	115,1	234,8		
		2003	616	115,1	70,9	115,1	70,9		
		2003	553	115,1	63,6	115,1	63,6		
		2003	615	115,1	70,8	115,1	70,8		
		2003	600	115,1	69,0	115,1	69,0		
		2003	605	115,1	69,6	115,1	69,6		
		2003	1 830	115,1	210,6	115,1	210,6		
		2003	3 050	115,1	350,9	115,1	350,9		
		2004	385	115,1	44,3	115,1	44,3		
		2004	1 586	115,1	182,5	115,1	182,5		
		2007	831	97,7	81,2	97,7	81,2		
		2008	545	97,7	53,2	97,7	53,2		
		Ukupno			31 365,5		3 585,2		3 585,2
		UKUPNO			73 320		9 803,7		7 517,7
	RAJON 3 - NOVI CENTAR	RAJON 3 - NOVI CENTAR - zgrade izgrađene prije 1987. godine	1968	2 581	186,3	480,8	82,9	214,1	
			1968	7 155	186,3	1 333,0	82,9	593,5	
1968			2 871	186,3	534,8	82,9	238,1		
1971			3 522	148,2	522,0	93,7	330,1		
1975			2 511	148,2	372,2	93,7	235,4		
Ukupno			18 641		3 242,9		1 611,2		
RAJON 3 - NOVI CENTAR - zgrade izgrađene nakon 1987. godine		1999	270	115,1	31,1	115,1	31,1		
		2003	2 511	115,1	288,9	115,1	288,9		
		2003	2 568	115,1	295,5	115,1	295,5		
Ukupno			5 349		615,5		615,5		
UKUPNO			23 989		3 858,3		2 226,6		

RAJON	Godina	Neto grijana površina	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto površine	Toplinska energija za grijanje	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto površine - nakon primjene mjera	Toplinska energija za grijanje - nakon primjene mjera
	g	m ²	kWh/m ² /god	MWh/god	kWh/m ² /god	MWh/god
RAJON 4 - LUŠČIĆ - zgrade izgrađene prije 1987. godine	1977	3283,05	148,2	486,6	93,7	307,7
	1977	4041,38	148,2	599,0	93,7	378,8
	1977	3593	148,2	532,5	93,7	336,8
	1978	3468	148,2	514,0	93,7	325,1
	1978	6497	148,2	963,0	93,7	609,0
	1978	1413,08	148,2	209,4	93,7	132,5
	1979	923	148,2	136,8	93,7	86,5
	1979	1020	148,2	151,2	93,7	95,6
	1979	1922	148,2	284,9	93,7	180,2
	1979	1237,5	148,2	183,4	93,7	116,0
	1979	1623	148,2	240,6	93,7	152,1
	1979	1408	148,2	208,7	93,7	132,0
	1979	1414,73	148,2	209,7	93,7	132,6
	1980	1707,8	148,2	253,1	93,7	160,1
	1980	1762	148,2	261,2	93,7	165,2
	1980	1659	148,2	245,9	93,7	155,5
	1980	2247,16	148,2	333,1	93,7	210,6
	1980	1584	148,2	234,8	93,7	148,5
	1980	2055,4	148,2	304,6	93,7	192,7
	1980	1577,73	148,2	233,8	93,7	147,9
	1980	1520	148,2	225,3	93,7	142,5
	1983	3581,58	148,2	530,9	93,7	335,7
	1984	3722,94	148,2	551,8	93,7	349,0
Ukupno		53 261		7 894,3		4 992,3
RAJON 4 - LUŠČIĆ - zgrade izgrađene nakon 1987. Godine	1987	6518	115,1	750,1	115,1	750,1
	1987	5268	115,1	606,2	115,1	606,2
	1988	4210	115,1	484,4	115,1	484,4
	1988	3207	115,1	369,0	115,1	369,0
	1988	3554	115,1	408,9	115,1	408,9
	1997	6031	115,1	694,0	115,1	694,0
	2003	74	115,1	8,5	115,1	8,5
	2004	3588	115,1	412,8	115,1	412,8
	2004	1019	115,1	117,3	115,1	117,3
	2008	2583	97,7	252,4	97,7	252,4
	2008	7007	97,7	684,6	97,7	684,6
	2008	3574	97,7	349,2	97,7	349,2
	2008	3581	97,7	349,9	97,7	349,9
2008	3583	97,7	350,1	97,7	350,1	
Ukupno		53 798		5 837,3		5 837,3
UKUPNO		107 059		13 731,6		10 829,6

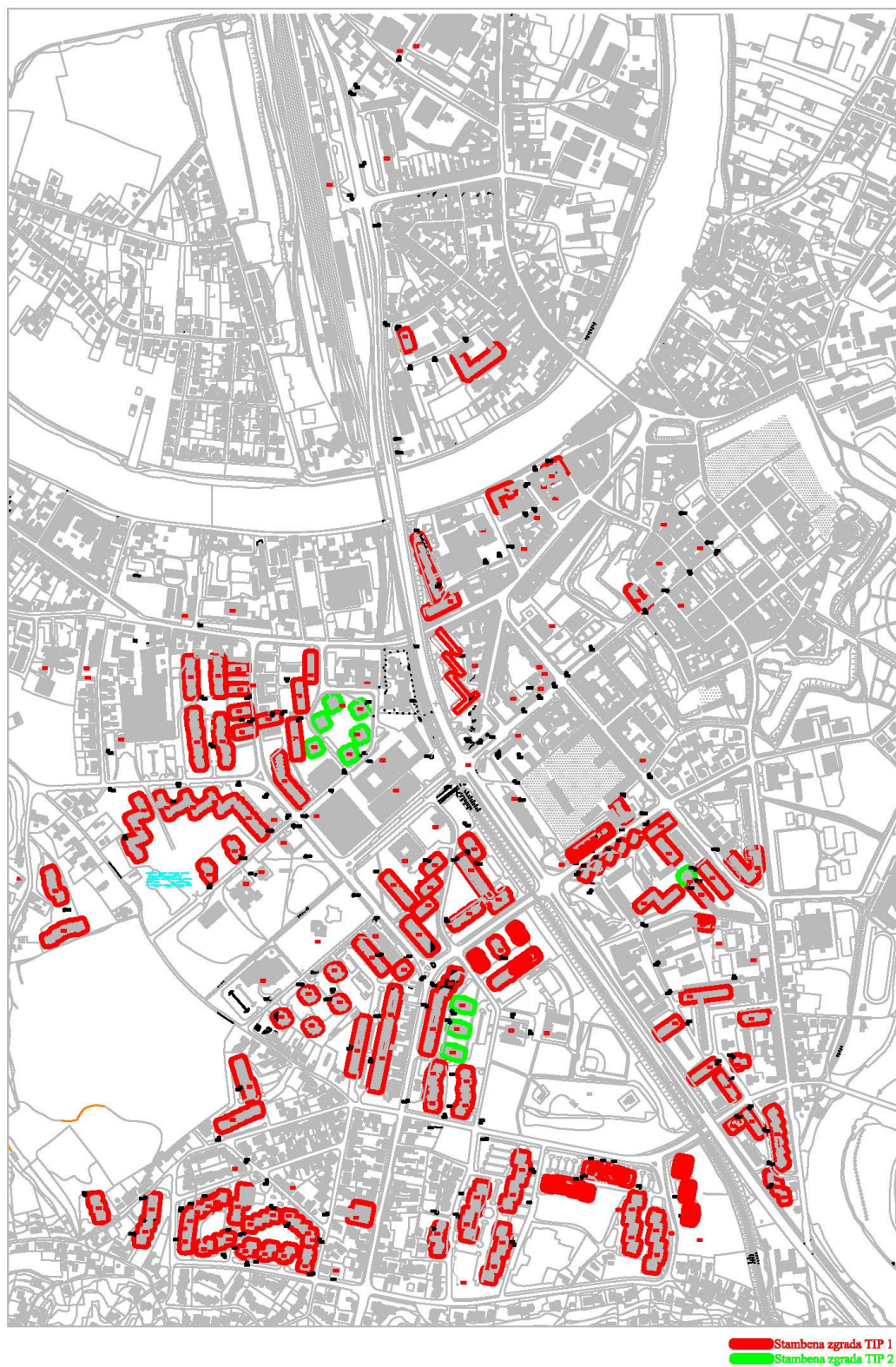
RAJON		Godina	Neto grijana površina	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto površine	Toplinska energija za grijanje	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto grijane površine - nakon primjene mjera	Toplinska energija za grijanje - nakon primjene mjera	
		g	m ²	kWh/m ² /god	MWh/god	kWh/m ² /god	MWh/god	
RAJON 5 - GRABRIK	RAJON 5 - GRABRIK - zgrade izgrađene prije 1987. godine	1971	6 237	148,2	924,4	93,7	584,6	
		1976	2 468	148,2	365,8	93,7	231,3	
		1976	5 531	148,2	819,8	93,7	518,4	
		1976	2 020	148,2	299,4	93,7	189,3	
		1976	1 999	148,2	296,2	93,7	187,3	
		1976	1 955	148,2	289,7	93,7	183,2	
		1976	2 022	148,2	299,7	93,7	189,6	
		1981	4 616	148,2	684,1	93,7	432,6	
		1982	4 680	148,2	693,7	93,7	438,7	
		1982	4 645	148,2	688,5	93,7	435,4	
		1983	4 291	148,2	636,0	93,7	402,2	
		1983	4 187	148,2	620,5	93,7	392,4	
		1983	7 185	148,2	1 064,9	93,7	673,4	
		1983	2 031	148,2	301,0	93,7	190,4	
		1983	2 146	148,2	318,1	93,7	201,1	
		1983	2 146	148,2	318,1	93,7	201,2	
		Ukupno	1983	2 031	148,2	301,0	93,7	190,4
			60 189		8 921,1		5 057,0	
		RAJON 5 - GRABRIK - zgrade izgrađene nakon 1987. godine	1987	5135,0	115,1	590,9	115,1	590,9
			1987	4561,2	115,1	524,8	115,1	524,8
			1987	4504,8	115,1	518,3	115,1	518,3
			1987	4448,0	115,1	511,8	115,1	511,8
			1987	4689,4	115,1	539,6	115,1	539,6
			2000	1620,0	115,1	186,4	115,1	186,4
			2000	1391,9	115,1	160,2	115,1	160,2
			2003	3197,0	115,1	367,9	115,1	367,9
			2003	1134,7	115,1	130,6	115,1	130,6
			2003	4941,9	115,1	568,6	115,1	568,6
	2003		4239,7	115,1	487,8	115,1	487,8	
	2003	4435,8	115,1	510,4	115,1	510,4		
	2003	1539,0	115,1	177,1	115,1	177,1		
	2003	1712,0	115,1	197,0	115,1	197,0		
	2008	3184,6	97,7	311,2	97,7	311,2		
	2008	1452,2	97,7	141,9	97,7	141,9		
Ukupno		52 187		5 924,4		10 981,5		
UKUPNO		112 376		14 845,5		11 171,8		
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	RAJON 6 - NOVI CENTAR 1 - zgrade izgrađene prije 1987. godine	1975	3 314	148,2	491,2	93,7	310,6	
		1976	216	148,2	32,0	93,7	20,2	
		1976	3 798	148,2	562,9	93,7	356,0	
		1979	2 810	148,2	416,5	93,7	263,4	
		1980	2 811	148,2	416,6	93,7	263,5	
		1980	749	148,2	111,0	93,7	70,2	
		1982	5 461	148,2	809,4	93,7	511,9	
		1982	660	148,2	97,8	93,7	61,9	
		1982	1 469	148,2	217,7	93,7	137,7	
		1983	2 772	148,2	410,8	93,7	259,8	
	1983	3 681	148,2	545,6	93,7	345,0		
Ukupno		27 741		4 111,7		2 600,2		

RAJON		Godina	Neto grijana površina	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto površine	Toplinska energija za grijanje	Toplinska energija za grijanje po jedinici neto grijane površine - nakon primjene mjera	Toplinska energija za grijanje - nakon primjene mjera	
		g	m ²	kWh/m ² /god	MWh/god	kWh/m ² /god	MWh/god	
RAJON 6 - NOVI CENTAR 1	RAJON 6 - NOVI CENTAR 1 - zgrade izgrađene nakon 1987. godine	1988	6 033	115,1	694,2	115,1	694,2	
		1988	4 757	115,1	547,4	115,1	547,4	
		1988	3 618	115,1	416,3	115,1	416,3	
		2003	5 373	115,1	618,3	115,1	618,3	
		2003	3 760	115,1	432,6	115,1	432,6	
		2004	598	115,1	68,8	115,1	68,8	
		2004	1 551	115,1	178,5	115,1	178,5	
		2004	4 031	115,1	463,8	115,1	463,8	
		2004	2 937	115,1	337,9	115,1	337,9	
		2004	5 510	115,1	634,0	115,1	634,0	
		2004	4 313	115,1	496,2	115,1	496,2	
		2004	3 793	115,1	436,4	115,1	436,4	
		2004	992	115,1	114,1	115,1	114,1	
		2004	1 179	115,1	135,7	115,1	135,7	
		2004	752	115,1	86,5	115,1	86,5	
		2004	733	115,1	84,3	115,1	84,3	
		2004	1 602	115,1	184,3	115,1	184,3	
		2004	1 439	115,1	165,6	115,1	165,6	
		2007	287	115,1	33,0	97,7	33,0	
2013	6 167	97,7	602,5	97,7	602,5			
	Ukupno		59 425		6 730,6		6 730,6	
	UKUPNO		87 165		10 842,3		9 330,8	
RAJON 7 - NOVI CENTAR 2 ¹⁾	RAJON 7 - NOVI CENTAR 2 - zgrade izgrađene prije 1987. godine	1968	3 023	186,3	563,1	82,9	250,7	
		1968	6 216	186,3	1 158,0	82,9	515,6	
		1968	3 017	186,3	562,0	82,9	250,2	
		1968	3 013	186,3	561,2	82,9	249,9	
		Ukupno		15 268		2 844,3		1 266,3
	RAJON 7 - NOVI CENTAR 2 - zgrade izgrađene nakon 1987. godine	1999	5 372,7	115,1	618,2	115,1	618,2	
		2003	1 619,8	115,1	186,4	115,1	186,4	
		2003	3 058,0	115,1	351,9	115,1	351,9	
		2003	4 022,0	115,1	462,8	115,1	462,8	
		Ukupno		14 073		1 619,3		1 619,3
	UKUPNO		29 341		4 463,6		2 885,6	
UKUPNO			485 504		64 731		49 220	

1) Izuzeta je neto grijana površina koja je priključena ali ne koristi usluge CTS-a

Pril. 5: Procjena utjecaja mjera energetske učinkovitosti opskrbe toplinskom energijom na razvoj toplinskog konzuma CTS-a

Pril. 6: Analiza mogućnosti centralizirane opskrbe potrošnom toplom vodom iz toplane



Sl. p- 7: Potencijalni konzum PTV-a u gradu Karlovcu, prikaz stambenih zgrada u tipu 1 i tipu 2

Tab. p- 15: Analiza priključenja stambene zgrade od 48 stanova na centralnu pripremu PTV

Period	Referentni scenarij						Promatrani scenarij						
	Zamjena postojećih el.bojlera sa montažom	Godišnja stavka za EE	Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzirom na m ³ pripremljene PTV	Preostala vrijednost u posljednjoj godini	Specifični trošak održavanja strojarskih instalacija	Održavanje novog pogona	Strojarske instalacije	Godišnji zahtvi (razvod)	Godišnja stavka za CTS	Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzirom na m ³ pripremljene PTV	Preostala vrijednost u posljednjoj godini
god	kn	kn/god	kn	kn/m ³ PTV	kn	%	kn/god	kn	kn	kn/god	kn	kn/m ³ PTV	kn
0	0,00 kn	79.869,56 kn	79.869,56 kn	42,53 kn	0,00 kn	0,00	0,00 kn	94.794,46 kn	131.712,00 kn	0,00 kn	226.506,46 kn	0,00 kn	0,00 kn
1	3.500,00 kn	79.869,56 kn	76.531,07 kn	41,12 kn	1.750,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	49.103,29 kn	26,31 kn	26,31 kn
2	10.500,00 kn	79.869,56 kn	77.048,66 kn	41,29 kn	1.050,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	45.466,01 kn	24,36 kn	24,36 kn
3	3.500,00 kn	79.869,56 kn	65.784,52 kn	35,25 kn	525,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	42.098,16 kn	22,56 kn	22,56 kn
4	10.500,00 kn	79.869,56 kn	66.056,81 kn	35,40 kn	2.100,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	38.979,78 kn	20,89 kn	20,89 kn
5	3.500,00 kn	79.869,56 kn	56.999,63 kn	30,22 kn	875,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	36.092,38 kn	19,34 kn	19,34 kn
6	10.500,00 kn	79.869,56 kn	56.633,06 kn	30,35 kn	3.150,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	33.418,87 kn	17,91 kn	17,91 kn
7	3.500,00 kn	79.869,56 kn	48.553,59 kn	25,91 kn	1.225,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	30.943,40 kn	16,58 kn	16,58 kn
8	10.500,00 kn	79.869,56 kn	48.553,72 kn	26,02 kn	4.200,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	28.651,30 kn	15,35 kn	15,35 kn
9	3.500,00 kn	79.869,56 kn	41.455,41 kn	22,21 kn	1.575,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	26.528,98 kn	14,22 kn	14,22 kn
10	10.500,00 kn	79.869,56 kn	41.626,99 kn	22,31 kn	5.250,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	24.563,87 kn	13,16 kn	13,16 kn
11	3.500,00 kn	79.869,56 kn	35.541,33 kn	19,04 kn	1.925,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	22.744,32 kn	12,19 kn	12,19 kn
12	10.500,00 kn	79.869,56 kn	35.688,44 kn	19,12 kn	6.300,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	21.059,56 kn	11,28 kn	11,28 kn
13	3.500,00 kn	79.869,56 kn	30.470,96 kn	16,33 kn	2.275,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	19.499,59 kn	10,45 kn	10,45 kn
14	10.500,00 kn	79.869,56 kn	30.597,08 kn	16,40 kn	7.850,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	18.065,18 kn	9,67 kn	9,67 kn
15	3.500,00 kn	79.869,56 kn	26.123,84 kn	14,00 kn	2.625,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	16.717,76 kn	8,96 kn	8,96 kn
16	10.500,00 kn	79.869,56 kn	26.232,07 kn	14,08 kn	8.400,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	15.479,41 kn	8,29 kn	8,29 kn
17	3.500,00 kn	79.869,56 kn	22.897,07 kn	12,00 kn	2.975,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	14.332,78 kn	7,68 kn	7,68 kn
18	10.500,00 kn	79.869,56 kn	22.489,77 kn	12,05 kn	9.450,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	13.271,09 kn	7,11 kn	7,11 kn
19	3.500,00 kn	79.869,56 kn	19.201,88 kn	10,29 kn	3.325,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	12.288,05 kn	6,58 kn	6,58 kn
20	10.500,00 kn	79.869,56 kn	19.281,35 kn	10,33 kn	10.500,00 kn	1,50	1.421,92 kn	0,00 kn	0,00 kn	51.609,64 kn	11.377,82 kn	6,10 kn	6,10 kn
SUM	140.000,00 kn	1.666.760,66 kn	926.036,91 kn		76.250,00 kn		28.498,24 kn	94.794,46 kn	131.712,00 kn	1.032.192,74 kn	747.178,08 kn		

Tab. p- 16: Analiza priključenja stambene zgrade od 60 stanova na centralnu pripremu PTV

Period	Referentni scenarij										Promatrani scenarij									
	Zamjena postojećih el. bojlera sa montažom	Godišnja stavka za EE	Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzorom na m ³ pripremljene PTV	Preostala vrijednost u posljednjoj godini	Specifični trošak održavanja strojarskih instalacija	Održavanje novog pogona	Strojarske instalacije	Građevinski zahvati (razvod)	Godišnja stavka za CTS	Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzorom na m ³ pripremljene PTV	Preostala vrijednost u posljednjoj godini							
god	kn	kn/god	kn	kn/m ³ pvt	kn	%	kn/god	kn	kn/god	kn	kn	kn/m ³ pvt	kn							
0	0,00kn	99.211,94 kn	99.211,94 kn	42,53 kn	350,00 kn	0,00	0,00kn	101.543,32 kn	0,00kn	296.103,32 kn	0,00kn	0,00kn	0,00kn							
1	7.000,00kn	99.211,94 kn	98.344,99 kn	42,16 kn	350,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	60.208,28 kn	65.501,79 kn	25,91 kn	25,91 kn							
2	14.000,00kn	99.211,94 kn	97.060,99 kn	41,61 kn	1.400,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	55.748,40 kn	65.501,79 kn	23,90 kn	23,90 kn							
3	7.000,00kn	99.211,94 kn	84.314,47 kn	36,14 kn	1.050,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	51.618,89 kn	65.501,79 kn	22,13 kn	22,13 kn							
4	14.000,00kn	99.211,94 kn	83.214,16 kn	35,67 kn	2.800,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	47.795,27 kn	65.501,79 kn	20,49 kn	20,49 kn							
5	7.000,00kn	99.211,94 kn	72.286,06 kn	30,99 kn	1.750,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	44.254,88 kn	65.501,79 kn	18,97 kn	18,97 kn							
6	14.000,00kn	99.211,94 kn	71.342,73 kn	30,58 kn	4.200,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	37.941,43 kn	65.501,79 kn	17,57 kn	17,57 kn							
7	7.000,00kn	99.211,94 kn	61.973,65 kn	26,57 kn	2.450,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	35.130,95 kn	65.501,79 kn	16,26 kn	16,26 kn							
8	14.000,00kn	99.211,94 kn	61.164,89 kn	26,22 kn	5.600,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	32.528,66 kn	65.501,79 kn	15,06 kn	15,06 kn							
9	7.000,00kn	99.211,94 kn	53.132,42 kn	22,78 kn	3.150,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	30.119,13 kn	65.501,79 kn	13,94 kn	13,94 kn							
10	14.000,00kn	99.211,94 kn	52.439,04 kn	22,48 kn	7.000,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	27.888,08 kn	65.501,79 kn	12,91 kn	12,91 kn							
11	7.000,00kn	99.211,94 kn	45.552,48 kn	19,53 kn	3.850,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	25.822,30 kn	65.501,79 kn	11,97 kn	11,97 kn							
12	14.000,00kn	99.211,94 kn	44.958,02 kn	19,27 kn	8.400,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	23.909,53 kn	65.501,79 kn	11,07 kn	11,07 kn							
13	7.000,00kn	99.211,94 kn	39.053,91 kn	16,74 kn	4.950,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	22.138,46 kn	65.501,79 kn	10,25 kn	10,25 kn							
14	14.000,00kn	99.211,94 kn	38.544,26 kn	16,52 kn	9.800,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	20.498,57 kn	65.501,79 kn	9,49 kn	9,49 kn							
15	7.000,00kn	99.211,94 kn	33.482,43 kn	14,35 kn	5.250,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	18.980,16 kn	65.501,79 kn	8,79 kn	8,79 kn							
16	14.000,00kn	99.211,94 kn	33.045,49 kn	14,17 kn	11.200,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	17.574,22 kn	65.501,79 kn	8,14 kn	8,14 kn							
17	7.000,00kn	99.211,94 kn	28.705,79 kn	12,31 kn	5.950,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	16.272,43 kn	65.501,79 kn	7,53 kn	7,53 kn							
18	14.000,00kn	99.211,94 kn	28.331,18 kn	12,14 kn	12.600,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	15.067,06 kn	65.501,79 kn	6,98 kn	6,98 kn							
19	7.000,00kn	99.211,94 kn	24.610,59 kn	10,55 kn	6.650,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	13.950,98 kn	65.501,79 kn	6,46 kn	6,46 kn							
20	14.000,00kn	99.211,94 kn	24.289,42 kn	10,41 kn	14.000,00 kn	1,50	1.523,15kn	0,00kn	0,00kn	12.701.035,76 kn	12.701.035,76 kn	0,00kn	0,00kn							
SUM	210.000,00kn	2.083.450,83 kn	1175.058,31 kn	10,41 kn	112.000,00 kn		30.463,00kn	101.543,32 kn	196.560,00 kn	936.527,75 kn	936.527,75 kn	0,00kn	0,00kn							

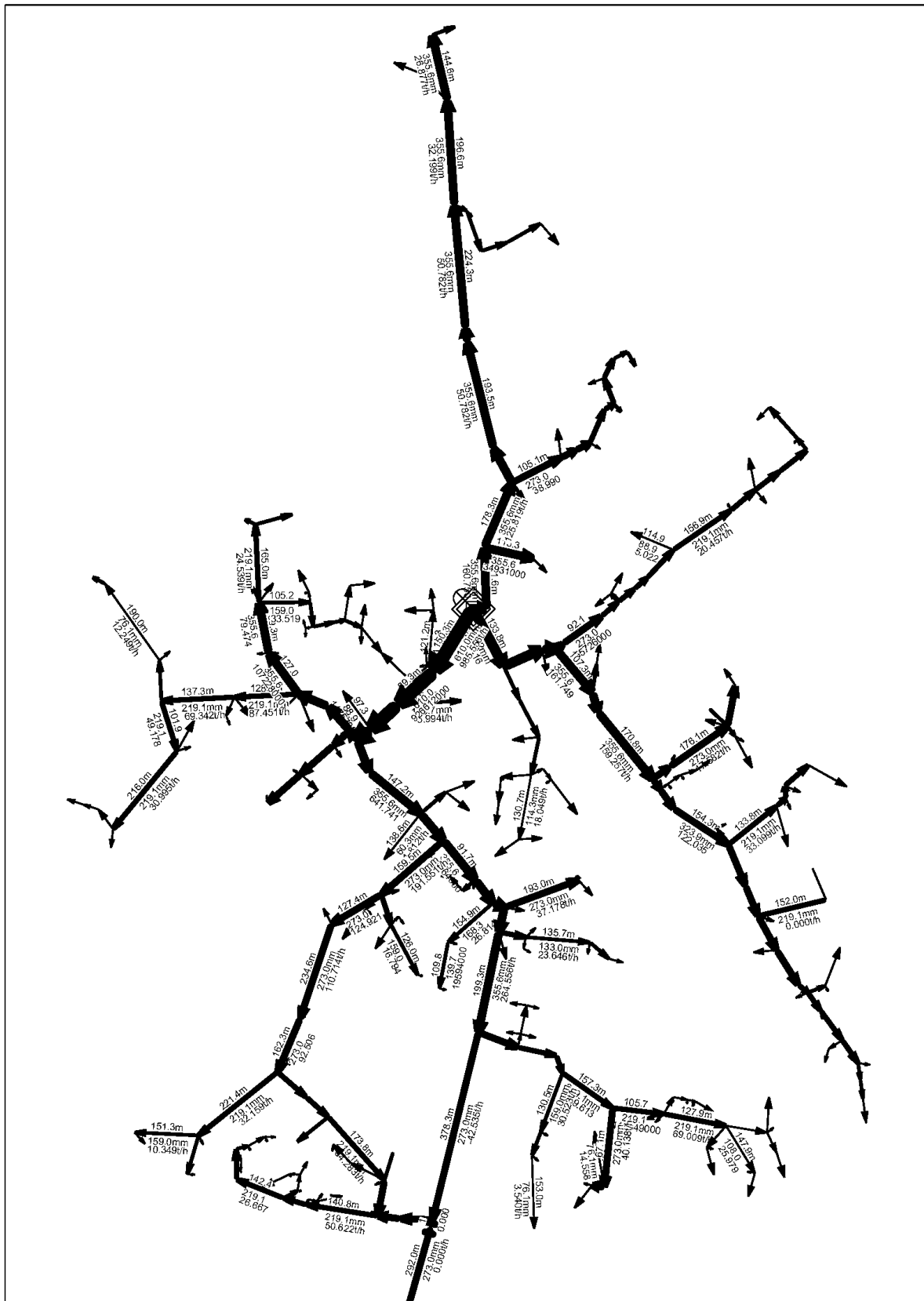
Tab. p- 17: Analiza priključenja Osnovne škole Grabrik na centralnu pripremu PTV

Period	Referentni scenarij					Promatrani scenarij							
	Zamjena postojećih el. bojlera sa montažom	Godišnja stavka za EE	Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzorom na m ³ pripremljene PTV	Prestala vrijednost u poslijeđnoj godini	Specifični trošak održavanja strojarskih instalacija	Održavanje novog pogona	Strojarske instalacije	Godovinski zahvati (radovi)	Godišnja stavka za CIS	Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzorom na m ³ pripremljene PTV	Prestala vrijednost u poslijeđnoj godini
god	kn	kn/god	kn	kn/m ³ PTV	kn	%	kn/god	kn	kn	kn/god	kn	kn/m ³ PTV	kn
0	0,00 kn	41.992,72 kn	41.992,72 kn	49,58 kn		0,00	0,00 kn	129.364,49 kn	72.155,00 kn	0,00 kn	201.519,49 kn	0,00 kn	
1	8.160,00 kn	41.992,72 kn	46.437,70 kn	54,83 kn	46.437,70 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	43.029,89 kn	51,28 kn	43.029,89 kn
2	0,00 kn	41.992,72 kn	36.001,99 kn	42,51 kn	42.51 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	40.212,86 kn	47,48 kn	40.212,86 kn
3	0,00 kn	41.992,72 kn	33.335,18 kn	39,36 kn	39,36 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	37.234,13 kn	43,96 kn	43,96 kn
4	0,00 kn	41.992,72 kn	30.855,90 kn	36,45 kn	36,45 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	34.776,04 kn	40,71 kn	40,71 kn
5	0,00 kn	41.992,72 kn	28.579,54 kn	33,75 kn	33,75 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	31.922,26 kn	37,69 kn	37,69 kn
6	0,00 kn	41.992,72 kn	26.462,54 kn	31,25 kn	31,25 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	29.557,65 kn	34,90 kn	34,90 kn
7	0,00 kn	41.992,72 kn	24.502,35 kn	28,69 kn	28,69 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	27.568,20 kn	32,32 kn	32,32 kn
8	0,00 kn	41.992,72 kn	22.677,36 kn	26,79 kn	26,79 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	25.949,92 kn	29,92 kn	29,92 kn
9	0,00 kn	41.992,72 kn	21.006,81 kn	24,80 kn	24,80 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	24.653,82 kn	27,71 kn	27,71 kn
10	0,00 kn	41.992,72 kn	19.490,75 kn	22,97 kn	22,97 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	23.725,76 kn	25,65 kn	25,65 kn
11	0,00 kn	41.992,72 kn	18.009,96 kn	21,27 kn	21,27 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	23.116,44 kn	23,75 kn	23,75 kn
12	0,00 kn	41.992,72 kn	16.675,89 kn	19,69 kn	19,69 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	22.626,33 kn	21,99 kn	21,99 kn
13	0,00 kn	41.992,72 kn	15.440,64 kn	18,23 kn	18,23 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	21.946,61 kn	20,36 kn	20,36 kn
14	0,00 kn	41.992,72 kn	14.296,89 kn	16,88 kn	16,88 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	21.599,08 kn	18,86 kn	18,86 kn
15	0,00 kn	41.992,72 kn	13.237,86 kn	15,63 kn	15,63 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	21.496,18 kn	17,46 kn	17,46 kn
16	0,00 kn	41.992,72 kn	12.257,27 kn	14,47 kn	14,47 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	21.690,91 kn	16,17 kn	16,17 kn
17	0,00 kn	41.992,72 kn	11.349,33 kn	13,40 kn	13,40 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	22.076,77 kn	14,97 kn	14,97 kn
18	0,00 kn	41.992,72 kn	10.508,64 kn	12,41 kn	12,41 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	22.737,75 kn	13,86 kn	13,86 kn
19	0,00 kn	41.992,72 kn	9.700,22 kn	11,49 kn	11,49 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	23.688,29 kn	12,83 kn	12,83 kn
20	0,00 kn	41.992,72 kn	9.009,46 kn	10,64 kn	10,64 kn	1,50	1.940,47 kn	0,00 kn	0,00 kn	44.963,81 kn	24.963,23 kn	11,88 kn	11,88 kn
SUMA	8.160,00 kn	881.847,12 kn	461.836,72 kn	408,00 kn	408,00 kn		38.809,35 kn	129.364,49 kn	72.155,00 kn	899.276,20 kn	662.032,60 kn	0,00 kn	0,00 kn

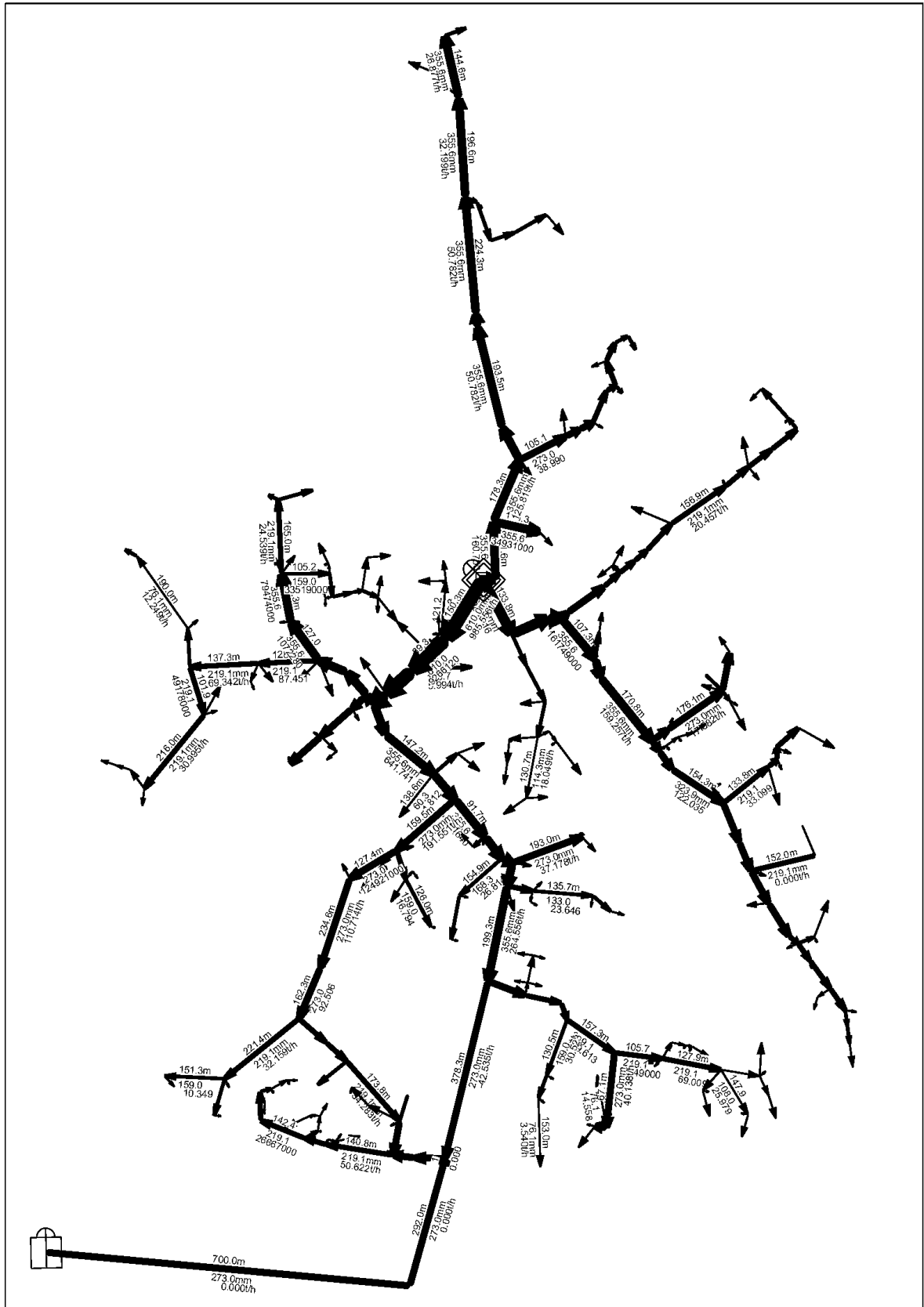
Tab. p- 18: Analiza priključenja zgrade Općinskog suda na centralnu pripremu PTV

Period	Referentni scenarij						Promatrani scenarij					
	Zamjena postojećih el. bojlera sa montažom	Godišnja stavka za EE	Neto sadašnja ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzorom na m ³ pripremljene PTV	Precastala vrijednost u posljednjoj godini	Specifični trošak održavanja strojarskih instalacija	Održavanje novog pogona	Strojarske instalacije	Godišinski zahtvi (razvod)	Godišnja stavka za CTS	Neto sadašnja vrijednost ukupnih troškova	Ukupni trošak s obzorom na m ³ pripremljene PTV
god	kn	kn/god	kn	kn/m ³ _{PTV}	kn	%	kn/god	kn	kn/god	kn	kn/m ³ _{PTV}	kn
0	0,00 kn	11 900,00 kn	11 900,00 kn	49,58 kn	0,00 kn	0,00	0,00 kn	240 094,00 kn	0,00 kn	315 537,89 kn	0,00 kn	0,00 kn
1	5 440,00 kn	11 900,00 kn	16 055,56 kn	66,90 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	12 992,13 kn	54,13 kn	54,13 kn
2	0,00 kn	11 900,00 kn	10 202,33 kn	42,51 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	12 029,75 kn	50,12 kn	50,12 kn
3	0,00 kn	11 900,00 kn	9 446,60 kn	39,36 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	11 138,66 kn	46,41 kn	46,41 kn
4	0,00 kn	11 900,00 kn	8 746,86 kn	36,45 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	10 313,57 kn	42,97 kn	42,97 kn
5	0,00 kn	11 900,00 kn	8 098,94 kn	33,72 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	9 549,66 kn	39,79 kn	39,79 kn
6	0,00 kn	11 900,00 kn	7 499,02 kn	31,25 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	8 842,24 kn	36,84 kn	36,84 kn
7	0,00 kn	11 900,00 kn	6 943,54 kn	28,93 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	8 187,24 kn	34,11 kn	34,11 kn
8	0,00 kn	11 900,00 kn	6 429,20 kn	26,79 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	7 580,78 kn	31,59 kn	31,59 kn
9	0,00 kn	11 900,00 kn	5 952,96 kn	24,80 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	7 019,24 kn	29,25 kn	29,25 kn
10	0,00 kn	11 900,00 kn	5 512,00 kn	22,97 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	6 499,30 kn	27,08 kn	27,08 kn
11	0,00 kn	11 900,00 kn	5 103,71 kn	21,27 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	6 017,87 kn	25,07 kn	25,07 kn
12	0,00 kn	11 900,00 kn	4 725,65 kn	19,69 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	5 572,10 kn	23,22 kn	23,22 kn
13	0,00 kn	11 900,00 kn	4 375,61 kn	18,23 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	5 159,35 kn	21,50 kn	21,50 kn
14	0,00 kn	11 900,00 kn	4 051,49 kn	16,88 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	4 777,18 kn	19,90 kn	19,90 kn
15	0,00 kn	11 900,00 kn	3 751,38 kn	15,62 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	4 433,31 kn	18,43 kn	18,43 kn
16	0,00 kn	11 900,00 kn	3 473,50 kn	14,47 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	4 095,66 kn	17,02 kn	17,02 kn
17	0,00 kn	11 900,00 kn	3 216,20 kn	13,40 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	3 792,88 kn	15,80 kn	15,80 kn
18	0,00 kn	11 900,00 kn	2 977,96 kn	12,41 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	3 511,37 kn	14,63 kn	14,63 kn
19	0,00 kn	11 900,00 kn	2 757,37 kn	11,49 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	3 251,27 kn	13,55 kn	13,55 kn
20	0,00 kn	11 900,00 kn	2 553,12 kn	10,64 kn	1,50	1,31	1 131,66 kn	0,00 kn	12 899,84 kn	3 010,43 kn	12,54 kn	12,54 kn
SUMI	5 440,00 kn	249 900,00 kn	133 772,99 kn	272,00 kn	272,00 kn		22 633,17 kn	240 094,00 kn	257 996,80 kn	463 301,21 kn	0,00 kn	0,00 kn

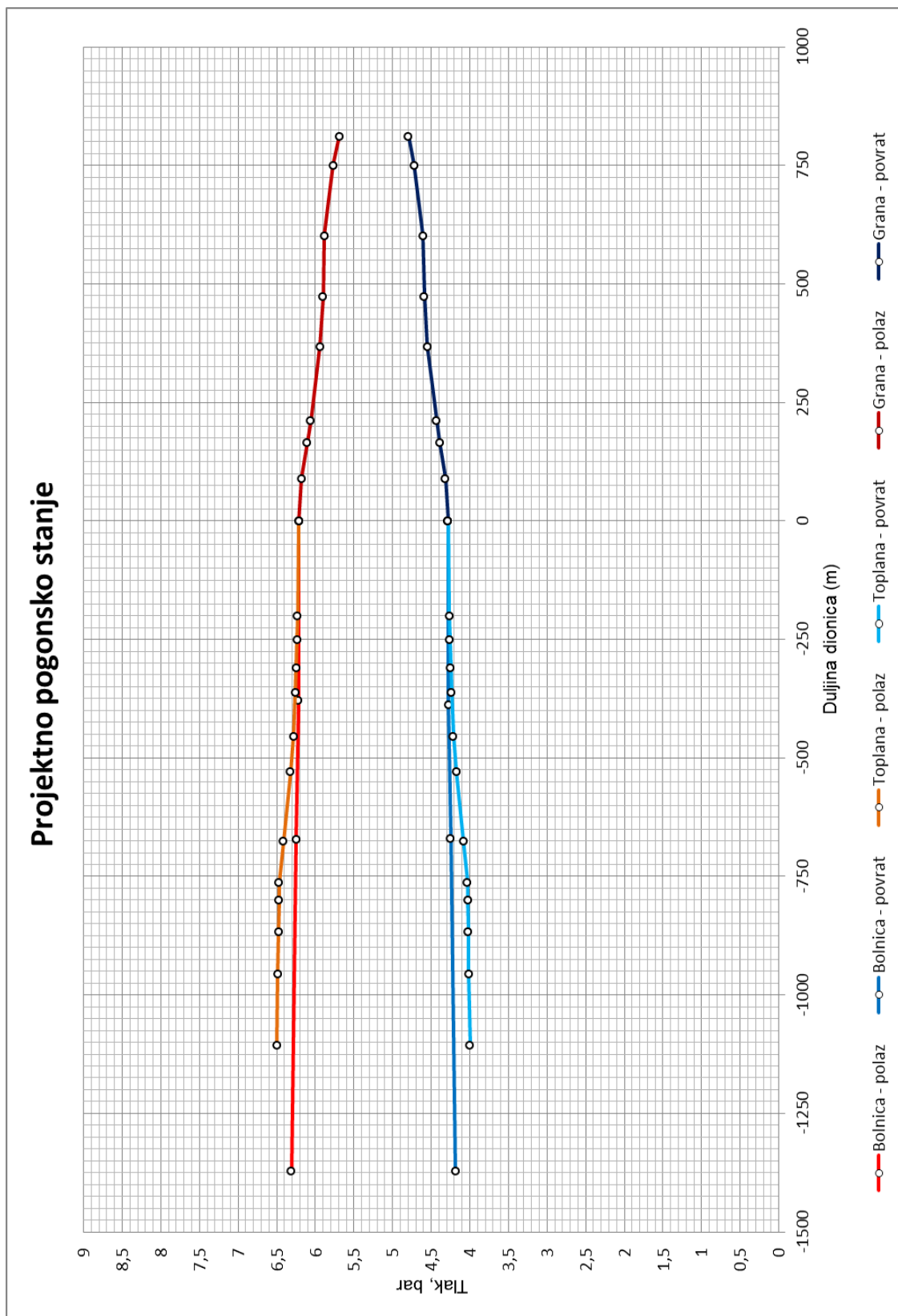
Pril. 7: Analiza dogradnje energane Opće bolnice Karlovac i priključenja na CTS Karlovca



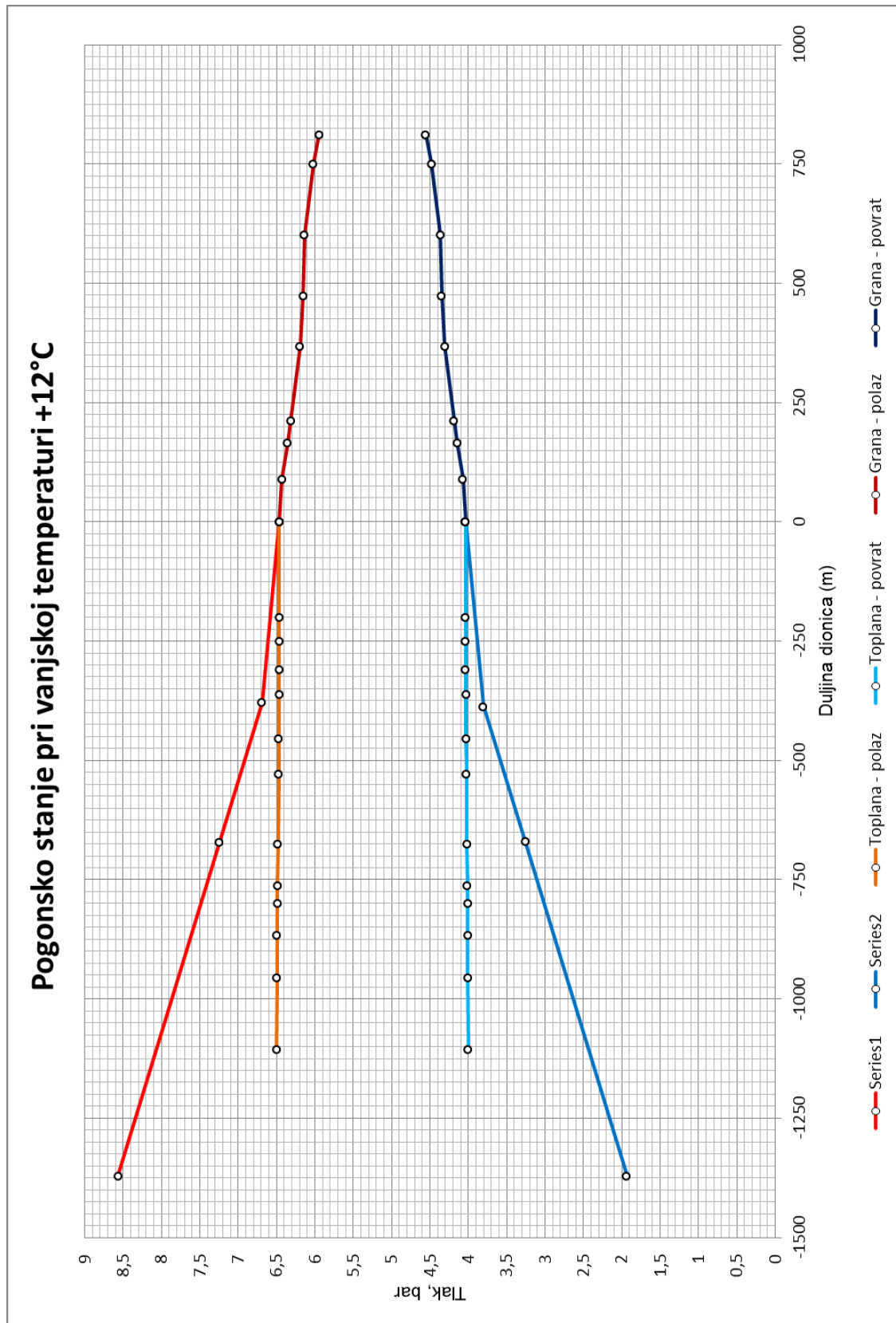
Sl. p- 9: Tokovi u polaznom vodu CTS-a grada Karlovca bez bolničke energane. Model mreže u računalnom programu STANET.



Sl. p- 10: Tokovi u polaznom vodu CTS-a grada Karlovca s priključenom bolničkom energanom. Model mreže u računalnom programu STANET.



Sl. p- 11: Kvazi-piezo dijagram dionica od toplana do kritičnog potrošača za projektno pogonsko stanje



Sl. p- 12: Kvazi-piezo dijagram dionica od toplana do kritično potrošača za pogonsko stanje pri vanjskoj temperaturi od +12°C

Pril. 8: Procjena razvoja toplinskog konzuma

Tab. p- 19: Scenariji porasta stanovništva u gradu Karlovcu

Godina	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001.g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001.g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001.g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje
2001	49082,00	0,00%			Popis stanovništva 2001. godine							
2002	48857,10	-0,46%		-224,90								
2003	48632,20	-0,92%	-0,46%	-224,90								
2004	48407,30	-1,37%	-0,46%	-224,90								
2005	48182,40	-1,83%	-0,46%	-224,90								
2006	47957,50	-2,29%	-0,46%	-224,90								
2007	47732,60	-2,75%	-0,46%	-224,90								
2008	47507,70	-3,21%	-0,46%	-224,90								
2009	47282,80	-3,67%	-0,46%	-224,90								
2010	47057,90	-4,12%	-0,46%	-224,90								
2011	46833,00	-4,58%		-224,90	Popis stanovništva 2011. godine							
	Scenariji											
	REALAN SCENARIJ				PESIMISTIČAN SCENARIJ				OPTIMISTIČAN SCENARIJ			
2012	46980,25	-4,28%	0,30%	147,25	46882,08	-4,48%	0,10%	49,08	47078,41	-4,08%	0,50%	245,41
2013	47127,49	-3,98%	0,30%	147,25	46931,16	-4,38%	0,10%	49,08	47323,82	-3,58%	0,50%	245,41
2014	47274,74	-3,68%	0,30%	147,25	46980,25	-4,28%	0,10%	49,08	47569,23	-3,08%	0,50%	245,41
2015	47421,98	-3,38%	0,30%	147,25	47029,33	-4,18%	0,10%	49,08	47814,64	-2,58%	0,50%	245,41
2016	47569,23	-3,08%	0,30%	147,25	47078,41	-4,08%	0,10%	49,08	48060,05	-2,08%	0,50%	245,41
2017	47716,48	-2,78%	0,30%	147,25	47127,49	-3,98%	0,10%	49,08	48305,46	-1,58%	0,50%	245,41
2018	47863,72	-2,48%	0,30%	147,25	47176,57	-3,88%	0,10%	49,08	48550,87	-1,08%	0,50%	245,41
2019	48010,97	-2,18%	0,30%	147,25	47225,66	-3,78%	0,10%	49,08	48796,28	-0,58%	0,50%	245,41
2020	48158,21	-1,88%	0,30%	147,25	47274,74	-3,68%	0,10%	49,08	49041,69	-0,08%	0,50%	245,41
2021	48305,46	-1,58%	0,30%	147,25	47323,82	-3,58%	0,10%	49,08	49287,10	0,42%	0,50%	245,41
2022	48452,71	-1,28%	0,30%	147,25	47372,90	-3,48%	0,10%	49,08	49532,51	0,92%	0,50%	245,41
2023	48599,95	-0,98%	0,30%	147,25	47421,98	-3,38%	0,10%	49,08	49777,92	1,42%	0,50%	245,41
2024	48747,20	-0,68%	0,30%	147,25	47471,07	-3,28%	0,10%	49,08	50023,33	1,92%	0,50%	245,41
2025	49090,77	0,02%	0,70%	343,57	47618,31	-2,98%	0,30%	147,25	50514,15	2,92%	1,00%	490,82
2026	49434,35	0,72%	0,70%	343,57	47765,56	-2,68%	0,30%	147,25	51004,97	3,92%	1,00%	490,82
2027	49777,92	1,42%	0,70%	343,57	47912,80	-2,38%	0,30%	147,25	51495,79	4,92%	1,00%	490,82
2028	50121,49	2,12%	0,70%	343,57	48060,05	-2,08%	0,30%	147,25	51986,61	5,92%	1,00%	490,82
2029	50465,07	2,82%	0,70%	343,57	48207,30	-1,78%	0,30%	147,25	52477,43	6,92%	1,00%	490,82
2030	50808,64	3,52%	0,70%	343,57	48354,54	-1,48%	0,30%	147,25	52968,25	7,92%	1,00%	490,82
2031	51152,22	4,22%	0,70%	343,57	48501,79	-1,18%	0,30%	147,25	53459,07	8,92%	1,00%	490,82
2032	51495,79	4,92%	0,70%	343,57	48649,03	-0,88%	0,30%	147,25	53949,89	9,92%	1,00%	490,82
2033	51839,36	5,62%	0,70%	343,57	48796,28	-0,58%	0,30%	147,25	54440,71	10,92%	1,00%	490,82
2034	52182,94	6,32%	0,70%	343,57	48943,53	-0,28%	0,30%	147,25	54931,53	11,92%	1,00%	490,82

Godina	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje
2035	52526,51	7,02%	0,70%	343,57	49090,77	0,02%	0,30%	147,25	55422,35	12,92%	1,00%	490,82
2036	52870,09	7,72%	0,70%	343,57	49238,02	0,32%	0,30%	147,25	55913,17	13,92%	1,00%	490,82
2037	53213,66	8,42%	0,70%	343,57	49385,26	0,62%	0,30%	147,25	56403,99	14,92%	1,00%	490,82
2038	53557,23	9,12%	0,70%	343,57	49532,51	0,92%	0,30%	147,25	56894,81	15,92%	1,00%	490,82
2039	53900,81	9,82%	0,70%	343,57	49679,76	1,22%	0,30%	147,25	57385,63	16,92%	1,00%	490,82
2040	54244,38	10,52%	0,70%	343,57	49827,00	1,52%	0,30%	147,25	57876,45	17,92%	1,00%	490,82
2041	54587,96	11,22%	0,70%	343,57	49974,25	1,82%	0,30%	147,25	58367,27	18,92%	1,00%	490,82
2042	54931,53	11,92%	0,70%	343,57	50121,49	2,12%	0,30%	147,25	58858,09	19,92%	1,00%	490,82
2043	55275,10	12,62%	0,70%	343,57	50268,74	2,42%	0,30%	147,25	59348,91	20,92%	1,00%	490,82
2044	55618,68	13,32%	0,70%	343,57	50415,99	2,72%	0,30%	147,25	59839,73	21,92%	1,00%	490,82
2045	55962,25	14,02%	0,70%	343,57	50563,23	3,02%	0,30%	147,25	60330,55	22,92%	1,00%	490,82
2046	56305,83	14,72%	0,70%	343,57	50710,48	3,32%	0,30%	147,25	60821,37	23,92%	1,00%	490,82
2047	56649,40	15,42%	0,70%	343,57	50857,72	3,62%	0,30%	147,25	61312,19	24,92%	1,00%	490,82
2048	56992,97	16,12%	0,70%	343,57	51004,97	3,92%	0,30%	147,25	61803,01	25,92%	1,00%	490,82
2049	57336,55	16,82%	0,70%	343,57	51152,22	4,22%	0,30%	147,25	62293,83	26,92%	1,00%	490,82
2050	57680,12	17,52%	0,70%	343,57	51299,46	4,52%	0,30%	147,25	62784,65	27,92%	1,00%	490,82
2051	58023,70	18,22%	0,70%	343,57	51446,71	4,82%	0,30%	147,25	63275,47	28,92%	1,00%	490,82
2052	58367,27	18,92%	0,70%	343,57	51593,95	5,12%	0,30%	147,25	63766,29	29,92%	1,00%	490,82
2053	58710,84	19,62%	0,70%	343,57	51741,20	5,42%	0,30%	147,25	64257,11	30,92%	1,00%	490,82
2054	59054,42	20,32%	0,70%	343,57	51888,45	5,72%	0,30%	147,25	64747,93	31,92%	1,00%	490,82
2055	59397,99	21,02%	0,70%	343,57	52035,69	6,02%	0,30%	147,25	65238,75	32,92%	1,00%	490,82
2056	59741,57	21,72%	0,70%	343,57	52182,94	6,32%	0,30%	147,25	65729,57	33,92%	1,00%	490,82
2057	60085,14	22,42%	0,70%	343,57	52330,18	6,62%	0,30%	147,25	66220,39	34,92%	1,00%	490,82
2058	60428,71	23,12%	0,70%	343,57	52477,43	6,92%	0,30%	147,25	66711,21	35,92%	1,00%	490,82
2059	60772,29	23,82%	0,70%	343,57	52624,68	7,22%	0,30%	147,25	67202,03	36,92%	1,00%	490,82
2060	61115,86	24,52%	0,70%	343,57	52771,92	7,52%	0,30%	147,25	67692,85	37,92%	1,00%	490,82
2061	61459,44	25,22%	0,70%	343,57	52919,17	7,82%	0,30%	147,25	68183,67	38,92%	1,00%	490,82
2062	61803,01	25,92%	0,70%	343,57	53066,41	8,12%	0,30%	147,25	68674,49	39,92%	1,00%	490,82
2063	62146,58	26,62%	0,70%	343,57	53213,66	8,42%	0,30%	147,25	69165,31	40,92%	1,00%	490,82
2064	62490,16	27,32%	0,70%	343,57	53360,91	8,72%	0,30%	147,25	69656,13	41,92%	1,00%	490,82
2065	62833,73	28,02%	0,70%	343,57	53508,15	9,02%	0,30%	147,25	70146,95	42,92%	1,00%	490,82
2066	63177,31	28,72%	0,70%	343,57	53655,40	9,32%	0,30%	147,25	70637,77	43,92%	1,00%	490,82
2067	63520,88	29,42%	0,70%	343,57	53802,64	9,62%	0,30%	147,25	71128,59	44,92%	1,00%	490,82
2068	63864,45	30,12%	0,70%	343,57	53949,89	9,92%	0,30%	147,25	71619,41	45,92%	1,00%	490,82
2069	64208,03	30,82%	0,70%	343,57	54097,14	10,22%	0,30%	147,25	72110,23	46,92%	1,00%	490,82
2070	64551,60	31,52%	0,70%	343,57	54244,38	10,52%	0,30%	147,25	72601,05	47,92%	1,00%	490,82

Godina	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje
2071	64895,18	32,22%	0,70%	343,57	54391,63	10,82%	0,30%	147,25	73091,87	48,92%	1,00%	490,82
2072	65238,75	32,92%	0,70%	343,57	54538,87	11,12%	0,30%	147,25	73582,69	49,92%	1,00%	490,82
2073	65582,32	33,62%	0,70%	343,57	54686,12	11,42%	0,30%	147,25	74073,51	50,92%	1,00%	490,82
2074	65925,90	34,32%	0,70%	343,57	54833,37	11,72%	0,30%	147,25	74564,33	51,92%	1,00%	490,82
2075	66269,47	35,02%	0,70%	343,57	54980,61	12,02%	0,30%	147,25	75055,15	52,92%	1,00%	490,82
2076	66613,05	35,72%	0,70%	343,57	55127,86	12,32%	0,30%	147,25	75545,97	53,92%	1,00%	490,82
2077	66956,62	36,42%	0,70%	343,57	55275,10	12,62%	0,30%	147,25	76036,79	54,92%	1,00%	490,82
2078	67300,19	37,12%	0,70%	343,57	55422,35	12,92%	0,30%	147,25	76527,61	55,92%	1,00%	490,82
2079	67643,77	37,82%	0,70%	343,57	55569,60	13,22%	0,30%	147,25	77018,43	56,92%	1,00%	490,82
2080	67987,34	38,52%	0,70%	343,57	55716,84	13,52%	0,30%	147,25	77509,25	57,92%	1,00%	490,82
2081	68330,92	39,22%	0,70%	343,57	55864,09	13,82%	0,30%	147,25	78000,07	58,92%	1,00%	490,82
2082	68674,49	39,92%	0,70%	343,57	56011,33	14,12%	0,30%	147,25	78490,89	59,92%	1,00%	490,82
2083	69018,06	40,62%	0,70%	343,57	56158,58	14,42%	0,30%	147,25	78981,71	60,92%	1,00%	490,82
2084	69361,64	41,32%	0,70%	343,57	56305,83	14,72%	0,30%	147,25	79472,53	61,92%	1,00%	490,82
2085	69705,21	42,02%	0,70%	343,57	56453,07	15,02%	0,30%	147,25	79963,35	62,92%	1,00%	490,82
2086	70048,79	42,72%	0,70%	343,57	56600,32	15,32%	0,30%	147,25	80454,17	63,92%	1,00%	490,82
2087	70392,36	43,42%	0,70%	343,57	56747,56	15,62%	0,30%	147,25	80944,99	64,92%	1,00%	490,82
2088	70735,93	44,12%	0,70%	343,57	56894,81	15,92%	0,30%	147,25	81435,81	65,92%	1,00%	490,82
2089	71079,51	44,82%	0,70%	343,57	57042,06	16,22%	0,30%	147,25	81926,63	66,92%	1,00%	490,82
2090	71423,08	45,52%	0,70%	343,57	57189,30	16,52%	0,30%	147,25	82417,45	67,92%	1,00%	490,82
2091	71766,66	46,22%	0,70%	343,57	57336,55	16,82%	0,30%	147,25	82908,27	68,92%	1,00%	490,82
2092	72110,23	46,92%	0,70%	343,57	57483,79	17,12%	0,30%	147,25	83399,09	69,92%	1,00%	490,82
2093	72453,80	47,62%	0,70%	343,57	57631,04	17,42%	0,30%	147,25	83889,91	70,92%	1,00%	490,82
2094	72797,38	48,32%	0,70%	343,57	57778,29	17,72%	0,30%	147,25	84380,73	71,92%	1,00%	490,82
2095	73140,95	49,02%	0,70%	343,57	57925,53	18,02%	0,30%	147,25	84871,55	72,92%	1,00%	490,82
2096	73484,53	49,72%	0,70%	343,57	58072,78	18,32%	0,30%	147,25	85362,37	73,92%	1,00%	490,82
2097	73828,10	50,42%	0,70%	343,57	58220,02	18,62%	0,30%	147,25	85853,19	74,92%	1,00%	490,82
2098	74171,67	51,12%	0,70%	343,57	58367,27	18,92%	0,30%	147,25	86344,01	75,92%	1,00%	490,82
2099	74515,25	51,82%	0,70%	343,57	58514,52	19,22%	0,30%	147,25	86834,83	76,92%	1,00%	490,82
2100	74858,82	52,52%	0,70%	343,57	58661,76	19,52%	0,30%	147,25	87325,65	77,92%	1,00%	490,82
2101	75202,40	53,22%	0,70%	343,57	58809,01	19,82%	0,30%	147,25	87816,47	78,92%	1,00%	490,82
2102	75545,97	53,92%	0,70%	343,57	58956,25	20,12%	0,30%	147,25	88307,29	79,92%	1,00%	490,82
2103	75889,54	54,62%	0,70%	343,57	59103,50	20,42%	0,30%	147,25	88798,11	80,92%	1,00%	490,82
2104	76233,12	55,32%	0,70%	343,57	59250,75	20,72%	0,30%	147,25	89288,93	81,92%	1,00%	490,82
2105	76576,69	56,02%	0,70%	343,57	59397,99	21,02%	0,30%	147,25	89779,75	82,92%	1,00%	490,82
2106	76920,27	56,72%	0,70%	343,57	59545,24	21,32%	0,30%	147,25	90270,57	83,92%	1,00%	490,82
2107	77263,84	57,42%	0,70%	343,57	59692,48	21,62%	0,30%	147,25	90761,39	84,92%	1,00%	490,82

Godina	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	REALAN SCENARIJ				PESIMISTIČAN SCENARIJ				OPTIMISTIČAN SCENARIJ			
					Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje
2108	77607,41	58,12%	0,70%	343,57	59839,73	21,92%	0,30%	147,25	91252,21	85,92%	1,00%	490,82				
2109	77950,99	58,82%	0,70%	343,57	59986,98	22,22%	0,30%	147,25	91743,03	86,92%	1,00%	490,82				
2110	78294,56	59,52%	0,70%	343,57	60134,22	22,52%	0,30%	147,25	92233,85	87,92%	1,00%	490,82				
2111	78638,14	60,22%	0,70%	343,57	60281,47	22,82%	0,30%	147,25	92724,67	88,92%	1,00%	490,82				
2112	78981,71	60,92%	0,70%	343,57	60428,71	23,12%	0,30%	147,25	93215,49	89,92%	1,00%	490,82				
2113	79325,28	61,62%	0,70%	343,57	60575,96	23,42%	0,30%	147,25	93706,31	90,92%	1,00%	490,82				
2114	79668,86	62,32%	0,70%	343,57	60723,21	23,72%	0,30%	147,25	94197,13	91,92%	1,00%	490,82				
2115	80012,43	63,02%	0,70%	343,57	60870,45	24,02%	0,30%	147,25	94687,95	92,92%	1,00%	490,82				
2116	80356,01	63,72%	0,70%	343,57	61017,70	24,32%	0,30%	147,25	95178,77	93,92%	1,00%	490,82				
2117	80699,58	64,42%	0,70%	343,57	61164,94	24,62%	0,30%	147,25	95669,59	94,92%	1,00%	490,82				
2118	81043,15	65,12%	0,70%	343,57	61312,19	24,92%	0,30%	147,25	96160,41	95,92%	1,00%	490,82				
2119	81386,73	65,82%	0,70%	343,57	61459,44	25,22%	0,30%	147,25	96651,23	96,92%	1,00%	490,82				
2120	81730,30	66,52%	0,70%	343,57	61606,68	25,52%	0,30%	147,25	97142,05	97,92%	1,00%	490,82				
2121	82073,88	67,22%	0,70%	343,57	61753,93	25,82%	0,30%	147,25	97632,87	98,92%	1,00%	490,82				
2122	82417,45	67,92%	0,70%	343,57	61901,17	26,12%	0,30%	147,25	98123,69	99,92%	1,00%	490,82				
2123	82761,02	68,62%	0,70%	343,57	62048,42	26,42%	0,30%	147,25	98614,51	100,92%	1,00%	490,82				
2124	83104,60	69,32%	0,70%	343,57	62195,67	26,72%	0,30%	147,25	99105,33	101,92%	1,00%	490,82				
2125	83448,17	70,02%	0,70%	343,57	62342,91	27,02%	0,30%	147,25	99596,15	102,92%	1,00%	490,82				
2126	83791,75	70,72%	0,70%	343,57	62490,16	27,32%	0,30%	147,25	100086,97	103,92%	1,00%	490,82				
2127	84135,32	71,42%	0,70%	343,57	62637,40	27,62%	0,30%	147,25	100577,79	104,92%	1,00%	490,82				
2128	84478,89	72,12%	0,70%	343,57	62784,65	27,92%	0,30%	147,25	101068,61	105,92%	1,00%	490,82				
2129	84822,47	72,82%	0,70%	343,57	62931,90	28,22%	0,30%	147,25	101559,43	106,92%	1,00%	490,82				
2130	85166,04	73,52%	0,70%	343,57	63079,14	28,52%	0,30%	147,25	102050,25	107,92%	1,00%	490,82				
2131	85509,62	74,22%	0,70%	343,57	63226,39	28,82%	0,30%	147,25	102541,07	108,92%	1,00%	490,82				
2132	85853,19	74,92%	0,70%	343,57	63373,63	29,12%	0,30%	147,25	103031,89	109,92%	1,00%	490,82				
2133	86196,76	75,62%	0,70%	343,57	63520,88	29,42%	0,30%	147,25	103522,71	110,92%	1,00%	490,82				
2134	86540,34	76,32%	0,70%	343,57	63668,13	29,72%	0,30%	147,25	104013,53	111,92%	1,00%	490,82				
2135	86883,91	77,02%	0,70%	343,57	63815,37	30,02%	0,30%	147,25	104504,35	112,92%	1,00%	490,82				
2136	87227,49	77,72%	0,70%	343,57	63962,62	30,32%	0,30%	147,25	104995,17	113,92%	1,00%	490,82				
2137	87571,06	78,42%	0,70%	343,57	64109,86	30,62%	0,30%	147,25	105485,99	114,92%	1,00%	490,82				
2138	87914,63	79,12%	0,70%	343,57	64257,11	30,92%	0,30%	147,25	105976,81	115,92%	1,00%	490,82				
2139	88258,21	79,82%	0,70%	343,57	64404,36	31,22%	0,30%	147,25	106467,63	116,92%	1,00%	490,82				
2140	88601,78	80,52%	0,70%	343,57	64551,60	31,52%	0,30%	147,25	106958,45	117,92%	1,00%	490,82				
2141	88945,36	81,22%	0,70%	343,57	64698,85	31,82%	0,30%	147,25	107449,27	118,92%	1,00%	490,82				
2142	89288,93	81,92%	0,70%	343,57	64846,09	32,12%	0,30%	147,25	107940,09	119,92%	1,00%	490,82				
2143	89632,50	82,62%	0,70%	343,57	64993,34	32,42%	0,30%	147,25	108430,91	120,92%	1,00%	490,82				
2144	89976,08	83,32%	0,70%	343,57	65140,59	32,72%	0,30%	147,25	108921,73	121,92%	1,00%	490,82				

Godina	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje	Broj stanovnika	Postotak porasta/ smanjenja od popisa stanovništva 2001. g.	Godišnji postotak porasta/ smanjenja	Broj stanovnika porast/smanjenje
	REALAN SCENARIJ				PESIMISTIČAN SCENARIJ				OPTIMISTIČAN SCENARIJ			
2145	90319,65	84,02%	0,70%	343,57	65287,83	33,02%	0,30%	147,25	109412,55	122,92%	1,00%	490,82
2146	90663,23	84,72%	0,70%	343,57	65435,08	33,32%	0,30%	147,25	109903,37	123,92%	1,00%	490,82
2147	91006,80	85,42%	0,70%	343,57	65582,32	33,62%	0,30%	147,25	110394,19	124,92%	1,00%	490,82
2148	91350,37	86,12%	0,70%	343,57	65729,57	33,92%	0,30%	147,25	110885,01	125,92%	1,00%	490,82
2149	91693,95	86,82%	0,70%	343,57	65876,82	34,22%	0,30%	147,25	111375,83	126,92%	1,00%	490,82
2150	92037,52	87,52%	0,70%	343,57	66024,06	34,52%	0,30%	147,25	111866,65	127,92%	1,00%	490,82
2151	92381,10	88,22%	0,70%	343,57	66171,31	34,82%	0,30%	147,25	112357,47	128,92%	1,00%	490,82

POPIS KORIŠTENE LITERATURE:

- L 1 Zakon o energiji (Narodne novine br. 120/12 i 14/14)
- L 2 Zakon o tržištu toplinske energije (Narodne novine br. br. 80/13, 14/14 i 102/14)
- L 3 Zakon o energetskej učinkovitosti (Narodne novine br. 127/14)
- L 4 Grupa autora: Treći Nacionalni akcijski plan energetske učinkovitosti RH za razdoblje od 2014. do 2016., Zagreb, Ministarstvo gospodarstva, srpanj 2014.
- L 5 Odluka o donošenju dugoročne strategije za poticanje ulaganja u obnovu nacionalnog fonda zgrada Republike Hrvatske (Narodne novine br. 74/14)
- L 6 Grupa autora: Akcijski plan energetske održivog razvitka grada Karlovca (SEAP), Zagreb, Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske, Grad Karlovac, travanj 2012.
- L 7 Grupa autora: Strategija razvoja sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj (faza 1/3 - knjiga 2), Zagreb, EKONERG, EIHP, prosinac 2007.
- L 8 Hrs Borković Željka, Krstulović Vedran, Perović Matko, Prebeg Filip, Zidar Margareta: Izvještaj o provedenom energetskom pregledu objekta: ENERGETSKI PREGLED BOLNICE U KARLOVCU, OPĆA BOLNICA KARLOVAC, Andrije Štampara 3, 47000 Karlovac, KARLOVAČKA ŽUPANIJA, Zagreb, EIHP, travanj 2009.
- L 9 Vidak Dean, Abrashi Arben, Balažin Nenad, Blažičko Miroslav: Preliminarni izbor lokacija za novi centralni izvor toplinske energije u gradu Karlovcu - Konačni izvještaj, Zagreb, EKONERG, 2009.
- L 10 Delbès J., Vadrot A.: District Cooling Handbook, Brussels, Belgija, European Marketing Group District Heating and Cooling u suradnji sa ELYO, Euroheat and Power, unischal, Preinsulated Pipe Group, 1999.
- L 11 Grupa autora: Survey Report - Promotion of tri-generation technologies in the tertiary sector in Mediterranean countries, EU SAVE Project No 4.1031/Z/01-130/2001 - TriGeMed - Tri-generation solution for the Mediterranean, kolovoz 2003.
- L 12 Plinacro d.o.o: Desetogodišnji plan razvoja plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske 2014.-2023.; Zagreb, srpanj 2014.
- L 13 Šunić M.: Efikasnost hlađenja plinom, Zagreb, Energetika marketing, 1998.
- L 14 Grupa autora: Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama - Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode, Zagreb, Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, rujan 2012.