

ELABORAT I STRUČNO MIŠLJENJE O TRENUTNOM STANJU I VIZIJI BUDUĆEG RAZVOJA DALJINSKOG SISTEMA U OPŠTINI VRBAS

IZVEŠTAJ



Novi Sad, 2018.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 450-810. Централa: 021 485-2000
Рачуноводство: 021 458-220. Студ. служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133. e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАЏМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



ДЕПАРТАМАН ЗА ЕНЕРГЕТИКУ И ПРОЦЕСНУ ТЕХНИКУ

Телефон: 021 485-2400. Телефакс: 021 6350-775. e-mail: epe@uns.ac.rs

Број: 01-192/194-1

Датум: 18.10 2018

Naziv elaborata:

**ELABORAT I STRUČNO MIŠLJENJE O TRENUTNOM
STANJU I VIZIJI BUDUĆEG RAZVOJA DALJINSKOG
SISTEMA U OPŠTINI VRBAS**

Naručilac:

JKP Standard Vrbas
Save Kovačevića 87, 21460 Vrbas, Srbija

Izvršioци:

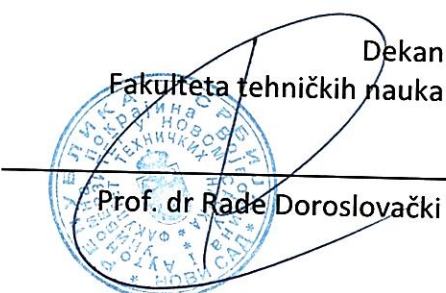
Dr Aleksandar Anđelković, dipl. ing. maš.
Miroslav Nadaški, dipl. ing. maš.
Dr Nikola Džolev, dipl. ing. maš.
Igor Mujan, dipl. ing. maš.
Vladimir Mućan, dipl. ing. maš.
Vladimir Pilić, dipl. ing. maš.

Izveštaj je vlasništvo naručioca posla. Bez saglasnosti lica iz JKP Standard Vrbas, niko ne sme koristiti i prezentovati rezultate iz ovog izveštaja.

Директор Департамана
за енергетику и процесну технику


Doc. dr Miroslav Kljajić

Декан
Факултета техничких наука


Prof. dr Rade Doroslovački

SADRŽAJ

UVOD	6
1. PREDMET STUDIJE I CILJ ANALIZE	7
2. POSTOJEĆE STANJE TOPLANSKOG SISTEMA U OPŠTINI VRBAS	8
2.1 OPIS POSTOJEĆEG SISTEMA.....	8
3. ANALIZA MOGUĆIH REŠENJA REVITALIZACIJE TOPLANSKOG SISTEMA - TEHNIČKE MERE	18
3.1 PREDLOG INVESTICIONIH ULAGANJA U TOPLANU	18
3.2 TEHNIČKA PROCENA I RAZVOJ ALTERNATIVNIH REŠENJA	21
4. ANALIZA MOGUĆIH REŠENJA REVITALIZACIJE TOPLANSKOG SISTEMA - INSTITUCIONALNE MERE	33
4.1 TROŠKOVI PROIZVODNJE TOPLOTNE ENERGIJE	33
5. PROCENA BUDUĆE POTRAŽNJE TOPLOTNE ENERGIJE	39
5.1 REZULTATI PREDIKCIJE BUDUĆE POTRAŽNJE TOPLOTNE ENERGIJE.....	39
6. PRESEK TOPLANSKE SAVREMENE PRAKSE U SRBIJI I SVETU (TOPLANE IV GENERACIJE).....	40
6.1 OSNOVE DALJINSKOG GREJANJA.....	40
6.2 PRINCIPI MODERNIH SISTEMA ZA DALJINSKO SNABDEVANJE TOPLOTNOM ENERGIJOM	41
6.3 TOPLOTNE PUMPE U SISTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA	43
6.4 OPRAVDANOST PRIMENE TOPLOTNIH PUMPI U SDG	45
6.5.1 POTENCIJALNI IZVORI ZA TOPLOTNE PUMPE U SDG	46
6.5.2 EKONOMIČNOST TOPLOTNIH PUMPI U SDG	46
6.6 PRIMER DOBRE PRAKSE VOĐENJA SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA.....	48
6.7 PRIMER NOVOSADSKE TOPLANE	50
7. ZAKLJUČI I PREPORUKE.....	57
8. PRILOG 1: GASNE KOTLARNICE IZVOD IZ PAVILNIKA.....	59
9. PRILOG 2: ANALIZA CENE GASNOG PRIKLJUCKA	63

TABELE

Tabela 1: Kotlarnice	12
Tabela 2: Efikasnost sistema	12
Tabela 3: Parametri cevovoda toplane u Vrbasu	14
Tabela 4: Efikasnost cevne mreže sličnih toplana u Srbiji	14
Tabela 5: Efikasnost kotlova na mazut sličnih toplana u Srbiji.....	14
Tabela 6: Usvojene efikasnosti kotlarnica i cevovoda za toplanu Vrbas.....	15

Tabela 7: Cevi za zamenu	19
Tabela 8: Projektovani troškovi izgradnje nove mreže primarnog toplovoda	19
Tabela 9: Podstanice za rehabilitaciju	20
Tabela 10: Potrebna ulaganja u automatizaciju podstanica	21
Tabela 11: Potrebni kapaciteti potrošača u sistemu DG grupisani po opsegu kapaciteta	25
Tabela 12: Potrebna investiciona ulaganja u kotlarnice za spoljašnju ugradnju prema opsegu kapaciteta	25
Tabela 13: Pregled ukupnih troškova investicionog ulaganja u analizirane scenarije	27
Tabela 14: Parametri energetske efikasnosti, emisija i novčanih ušteda za analizirane scenarije	28
Tabela 15: Prednosti i mane distribuirane u odnosu na centralnu proizvodnju toplotne energije	30
Tabela 16: Prednosti i mane gasnih kotlarnica u odnosu na druge energente.....	31
Tabela 17: Raspodela troškova toplane u Vrbasu u 2017. godini	35
Tabela 18: Jedinična cena finalne toplotne energije pojedinih toplanama u Srbiji u 2012. godini	36
Tabela 19: Predikcija potražnje toplotne energije	39

SLIKE

Slika 1: Blok 106.....	9
Slika 2: Blok Vasilja Koprivice	9
Slika 3: Blok Save Kovačevića	10
Slika 4: Centar za fizičku kulturu.....	10
Slika 5: Blok 18.....	11
Slika 6: Naselje 4. juli	11
Slika 7: Sistem daljinskog grejanja Vrbas.....	17
Slika 8: Prikaz tehničkog rešenja sa gasnim generatorima toplote za spoljašnju ugradnju	22
Slika 9: Konstrukcija sposobna za postavljanje i transport sa kompletnom opremom	23
Slika 10: Lokacija gasnog generatora toplote na fasadi objekta	23
Slika 11: Lokacija gasnog generatora toplote na ravnom krovu objekta	24
Slika 12: Slike referentnih lokacija i primera ugradnje gasnih generatora toplote.....	24
Slika 13: Troškovi gasnog priključka u pojedinim gradovima sa opcijama (1 – na već izgrađenu gasovodnu mrežu i 2 – sa izgradnjom gasovoda).....	26
Slika 15: Razvoj i evolucija sistema daljinskog snabdevanja toplotnom energijom.....	42
Slika 16: Put ka održivim gradovima	42
Slika 17: Načini primene toplotnih pumpi u SDG	44
Slika 18: Troškovi toplotne pumpe efikasnosti COP = 3 i COP = 4.....	46
Slika 19: Troškovi proizvodnje toplotne energije za kondenzacioni kotao, CHP i toplotne pumpe efikasnosti COP = 3 i COP = 4.....	47
Slika 20: Primer kretanja temperatura vazduha u prostoru u zavisnosti od tipa aktivnosti	48
Slika 21: primer dnevnog kretanja potreba toplotnog konzuma	48

Slika 22: Primer rada sistema samo tokom dana	49
Slika 23: Primer rada sistema tokom dana i noći (24h)	49
Slika 24: Normalni temperaturski dijagram Novosadske toplane	51
Slika 25: Korigovani temperaturski dijagram Novosadske toplane	53
Slika 26: Poređenje 16h i 24h režima rada Novosadske toplane za $T_s=0^{\circ}\text{C}$	53
Slika 27: Poređenje isporučene toplotne energije 16h i 24h režima rada u Novosadskoj toplani	54
Slika 28: Prognoza snage 24h režima rada u Novosadskoj toplani	55

UVOD

Smanjenje troškova energije i emisija CO₂ predstavlja glavni prioritet mnogih zemalja sveta. Ujedinjene nacije u svom poslednjem izveštaju saopštile su da poboljšanja na sistemima grejanja predstavljaju jedan od najefikasniji načina u borbi protiv klimatskih promena. Prema njihovim podacima, 70% celokupne energije se koristi u urbanim sredinama, od čega je polovina za grejanje i hlađenje. Posmatrajući rezultate efikasnih toplanskih sistema, kao što je npr. danski, može se primeti da pravilim ulaganjem i modernizacijom dolazi do velikih ušteda kako u gorivu tako i u smanjenim emisijama CO₂. Posmatrajući njihov razvoj od 1990. godine, proizvodnja toplotne energije za grejanje i toplu potrošnu vodu je porasla za 46%. U toku istog perioda, emisija CO₂ koja nastajala proizvodnjom toplotne energije iz toplanskih sistema je opala za 19%. Osnovni razlog ovom smanjenju je pre svega promena goriva, optimizacija proizvodnje toplotne energije, integracija obnovljivih izvora energije i primena savremenih energetske tehnologije. Na ovaj način Danska je povećala izvoz komponenti i konsultantskih usluga u oblasti daljinskog grejanja za 36% od 2007. godine.

Gradska toplana JKP „Standard“ je nezavisan sistem za proizvodnju i distribuciju toplotne energije opštine Vrbas. Sistem opslužuje ukupno 1.358 stambenih korisnika i 69 poslovnih korisnika koji su podeljeni u 6 nezavisnih blokovskih kotlarnica. Dominatno pogonsko gorivo u ovim kotlarnicama je mazut. Opšte stanje sistema karakteriše zastarela tehnologija koje je prekično završila svoj životni vek (veći deo kotlova i toplovodna mreže su iz perioda 1970-90 godine). Sve ovo prouzrokuje nizak stepen efikasnosti proizvodnje i distribucije toplotne energije. Održavanje sistema je svedeno na tehnički minimum funkcionisanja, dok su kapitalna i druga ulaganja za poboljšanje izostaju godinama. Pozitivna strana vođenja sistema je dugodišnja naplata po utrošku koji je u skladu sa zakonodavstvom Republike Srbije.

U periodu od 2012. do 2017. urađeno je više stručnih studija i analiza kao i strateških odluka koje se tiču toplanskog sistema na teritoriji opštine Vrbas. Firma „3E“ iz Stare Pazove uradila je analizu za izgradnju prve faze toplnog izvora i distributivnog sistema daljinskog grejanja opštine Vrbas (2013.). Preduzeće "TEKON-ENERGY" iz Beograda uradilo je tehno-ekonomsku analizu izgradnje distributivnog sistema daljinskog grejanja opštine Vrbas (2012.). Biro za inženjering „CB“ iz Beograda je izradio ekspertizu optimalnog snabdevanja toplnom energijom opštine Vrbas (2012.)

Opština Vrbas je uradila strategiju energetskog razvoja 2013-2020 (2012.) uz strategiju održivog razvoja 2014-2020 (2015.). Takođe, 2013. donesena je odluka o unapređenju energetske efikasnosti u opštini. Poslednji dokument „Izvod iz energetske efikasnosti opštine Vrbas 2017-19“ urađen je u februaru 2017. godine.

Stručni tim toplane u saradnji sa predstanicima opštine Vrbas, koji su odgovorni za preduzeće, iskazali su interesovanje da se detaljno sagleda postojeće stanje toplanskog sistema. S tim u vezi pokrenuta je inicijativa za razvoj analize realnih mogućnosti za revitalizaciju sistema koje bi uz predlog institucionalnih mera dovele do efikasnijeg i optimalnijeg vođenja sistema u skladu sa realnim potrebama opštine.

Dobijena studija je rezultat dobre saradnje lica iz toplane JKP „Standard“ iz Vrbasa i Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada.

1. PREDMET STUDIJE I CILJ ANALIZE

PREDMET STUDIJE: Sprovesti sveobuhvatnu analizu, uzimajući u obzir tehničke, sigurnosne, ekonomske, urbanističke i ekološke aspekte. Detaljno sagledati postojeće stanje toplanskog sistema i analizirati realne mogućnosti za njegovu revitalizaciju. Predložiti institucionalne mere koji bi dovele do efikasnijeg i optimalnijeg vođenja sistema. Dati procenu razvoja u skladu sa realnim potrebama opštine.

CILJ ANALIZE: Ocena opravdanosti predloženih modela revitalizacije toplanskog sistema opštine Vrbas uzimajući u obzir tehničke, ekonomske i ekološke parametre, kao i uticaje na sigurnost snabdevanja i razvoj infrastrukture.

2. POSTOJEĆE STANJE TOPLANSKOG SISTEMA U OPŠTINI VRBAS

2.1 OPIS POSTOJEĆEG SISTEMA

Snabdevanje energijom

Grad kao i cela opština koriste razne vidove grejanja. Vrbas je skoro kompletno gasifikovan, kao i veći deo naseljenih mesta, s tim što naseljena mesta Bačko Dobro Polje, Ravno Selo i Zmajevio snabdeva Srbija Gas, dok ostala mesta snabdeva Vrbas Gas. Opština Vrbas je svojom Odlukom osnovala JKP „Standard“ Vrbas 31.01.1967. u okviru čijih delatnosti je jedna bila pružanje usluge grejanja. Osnovna delatnost preduzeća danas je proizvodnja i distribucija toplotne energije.

Na sistemu daljinskog grejanja koje obezbeđuje JKP Standard Vrbas 1.358 stambenih korisnika i 69 poslovnih korisnika. Ostala domaćinstva koja nisu na sistemu daljinskog grejanja se greju pretežno na čvrsto gorivo, u manjem obimu na gas ili električnu energiju. Na sistem daljinskog grejanja koji pokriva samo delove naseljenog mesta Vrbas procentualno se nalazi oko 15% domaćinstava (1.182 od 8.098 po popisu iz 2011. godine) ili na nivou cele opštine 8% (1.182 od 14.025 po popisu iz 2011. godine).

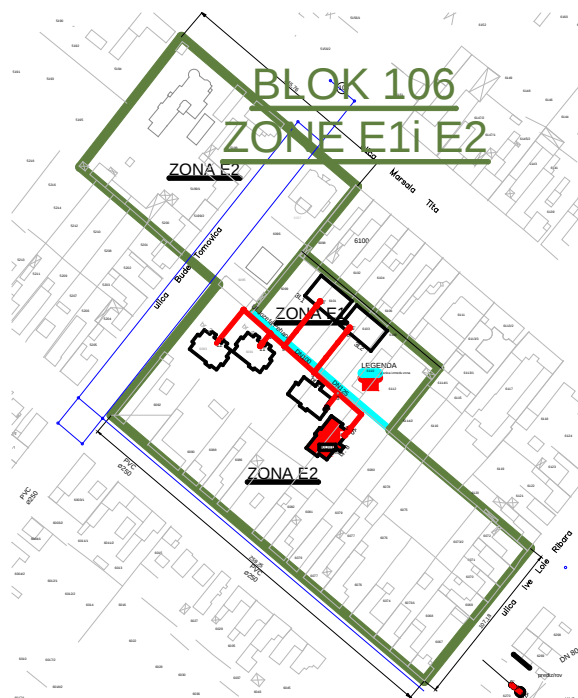
Snabdevanje toplotnom energijom sistemom daljinskog grejanja

Sistem daljinskog grejanja toplane JKP Standard Vrbas je relativno mali i sastoji se od 6 nezavisnih blokovskih kotlarnica, od kojih svaka ima sopstvenu distributivnu mrežu putem koje se snabdevaju korisnici. U pitanju su sledeće lokacije:

1. Blok 106
2. Blok Vasilja Koprivice
3. Blok Save Kovačevića
4. Blok Centra za fizičku kulturu
5. Blok 18
6. Soliter

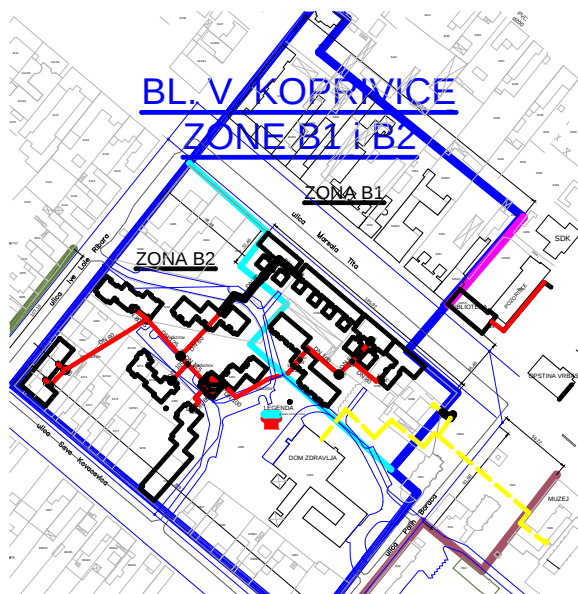
Kao energent se koristi mazut u 5 blokovskih kotlarnica, dok se u jednoj kao energent koristi gas. Sprovedenom gasifikacijom u Bloku 106 započela je proizvodnja i distribucija toplotne energije korišćenjem gasa. Ostale kotlarnice i dalje koriste mazut, ali se u grejnoj sezoni 2017/2018 prešlo na korišćenje energenta NSG-S niskog sumpornog goriva umesto dosadašnjeg mazuta Srednji-S. Usled promena zakonske regulative o izbacivanju mazuta kao goriva za proizvodnju toplotne energije, razmatra se prelaz na alternativne energente kao što je prirodni gas. Toplana je u razgovorima sa osnivačem, ali još uvek nema konkretnih rešenja.

Blok 106 (slika 1.) ima kotlarnicu koja snabdeva toplotnom energijom 109 stanova i 1 poslovni prostor. U ovom bloku se nalazi 6 podstanica.



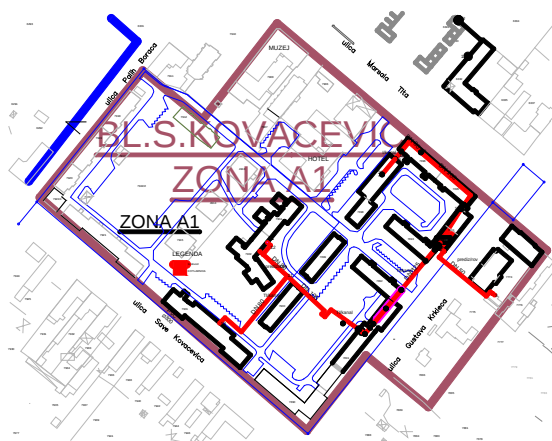
Slika 1: Blok 106

Blok Vasilja Koprivice (slika 2.) ima kotlarnicu koja snabdeva toplotnom energijom 349 stanova i 6 lokala. U ovom bloku se pored stambenih jedinica i poslovnog prostora nalaze i javne ustanove kao što su PIO fond, fond za zdravstveno osiguranje i gradska apoteka. U ovom bloku se nalazi 12 podstanica.



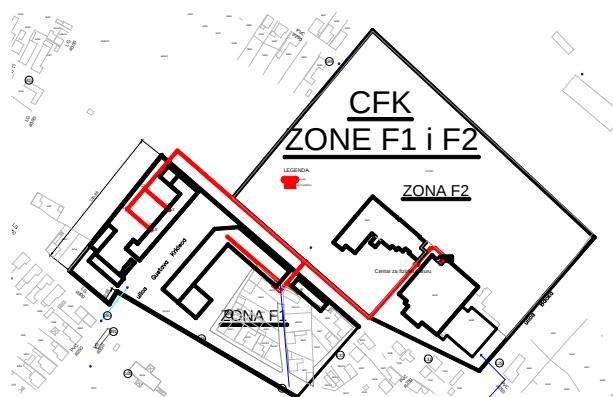
Slika 2: Blok Vasilja Koprivice

Blok Save Kovačevića (slika 3.) ima kotlarnicu koja snabdeva toplotnom energijom 290 stanova i 18 lokala. U ovom bloku u sistemu daljinskog grejanja nalaze se predškolska ustanova i pošta. U ovom bloku se nalazi 14 podstanica.



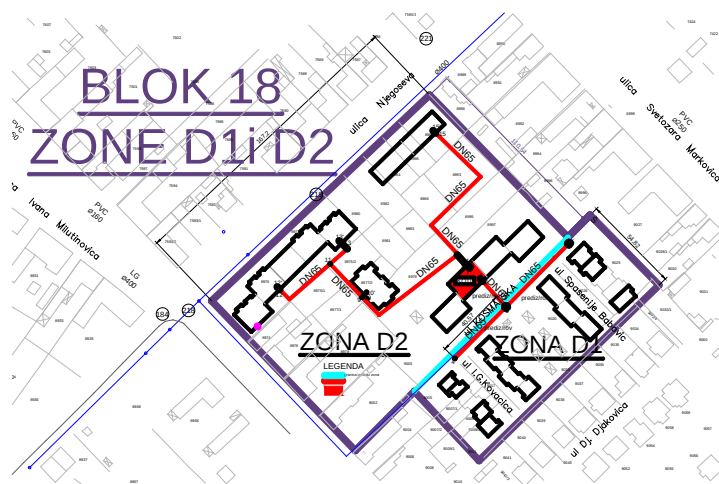
Slika 3: Blok Save Kovačevića

Centar za fizičku kulturu (slika 4.) ima kotlarnicu koja snabdeva toplotnom energijom 130 stanova i 7 lokala. U ovom bloku sistem obračuna je i dalje po m^2 , ali je u planu da se pred narednu grejnu sezonu i ovde ugrade kalorimetri za obračunavanje po utrošku, kao i u ostalim blokovima. U okviru ovog bloka snabdeva se toplotnom energijom sportska hala, aneks sala, hotel i ostali delovi objekta centra za fizičku kulturu. Ovde se nalazi ukupno 11 podstanica. Ova kotlarnica je ranije funkcionisala pod javnom ustanovom Centar za fizičku kulturu, ali zbog zakonske regulative oni više ne mogu da snabdevaju korisnike toplotnom energijom pa je Ugovorom tu obavezu preuzeo JKP Standard.



Slika 4: Centar za fizičku kulturu

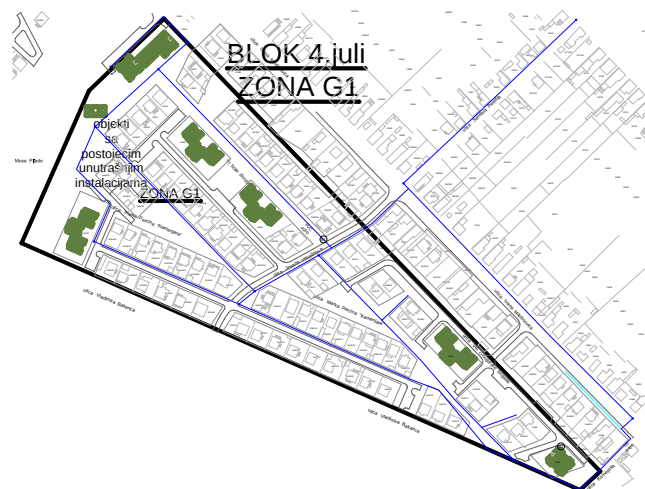
Blok 18 (slika 5.) ima kotlarnicu koja snabdeva toplotnom energijom 208 stanova i 1 poslovni prostor. Od javnih ustanova u ovom bloku greje se gradska apoteka. Pored stambenih jedinica za kolektivno stanovanje u zgradama u ovom bloku na sistemu daljinskog grejanja nalazi se i nekoliko porodičnih kuća u ulici Spasenije Cane Babović. U ovom bloku se nalazi 7 podstanica.



Slika 5: Blok 18

Soliter (slika 6.) ima kotlarnicu koja snabdeva toplotnom energijom 96 stanova i 21 korisnika za poslovni prostor. U okviru ovog bloka na sistemu daljinskog grejanja se nalaze: robna kuća, bazarov poslovni prostor, gimnazija, zgrada suda, kulturni centar, biblioteka. U ovom bloku se nalazi 8 podstanica.

Naselje 4. juli (slika 7.) je godinama unazad planirano da se priključi na sistem daljinskog grejanja, ali nikada nije napravljena kotlarnica, a zbog udaljenosti nije povezan ni na jednu postojeću. U samim zgradama su čak postojale i instalacije grejnih tela sa cevima.



Slika 6: Naselje 4. juli

U okviru navedenih kotlarnica postoji 9 kotlova ukupnog projektovanog kapaciteta od oko 19,7 (16,8) MW, od kojih 8 koriste mazut, a jedan kotao koristi prirodni gas. U tabeli 1. su prikazane kotlarnice sa tipovima kotlova i pripadajućim toplotnim kapacitetima. Kao što se može videti, prosečna starost kotlova je 27 godina, odnosno 34 godine, ako se ne računaju kotlovi u Bloku 106 i CFK, koji su starosti 16 i 1 godinu, respektivno. S obzirom da ovako veliku starost kotlova, koja prevazilazi njihov tehnički vek trajanja, moglo bi se zaključiti, bez obzira na održavanje, da je pogonska sigurnost u snabdevanju toplotnom energijom kritična. O tome svedoče i brojne intervencije tokom godina, kojih prosečno ima 5 godišnje, dok je na kotlarnici CFK taj broj porastao i u 2017. godini je bilo čak 10 intervencija na starom kotlu (novi kotao je

tek pušten u rad). S obzirom da na kotlovima nisu ugrađeni kalorimetri nije poznata tačna efikasnost proizvodnje toplotne energije u kotlovima, ali se zbog starosti može pretpostaviti da je ona značajnije niža od efikasnosti novih kotlova. Prosečan broj radnih sati kotlova pod punim opterećenjem (FLH – full load hours) je samo u Bloku Save Kovačevića i CFK iznad 1000 h/god, dok je u drugim kotlarnicama čak i znatno niži, što ih čini predimenzionisanim i da rade pod znatno nižim opterećenjima u odnosu na nominalna za koje su projektovani.

Tabela 1: Kotlarnice

Broj	Kotlarnica	Proizvođač i tip kotla	Starost (god)	FLH (h/god)	Raspoloživ toplotni kapacitet (MW)	
1	BLOK 106	VISSMANN, VITOPLEX 100	16	777	1,12	1,12
2	BLOK VASILJA KOPRIVICE	TOPLOTA, Zagreb	42	984	2 x 1,74	3,48
3	BLOK SAVE KOVAČEVIĆA	SVN 2000, EMO, Celje	28	1.028	2,325	3,445
		VISSMANN, VITOPLEX 100	28		1,12	
4	CENTAR ZA FIZIČKU KULTURU - CFK	SVN 2500, EMO, Celje	27	1.148	3	4,107
		MIP 1200GF, MIP-TIMO	1		1,2	
5	BLOK 18	TOPLOTA, Zagreb	40	723	1,16	1,16
6	SOLITER	SVN 300, EMO, Celje	32	625	3,49	3,49
7	NASELJE 4.JULI					
Ukupni toplotni kapacitet (MW):						16,802

U tabeli 2. su prikazane vrednosti toplotne energije goriva (Q_g), kao i finalne toplotne energije koja se isporuči potrošačima u podstanicama (Q_f), nezavisno za svaku od navedenih kotlarnica u poslednje 3 kalendarske godine. Na osnovu ovih podataka izračunata je efikasnost sistema (η_s), koja predstavlja proizvod efikasnosti proizvodnje (η_p) i distribucije (η_c) toplotne energije. Kao što se može videti, ukupna energetska efikasnost pojedinačnih kotlarnica je prilično, i očekivano niska. Efikasnost kotlarnica Blok 106 i Blok Vasilja Koprivice je nerealno visoka, te je najverovatnije da dobijeni podaci tokom godina nisu najtačniji, a najrealniji su podaci dobijeni za 2017. godinu.

Tabela 2: Efikasnost sistema

Broj	Kotlarnica	Toplotna energija i efikasnost	Kalendarska godina			Prosek
			2015	2016	2017	
1	BLOK 106	Q_g (MWh/god)	841	853	915	870
		Q_f (MWh)	870	803	846	840
		$\eta_s = \eta_k \times \eta_c$	103%	94%	93%	97%
2	BLOK VASILJA KOPRIVICE	Q_g (MWh/god)	3.384	3.111	3.778	3.424
		Q_f (MWh)	3.360	2.999	3.187	3.182
		$\eta_s = \eta_k \times \eta_c$	99%	96%	84%	93%
3	BLOK SAVE KOVAČEVIĆA	Q_g (MWh/god)	3.445	3.610	3.571	3.542

		Q_f (MWh)	2.716	2.558	2.754	2.676
		$\eta_s = \eta_k \times \eta_c$	79%	71%	77%	76%
4	CENTAR ZA FIZIČKU KULTURU - CFK	Q_g (MWh/god)	3.402	3.402	3.209	3.338
		Q_f (MWh)	2.297	2.147	2.266	2.237
		$\eta_s = \eta_k \times \eta_c$	68%	63%	71%	67%
5	BLOK 18	Q_g (MWh/god)	3.215	2.055	2.281	2.517
		Q_f (MWh)	1.703	1.650	1.684	1.679
		$\eta_s = \eta_k \times \eta_c$	53%	80%	74%	67%
6	SOLITER	Q_g (MWh/god)	1.999	1.957	2.592	2.183
		Q_f (MWh)	1.415	1.399	1.456	1.423
		$\eta_s = \eta_k \times \eta_c$	71%	71%	56%	65%
7	UKUPNO TOPLANA	Q_g (MWh/god)	16.286	14.988	16.345	15.873
		Q_f (MWh)	12.360	11.557	12.194	12.037
		$\eta_s = \eta_k \times \eta_c$	76%	77%	75%	76%

Kako bi se okvirno odredile pojedinačne vrednosti efikasnosti proizvodnje, koja predstavlja odnos proizvedene toplotne energije u kotlarnici i energije goriva, i efikasnost distributivnog cevovoda, koja predstavlja odnos isporučene toplotne energije u podstanici i proizvedene toplotne energije u kotlarnici, osvrnućemo se na ove vrednosti kod drugih toplana. Relativni toplotni gubici rastu, odnosno efikasnost cevovoda opada, ukoliko je mreža razgranatija i sa većom razvijenom površinom u odnosu na toplotni kapacitet potrošača, odnosno u slučaju da je predimenzionisana i da se kroz nju distribuira manja količina energije od projektovanih vrednosti. Međutim, najznačajniji uticaj na toplotne gubitke ima kvalitet i stanje toplotne izolacije. Tabela 3. prikazuje prosečnu starost cevovoda sa pripadajućim odnosom Q_p/P , odnosno Q_p/L , gde Q_p predstavlja količinu utrošene primarne energije goriva na godišnjem nivou, P predstavlja razvijenu površinu primarnog cevovoda, dok L predstavlja njegovu ukupnu dužinu. U tabeli 4. je prikazana vrednost indikatora Q_p/L , kao i prosečna efikasnost cevovoda za poslednje 3 grejne sezone (2014/2015, 2015/2016 i 2016/2017) za pojedine toplane u Srbiji sličnih kapaciteta toplani Vrbas. Kao što se može videti sa porastom odnosa Q_p/L , raste i efikasnost cevovoda, i obrnuto. Vrednost ovog indikatora za toplanu Vrbas je znatno viša u odnosu na ostale toplane, što svakako ide u prilog kada je u pitanju efikasnost cevovoda. Takođe bi se moglo zaključiti i da bi efikasnost cevovoda mogla da se razlikuje po reonima kotlarnica u toplani Vrbas, s obzirom na različite vrednosti ovog indikatora. Međutim, treba imati u vidu da je prosečna starost cevovoda u toplani Vrbas 37 godina, što prevazilazi uobičajeni vek trajanja, koji s obzirom na pogonske uslove i kvalitet ugrađenog cevovoda iznosi prosečno 30 godina. Treba uzeti u obzir i nepovoljne uslove rada same proizvodnje, koja radi sa prekidom, što utiče na brže propadanje cevovoda usled učestalih ciklusa grejanja i hlađenja vode u cevima. Starost cevovoda i neadekvatna toplotna izolacija umnogome utiču na povećane toplotne gubitke, ali i na sigurnost snabdevanja toplotnom energijom. Prikazane toplane u tabeli 4. su bile učesnice IV faze KfW projekta pod nazivom „Rehabilitacija sistema daljinskog grejanja u Srbiji“ i njihovi cevovodi su podvrgnuti značajnijim rekonstrukcijama, koje su rezultovale poboljšanjem ukupne efikasnosti od 2% do 4%.

Tabela 5. prikazuje efikasnosti proizvodnje pojedinih toplana u Srbiji koje koriste kotlove na mazut. Parametar ω u tabeli 5. predstavlja udeo potrošnje mazuta u odnosu na ostale energente za proizvodnju toplotne energije. Na osnovu uporedne analize toplane Vrbas i pomenutih toplana usvajaju se najverovatnije moguće vrednosti efikasnosti cevne mreže i proizvodnje po kotlarnicama, kao što je prikazano u tabeli 6.

Tabela 3: Parametri cevovoda toplane u Vrbasu

Broj	Kotlarnica	L (m)	D _{sr} (mm)	P (m ²)	Q _p (MWh)	Q _p /P (MWh/m ²)	Q _p /L (MWh/m)	Starost cevovoda (god)
1	BLOK 106	236,4	88	1,44	915	633	3,9	16
2	BLOK VASILJA KOPRIVICE	601,5	91	3,91	3.778	966	6,3	40
3	BLOK SAVE KOVAČEVIĆA	486,6	90	3,09	3.571	1.154	7,3	47
4	CENTAR ZA FIZIČKU KULTURU - CFK	684	99	5,22	3.209	614	4,7	37
5	BLOK 18	386,4	65	1,28	2.281	1.780	5,9	38
6	SOLITER	567,6	77	2,66	2.592	974	4,6	43
SUMARNO TOPLANA		2.963	86	17,34	16.345	942	5,5	36,8

Tabela 4: Efikasnost cevne mreže sličnih toplana u Srbiji

Broj	TOPLANA	L (m)	Q _p (MWh)	Q _p /L (MWh/m)	η_c (-)
1	Bačka Palanka	3.299	8.636	2,5	91%
2	Knjaževac	2.138	8.716	4,1	90%
3	Negotin	4.400	15.552	3,5	88%
4	Pirot	24.095	34.120	1,4	85%
5	Ruma	6.333	18.409	2,9	90%
Sumarno toplane		40.266	85.433	2,1	88%

Tabela 5: Efikasnost kotlova na mazut sličnih toplana u Srbiji

Broj	TOPLANA	ω (-)	Q _p (MWh)	η_k (-)
1	Valjevo	1,00	49.145	84%
2	Pirot	1,00	34.120	76%
3	Ruma	0,78	18.409	82%
4	Knjaževac	0,23	8.716	85%
5	Kraljevo	0,46	83.453	85%
6	Negotin	0,76	15.552	81%

7	Leskovac	0,48	57.578	86%
Sumarno toplane:		3,474	193.844	83%

Tabela 6: Usvojene efikasnosti kotlarnica i cevovoda za toplanu Vrbas

Broj	Kotlarnica	Q_p (MWh)	η_s (-)	η_c (-)	η_k (-)
1	BLOK 106	915	93%	94%	98%
2	BLOK VASILJA KOPRIVICE	3.778	84%	87%	97%
3	BLOK SAVE KOVAČEVIĆA	3.571	76%	88%	86%
4	CENTAR ZA FIZIČKU KULTURU - CFK	3.209	71%	86%	82%
5	BLOK 18	2.281	67%	89%	75%
6	SOLITER	2.592	65%	85%	77%
7	SUMARNO TOPLANA	16.345	75%	87%	86%

Iz prikazanih podataka može se zapaziti sledeće:

- Ukupna prosečna efikasnost sistema iznosi 75% sa manjim odstupanjima po godinama;
- Efikasnost sistema u reonu kotlarnice Blok 106 sa gasnim kotlom je najveća, što je logično s obzirom da se energija dobija iz gasnog kotla, i da je taj kotao relativno noviji od ostalih kotlova, što nesumljivo obezbeđuje veću efikasnost proizvodnje;
- Puštanjem u rad novog kotla u reonu Centra za fizičku kulturu, ukupna efikasnost sistema je vidno porasla sa prosečnih 65% na 71%, odnosno za 6% u odnosu na poslednju grejnu sezonu. Ako bi se pretpostavilo da efikasnost novog kotla na mazut iznosi 85%, što odgovara višim vrednostima datim u tabeli 5, te uz pretpostavku da je ovaj kotao radio 1800 punih radnih sati, što čini oko 70% potrebe za toplotnom energijom, može se zaključiti da efikasnost rada starog kotla iznosi samo 74%, što bi dalo ukupnu efikasnost proizvodnje u kotlarnici od 82%. U takvom slučaju moglo bi se zaključiti da je efikasnost cevovoda otprilike 86%, što je 2% niže u odnosu na prosečnu efikasnost cevovoda toplana datim u tabeli 4.
- Prosečna efikasnost reona Blok 18 i Solitera iznosi samo 67% i 65%, respektivno, što predstavljaju najniže vrednosti, koje su na istom nivou kao CFK pre ugradnje novog kotla.
- Efikasnost cevovoda za Blok Vasilija Koprivice, Blok Save Kovačevića i Blok 18 bi trebala da bude veća od CFK zbog većeg odnosa Q_p/P i Q_p/L .
- Efikasnost cevovoda u Bloku 106 bi trebala da bude veća jer je ovde cevovod star samo 16 godina. Bez obzira što je odnos Q_p/P i Q_p/L niži u odnosu na ostale reone toplane Vrbas, spada u veće kada se poredi sa drugim toplanama.
- Na osnovu procenjenih efikasnosti cevovoda i efikasnosti sistema dobija se efikasnost kotlova u ostalim reonima. Dobijene vrednosti su u skladu sa očekivanjima, osim u Bloku Vasilija Koprivice, gde je neopravdano visoka efikasnost kotla od 97% s obzirom da je u pitanju mazutni kotao starosti 42 godine. Ovo ukazuje na grešku u merenjima, najverovatnije na strani primarnog goriva.

Distribucija toplotne energije

Ukupna dužina trase cevovoda iznosi oko 3 km. Preko 90% ukupne dužine cevne mreže je građeno u periodu 1975-1981. godine. Izolacija je sada delimično ili kompletno uništena ili barem oštećena, što umnogome utiče na povećanje toplotnih gubitaka. Tehnički vek trajanja je prevaziđen. Na slici 7. su na mapi grada uokvireni reoni toplane sa pravcima pružanja magistralnih cevovoda i toplotnim kapacitetima kotlarnica. Mapa velikog formata daljinskog snabdevanja opštine Vrbasa data je u elektronskoj verziji, a takođe je predata u odštampanoj varijanti.

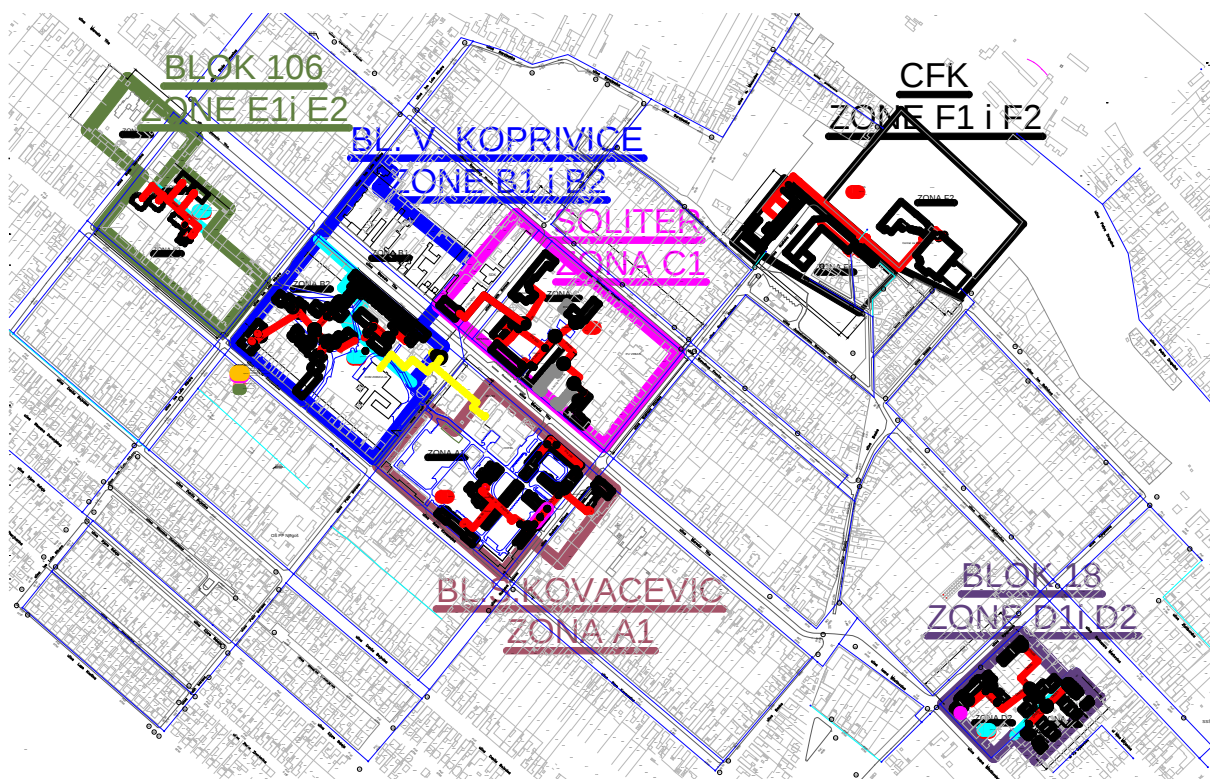
Potrošači

Na toplovod su priključeni sledeći potrošači:

- 1.182 stana grejne površine 64.065 m²
- 1 škola sa 1.896 m² grejne površine
- 7 javnih ustanova sa 7.753 m²
- oko 46 lokala sa 2.754 m

Podstanice

Sistem je projektovan za rad u režimu 90/70°C. Podstanice su direktnog tipa, isključivo pumpne podstanice kojih ima 58. Podstanice nisu opremljene automatskom regulacijom, a u ovom momentu je 47 opremljeno kalorimetrima za naplatu po stvarnom utrošku. U planu je uvođenje kalorimetara i u podstanicama koje rade u okviru bloka CFK što je u planu da se uradi pre početka grejne sezone 2018/2019. godine. Ukoliko pretpostavimo da je broj radnih sati podstanica pri punom opterećenju 1.000, na osnovu očitanih vrednosti isporučene toplotne energije u 2017. godini, dobija se da je kapacitet postojećih potrošača u režimu rada toplane oko 12 MW, o čemu će biti više reči u okviru poglavlja 5. (Procena buduće potražnje toplotne energije).



Slika 7: Sistem daljinskog grejanja Vrbas

3. ANALIZA MOGUĆIH REŠENJA REVITALIZACIJE TOPLANSKOG SISTEMA - TEHNIČKE MERE

3.1 PREDLOG INVESTICIONIH ULAGANJA U TOPLANU

Rehabilitacija kotlarnica

Usled starosti postojeće kotlarnice rade pod veoma nepovoljnim uslovima i stoga su neefikasne i zahtevaju osoblje i ručno upravljanje. Dodatno, mazut mora da se održava dovoljno toplim kako bi mogao da sagoreva u gorionicima, što zahteva dodatne troškove energije. Verovatno da visoki troškovi održavanja i pogona starih kotlarnica teško mogu da nađu opravdanje. Instalirani kotlovi i oprema su već daleko prevazišli tehnički životni vek. Bilo kakva ulaganja u rekonstrukciju starih kotlova treba da se izbegnu. Osim toga, većina postojećih kotlarnica koriste mazut, koji iz ekološkog razloga nije prihvatljiva opcija, kao i da su postojeći kotlovi stari, energetske neefikasni i sa većim potrebama kada je u pitanju održavanje, izbegla bi se dalja razmatra u rehabilitaciju postojećih kotlova.

Iz navedenog razloga, jedina sigurna opcija je prelazak na korišćenje prirodnog gasa. Kako postojeće kotlarnice ne zadovoljavaju tehničke propise i standarde u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima za projektovanje, građenje, pogon i održavanje gasnih kotlarnica („Sl. List SFRJ“, br. 10/90 i 52/90), nameće se potreba za prostorima koji ispunjavaju zakonom zahtevane uslove, bilo u okviru postojećih objekata ili izgradnju potpuno novih.

U dokumentu „Iz programa energetske efikasnosti opštine Vrbas 2017-2019“ iz februara 2017. godine, navodi se da je generalno opredeljenje u snabdevanju toplotnom energijom opštine Vrbas usmereno prema korišćenju gasa kao primarnog goriva. Prema podacima iz studija toplifikacije Vrbasa, koje su urađene u toku 2011. i 2012. godine, sa namerom izgradnje novog energetskog izvora kako bi postojeći sistem za snabdevanje toplotnom energijom postao centralizovan, razmatrane su mogućnosti jedinstvenog sistema za opštine Vrbas i Kula, i jedna studija koja je predviđala pokrivanje postojećeg konzuma iz jedinstvenog izvora. Novi kotlovi u centralnoj kotlarnici bi mogli da budu dualni, sa mogućnošću korišćenja prirodnog gasa i alternativnog energenta mazuta u slučaju eventualne nestašice prirodnog gasa, čime bi se obezbedila sigurnost u snabdevanju toplotnom energijom.

Na crtežu u prilogu ovog dokumenta prikazan je položaj nove gasne kotlarnice sa predviđenom trasom primarnog toplovoda, koji su u prethodnim studijama razmatrani od strane toplane. Magistralni cevovod treba da poveže sve postojeće blokovske kotlarnice u jedinstven sistem daljinskog grejanja, osim najudaljenije kotlarnice u Bloku centra za fizičku kulturu.

Rehabilitacija cevne mreže

U tabeli 7. prikazane su dužine cevovoda sa pripadajućim dimenzijama koje toplana predlaže za zamenu po kotlarnicama. Uzimajući u obzir prosečne jedinične troškove zamene cevovoda, koji uključuju nabavku i ugradnju materijala, dobijaju se vrednosti ukupnih investicionih ulaganja po kotlarnicama, odnosno za toplanu u celini.

Tabela 7: Cevi za zamenu

DN	Materijal i radovi jedinični troškovi	Naziv kotlarnice											
		Save Kovačevića		Vasilija Koprivice		Soliter		Blok 18		CFK		Sve ukupno	
		L	Ukupni troškovi	L	Ukupni troškovi	L	Ukupni troškovi	L	Ukupni troškovi	L	Ukupni troškovi	L	Ukupni troškovi
		EUR/m	m	EUR	m	EUR	m	EUR	m	EUR	m	EUR	m
125	304	64	19.486	66	20.186	0	0	0	0	0	0	131	39.672
100	250	198	49.600	51	12.625	0	0	0	0	611	152.625	859	214.850
80	201	106	21.206	308	61.988	464	93.324	0	0	19	3.719	897	180.237
65	184	0	0	26	4.692	103	19.007	386	71.098	16	2.944	531	97.741
50	160	66	10.624	0	0	0	0	0	0	0	0	66	10.624
Ukupno		434	100.916	450,8	99.491	567	112.332	386	71.098	645	159.288	2.484	543.124

U tabeli 8. su prikazane glavne deonice sa potrebnim toplotnim kapacitetima, koje su, shodno tome, dimenzionisane. Toplotni kapaciteti po deonicama uzeli bi u obzir postojeće potrošače na sistemu, ali i nove potrošače, među kojima su postojeći i novi objekti čija izgradnja se predviđa urbanističkim planovima u budućnosti, za šta je sprovedena detaljnija analiza u okviru poglavlja 5. (Procena buduće potražnje toplotne energije). U ovoj tabeli su date dužine trase toplovoda sa grubim procenama jediničnih cena materijala i radova, kako bi se odredila ukupni potencijalni troškovi izgradnje. Ovi troškovi umnogome zavise od troškova građevinskih radova, da li toplovod prolazi preko asfaltiranih ili zemljanih površina. U svakom slučaju, može se na prvi pogled videti da su ova ulaganja potencijalno daleko veća od potrebnih ulaganja u zamenu postojeće cevne mreže.

Tabela 8: Projektovani troškovi izgradnje nove mreže primarnog toplovoda

Naziv deonice	Q	DN	Materijal i radovi jedinični troškovi	Dužina trase	Ukupni troškovi
	MW				
Kotlarnica - Blok 106	15,58	300	616	552	340.032
Blok 106 - Blok V. Koprivice	13,57	250	529	282	149.178
Blok V. Koprivice - Blok Soliter	8,73	200	442	151	66.742
Soliter - Blok S. Kovačević	6,04	200	442	300	132.600
Blok S. Kovačević - Blok 18	1,68	100	250	816	204.000
Blok 106	2,01	125	250	138	34.500
Blok V. Koprivice	4,84	150	373	145	54.085
Blok Soliter	2,69	125	304	20	6.080
Blok S. Kovačević	4,36	150	304	80	24.320
Blok 18	1,68	100	250	108	27.000
Ukupni troškovi:					1.038.537

S obzirom na visok procenat cevi koje je toplana predložila za zamenu, a koji iznosi 84% (2.484m od ukupno 2.962m), te značajna investiciona ulaganja, generalno bi se mogli odrediti prioriteti za zamenu, koji bi predstavljale kritične deonice na svim reonima, koje su u prethodnom periodu bile najkritičnije kada je reč o održavanju, sigurnosti isporuke toplotne energije i gubicima toplotne energije. Dugoročno gledano, s obzirom na starost i loš kvalitet cevovoda, ne može se izbeći potreba za njegovom potpunom zamenom u slučaju da se želi da se održi dosadašnje rešenje sistema daljinskog grejanja.

Rehabilitacija podstanica

U tabeli 9. je data procena investicionih ulaganja za kompletno nove podstanice bez kalorimetara, čija nabavka i ugradnja je u svakom slučaju neophodna.

Tabela 9: Podstanice za rehabilitaciju

Reon DG	No	Potražnja HDF (kW)	Troškovi opreme (EUR)	Radovi (EUR)	Ukupni troškovi (EUR)
BLOK 106	6	846	16.924	2.539	19.462
BLOK VASILJA KOPRIVICE	12	3.187	63.745	9.562	73.306
BLOK SAVE KOVAČEVIĆA	14	2.754	55.087	8.263	63.350
CENTAR ZA FIZIČKU KULTURU - CFK	11	2.306	46.111	6.917	53.028
BLOK 18	7	1.684	33.685	5.053	38.737
SOLITER	8	1.456	29.124	4.369	33.492
Ukupno	58	12.234	244.674	36.701	281.375

Podstanice bi trebale prioritetno da se rekonstruišu u smislu ugradnje odgovarajuće automatike, kako bi se omogućila isporuka one količine toplotne energije koja je potrebna potrošačima. Potrebna ulaganja u automatiku su data u tabeli 10. Na taj način bi se izbegla pregrevanja korisnika, a potencijalno bi moglo da se smanji vršno opterećenje kotlova. Automatika podrazumeva regulacioni ventil, temperaturske senzore i kontroler za upravljanje ventilom i regulaciju temperature vode u podstanici, Ova ulaganja su znatno manja u odnosu na rekonstrukciju čitavih podstanica. U zavisnosti od raspoloživih finansijskih sredstava preporučuje se i sveobuhvatnija rekonstrukcija podstanica, koja dodatno podrazumeva zamenu cirkulacionih pumpi sa frekventnom regulacijom protoka i balansnim ventilima, što dodatno omogućuje korisniku da ugradi lokalnu regulaciju u vidu termostatskih ventila na grejnim telima i time dodatno štedi isporučenu finalnu energiju u skladu sa svojim potrebama. U zavisnosti od starosti i fizičkog stanja cevi u podstanici, kao i toplotne izolacije, te shodno finansijskim sredstvima, svakako se može razmišljati i napraviti plan o rekonstrukciji podstanica u celosti tamo gde je to neophodno.

Takođe je potrebno ugraditi kalorimetre u Centru za fizičku kulturu kako bi svi potrošači bili pokriveni kalorimetrima, što će dati uvid u njihovu tačnu potrošnju i ispuniti tehničke uslove za obračun toplotne energije prema potrošnji, kao i u ostalim blokovima u okviru sistema daljinskog grejanja.

Tabela 10: Potrebna ulaganja u automatizaciju podstanica

Reon DG	No	Potražnja, kW	Troškovi opreme (EUR)	Radovi (EUR)	Ukupni troškovi (EUR)
BLOK 106	6	846	3.385	677	4.062
BLOK VASILJA KOPRIVICE	12	3.187	12.749	2.550	15.299
BLOK SAVE KOVAČEVIĆA	14	2.754	11.017	2.203	13.221
CENTAR ZA FIZIČKU KULTURU - CFK	11	2.306	9.222	1.844	11.067
BLOK 18	7	1.684	6.737	1.347	8.084
SOLITER	8	1.456	5.825	1.165	6.990
Ukupno	58	12.234	48.935	9.787	58.722

3.2 TEHNIČKA PROCENA I RAZVOJ ALTERNATIVNIH REŠENJA

Rehabilitacija kotlarnica

Kao što može da se vidi iz prethodnih tabela, glavni elementi postojećeg sistema daljinskog grejanja su u veoma lošem stanju, koje se odlikuje pre svega starošću i energetsom neefikasnošću postojećih kotlova i cevovoda, što vodi ka preko potrebnim, ali i investiciono značajnim ulaganjima, u kraćem vremenskom periodu. S obzirom da su navedena ulaganja na nivou izgradnje potpuno novog sistema, kao i da nova tehnološka rešenja pružaju dobru alternativu sa mnogobrojnim prednostima u odnosu na tradicionalne sisteme daljinskog grejanja, predlaže se jedno ovakvo rešenje i scenario.

Tehnički predlog

Pored pomenutog scenarija izgradnje **centralizovanog sistema daljinskog grejanja** sa novom kotlarnicom na prirodni gas (**SCENARIO 1**), kao alternativa za dalja ulaganja razmatra se i **sistem distribuirane proizvodnje toplotne energije** (individualne gasne kotlarnice koje bi direktno snabdevale pojedinačne zgrade ili manje grupe vezanih zgrada (blokovo grejanje)- **SCENARIO 2**).

Treća opcija sa izgradnjom manjih kotlarnica u okviru postojećih objekata je neizvesna iz više razloga. Jedan razlog je svakako potreba da se obezbedi dodatni prostor u okviru postojećih objekata ili izgradnja novih manjih objekata koji ispunjavaju sve tehničke propise za gasne kotlarnice zahtevane pravilnikom. Ovakav scenario se realno čini vrlo komplikovanim i ne preporučuje se.

Razmatrana opcija scenarija 2 (**sistem distribuirane proizvodnje toplotne energije**) u ovoj studiji predstavlja izgradnju individualnih kotlarnica, koje čine **gasni generatori toplote za spoljnu ugradnju**. Ovo su praktično paketne kotlarnice, koje se montiraju na objektima kao deo unutrašnje gasne instalacije u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, član 2. stav 25. i član 145. (Sl. Glasnik RS br. 72/2009). Prednosti ovakvog rešenja su sledeće:

- Kratka, jednostavna i jeftina procedura dobijanja potrebnih saglasnosti i dozvola;
- Visoka ocena u energetsom pasu – uvećanje vrednosti objekta;
- Minimalno zauzimanje prostora (bez utroška korisnog prostora);
- Brzo i jednostavno – montaža, priključenje i korišćenje;
- Mogućnost korišćenja povoljnih bankarskih kredita i nabavke uređaja na lizing;

- Estetska uklopljivost;
- Očekivano investiciono povoljniji koncept grejanja, što će se proveriti kroz analizu koja sledi.

U pitanju su gasni **kondenzacioni** generatori toplote, koji mogu da se postavljaju na fasadi ili ravnom krovu objekta, imaju mogućnost rada na zemni ili tečni naftni gas, opseg kapaciteta od 17 do 900 kW, opseg modulacije do 1:28, dok kondenzaciona strategija vođenja rada uređaja sa klizanjem prema spoljnim uslovima omogućava visok komfor i najveću moguću energetska efikasnost. Ostale značajne prednosti rešenja sa generatorima toplote, kakvi postoje na tržištu, jesu:

- Dimovodi i dimnjaci su jedinstveni u skladu sa propisima o unutrašnjim gasnim instalacijama;
- Materijal izmenjivača dimni gasovi/voda: nerđajući čelik (INOX);
- Sklop za automatsko podešavanje i optimizovanje kvaliteta sagorevanja tj. smeše vazduh/gorivo fleksibilan je za sve promene vrsta i kvaliteta goriva;
- Dozvoljeni radni pritisak: min. 4 bar;
- Kaskadna regulacija rada prema spoljašnjoj temperaturi, sa dodatnom mogućnosti dnevnog i nedeljnog programiranja;
- Integrisane cirkulacione pumpe primarnog kruga;
- Mogućnost ugradnje uređaja za upravljanje putem GSM mreže, kao i mogućnost za daljinsko upravljanje i nadzor putem interneta;
- Moguća komunikacija sa nadređenim BMS - om preko svih aktuelnih protokola;
- Ovakvi uređaji se daju sa garancijom od minimum 10 godina na toplotne razmenjivač i minimum 2 godine na kompletan sklop;
- Modularna konstrukcija sačinjena je od panela sa toplotnom izolacijom dokazane vatrootpornosti;
- Integrisana neutralizacija kondenzata;
- Armatura na potisnim i povratnim vodovima, kao i na gasnoj instalaciji;
- Kompletna elektroinstalacija.

Na slici 8. dat je izgled generatora toplote sa pripadajućom opremom u okviru modularne konstrukcije, koja praktično predstavlja gasnu kotlarnicu za spoljašnju ugradnju.



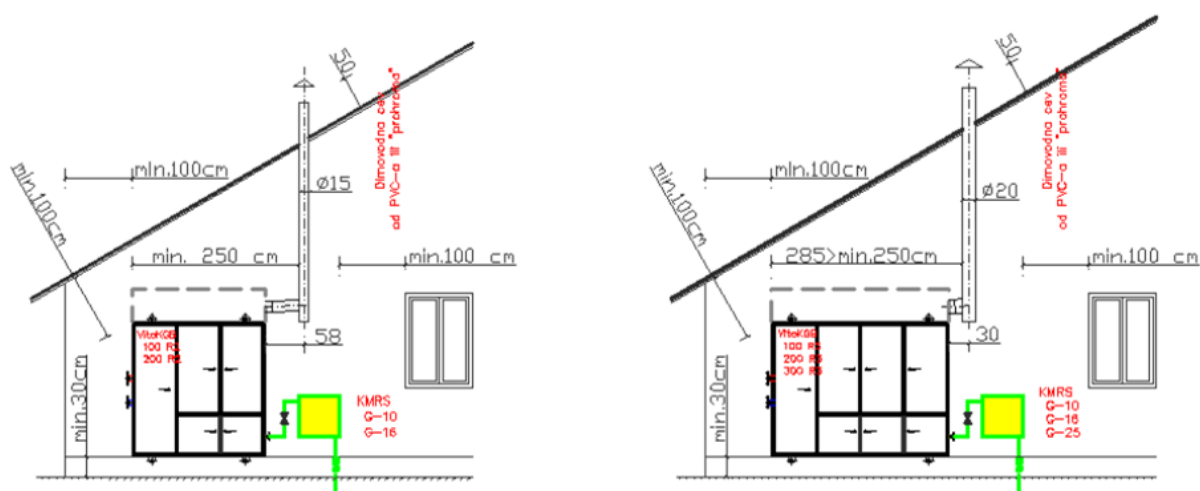
Slika 8: Prikaz tehničkog rešenja sa gasnim generatorima toplote za spoljašnju ugradnju

Ovakva rešenja su komercijalno dostupna na našem tržištu sa svim atestima od strane akreditovanih kontrolnih organizacija, koji se tiču prvenstveno bezbednosti i ispunjenosti neophodnih tehničkih i ostalih zakonskih propisa. Tu svakako spadaju sertifikat o kontrolisanju i potvrda o kvalitetu. Shodno odredbama članova 33. i 34. Zakona o zaštiti od požara („Službeni glasnik RS“, br. 111/09) nije predviđena zakonska obaveza pribavljanja saglasnosti na tehničku dokumentaciju sa aspekta zaštite od požara za izgradnju gasne instalacije i gasnih uređaja predviđenih za spoljnu ugradnju na fasadama stambenih objekata koji ne pripadaju kategoriji visokih objekata, koji nisu blokovskog tipa i koji u svom sastavu nemaju poslovni i garažni prostor.

Na slikama koje slede prikazan je spoljašnji izgled opreme u transportu (slika 9.), načini ugradnje u zavisnosti od lokacije da li je na fasadi ili ravnom krovu objekta (slike 10. i 11.), kao i izgled na referentnim objektima (slika 12.).



Slika 9: Konstrukcija sposobna za postavljanje i transport sa kompletnom opremom



Slika 10: Lokacija gasnog generatora toplote na fasadi objekta



Slika 11: Lokacija gasnog generatora toplote na ravnom krovu objekta



Slika 12: Slike referentnih lokacija i primera ugradnje gasnih generatora toplote

U tabeli 11. je po blokovima kotlarnica prikazan broj podstanica sa ukupnim toplotnim kapacitetom sa ukupnim toplotnim kapacitetom podstanica u okviru datih opsega snaga. S

obzirom da u kotlarnici bloka CFK ne postoje merenja u okviru podstanica, za potrebe ove analize se nije raspolagalo sa njihovim tačnim kapacitetima, već su pretpostavljene prosečne vrednosti ostajući u granici ukupno datog kapaciteta bloka. Ovakva podela je napravljena s obzirom na raspoložive jedinične cene po instalisanom kW toplotnog kapaciteta, koja se smanjuje sa porastom ukupnog kapaciteta potrošača. Tabela 12. prikazuje potrebna investiciona ulaganja u kotlarnice za spoljašnju ugradnju korišćenjem podataka iz prethodne tabele. Pretpostavljeno je da bi svaka podstanica imala pripadajuću kotlarnicu na koju se direktno vezuje. U praksi su moguća rešenja sa zajedničkom gasnom kotlarnicom koja bi mogla da napoji 2 ili više susednih podstanica u okviru istog objekta. Na takav način bi mogla da se smanji jedinična cena ulaganja po kW u toplotne izvore.

Tabela 11: Potrebni kapaciteti potrošača u sistemu DG grupisani po opsegu kapaciteta

Opseg Q (kW)	Naziv bloka daljinskog grejanja											
	Blok 106		V. Koprivice		S. Kovačevića		CFK		Bloka 18		Soliter	
	No	Q _{uk} (kW)	No	Q _{uk} (kW)	No	Q _{uk} (kW)	No	Q _{uk} (kW)	No	Q _{uk} (kW)	No	Q _{uk} (kW)
0-100	1	77	0	0	2	194	3	150	0	0	2	122
100-200	4	542	3	493	7	1.089	2	187	1	180	4	712
200-300	1	227	6	1.463	4	1.007	3	750	6	1.504	1	265
300-400	0	0	1	367	0	0	2	700	0	0	1	357
400-500	0	0	2	865	1	463	1	450	0	0	0	0
Ukupno	6	846	12	3.187	14	2.754	11	2.237	7	1.684	8	1.456

Tabela 12: Potrebna investiciona ulaganja u kotlarnice za spoljašnju ugradnju prema opsegu kapaciteta

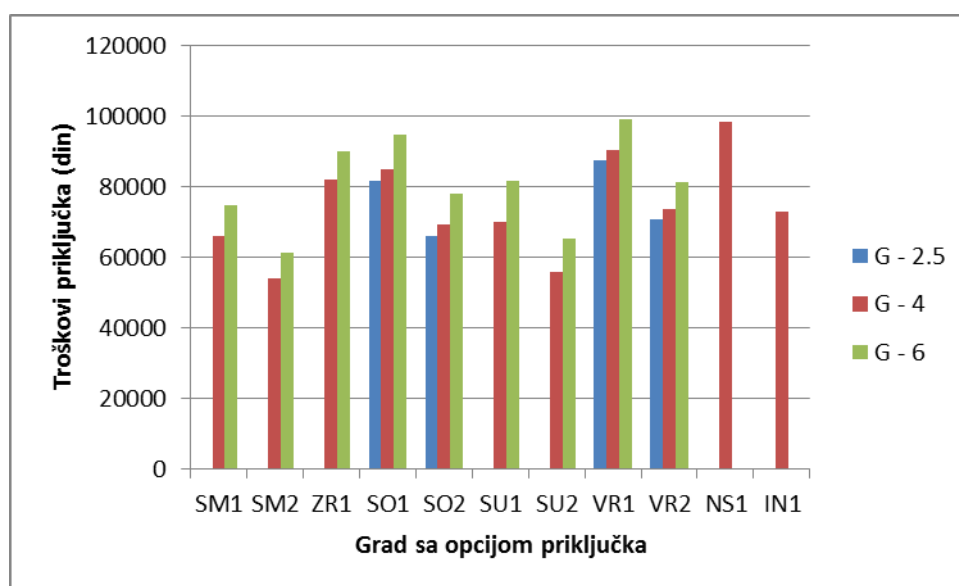
Opseg Q (kW)	Jedinična cena (eura/kW)	Naziv bloka daljinskog grejanja						Ukupni troškovi (eura)
		Blok 106	V. Koprivice	S. Kovačevića	CFK	Bloka 18	Soliter	
		Troškovi (eura)						
0-100	85	6.556	0	16.521	12.750	0	10.367	46.194
100-200	85	46.104	41.881	92.592	15.895	15.317	60.538	272.327
200-300	75	16.999	109.750	75.530	56.250	112.803	19.845	391.176
300-400	75	0	27.488	0	52.500	0	26.805	106.793
400-500	65	0	56.204	30.134	29.250	0	0	115.588
Ukupno	-	69.659	235.322	214.776	167.775	128.120	117.555	933.207

Tabela 13. daje pregled okvirnih dugoročnih investicionih ulaganja za sledeće scenarije:

- **SCENARIO 1 (SISTEM CENTRALNE PROIZVODNJE TOPLOTNE ENERGIJE – S1)** koji predstavlja izgradnju nove centralne gasne kotlarnice sa pratećim ulaganjima u ovakvo rešenje, kao što su: izgradnja novog magistralnog toplovoda, povezivanje postojeće cevne mreže blokovskih kotlarnica na magistralni cevovod, zamena postojećeg cevovoda u okviru blokovskih kotlarnica, rekonstrukcija podstanica sa prioritnim radovima koji se tiču automatizacije podstanica;

- **SCENARIO 2 (SISTEM DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE TOPLOTNE ENERGIJE – S2)**
 postavljanje individualnih modularnih kotlarnica sa gasnim generatorima toplote za spoljašnju ugradnju sa pratećim ulaganjima koje prati ovo rešenje, a to je izgradnja gasne mreže i gasne merno-regulacione stanice (MRS) odgovarajućeg kapaciteta i termoizolovanih eksternih dimnjaka kao što je prikazano na prethodnim slikama.

U cenu paketnih individualnih kotlarnica uključena je i automatika sa regulacijom temperature u razvodu u zavisnosti od spoljašnjih uslova, tako da je ova ulaganja potrebno predvideti kada je reč o scenariju S1. Na osnovu ispitivanja tržišnih cena usvojena je specifična cena investicionih ulaganja u gasnu kotlarnicu scenarija S1. u iznosu od 50 eura/kW. U scenariju S2. nisu potrebna gotovo nikakva ulaganja u cevnu mrežu toplovoda, osim za spajanje individualnih kotlarnica na toplotne podstanice. Ova ulaganja računata su sa prosečnom cenom od 1000 eura, dok je za ulaganja u dimovod predviđena prosečna cena od 1.500 eura po kotlarnici. Troškovi gasnog priključka su računati prema zvaničnom cenovniku za opštinu Vrbas (slika 13.) za opciju 2 koja podrazumeva osnovni trošak za izgradnju MRS plus dodatne troškove za izgradnju 50 m gasovoda. S obzirom da su sve kotlarnice veće od 100 kW, ukupna ulaganja su rađena na bazi proporcije potrebnog kapaciteta u odnosu na kapacitet MRS sa meračem G-6, koji je predviđen za protok prirodnog gasa od 10 m³/h, što odgovara računskom toplotnom kapacitetu od 93 kW.



Slika 13: Troškovi gasnog priključka u pojedinim gradovima sa opcijama (1 – na već izgrađenu gasovodnu mrežu i 2 – sa izgradnjom gasovoda)

U oba scenarija se predlaže ugradnja modernih kondenzacionih gasnih kotlova visoke energetske efikasnosti. Troškovi investicionih ulaganja u izgradnju novog magistralnog toplovoda su uzeti proporcionalno po blokovskim kotlarnicama u odnosu na pripadajuće toplotne kapacitete potrošača. S obzirom na velika ulaganja u magistralni toplovod u scenariju S1, radi komparativne analize troškova su dodatno prikazana ukupna ulaganja bez toplovoda.

Tabela 13: Pregled ukupnih troškova investicionog ulaganja u analizirane scenarije

Investicione mere	Naziv bloka daljinskog grejanja												Ukupno	
	Blok 106		Vasilja Koprivice		Save Kovačevića		CFK		Bloka 18		Soliter			
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Kotlarnica	41.501	69.659	156.317	235.322	135.086	214.776	113.075	167.775	82.603	128.120	71.418	117.555	600.000	933.207
Eksterni dimnjak	0	9.000	0	18.000	0	21.000	0	16.500	0	10.500	0	12.000	0	87.000
Podstanice (automatika)	4.062	0	15.299	0	13.221	0	11.067	0	8.084	0	6.990	0	58.722	0
Toplovod - rekonstrukcija + novi	149.650	6.000	430.851	12.000	375.013	14.000	159.288	11.000	194.342	7.000	272.517	8.000	1.581.661	58.000
Toplovod - rekonstrukcija	0	0	99.491	0	100.916	0	159.288	0	71.098	0	112.332	0	543.124	0
Toplovod - novi	149.650	6.000	331.360	12.000	274.097	14.000	0	11.000	123.244	7.000	160.186	8.000	1.038.537	58.000
- Magistralni	115.150	0	277.275	0	249.777	0	0	0	96.244	0	154.106	0	892.552	0
- Ogranak do kotlarnice	34.500	0	54.085	0	24.320	0	0	0	27.000	0	6.080	0	145.985	0
- Spoljna kotlarnica - podstanica	0	6.000	0	12.000	0	14.000	0	11.000	0	7.000	0	8.000	0	58.000
Gasni priključak (gasovod, MRS itd.)	0	11.066	0	30.467	0	35.545	0	27.929	0	17.773	0	14.755	0	137.536
Ukupno potrebna ulaganja	195.212	86.725	602.467	277.790	523.320	264.322	283.430	206.704	285.029	152.892	350.925	140.311	2.240.382	1.128.743
Ulaganja bez novog toplovoda	45.562	86.725	271.107	277.790	249.223	264.322	283.430	206.704	161.785	152.892	190.739	140.311	1.201.845	1.128.743

U tabeli 14. su prikazane očekivane vrednosti efikasnosti toplotnih izvora i cevovoda, sa pratećim poboljšanjima u odnosu na postojeće stanje, te shodno tome, uštede primarne energije i energenata sa smanjenjem emisija i troškova za energiju. Energetska efikasnost individualnih kotlarnica se računa sa nešto višim vrednostima, s obzirom na korišćenje kondenzacionog režima u većoj meri nego u centralnoj kotlarnici zbog mogućnosti rada kotlova sa nižim temperaturama. Dobijene novčane uštede ne uzimaju u obzir redukovanje CO₂ emisija.

Tabela 14: Parametri energetske efikasnosti, emisija i novčanih ušteda za analizirane scenarije

Parametar	Naziv bloka daljinskog grejanja												Ukupno	
	Blok 106		V. Koprivice		S. Kovačevića		CFK		Blok 18		Soliter			
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Efikasnost kotlova	97%	100%	97%	100%	97%	100%	97%	100%	97%	100%	97%	100%	97%	100%
Efikasnost cevovoda	95%	98%	95%	98%	95%	98%	95%	98%	95%	98%	95%	98%	95%	98%
Ukupna efikasnost	92%	98%	92%	98%	92%	98%	92%	98%	92%	98%	92%	98%	92%	98%
Poboljšanje efikasnosti	0%	5%	18%	24%	17%	22%	22%	27%	25%	31%	27%	33%	17%	23%
Ušteda primarne energije (MWh/god)	-4	54	784	1.061	930	1.061	979	1.245	870	1.070	1.071	1.303	4.630	5.793
Ušteda energenata (1000 m³ p.g., t mazuta/god)	0	6	69	94	82	94	87	110	77	95	95	115	410	514
Zamenjena energija mazuta za prirodni gas (MWh/god)	0	0	3.090	2.869	2.978	2.769	2.518	2.330	1.701	1.567	1.894	1.742	12.181	11.278
Ušteda emisija (tCO₂/god)	-1	19	466	527	498	519	476	536	380	427	453	507	2.272	2.534
Novčane uštede (eura/god)	-190	2.920	55.131	65.903	60.836	65.244	59.958	70.479	49.736	57.704	59.909	69.196	285.380	331.446
Prost period povratka investicije PPI (god)	-	29,7	10,9	4,2	8,6	4,1	4,7	2,9	5,7	2,6	5,9	2,0	7,9	3,4

Na osnovu podataka dobijenih iz tabele 13. i 14. mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Troškovi za izgradnju kotlarnica u scenariju 2 su 55% veći u odnosu na predviđene troškove za izgradnju centralne gasne kotlarnice u scenariju 1, ali su ukupna investiciona ulaganja u scenariju 2. daleko niža u odnosu na scenario 1. Ovo je naročito izraženo zbog velikih ulaganja u rekonstrukciju postojeće cevne mreže, ali i još većih ulaganja u magistralni toplovod izgradnjom centralne gasne kotlarnice. Čak i bez magistralnog toplovođa investiciona ulaganja u S2 su niža nego u S1.
- Oba razmatrana scenarija daju značajna poboljšanja energetske efikasnosti sa pratećim uštedama energije, emisija i novčanim uštedama. Poboljšanje energetske efikasnosti sistema na nivou čitavog sistema daljinskog grejanja po scenarijima S1 i S2 iznosi 17% i 23%, sa razlikama po blokovima, gde poboljšanja idu od 0% do 27% za scenario S1 i 5% do 33% za scenario S2. U svakom slučaju, Uštede su takve da čak i nepovoljnije ulaganje u scenario 1. daju privlačan prost period povratka od 7,85 godina, dok bi se ulaganja u slučaju scenarija 2. vratila za samo 3,4 godine, što čini ovaj scenario daleko atraktivnijim.
- S obzirom na sveobuhvatnu analizu, koja dodatno uključuje i nematerijalne parametre (tabele 15. i 16.), te sagledavajući kompletno tehničko stanje postojećeg sistema, **predlaže se za implementaciju scenario 2**, kao optimalno rešenje oko kojeg bi trebala da se kreira dalja strategija razvoja sistema daljinskog grejanja toplane u Vrbasu.
- Jedina mana je nemogućnost korišćenja mazuta kao alternativnog goriva, odnosno da u slučaju prestanka isporuke prirodnog gasa nema alternative. Eventualno bi alternativa mogla da bude izgradnja rezervoara sa tečnim naftnim gasom (TNG), koji bi predviđeni kotlovi takođe mogli da koriste kao alternativu. Ovo nije razmatrano u analizi i pitanje je ispunjenosti tehničkih uslova, osim što bi povećalo investiciona ulaganja u opremu i održavanje.
- Prost period povratka investicije (PPI), koji predstavlja povrat uložених sredstava ostvarenih novčanih ušteda na račun povećanja energetske efikasnosti u odnosu na postojeće stanje, se u scenariju 2 kreće se od 2 do 4 godina kada je reč o kotlarnicama na mazut, dok ulaganje u bloku 106 gde je gasna kotlarnica daje PPI od čak 30 godina, što je sa ovog aspekta neisplativo ulaganje. Preporuka je da se po prioritetima ulaže u individualne kotlarnice u blokovima sa kraćim PPI, odnosno tamo gde je smanjena sigurnost u isporuci toplotne energije.
- Osim kratkog PPI, potrebno je posmatranje svih ušteda tokom celokupnog i znatno dužeg vremenskog perioda tehničkog veka trajanja sistema. Osim redovnih godišnjih novčanih ušteda, emisije će biti daleko smanjene, a kvalitet lokalnog vazduha bolji.
- Značajna prednost scenarija 2. u odnosu na scenario 1. je u mogućnosti postepenog ulaganja, ulaganja sa kojima može da se krene praktično odmah i bez potrebe za izradom komplikovane projektne dokumentacije i dobijanje dozvola, veća fleksibilnost priključenja novih korisnika, među kojima su postojeći i planirani budući objekti novogradnje, brzo generisanje ušteda koje bi mogle da se iskoriste za nova ulaganja i mogućnostima korišćenja povoljnih bankarskih kredita i nabavke uređaja na lizing. Toplana bi lako mogla da otplaćuje kredite iz ostvarenih ušteda.
- Scenario 2. zahteva daleko manje potrebe za angažovanjem osoblja toplane, kako u pripremi za investiciono ulaganje, tako i kasnije prilikom održavanja, s obzirom da proizvođač nudi mogućnost ugovaranja potpunog održavanja.

Prikazane uštede su bazirane na nepromenjenim potrošnjama finalne energije na strani krajnjih potrošača, koje se mogu značajnije smanjiti predloženim rekonstrukcijama toplotnih podstanica. Dodatno, ukoliko sami korisnici primene mere lokalne regulacije grejnih tela u svojim stanovima, umnogome bi doprinelo smanjenju njihovih računa za toplotnu energiju smanjujući promenljivi deo troškova, s obzirom da se obračun vrši na bazi merenja toplotne energije na najvećem delu konzuma koji je pokriven kalorimetrima.

Prednosti i mane scenarija, uzimajući sve aspekte u razmatranje, date su u tabeli 15, dok su poređenja gasnih u odnosu na kotlarnice koje koriste druge energente (fosilna goriva i obnovljive izvore energije), date u tabeli 16.

Tabela 15: Prednosti i mane distribuirane u odnosu na centralnu proizvodnju toplotne energije

Prednosti	Mane	Napomene
Distribuirana u odnosu na centralnu proizvodnju toplotne energije		
Kontejnerska kompaktna kotlarnica		
	Nema alternativnog goriva	U slučaju prestanka isporuke gasa nema alternative
Brza i jednostavna ugradnja i puštanje u rad po sistemu „plug&play”		Lako upravljanje i brzo pokretanje
Lakše obezbeđivanje potrebnih dozvola		Manje neizvesnosti i kašnjenja uz manje angažovanje sopstvenih resursa koji često nedostaju
Proverena i atestirana tehnička rešenja sa pružanjem veće bezbednosti u radu		
Niži očekivani ukupni investicioni troškovi bez dodatnih građevinskih radova na izgradnji novih objekata ili otkupljivanja i rekonstrukciju postojećih.	Nešto veći investicioni troškovi u slučaju da se koristi postojeći građevinski objekat i prostor za izradu klasične gasne kotlarnice	
Veća energetska efikasnost proizvodnje toplotne energije		Primena kondenzacione tehnologije
Izbegavanje većih ulaganja u rekonstrukciju i/ili izgradnju nove cevne mreže		Nema toplovodne mreže od kotlarnice do grejanog objekta. Kotlarnica se direktno povezuje sa postojećom podstanicom.
Veća efikasnost cevovoda sa daleko nižim toplotnim gubicima i pouzdaniji rad cevovoda		Nema toplovodne mreže od kotlarnice do grejanog objekta

Lakše i jeftinije održavanje		Male kotlarnice i tipska rešenja ovo omogućuju, poznata tehnologija, ovlašćeni serviseri, mogućnost eksternog angažovanja radne snage. Ugovor o potpunom održavanju
Značajne uštede tokom čitavog životnog veka rada opreme		Kratak je PPI u odnosu na klasična rešenja
Uniformna i tipska rešenja daju veću mogućnost apliciranja za kredit i subvencije i mogućnost nižih investicionih ulaganja za istovremenu izgradnju većeg broja kotlarnica.		
Mogućnost postepenog ulaganja u toplotne izvore shodno visini pribavljenih novčanih sredstava, pa čak delom i iz sopstvenih sredstava.		

Tabela 16: Prednosti i mane gasnih kotlarnica u odnosu na druge energente

Prednosti	Mane	Napomene
Gasne kotlarnice		
U odnosu na kotlarnice koje koriste fosilna goriva		
Niže emisije u odnosu na ostala fosilna goriva (mazut, ugalj i sl.)		Manji uticaj na globalno zagrevanje
Bolji kvalitet lokalnog vazduha		Čistiji vazduh u gradu
Veća efikasnost proizvodnje i jeftinija proizvodnja		
Lakše održavanje		Ne mora se brinuti o održavanju sistema za opsluživanje gorivom
Usklađenost sa zakonskom regulativom		
Fleksibilnost za alternativno gorivo	Nema alternativnog goriva	U slučaju prestanka isporuke gasa nema alternative.
U odnosu na kotlarnice koje koriste obnovljive izvore energije		
Niži investicioni troškovi		
Regulisano i pouzdano tržište snabdevanja energentima		Tržište biomase još uvek nije u potpunosti regulisano

Manji rizik kod održavanja		Manji broj instalisanih jedinica i samim tim manje obučenog osoblja za kotlove na OIE
Zagrevanje zgrada koje su energetske neefikasnije	Niža efikasnost proizvodnje u odnosu na npr. toplotne pumpe	Potreba za postizanjem visokih temperatura kako bi se obezbedilo dovoljno energije za zagrevanje potrošača

Dok se ne obezbede toplotni izvori za sve potrošače u okviru blokovskih kotlarnica, postojeće kotlarnice na mazut bi pokrivale potrebu preostalih potrošača. Eventualno bi određene kotlarnice na mazut mogle u budućnosti da se čuvaju kao alternativna opcija, odnosno rezerva u slučaju prekida isporuke prirodnog gasa, čime bi se potrošačima obezbedila povećana sigurnost snabdevanja toplotnom energijom.

4. ANALIZA MOGUĆIH REŠENJA REVITALIZACIJE TOPLANSKOG SISTEMA - INSTITUCIONALNE MERE

4.1 TROŠKOVI PROIZVODNJE TOPLOTNE ENERGIJE

Usvajanje dobrog tarifnog sistema toplotne energije, je od izuzetnog značaja ne samo za dalji razvoj energetske efikasnosti, nego i za samo poslovanje komunalnih preduzeća.

U ovom poglavlju će se prikazati primena alokacije troškova na kreiranje tarifnog modela. Svi troškovi u okviru delatnosti proizvodnje i distribucije toplotne energije krajnjim korisnicima, mogu da se podele na fiksne i promenljive troškove. Za razliku od fiksnih troškova, koji neminovno postoje bez obzira na obim proizvodnje, promenljivi troškovi zavise od ukupne količine isporučene toplotne energije. Potreba za toplotnom energijom u okviru jednog sistema daljinskog grejanja na godišnjem nivou zavisi od njegove veličine, razgranatosti distributivne mreže i broja priključenih potrošača, energetske efikasnosti na strani proizvodnje i distribucije toplotne energije, energetske efikasnosti na strani krajnjih korisnika, kao i konkretnih potreba za toplotnom energijom u zavisnosti od spoljašnjih vremenskih uslova. Kratkoročno gledano, poslednji podatak u okviru jednog sistema je najviše sklon varijacijama. U interesu svakog preduzeća jeste da proizvede i proda što više svojih proizvoda, ali i da smanji gubitke svog poslovanja. Pošto smanjenje gubitaka, koji potiču od prekomernog korišćenja toplotne energije na strani potrošača, neće donositi „direktnu“ korist toplani, to je jedan od razloga „konzervativnih“ predviđanja koja uopšte ne razmatraju zakonom propisana poboljšanja energetske efikasnosti postojećih zgrada.

U promenljive proizvodne troškove na sistemu daljinskog grejanja generalno spadaju: troškovi goriva i energije (prirodni gas, mazut, ugalj, troškovi za kupovinu toplotne energije od drugog proizvođača, električna energija, voda, itd.), dok fiksne proizvodne troškove čine: troškovi ostalog materijala, troškovi za plate zaposlenih, transportne usluge, održavanje, zakupnine, amortizacija, neproizvodne usluge, troškovi osiguranja, troškovi platnog prometa i ostali nematerijalni i proizvodni troškovi. Na isti način se mogu raspodeliti i troškovi distribucije čiji fiksni deo podrazumeva: plate zaposlenima u ovom sektoru, amortizacije cevovoda i podstanica i njihovo održavanje, dok troškovi za dopunu sistema omekšanom vodom i hemijski tretman vode, kao i potrošnja ukupne električne energije za potrebe distribucije spadaju u promenljive troškove.

Svaki od ovih troškova potrebno je razvrstati u nekoliko troškovnih centara koji mogu da se kreiraju na različite načine. Kao što je opisano, toplana u Vrbasu ima više toplotnih izvora smeštenih u kotlarnicama na različitim lokacijama, koje funkcionišu nezavisno jedna od druge. Praktično bi trebalo da se kreira pet troškovnih centara za proizvodnju i distribuciju toplotne energije za grejanje potrošača.

Navedeni postupak predstavlja osnovu za određivanje ukupne cene toplotne energije, kao proizvoda koji potrošači kupuju i preuzimaju preko toplotnih podstanica. Cilj ovakve raspodele troškova je svakako i transparentniji uvid u efikasnost poslovanja najvažnijih sektora ponaosob, kao i poređenje jediničnih proizvodnih i distributivnih troškova isporučene toplotne energije potrošača po troškovnim centrima. Dalje se ovo poređenje može obavljati između toplana na regionu države i šire, kojim se omogućuje sagledavanje konkretne toplane u

odnosu na prosek, kao i u odnosu na savremenije toplane. Na osnovu takvih analiza postavljaju se ciljne vrednosti kojima toplana treba da teži, radi dostizanja najbolje moguće efikasnosti poslovanja. U tu svrhu se kreiraju indikatori koji opisuju trenutni nivo efikasnosti, a njihovo praćenje u kontinuitetu ima za cilj dostizanje zadatih vrednosti poboljšanja. Indikatori mogu da se prate na nivou kompanije, odnosno njenih delova.

Za razliku od tehničkog dela gde su, između ostalih, interesantni indikatori energetske efikasnosti, kada je u pitanju finansijsko poslovanje treba da se teži ka većoj pokrivenosti operativnih troškova, pozitivnom operativnom profitu, ka većoj efikasnosti naplate itd. Tehnički i finansijski indikatori su delom međusobno zavisni. Jedan od zajedničkih ciljeva jeste težnja ka smanjenju jediničnih troškova za isporuku finalne toplotne energije. Operativni troškovi, osim od energetske efikasnosti proizvodnje i distribucije, zavise i od drugih faktora, među kojima su: vrsta i cena korišćenih energenata, vrednost amortizacije opreme, itd. Tako na primer, toplana koja koristi kotao koji radi sa niskom efikasnošću, ali koristi jeftino gorivo, može da ostvari niže troškove proizvodnje u odnosu na visoko efikasan kotao koji koristi skuplji energent. Naravno, potrebno je razmotriti i ostale troškove u vezi sa korišćenim energentima, kao što su npr. takse na emisije. Prilikom izrade srednjoročnih i dugoročnih planova potrebno je obaviti procenu promene ovih troškova i u kojoj meri će oni uticati na ukupnu cenu finalne toplotne energije. Drugi primer povećanja ukupnih jediničnih troškova može da bude povećanje troškova amortizacije, usled korišćenja predimenzionisane (samim tim i skuplje) opreme u odnosu na realne potrebe korisnika. To je čest slučaj u toplanama u Srbiji gde se, delom zbog konvencionalnih shvatanja da „od viška glava ne boli“, a delom zbog generalnog nedostatka investicionog ulaganja, često „koriste“ prilike za izgradnju mnogo većih postrojenja, nego što za to postoje realne potrebe u sadašnjosti, kao i bližoj budućnosti.

Alokacija troškova predstavlja osnov svakog investicionog planiranja, odnosno neizostavni deo analize koja se koristi prilikom izrade biznis planova. Često se dešava da tehnika govori jedno, kao npr. da treba povećati efikasnost određenog dela sistema, ali sveobuhvatna analiza koja uzima u obzir kompletno finansijsko poslovanje toplane i vrednost drugih uticajnih parametara, kao npr. cene energenata koji se koriste, govori da ne treba ulaziti u investiciju, čiji period otplate može da bude znatno duži, nego što na prvi pogled izgleda. Na osnovu ovakvih analiza može se lako izvesti zaključak da li toplana treba da širi sistem i priključuje nove korisnike, ili ne, i na kojem delu sistema, odnosno u okviru kojeg troškovnog centra je ekonomski najisplativije da se ovo uradi. Takođe, može da se vidi koliko finalna cena toplotne energije može da se smanji eventualnim priključivanjem novih korisnika na sistemu, ukoliko za to postoje tehnički uslovi itd.

Naposletku, krajnji cilj alokacije godišnjih troškova je kreiranje dobrog tarifnog modela koji će uzeti dobar odnos fiksnih i promenljivih troškova u strukturi ukupne cene. Fiksni deo cene za grejanje mora da ima zadovoljavajući udeo kako bi se omogućilo pokrivanje fiksnih troškova toplane, naročito u slučaju toplijih sezona kada su potrebe potrošača za toplotnom energijom znatno niže. Očekivanja su da će, zbog promene klime, ovakvih godina biti sve više sa tendencijom ka smanjenju broja grejnih stepen dana. Sa druge strane, promenljivi deo cene daje motivaciju korisnicima da štede energiju, pa je iz njihovog ugla povoljnije da taj deo bude veći. Prosečno učešće promenljivih troškova u proizvodnji finalne toplotne energije u toplani Vrbas u 2017. godini iznosilo je oko 55%, što se može odrediti kao odnos troškova za energiju i ukupnih troškova finalne toplotne energije. Iskustvo u nemačkim toplanama, koje su odavno

uvele obračun po merenju, govori da je odnos cena fiksnih i promenljivih troškova na početku primene tarifnog modela i naplate po potrošnji iznosio 40:60%, dok je tokom vremena, redukovanjem potrošnje na strani potrošača, ovaj odnos promenjen na 60:40% u korist fiksnih troškova.

U tabeli 17. su date jedinične cene toplotne energije na bazi alokacije ukupnih troškova u okviru sistema toplane u Vrbasu, kao i jedinična cena za sistem u celini. U okviru službe grejanja nije vođena analitika utroška materijala prema kotlarnicama i podstanicama pa je raspodela izvršena po ključu – toplotni grejni konzum potrošača. Dalje, registar osnovnih sredstava jasno razgraničava pripadnost sredstava proizvodnji ili distribuciji, ali nisu podeljena po kotlarnicama i podstanicama. Zato je raspored troškova amortizacije urađen po ključu za proizvodnju i distribuciju, prema toplotnom konzumu potrošača, a to je instalisana snaga proizvodnih pogona u datom sektoru. Kao posledicu navedenog nemamo razgraničenje troškova proizvodnje i distribucije, nisu razdvojeni direktni i indirektni troškovi, kao ni troškovi po reonima, tako da ne raspoložemo sa cenama toplotne energije po kotlarnicama, već samo finalne energije za toplanu u celini.

Tabela 17: Raspodela troškova toplane u Vrbasu u 2017. godini

RASPODELA TROŠKOVA 2017 (000 RSD)	Ukupno
Količina isporučene toplote - KWh	12,669,444
I. POSLOVNI PRIHODI	124,190
Prodaja toplotne energije (fakturisano)	84,138
Ostali prihodi (montaža, takse ...)	8,275
Prihodi od ostalih delatnosti	28,535
Prihodi od uslovljenih donacija	3,242
II. POSLOVNI RASHODI	
II.1. Troškovi proizvodnje i distribucije	124,981
Dizel	0
Mazut	57,868
Gas	3,623
El. Energija	6,618
Katalizator sagorevanja	0
Gorivo za auto	263
Troškovi materijala	3,950
Troškovi bruto plata	31,925
Troškovi održavanja	3,056
Troškovi reklame i propagande	61
Ostali troškovi	910
Troškovi amortizacije	6,208
Neproizvodni troškovi	3,089
Troškovi osiguranja	350
Troškovi platnog prometa	317
Takse	2,412
Troškovi transporta	3,574

Ostali poslovni rashodi	757
Ukupni direktni/indirektni troškovi	124,981
Cena u din/KWh po osnovu poslovnih rashoda	9,86
Cena u din/KWh posle finansijskog rezultata	10,72
Cena u din/KWh posle svih troškova	9,77

U tabeli 18. su prikazane jedinične cene isporučene finalne toplotne energije za grejanje za 19 toplana u Srbiji, koje čine preko 30% celokupnog konzuma sistema daljinskog grejanja u Srbiji. Cene su date na nivou toplana kao celina, kumulativnim dodavanjem troškova proizvodnje, distribucije s indirektnim troškovima, finansijskog poslovanja i ostalih prihoda i rashoda. Iz ove tabele su uočljive ogromne razlike među gradovima kada su u pitanju troškovi za proizvodnju i distribuciju toplotne energije na sistemu daljinskog grejanja. Može se zapaziti da su ukupni troškovi finalne energije na sistemu daljinskog grejanja toplane Vrbas od 82,8 EUR/MWh veći za 17% od proseka svih toplana. Toplane oznaka T13, T14, T17 i T18 dobijale su toplotnu energiju u celosti ili pretežno korišćenjem mazuta (T14 koristi 78%, T13, T17 i T18 koriste 100%). Preostale toplane koriste pretežno gas, ugalj ili samo delimično mazut. Kao što se može primetiti, prosečni troškovi proizvodnje jedinice toplotne energije koje koriste mazut su 37% veći od prosečnih troškova koji iznose 71,43 EUR/MWh. Ukupni troškovi finalne energije ovih toplana iznose 96,48 EUR/MWh, što je 16,5% veće od troškova toplane Vrbas. Može se primetiti da su troškovi finalne energije toplane među višim u odnosu na prikazane toplane, iako su relativno niži u poređenju sa toplanama koje koriste mazut. Ovome verovatno doprinosi i činjenica da je oprema na sistemu stara i da su troškovi amortizacije niži nego da je u pitanju noviji sistem.

Tabela 18: Jedinična cena finalne toplotne energije pojedinih toplana u Srbiji u 2012. godini

No	Toplana	Količina prodane toplotne energije za grejanje i TPV (sa gubicima u mreži) [MWh/god]	Cena sa gubicima [€/MWh]			
			Troškovi proizvodnje	Troškovi distribucije	Finansijski rezultat	Rezultat ostalih prihoda i rashoda
1.	T1	163.177	27,33	37,98	45,96	45,75
2.	T2	6.720	54,05	69,73	63,38	63,38
3.	T3	78.729	47,46	54,10	54,78	59,25
4.	T4	60.395	42,77	52,39	51,85	55,77
5.	T5	257.756	60,79	83,78	104,10	117,40
6.	T6	121.531	35,59	50,74	55,34	63,23
7.	T7	87.862	41,39	56,98	58,06	57,47
8.	T8	11.732	53,22	56,49	62,56	62,56
9.	T9	45.418	51,88	61,17	60,51	63,03
10.	T10	275.074	42,86	55,32	57,71	57,78
11.	T11	18.671	54,90	60,64	67,49	68,33
12.	T12	820.188	53,48	57,65	63,91	66,61
13.	T13	31.664	65,82	77,92	84,92	84,92

14.	T14	16.958	71,59	84,83	87,18	90,41
15.	T15	61.483	48,72	59,09	58,36	58,92
16.	T16	118.056	39,15	63,70	64,16	67,84
17.	T17	31.531	69,73	94,71	99,10	92,73
18.	T18	35.869	68,34	115,31	117,86	117,89
19.	T19	81.444	51,96	78,72	82,89	84,27
	PROSEK:	122.329	49,15	61,32	67,33	70,64

S obzirom na značajno niže cene kWh toplotne energije proizvedene direktnim korišćenjem prirodnog gasa u individualnim gasnim kotlarnicama u odnosu na kWh toplotne energije dobijene iz sistema daljinskog grejanja, da bi privukle nove potrošače toplane se odlučuju da investiraju na strani korisnika s obzirom da nije finansijski održivo značajnije smanjenje cene toplotne energije. Kao primer se može uzeti Novosadska toplana koja je ukinula takse koje su ranije postojale i investira u izgradnju toplotnih podstanica novoizgrađenih objekata. Ovakav način poslovanja može umnogome da opredeli investitore ovakvih objekata za priključenje toplani, umesto izgradnje kotlarnica u koje bi morali da investiraju dodatni novac, u delovima grada gde postoji i prepliće se mreža toplovoda i gasovoda. Prednost toplane kod potrošača svakako je u boljoj usluzi, s obzirom da toplana dalje preuzima kompletnu obavezu oko održavanja objekata, zamenu dotrajale opreme itd., iako je nesumnjivo da će korisnici plaćati veću cenu usluge.

Na sličan način bi i toplana Vrbas mogla da se uključi prvo investicijama u nove kotlarnice i toplotne podstanice, odnosno, zamenjujući postojeći dotrajali sistem značajnijim povećanjem postojeće energetske efikasnosti i samim tim troškova finalne energije. Isto tako, toplana bi mogla čak i da poveća broj korisnika usluga investiranjem u nove gasne kotlarnice postojećih zgrada koje imaju sistem centralnog grejanja, a trenutno koriste drugi energent ili imaju dotrajale toplotne izvore.

Dodatno, stvaranjem uslova za krajnjeg potrošača da preuzima samo onu količinu toplotne energije koja mu je zaista potrebna, izgradnjom modernih toplotnih podstanica, koje osim centralne podržavaju i lokalnu regulaciju, stvoriće se dobra osnova za dalje smanjenje troškova grejanja. Ovo neće smanjiti cenu finalne energije, ali će smanjiti specifičnu potrošnju toplotne energije po m². To bi rezultovalo novčanim uštedama na strani korisnika, dok na toplanu ne bi imalo uticaja s obzirom na tarifni sistem. Mere energetske efikasnosti na sistemu toplane pomoći će u značajnoj meri da se sprovedu i mere energetske efikasnosti krajnjeg potrošača, koje zavise od kvaliteta samog objekta, ali i navika i svesnosti krajnjeg potrošača o potrebi da se racionalno troši energija. Toplana obračunava preko 80% isporučene toplotne energije prema potrošnji (sa namerom da to bude 100% nakon ugradnje kalorimetara u reonu CFK), ali se čini da ni potrošači nemaju ni adekvatnih tehničkih uslova, a verovatno ni razvijenu svest o mogućnostima uštede toplotne energije.

Prvi korak tržišnog vrednovanja toplotne energije jeste uvođenje naplate po potrošnji uvođenjem tarifnog sistema naplate u gradskim toplanama. Ovaj sistem može da se razlikuje po kategorijama potrošača, uzimajući u obzir posebno stambene, a posebno poslovne/javne objekte. Dalji razvoj naplate po potrošnji u budućnosti predstavljao bi uvođenje različitih tarifa, odnosno metoda naplate prema potrošačima. Svaki potencijalni proizvođač, odnosno

distributer toplotne energije, treba da ima mogućnost da ponudi svoje uslove kako bi privukao potrošača na slobodnom tržištu toplotne energije. Prilikom kreiranja svakog tarifnog modela (električne/toplotne energije) treba voditi računa o ispunjenju sledećih ciljeva i zahteva:

- Pokrivanje troškova proizvodnje i distribucije energije;
- Pokrivanje troškova za očitavanje, prikupljanje, naplatu i razne druge usluge;
- Obezbeđenje zadovoljavajućeg neto povraćaja kapitalnih investicionih ulaganja;
- Savremenije tarife toplotne energije treba da obezbede podsticaj za smanjenje vršnog opterećenja;
- Npr. na sistemu daljinskog grejanja to može da se ostvari ograničenjem protoka u toplotnim podstanicama na primarnoj (vrelovodnoj) mreži. To bi moglo da doprinese sniženju povratne temperature tople vode u mreži, odnosno smanjenju gubitaka toplotne energije.
- Snabdevanje povećanih zahteva tokom vršnih opterećenja sistema;
- Obezbeđenje penala za korisnike koji povlače snage veće od ugovorenih vrednosti.

5. PROCENA BUDUĆE POTRAŽNJE TOPLOTNE ENERGIJE

5.1 REZULTATI PREDIKCIJE BUDUĆE POTRAŽNJE TOPLOTNE ENERGIJE

Procenjeno vršno toplotno opterećenje integrisane cevne mreže, koje iznosi oko 18 MW, predstavlja konačnu etapu razvoja sistema DG u fazi III. Rekonstrukcijom podstanica korisniku će se u većoj meri pružiti mogućnost da smanji potrošnju toplotne energije dobrom regulacijom u podstanici, kao i dodatnom lokalnom regulacijom prostora ugradnjom termostatskih ventila na grejnim telima. Ovo će umnogome uticati na smanjenje stepena jednovremenosti rada u grejanju, čime će se dodatno smanjiti vršno toplotno opterećenje zgrada. Dodatno smanjenje toplotnog kapaciteta se može obezbediti prelaskom na 24 h režim rada, o čemu će biti nešto više reči i preporuka kasnije. Izolovanjem postojećih zgrada, čija stopa se ne može u ovom trenutku sa sigurnošću predvideti u budućnosti, će svakako da doprinese daljem smanjivanju potrebnog kapaciteta. Na bazi navedenog može se zaključiti da su vrednosti predikcije toplotnog kapaciteta date u tabeli 19. takođe uzete sa izvesnom rezervom i da bi stvarne vrednosti u budućnosti mogle da budu i niže, a trendovi promena bi se svakako pažljivo pratili i analizirali. Analiza je pokazala da je gustina toplotnog opterećenja, kao odnos realnog maksimalnog opterećenja potrošača i površine oblasti pokrivena daljinskim grejanjem, visoka. Na nivou čitave toplane ona iznosi 146, 198 i 214 MW/km², za faze I, II i III, što je veoma dobar pokazatelj isplativosti rada ovakvih sistema. Niža gustina toplotnog opterećenja je trenutno u reonu Soliter i Bloku 106, gde trenutno iznosi 86 i 95 MW/km², respektivno, sa tendencijom povećanja u budućnosti sa dostizanjem visoke gustine toplotnog opterećenja.

Tabela 19: Predikcija potražnje toplotne energije

Vremenska faza	I FAZA (postojeće stanje)	II FAZA (povezivanje postojećih zgrada)	III FAZA (novoizgrađeni objekti)	Ukupne buduće potrebe (I+II+III)
Grejana površina (m ²)	86.616	29.916	24.460	140.992
Projektovano max. opterećenje zgrada (MW)	20,3	8,7	1,3	30,3
Specifično projektovano max opterećenje zgrada (W/m ²)	234	291	54	215
Max opterećenje zgrada po HDF (MW)	12,2	4,4	1.3	17,8
Specifično max opterećenje zgrada po HDF (W/m ²)	140	146	54	126
Odnos max projektovano/HDF	60%	50%	100%	59%

6. PRESEK TOPLANSKE SAVREMENE PRAKSE U SRBIJI I SVETU (TOPLANE IV GENERACIJE)

6.1 OSNOVE DALJINSKOG GREJANJA

Osnovni zadatak sistema daljinskog snabdevanja grejanja je da obezbedi svojim potrošačima sigurnu, neometanu i efikasnu toplotnu energiju za grejanje i proizvodnju tople potrošne vode.

Sistemi daljinskog grejanja su pogodni kako za stambene, a tako i za komercijalne objekte. Upotreba daljinskog grejanja u današnje vreme se brzo razvija i širi od tradicionalnog snabdevanja grejanja i pripreme tople potrošne vode do modernih sistema koji mogu obezbediti neophodnu energiju sistema za hlađenje. Zasluga novih delatnosti daljinskih sistema se najčešće pripisuje primeni toplotnih pumpi.

Osnovni delovi svih sistema za daljinsko grejanje su:

- Proizvodnja
- Distribucija (prenos)
- Sekundarna instalacija (potrošači)

Svi delovi sistema su međusobno povezani. Sistem sekundarne instalacije (potrošač) postavlja zahteve sistema veze (predajne stanice - podstanice), na osnovu kojih se vrši dimenzionisanje distributivnog sistema, koji dalje definiše parametre sistema proizvodnje toplotne energije. U zavisnosti od vrste sistema za proizvodnju toplotne energije kriterijumi za dimenzionisanje sistema mogu ići i obrnutim smerom.

Osnovna inovativna delatnost koja leži u budućem razvoju modernih daljinskih sistema grejanja jeste integracija obnovljivih izvora energije i savremenih energetske tehnologije, među kojima prednjače toplotne pumpe. Pored toga, neophodno je da se koriste izvori toplote i goriva lokalnog karaktera koji pri normalnim okolnostima mogu biti izgubljeni ili ostaju neiskorišćeni. Infrastruktura toplanskih sistema mora omogućiti korišćenje ovih izvora toplote kroz dobro izolovane cevne mreže (Slika 14.).



Slika 14: Inovativni pristup u budućem razvoju daljinskog snabdevanja toplotnom energijom

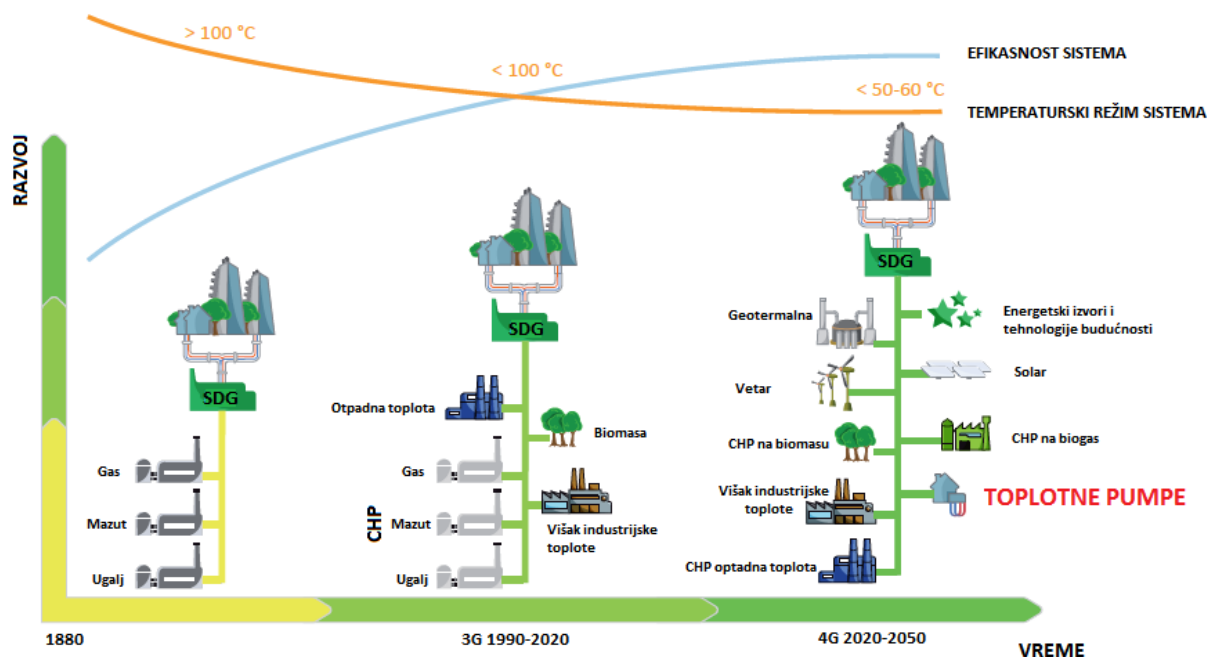
6.2 PRINCIPI MODERNIH SISTEMA ZA DALJINSKO SNABDEVANJE TOPLOTNOM ENERGIJOM

Sistem daljinskog grejanja (SDG) je tehnološki pojam koji obuhvata infrastrukturu za snabdevanje toplotne energije za grejanje i toplu sanitarnu vodu. Koncept sistema daljinskog grejanja (SDG) u kontinuitetu se razvija tokom proteklih 135 godina. Sistemi SDG su sami po sebi raznovrsni i promenljivi u smislu veličine i opterećenja i stim u vezi projektovani su tako da se svaka mreža razvija u skladu sa specifičnim lokalnim okolnostima i prilagođava da stalnim inovacijama. One obezbeđuju vezu između sistema za proizvodnju električne i toplotne energije zbog svoje fleksibilnosti i poboljšane efikasnosti. Takođe, one moraju biti spremne i pogodne da prihvate lokalno dostupne obnovljive i izvore sa niskom emisijom ugljendioksida: solarne i geotermalne izvore, otpadnu toplotu iz industrije i kogeneracije.

Posmatrajući današnje stanje, određeni broj SDG pripadaju nivou koji se najčešće naziva "treća generacija". Ova generacija SDG karakteriše koncept "Tehnologije Skandinavskog daljinskog grejanja". Ovaj koncept karakteriše korišćenje predizolovanih cevi i kompaktnih podstanica za prenos toplotne energije potrošačima. Novija "četvrta generacija" SDG sa druge strane odlikuje se primenom savremenih energetske sistema i obnovljivih izvora energije, uključujući optimalnu interakciju između proizvodnje i potrošnje (Slika 15.)¹.

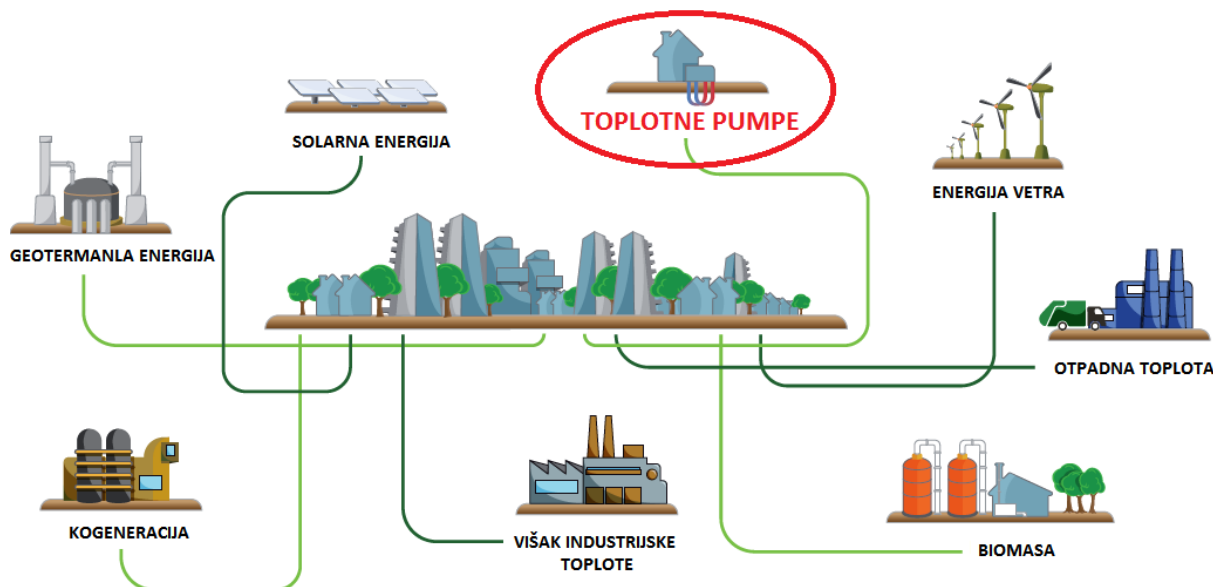
Ključni izazov za optimalan i konkurentan rad SDG je smanjenje toplotnih gubitaka u mreži daljinskog grejanja. U većini zemalja novi propisi za izgradnju objekata obavezuju investitore da grade višestruko efikasnije objekte za koje je potrebna znatno manja količina toplotne energije u poređenju s prethodnim zahtevima. Sigurno je da će odnos između gubitka toplote mreže i potrošnje toplotne energije u objektima biti u još većem fokusu u budućnosti. Drugi izazov predstavlja centralnu temu koja treba da snizi temperaturu napojne vode primarne mreže kako bi se omogućila integracija obnovljivih izvora energije u sistemu snabdevanja. Pored toga, niskotemperaturni režimi bi svakako smanjili toplotne gubitke distributivne mreže.

¹ Lund, H. et. al. (2014) 4th Generation District Heating (4GDH). Integrating Smart Thermal Grids into Future Sustainable Energy Systems. Energy Journal



Slika 15: Razvoj i evolucija sistema daljinskog snabdevanja toplotnom energijom

Prilikom osmišljavanja i planiranja održivih gradava, SDG moraju biti projektovani holistički i inovativno da bi obezbedili integraciju svih lokalno dostupnih resursa, kako bi im se maksimalno povećala efikasnost. Na taj način ovakvi sistemi su u mogućnosti da pruže održiv put do tržišta resursa sa niskih emisijama ugljen-dioksida, koji ne bi mogli biti integrisani lokalno u gustoj urbanoj sredini (Slika 16.).



Slika 16: Put ka održivim gradovima

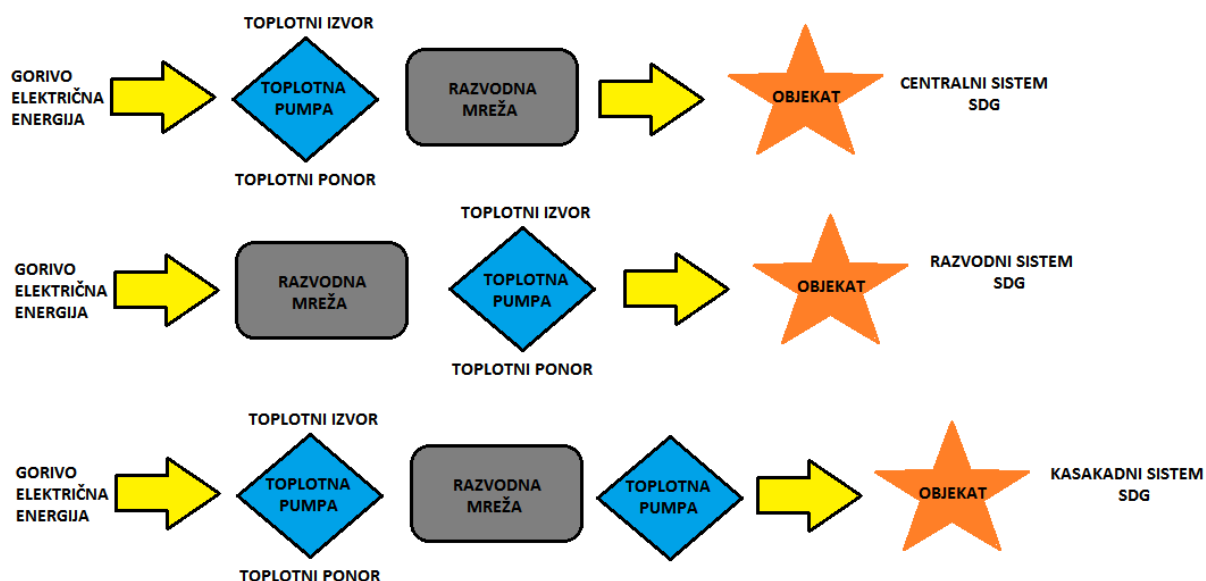
6.3 TOPLOTNE PUMPE U SISTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA

Ideja o primeni toplotnih pumpi u sistemima daljinskog grejanja, nastala je pre svega zbog potrebe da se poveća efikasnost postojećeg sistema integracijom obnovljivih i drugih dostupnih izvora tople koji nemaju dalju primenu. Poznato je da ako bi se električna energija direktno koristila za grejanje, elektroenergetski sistem to ne bi izdržao već bi bilo potrebno njegovo višestruko povećanje. Stoga, potrebno je razvijati sisteme koji bi mogli da rade na postojećem elektroenergetskom sistemu bez potrebe za njegovim povećavanjem. Tako se i došlo na ideju da se da primeni koncept toplotnih pumpi u ovako velikim sistemima za grejanje. Daljinskim grejanjem toplotnom pumpom podrazumevamo sistem koji snabdeva toplotnom energijom dva ili više odvojena objekta, kako za potrebe grejanja i proizvodnje tople sanitarne vode, tako i toplotne energije za hlađenje. Generisanjem toplotne energije na ovakav način, sa sigurnošću možemo reći da štedimo deficitarnu energiju, delimično ili čak u potpunosti. Kao glavne prednosti primene toplotnih pumpi u SDG u odnosu na konvencionalne sisteme, najčešće se spominju: nema štetnih emisija, smanjeni troškovi tehničkog i drugog održavanja, viši stepeni efikasnosti konverzije u toplotnu energiju, manji prostor za smeštaj postrojenja i nema transporta primarne energije.

Cene fosilnih goriva, konkurentnost prema ostalim tehnologijama i potrebe za proširenjem, predstavljaju ključne aspekte kada SDG treba da ulažu u nove proizvodne kapacitete. Toplotne pumpe mogu da budu veoma dobra alternativa, budući da one omogućavaju modernizaciju snabdevanja toplotnom energijom i obezbeđuju niže cene grejanja. Zato toplotne pumpe mogu da budu dobro ulaganje u raznim konfiguracijama sistema. SDG najčešće koriste tri tipa primene integracije toplotnih pumpi (Slika 17.):

1. razvodni sistem,
2. centralni sistem i
3. kaskadni sistem.

Što se tiče centralnog sistema, toplotna pumpa je locirana "centralno" i obezbeđuje toplotnu energiju koja se distribuira na isti način kako i u klasičnom SDG. Na šemi je prikazana samo je jedna toplotna pumpa, iako se i praksi češće dešava da postoje više jedinica koje su povezane paralelno ili redno. Razlog tome su zahtevi za većim kapacitetom, a takođe se omogućava bolja pouzdanost i efikasnost sistema u situacijama kada imamo smanjene zahteve sa strane korisnika (delimično opterećenje). Razvodna mreže može biti dvocevna (samo grejanje) ili četvorocevna ako je u pitanju i grejanje i hlađenje. Ukoliko potrošnja toplotne energije za grejanje i hlađenje nije uravnotežena moraju se koristiti dodatni izvori ili ponori. U SDG može se proizvoditi i topla sanitarna voda koja se najčešće obezbeđuje preko razmenjivača toplote koji se nalazi u neposrednoj blizini korisnika. Ovaj tip sistema je izuzetno pogodan kada postoji mreža SDG i kada se toplotne pumpe koriste pri vršnim opterećenjima postojećeg izvora toplote. Postojeća mreža mora odgovarati nižoj temperaturi razvodne vode.



Slika 17: Načini primene toplotnih pumpi u SDG

Kada je u pitanju razvodni sistem SDG sa toplotnim pumpama, temperatura u primarnomvodu je najčešće u intervalu od 15 do 30°C. Ona se može razvoditi jednocevnom ili dvocevnom mrežom, i na taj način ona zagreva vodu kao toplotni izvor toplotne pumpe koja kasnije daje potrebnu toplotu krajnjim korisnicima. Jednocevni sistem je dosta ekonomičniji, dok se dvocevni koristi kada su potrebni veći kapaciteti i izdašniji izvor toplote. Za razliku od centralnog sistema, gde je razvodni fluid najčešće voda, kod razvodnog jednocevnog sistema voda ne mora biti posebno termički pripremljena. Takođe, njena primena sa aspekta čistoće nije neophodna za dalju primenu toplotnih pumpi. Sa sigurnošću se može reći da razvodni tip znatno smanjuje investicione troškove, pre svega zbog mreže koja je jeftinija i zbog nemanja troškova koji se tiču hemijske pripreme razvodne vode koja je obavezna u centralnom tipu. Prilikom izbora mora se uzeti u obzir niz faktora među kojima su najčešći: toplotni izvor, mreža, razmeštaj korisnika, kapacitet i sl.

Kombinacijom prethodna dva tipa primene toplotnih pumpi u SDG nastaje kaskadni tip. Njegov zadatak je da obezbedi stvaranje toplotne energije za grejanje iz niskotemperaturnog izvora velikog kapaciteta. Sistem funkcioniše tako da temperatura vode u centralnom delu povećava do određene vrednosti, nakon čega se distribuira do korisnika gde se sa manjim toplotnim pumpama obezbeđuje potrebna toplotna energija odgovarajućeg temperaturnog nivoa.

Kaskadni sistem je napravljen kako bi se povezale sve prednosti centralnog i razvodnog sistema. Što se tiče investicije, mreža razvodnog sistema je dosta niže u odnosu na centralni sistem, i manji su toplotni gubici mreže usled nižeg temperaturnog režima. Sve u svemu, kaskadni sistem nudi veće mogućnosti optimalnog rada, podižući efikasnost ukupnog sistema i povećavajući stepen slobode prilikom izbora opreme. Takođe, ovaj tip sistema omogućuje integraciju i drugih obnovljivih izvora energije, najčešće solarnog sistema. Primena standardnih rešenja malih toplotnih pumpi je ograničena karakteristikama rashladnog fluida koji koriste i spram toga ne mogu koristiti isuviše visoku temperaturu izvora (do 35°C).

Prilikom analize primene toplotnih pumpi u SDG, važno je dobro proceniti izdašnost izvora, a takođe i vrstu pogonske energije zbog velikih snaga potrebnih za pokretanje toplotnih pumpi.

Takođe, prethodno pomenuti tipovi i načini korišćenja toplotnih pumpi u SDG, odnose se na monovalentne sisteme gde toplotna pumpa radi sama i obezbeđuje sve potrebe toplotne energije korisnicima. Treba napomenuti da se u toku rada dešava da ovakvi sistemi imaju učinak koji je dovoljan samo određenom broju korisnika (ređi slučajevi), dok se u nekim specifičnim situacijama javlja potreba za dodatnim izvorom. Ovakav potencijalni problem se rešava dodavanjem jednog dodatnog konvencionalnog izvora toplote čijim povezivanjem dobijamo bivalentni sistem veze.

6.4 OPRAVDANOST PRIMENE TOPLOTNIH PUMPI U SDG²

Toplotna pumpa omogućava da se toplotna energija preuzima iz niskotemperaturnog izvora toplote i da se ta energija ponovo oslobodi ali sa višom temperaturom u sistemu za grejanje. Glavni tehno-ekonomski razlozi za uspešnu primenu velikih toplotnih pumpi u SDG su sledeći:

1. cene električne energije,
2. porezi,
3. izbor snabdevača i relativno proverena tehnologija, uključujući i iskustvo iz inostranstva,
4. konkurentna cena proizvodnje toplotne energije u poređenju sa alternativnim načinima proizvodnje.

Sumirajući prethodne zaključke, toplotne pumpe mogu pružiti brojne prednosti za sisteme daljinskog grejanja:

1. **niže cene toplotne energije.** Osnovna motivacija za ulaganje u toplotnu pumpu jeste dugoročno očekivanje nižih cena toplotne energije,
2. **podela rizika.** Pri uvođenju novog "goriva" (električne energije) u proizvodnju, toplotna pumpa doprinosi podeli finansijskog rizika u proizvodnji (diverzifikacija), čineći proizvodnju otpornijom na bilo koje varijacije cena električne energije i goriva,
3. **poboljšanje efikasnosti.** Mogućnost da se koriste preostala (rezidualna) toplota i otpadna toplota u postojećoj ili obližnjoj industrijskoj proizvodnji. Osim toga, postoji i mogućnost da se integriše i optimizuje korišćenje solarne energije,
4. **uvođenje novih oblasti u poslovanju.** Uvođenje mogućnosti da se proizvodi i prodaje toplotna energija za hlađenje u sprezi sa daljinskim grejanjem,
5. **jačanje ekološkog profila.** Proizvodnja energije koja u najvećoj meri koristi obnovljivu energiju, korišćenje prethodno neiskorišćenih niskotemperaturnih izvora toplote u okruženju, kao što su otpadna voda, industrijska otpadna toplota, podzemna voda i sl., obezbeđuje veći udeo obnovljive energije u proizvodnji finalne toplotne energije čime snižava emisije CO₂,
6. **jačanje novih saradnji.** U interakciji daljinskog grejanja sa snabdevanjem električne energije i mogućnošću daljinskog hlađenja, na taj način se uloga daljinskog grejanja ojačava u budućem planiranju integrisanog i održivog snabdevanja.

² <http://www.danskfjernvarme.dk/groen-energi/projekter/drejbog-om-store-varmepumper>

6.5.1 POTENCIJALNI IZVORI ZA TOPLOTNE PUMPE U SDG

U suštini postoje dva modela na osnovu kojih se toplotna pumpa uključuje u sisteme daljinskog grejanja:

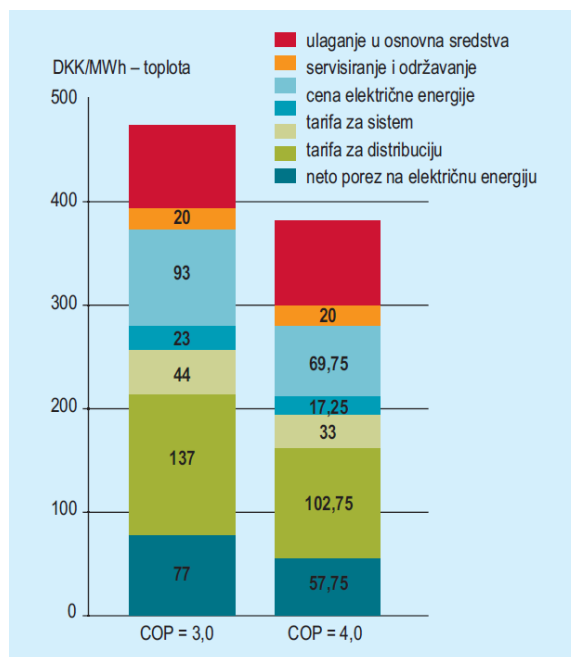
1. Toplotna pumpa sa spoljašnjim izvorom toplote, na primer podzemna voda, otpadna toplota, višak toplote iz industrije i sl. Toplotnom pumpom se može upravljati nezavisno, omogućujući fleksibilniji rad celokupnog sistema.
2. Toplotna pumpa sa unutrašnjim izvorom toplote, na primer kondenzacijom dimnih gasova ili optimizacijom procesa, uključujući integraciju sa solarnim grejanjem. Rad toplotne pumpe i proizvodnja su međuzavisni, ograničavaju fleksibilan rad, mada se fleksibilnost može povećati uspostavljanjem skladišta (sezonskog skladišta) za akumulaciju sakupljene niskotemperaturske toplote.

Kao najčešće korišćeni izvori toplotnih pumpi u SDG pominju se:

- podzemne vode,
- jezerske i rečne vode,
- produkti sagorevanja,
- otpadna toplota (iz industrijskih i rashladnih procesa, uključujući daljinsko hlađenje),
- geotermalna toplota,
- otpadna voda,
- ostalih izvora toplote (vazduh, morska voda, pijaća voda, kanalizacija, solarna toplota...).

6.5.2 EKONOMIČNOST TOPLOTNIH PUMPI U SDG

Procena ekonomičnosti projekta sa toplotnom pumpom obuhvata sledeće elemente prikazane na slici 18.



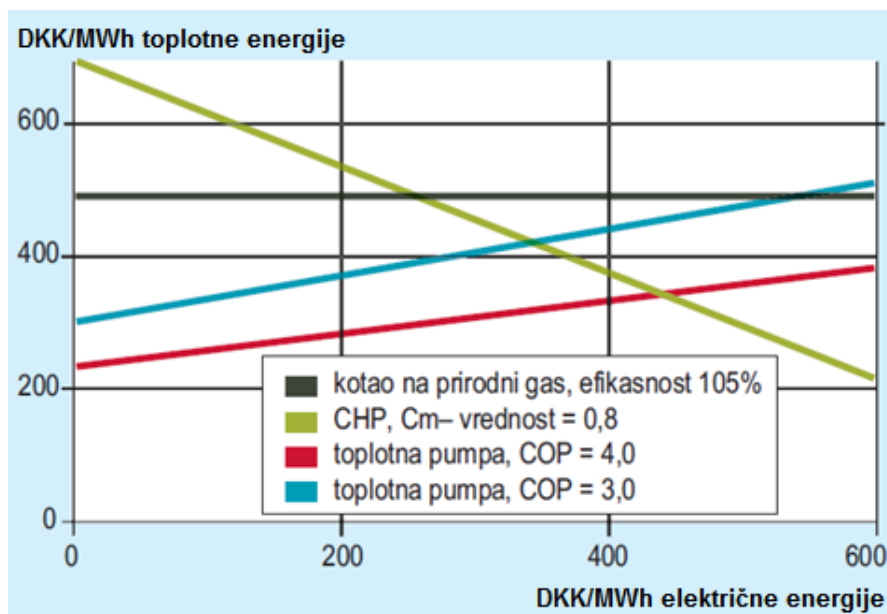
Slika 18: Troškovi toplotne pumpe efikasnosti COP = 3 i COP = 4

Posmatrajući sliku 19, važno je primetiti da neki od parametara predstavljaju cene zasnovane na tržištu, mada je od većeg značaja primetiti da su neki od troškova porezi, koji su u potpunosti ili delimično politički određeni (PSO i neto tarifa). Uprkos mogućnosti refundiranja dela poreza na električnu energiju, porez na električnu energiju i dalje čini najveću stavku u ekonomičnosti, a slede cena električne energije, ulaganja i PSO (PSO tarifa je porez koji potrošači plaćaju preko računa za električnu energiju). Uz povoljne podsticaje, toplotne pumpe mogu da igraju važnu ulogu u interakciji između grejanja i električne energije.

Međutim, može se postaviti niz važnih pitanja za razmatranje isprekidanog rada toplotne pumpe:

1. U sistemima sa toplotnom pumpom potrebno je da prođe dosta vremena od početka rada do trenutka kada se postigne optimalan režim rada, u nekim slučajevima i nekoliko sati. Zbog toga može biti teško da se predvide troškovi "hladnog" startovanja toplotne pumpe,
2. Za većinu toplotnih pumpi, efikasnost će biti mala za vreme pokretanja sistema, kada se u velikoj meri troši električna energija za zagrevanje same toplotne pumpe. Na taj način, tokom ovog perioda se ne proizvodi toplotna energija i zato regulacija sistema mora biti takva da se može pokriti potrošnja električne energije bez proizvodnje toplotne energije.

Konkurentnost primene toplotnih pumpi u SDG prikazana je na slici 19, gde se vidi poređenje sa sistemima za kogeneraciju i kondenzacionim kotlom. U obzir su uzeta dva tipa toplotnih pumpi COP=3 i COP=4. Konkurentnost i to da li je toplotna pumpa dobra investicija zavisi od procene konkretnog slučaja, koja opet podrazumeva niz pretpostavki.

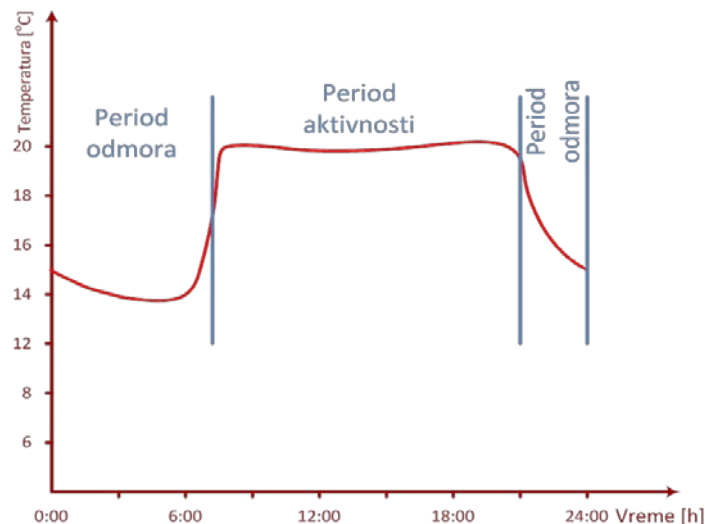


Slika 19: Troškovi proizvodnje toplotne energije za kondenzacioni kotao, CHP i toplotne pumpe efikasnosti COP = 3 i COP = 4

6.6 PRIMER DOBRE PRAKSE VOĐENJA SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA

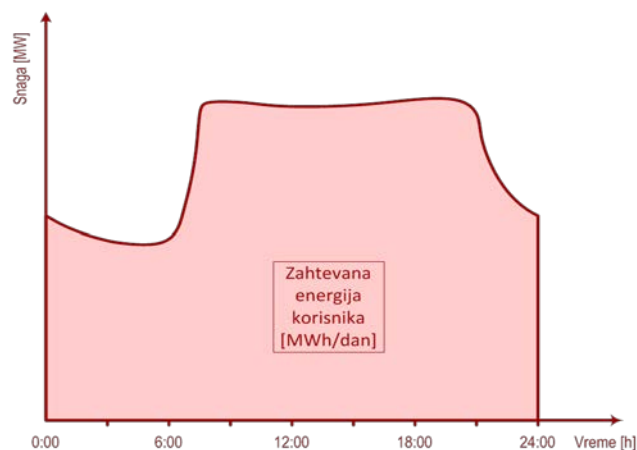
Sistemi grejanja imaju za cilj da obezbede propisane temperaturske uslove u prostoru koji se mogu podeliti na osnovu tipa aktivnosti na (slika 20.):

1. Dnevni – period aktivnosti,
2. Noćni – period odmora.



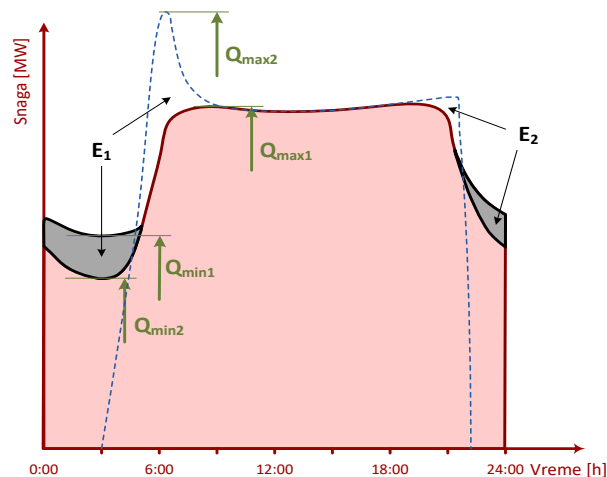
Slika 20: Primer kretanja temperatura vazduha u prostoru u zavisnosti od tipa aktivnosti

Dugogodišnjim iskustvom i praksom, toplanski sistemi su uvek tražili rešenje kojom dinamikom je najbolje zagrevati korišćeni prostor, a da to rešenje bude eksploataciono najpovoljnije uz obezbeđivanje zahtevanih parametara komfora korisnika. Neophodno je da tok promena energetske potrebe zavisi direktno od stanja toplotnog konzuma, a da se sama usluga snabdevanja toplotne energije za grejanje izvrši je u skladu sa propisanim standardima - udovoljiti korisniku (slika 21.).

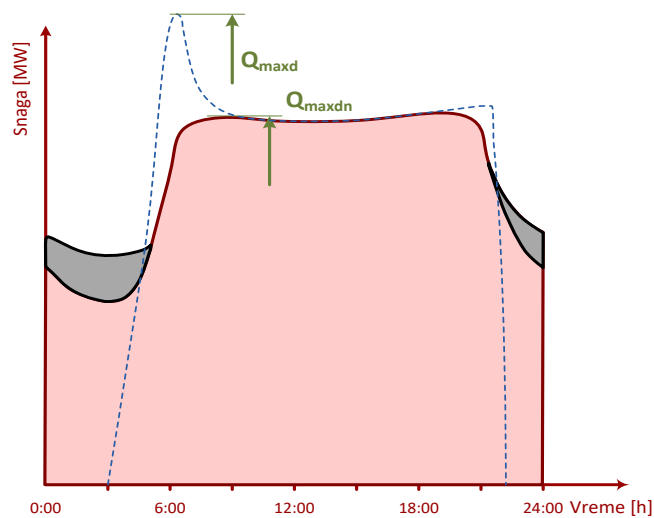


Slika 21: primer dnevnog kretanja potreba toplotnog konzuma

Dosadašnja praksa toplanski sistema se može podeliti u dva načina snabdevanja toplotnom energijom: sa noćnim prekidom u radu (slika 22.) i sa celodnevним radom (dnevni+redukovani noćni rad, slika 23.)



Slika 22: Primer rada sistema samo tokom dana



Slika 23: Primer rada sistema tokom dana i noći (24h)

Očigledno je da se u toku sistema rada sa prekidom u radu javljaju sledeći nedostaci i povećani troškovi :

Eksploatacioni troškovi:

- ❖ Povećani gubici energije u:
 - toplotnim izvorima
 - ✓ držanje u toploj rezervi tokom noći,

- ✓ zaustavljanje i pokretanje postrojenja i
- ✓ termička naprezanja (nepovoljna okolnost);
- mreži

$$E_{gz} = k \cdot A \cdot \Delta t_{sr}$$
$$\Delta t_{sr} = \frac{(t_{ul} - t_z) - (t_{iz} - t_z)}{\ln \frac{(t_{ul} - t_z)}{(t_{iz} - t_z)}}$$

- grejanim objektima
- ❖ Povećani troškovi održavanja (pogotovu za starije mreže).

Što se tiče sigurnosti u radu, za slučaj sistema sa prekidom u radu imamo pogoršane uslove:

- ❖ Toplotni izvori
 - svakodnevne i znatne promene angažovanog kapaciteta izvora;
 - zaustavljanje i pokretanje postrojenja;
 - termička naprezanja delova postrojenja;
- ❖ Mreži
 - Izražena i svakodnevna termička naprezanja mreže (pogotovu nepovoljna na staroj mreži);
- ❖ Generalno
 - Svaki ispad sistema se snažnije reflektuje kod korisnika.

Generalni zaključak je da grejanje bez prekida u radu (tokom 24 časa) povoljnije:

- investiciono,
- eksploataciono i
- sa aspekta sigurnosti u snabdevanju.
- ❖ Dobro regulisano celodnevno grejanje je usklađenje sa realnim celodnevnom potrebama korisnika
- ❖ Zahteva samo neznatne dodatne napore

6.7 PRIMER NOVOSADSKJE TOPLANE³

Novosadska toplana, kao primer jedne od najsavremenijih i najbolje vođenih daljinskih sistema u bivšoj Jugoslaviji, razvila je i uspešno implementirala 24h režim snabdevanja toplotnom energijom u Novom Sadu. U nastavku će biti predstavljen pregled najvažnijih

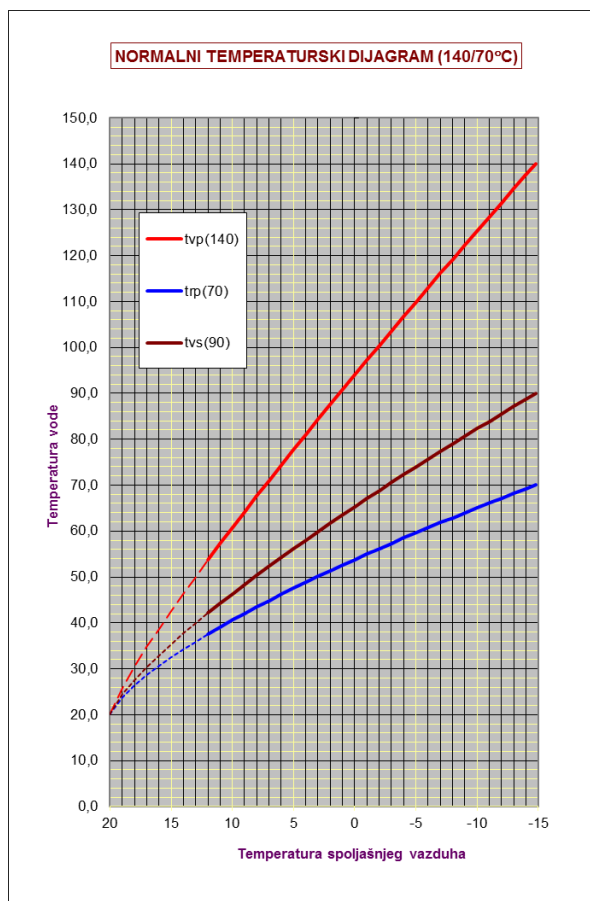
³Podaci su korišćeni iz dostupne baze podataka Novosadske toplane (prezentacije: Dušan Macura, *Rukovodilac sektora za proizvodnju i distribuciju toplotne energije* i Josip Polc, *Rukovodilac odeljenja za razvoj i energetska planiranje*)

parametara i zapažanja koja su proistekla iz višegodišnjeg rada na optimizaciji ovog režima rada.

Osnovni motivi za tzv. dnevno-noćni režim rada Novosadske toplane je proistekao iz sledećih razloga:

- ✓ Dnevno-noćni režim predaje koncipiran kao režim bez noćnog prekida 4-20h (dan) 80% energije, 20-4h (noć) 20% energije;
- ✓ Smanjenje angažovane vršne snage toplotnih izvora;
- ✓ Izbegavanje jutarnjeg "hladnog" starta;
- ✓ Znatno manje razlike polaznih temperatura noć-dan;
- ✓ Niže potisne (i povratne) temperature u sistemu;
- ✓ Smanjeni toplotni gubici u vrelovodnoj mreži;
- ✓ Smanjeno naprezanje vrelovoda i duži radni vek;
- ✓ Korišćenje akumulacije toplote u vrelovodnoj mreži;
- ✓ Korišćenje akumulacije toplote u objektima;
- ✓ Pretežna aktivnost korisnika u toku dana i redukovani režim u toku noći.

Na slici 24. prikazan je normalni temperaturski dijagram, koji se koristio u slučaju režima sa noćnim prekidom.



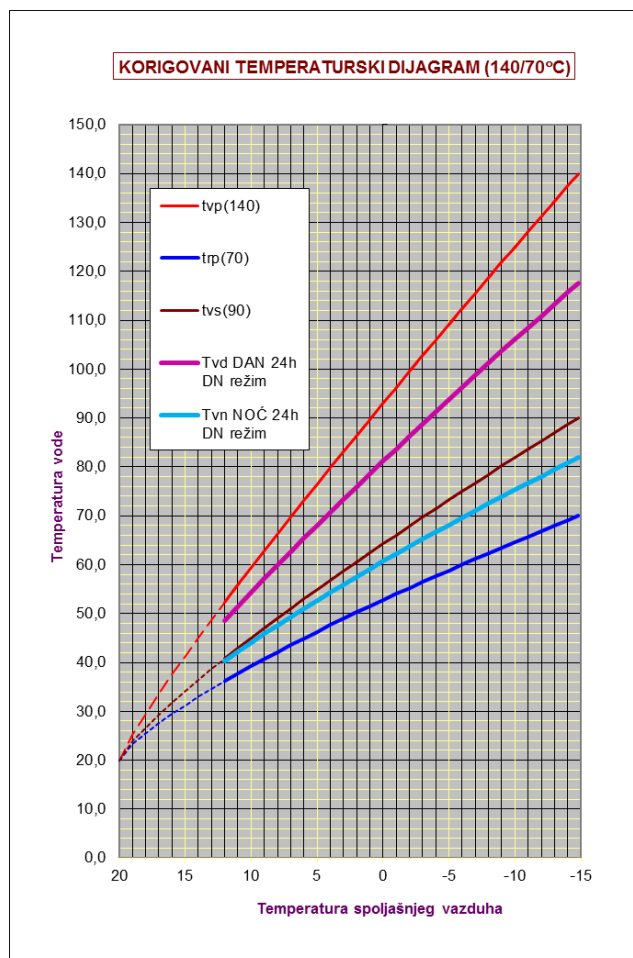
Slika 24: Normalni temperaturski dijagram Novosadske toplane

16 satni režim može se opisati na sledeći način (projektni režim):

- GREJANJE - 16 satni režim (prekid u loženju)
 - distributivni sistemu (var 140°C/70°C);
 - kućna instalacija (var 90°C/70°C);
 - Od 6-22 h radnim danim (20°C ±1);
 - Od 7-23 h vikendom (20°C ±1);
 - Distributivni sistem se hladi, toplotna energija iz vrelovoda prelazi u zgrade;
 - Nakon toga temperatura prostorija zavisi od akumulacije zgrade;
 - Početak rada kotlova u 04h posle ponoći (vreme transporta oko 1,5 sati).

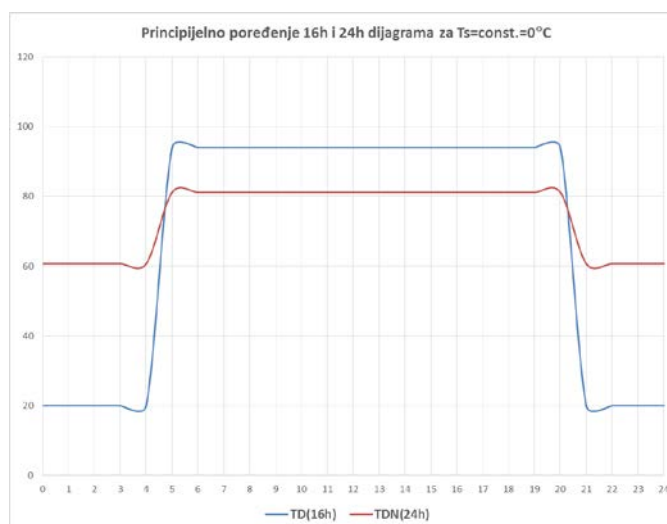
Na osnovu njega i višegodišnje optimizacije režima nastao je korigovani temperaturski dijagram koji se koristi u slučaju dnevno-noćnog režima (slika 25). 24 satni režim se može opisati na sledeći način:

- GREJANJE - 24 satni režim (**bez prekida u loženju -15%**) promenljivo (var 140°C/70°C)
 - Od 6-22h radnim danim (80% energije danju, 20% energije noću);
 - Od 7-23h vikendom (80% energije danju, 20% energije noću);
 - Akumulacija energije u vrelovodu kapaciteta 9.000 m³.

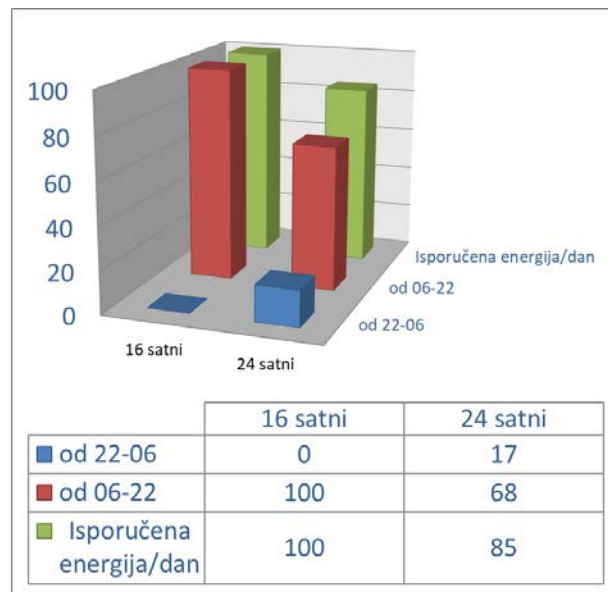


Slika 25: Korigovani temperaturski dijagram Novosadske toplane

Kao posledica prelaska na novi, korigovani temperaturski dijagram, primećuje očigledno poboljšanje vođenja sistema u celini (slika 26. i 27.).



Slika 26: Poređenje 16h i 24h režima rada Novosadske toplane za $T_s=0^\circ\text{C}$



Slika 27: Poređenje isporučene toplotne energije 16h i 24h režima rada u Novosadskoj toplani

Generalni zaključak je da primenom novog DNEVNO-NOĆNOG (24h) režima grejanja Novosadska toplana ostvaruje prosečnu uštedu u isporučenoj energiji od oko 15%. Treba naglasiti da je Novosadska toplana usvajanjem novog 24h režima promenila temperaturski dijagram (režim) distributivne mreže, slika 27, koji nema nikakve negativne posledice na rad kotlovskog postrojenja i same mreže. O najvažnijim prednostima ovog režima detaljnije se može pronaći u zaključku.

Pored promene režima, Novosadske toplana u kontinuitetu od 2011. godine vrši optimizaciju rada sistema daljinskog grejanja putem TERMISA. U okviru ovog integralnog i inteligentnog sistema vođenja daljinskog grejanja izvršavaju se sledeći protokoli i funkcije:

- **Predikcija vremenskih uslova**
 - spoljašnja temperatura
 - brzina vetra
- **Temperaturna optimizacija**
 - određivanje zadate izlazne temperature za svaki toplotni izvor nezavisno
- **Optimizacija proizvodnih izvora**
 - zadati režim rada raspoloživih kotlovskih jedinica
- **Automatsko održavanje zadate izlazne temperature toplotnog izvora**
 - PLC regulacija opterećenja

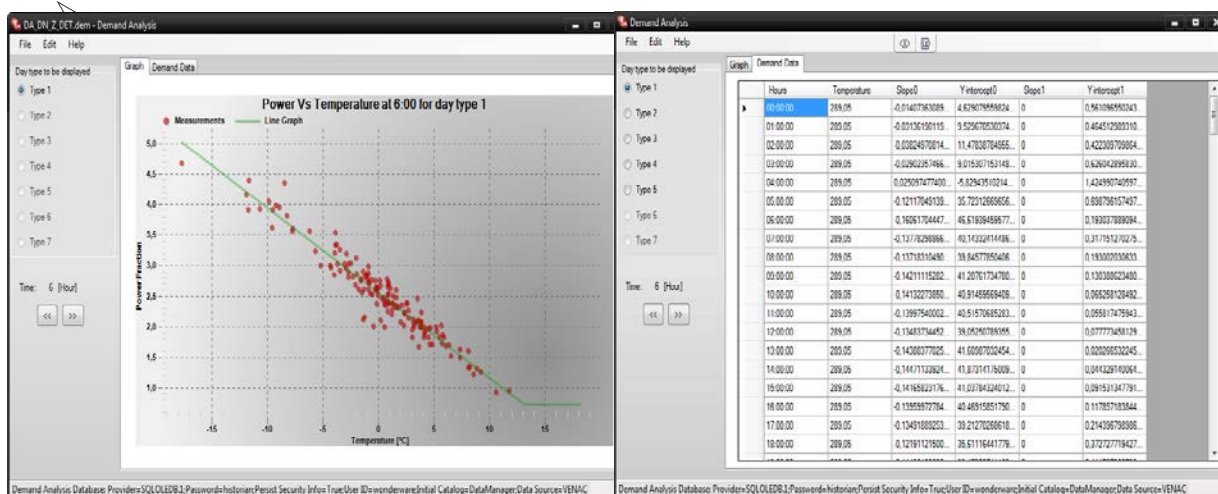
Osnovne karakteristike TERMIS alata u Novosadskoj toplani su :

- Kalibrisanje modela;
- Analiza potrošača i definisanje angažovane snage i delta T na podstanici,

- Definisanje zavisnosti potrošnje energije za 24 sata u 7 dana od spoljne temperature (24 satni režim);
- Osnovni model za statičke analize-projektne uslove uz merenja i stvarne uslove na toplanama;
- Povezivanje baze podataka vremenske prognoze na TERMIS;
- Uprošćavanje modela za ciklične simulacije;
- Ciklična simulacija - temperaturna optimizacija;
- Na osnovu merenja i vremenske prognoze vrši se predikcija snage toplotnih područja, samim tim i polazna temperatura.

PROGNOZA SNAGE-24 satni režim (slika 28.)

- Prikupljanje merenja snaga i spoljašnjih temperatura za određeni vremenski period (satne podatke iz baze podataka SCADE);
- Na osnovu stvarnih potreba kod potrošača definišu se koeficijenti regresije;
- Demand Analysis-a: Analiza potrošača.



Slika 28: Prognoza snage 24h režima rada u Novosadskoj toplani

Rezultat temperaturne optimizacije je TEMPERATURA POTISA. Sama optimizacija omogućava i:

- Smanjenje polazne temperature usklađene sa predikcijom iz vremenske prognoze;
- Smanjivanje oscilacija povratne temperature;
- Smanjenje troškova proizvodnje i distribucije u određenom vremenu u sistemu daljinskog grejanja snižavanjem prosečne polazne temperature u sistem;
- Omogućava optimizaciju sistema sa više proizvodnih izvora uzевši u obzir i akumuliranu toplotnu energiju u vrelovodu.

Glavni zaključci dnevno-noćnog režima rada Novosadske toplane su:

- ✓ Kvalitetniji uslovi toplotnog komfora u objektima korisnika (komforni režim u toku dana + redukovan režim u toku noći) - zadovoljniji korisnici;
- ✓ Niže potisne temperature - smanjenje angažovane vršne snage toplotnih izvora (smanjenje potrebnog kapaciteta kotlovskih postrojenja – niži investicioni troškovi);
- ✓ Izbegavanje jutarnjeg "hladnog" starta (izražen problem kod 16-časovnog dnevnog režima, veštački potreban maksimalni kapacitet);
- ✓ Smanjenje specifičnog utroška primarne energije (u slučaju Novosadske toplane oko 5% sa $\approx 1730 \text{ Sm}^3/\text{SD}$ na $\approx 1650 \text{ Sm}^3/\text{SD}$);
- ✓ Kontinuiran rad kotlovskih postrojenja – manja termička naprezanja;
- ✓ Znatno manje razlike polaznih temperatura noć-dan;
- ✓ Niže potisne (i povratne) temperature u sistemu - povećanje energetske efikasnosti sistema;
- ✓ Manji toplotni gubici u vrelovodnoj mreži - povećanje energetske efikasnosti;
- ✓ Manje variranje protoka kod područja gde su automatizovane podstanice - smanjena potrošnja struje na cirkulacionim pumpama sa frekventnom regulacijom;
- ✓ Smanjeno naprezanje vrelovoda i duži životni vek;
- ✓ Poboljšano zadovoljstvo potrošača;
- ✓ Manji ukupni eksploatacioni troškovi.

7. ZAKLJUČI I PREPORUKE

Na osnovu dobijenih rezultata ove studije predlažu se sledeće smernice rekonstrukcije i daljeg razvoja sistema daljinskog grejanja u opštini Vrbas:

- Rekonstrukcija postojećih kotlarnica ugradnjom novih kotlova na mazut se ne preporučuje. Zamenja postojećih mazutnih sa novim gasnim kotlovima ne ispunjava tehničke uslove u skladu sa važećim propisima;
- S obzirom na postojeće stanje sistema, finansijskih mogućnosti i postojeće gasne infrastrukture opštine Vrbas, predlaže se realizacija scenarija S2 (**distribuirane proizvodnje toplotne energije**), koji podrazumeva implementaciju individualnih gasnih kotlarnica za spoljašnju ugradnju. Ovo rešenje omogućava toplani, u zavisnosti od finansijskih mogućnosti, da postepeno rekonstruiše izabrane blokove i krene odmah u realizaciju. Ugradnja individualnih kotlarnica, koje se montiraju na objektima kao deo unutrašnje gasne instalacije u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji (član 2. stav 25. i član 145. "Sl. Glasnik RS br. 72/2009"), ne zahtevaju pribavljanje dodatnih dozvola. Gasna mreža je prisutna u svim delovima planiranih za rekonstrukciju, te uz manja ulaganja može da se dovede do novih kotlarnica;
- Scenario S2. obuhvata rekonstrukciju celokupnog sistema, dok scenario S1. trenutno isključuje mogućnost priključenja Bloka CFK na centralni sistem zbog velike udaljenosti od planirane trase magistralnog toplovoda i, shodno tome, dodatnih velikih investicionih ulaganja;
- Odabir scenarija S2. u odnosu na scenario S1. (**centralna proizvodnja toplotne energije**) je povoljnije rešenje, kako sa aspekta investicionih ulaganja (55% jeftinije), tako i sa aspekta očekivanih ušteda toplotne energije (oko 6% veća efikasnost sistema (proizvodnja i distribucija)). Uštedeće će dodatno uticati na smanjenje emisija CO₂ gasova, koje se dodatno ostvaruje i zamenom mazuta za prirodni gas (2.534 tCO₂/god u odnosu na postojeće stanje).
- Implementacijom predloženog scenarija ostvaruje se godišnja novčana ušteda u iznosu od 331.446 eura (46.066 eura veća ušteda u odnosu na scenario S1). Kada se uključi i cena investicije dobija se prost period povratka investicionog ulaganja od 3,4 godine (kod scenarija S1 ovaj period je 7,9 godina);
- Postepenim ulaganjem u rekonstrukciju sistema daljinskog grejanja po blokovima mogu se očekivati poboljšanja energetske efikasnosti od 5% za Blok 106 do 33% u Bloku Soliter, dok bi na nivou čitavog sistema poboljšanje iznosilo 23% u odnosu na postojeće stanje. Ovakva ulaganja će omogućiti brzo generisanje ušteda koje bi mogle da se iskoriste za nova ulaganja. Investiciona ulaganja se mogu realizovati kroz korišćenje povoljnih bankarskih kredita i nabavke uređaja na lizing. Toplana bi lako mogla da otplaćuje kredite iz ostvarenih ušteda;
- Scenario 2. zahteva daleko manje potrebe za angažovanjem osoblja toplane, kako u pripremi za investiciono ulaganje, tako i kasnije prilikom održavanja, s obzirom da proizvođač nudi mogućnost ugovaranja potpunog održavanja;
- Treba imati u vidu da bi scenario izgradnje nove centralne kotlarnice na biomasu na predviđenoj lokaciji zahtevao dovoljno prostora za lagerovanje biomase minimalno za

7 dana, što je manja verovatnoća. Osim toga, ovakvo rešenje bi dodatno i značajno povećalo investiciona ulaganja i u odnosu na scenario S1, tako da ovaj scenario nije preporučljiv u ovoj fazi. On se može uzeti u razmatranje u slučaju dobijanja podsticaja ili nepovratnih sredstava od države, fondova itd;

- Predloženi scenario je daleko fleksibilniji kada je reč o priključenju novih potrošača na sistem daljinskog grejanja, kada je reč o postojećim zgradama sa izgrađenim sistemom centralnog grejanja koje koriste alternativno gorivo (struja, drva, ugalj, mazut). Takođe, ovo se odnosi i na priključenje novoizgrađenih objekata;
- Analizom ukupnih troškova finalne energije u 2012. godini za 4 toplane u Srbiji koje koriste mazut utvrđena je prosečna vrednosti od 96,48 EUR/MWh, što je 16,5% veće od troškova toplane Vrbas. Sa druge strane, prosečni troškovi proizvodnje jedinice toplotne energije koje koriste mazut su 37% veći od prosečnih troškova kotlarnica na gas, koji iznose 71,43 EUR/MWh. Relativno nižim troškovima finalne toplotne energije toplane Vrbas u poređenju sa drugim toplanama u Srbiji koje koriste mazut, doprinosi činjenica da je oprema na sistemu stara i da su troškovi amortizacije niži nego da je u pitanju noviji sistem;
- Prednost postojećeg stanja je svakako pokrivenost potrošača meračima toplotne energije i obračun naplate po potrošnji na najvećem delu konzuma (Blok CFK trenutno nije pokriven meračima, čija ugradnja se svakako planira u bliskoj budućnosti). Prelaskom na gas, toplana nastavlja prodaju toplotne energije po izmerenom utrošku na kalorimetrima u skladu sa usvojenim Pravilnikom o naplati. Postojeći i novi korisnici usluga daljinskog grejanja će imati sigurniju i efikasniju isporuku toplotne energije, kao i obezbeđeno održavanje celokupnog sistema (što nije slučaj kod korisnika priključenih direktno kod distributera gasa);
- Predlaže se toplani da nastavi sa praksom praćenja potrošnje energenata, očitavanja kalorimetara i naplatom po potrošnji. U elektronskom prilogu ove studije nalaze se formulari za praćenje ključnih indikatora energetske efikasnosti sistema. Savetuje se tehničkoj službi toplane da redovno popunjava podatke i prati indikatore. Takođe, u elektronskom prilogu ove studije nalazi se i mapa sistema daljinskog grejanja opštine Vrbas. Savetuje se toplani da redovno ucrtava sve promene na sistemu daljinskog grejanja.

8. PRILOG 1: GASNE KOTLARNICE IZVOD IZ PAVILNIKA

Projektovanje, građenje, pogon i održavanje gasnih kotlarnica u Republici Srbiji definisano je sledećim pravnim dokumentom:

- Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje, građenje, pogon i održavanje gasnih kotlarnica („Sl. List SFRJ“, br. 10/90 i 52/90)

Ovim pravilnikom propisuju se tehnički uslovi za projektovanje, građenje, pogon i održavanje gasnih kotlarnica, ukupnog kapaciteta iznad 50 kW.

Odredbe ovog pravilnika odnose se na:

- kotlarnice koje se nalaze u sastavu stambenog ili sličnog objekta u kome se zadržava ili boravi veći broj ljudi, u kojima najveći dozvoljeni radni pritisak gasa iznosi 100 mbar;
- kotlarnice koje se nalaze u posebnim građevinskim objektima, u kojima najveći dozvoljeni radni pritisak gasa iznosi 4 bar;
- kotlarnice u kojima se koriste mešavine gasa i vazduha sa najvećim dozvoljenim radnim pritiskom 0,6 bar.

Odredbe ovog pravilnika ne odnose se na gasna postrojenja kao što su:

- generatori toplote u kojima, pored gasovitog goriva, istovremeno sagorevaju i druga goriva;
- industrijska ložišta (npr. peći u industriji, kotlovi za spaljivanje smeća, industrijske sušare i sl.);
- postrojenja koja delimično ili potpuno služe za proizvodnju električne energije;
- postrojenja kod kojih jedinično opterećenje gorionika prelazi 30 MW;
- instalacije za gasove u tečnoj fazi.

Takođe, ovim pravilnik definisane su dozvoljene **lokacije i dimenzije kotlarnica**. Po njemu, kotlarnica može biti izgrađena ili kao poseban građevinski objekt, ili kao prislonjeni objekt, ili u sastavu objekta druge osnovne namene. Ako kotlarnica nije izgrađena kao poseban građevinski objekt, dozvoljene su lokacije date u Tabeli. Primer kotlarnice u Novom Sadu može se vide u dole priloženoj slici.

Tabela . Dozvoljene lokacije kotlarnice u zavisnosti od visine objekta

Visina objekta	Dozvoljene lokacije
Do 22 m	Proizvoljna
Od 22 do 40 m	Krov, prislonjeni
Iznad 40 m	Poseban objekat

Ako su kotlarnice u sastavu objekta druge osnovne namene, jedan zid mora biti postavljen prema otvorenom prostoru. Kotlarnice se smeju smeštati u podrum ako prostorija nije ukopana više od 2/3 visine, a gornja trećina mora biti u slobodnom prostoru. Kotlarnica sa periodičnim nadzorom ne mora biti smeštena u zatvorenom objektu ako je njena oprema na drugi način obezbeđena od oštećenja i ako je predviđena za ugradnju na slobodnom prostoru.

Prostorije kotlarnice moraju biti takvih dimenzija da se zadovolje zahtevi montaže, rukovanja i održavanja za sve delove postrojenja. Minimalne vrednosti su date u Tabeli. Komunikacioni prolazi u slobodan prostor za prilaz opremi ne smeju biti uži od 0,8 m.

Tabela. Visina kotlarnice u zavisnosti od kapaciteta

Karakteristična veličina	Minimalna vrednost (m)
	Visina kotlarnice „H“ za ukupni kapacitet „Q“
50<Q<100 kW (ventilatorski gorionici)	2,0
50<Q<100 kW (atmosferski gorionici)	2,2
100<Q<200 kW	2,8
200<Q<600 kW	3,2
600<Q<1000 kW	3,6
1000<Q<4000 kW	4,0
4000<Q<8000 kW	4,5
8000<Q<10000 kW	5,0
Preko 10000 kW	zavisno od odabrane opreme
- udaljenost kotla od bočnog zida	0,7
- udaljenost kotla sa ventilatorskim gorionikom od zadnjeg zida	0,5
- udaljenost kotla s atmosferskim gorionikom i osiguračem strujanja od zadnjeg zida	1,0
- rastojanja između kotlova	0,5

Udaljenost čela kotla do prednjeg zida, odnosno instalacije na njemu mora biti tolika da se servis i održavanje gorionika i kotla mogu besprekorno obavljati, pri čemu u bilo kojoj fazi rada mora ostati slobodan prolaz od 0,8 m.

Pod udaljenošću podrazumeva se slobodan prostor između najisturenijih delova. Ako se kotlovi postavljaju u parovima, mogu se postaviti neposredno jedan uz drugi bočnim stranama na kojima nema armature i revizionih otvora i koje se pri remontu ne moraju skidati.

Tehničko rešenje kotlarnice mora biti takvo da je osigurano jednostavno unošenje i iznošenje opreme.

Pravilnikom su definisane i **tehničke mere zaštite od požara**. Za konstrukciju i obloge kotlarnice moraju se upotrebiti negorivi elementi. Prodor požara kroz konstrukcione elemente kotlarnica sprečava se izborom elemenata sa potrebnom otpornošću prema požaru. Zidovi i krov kotlarnice moraju biti otporni prema požaru najmanje 1/2 h ako postoji opasnost od preskoka ili prodora požara. Ako se ispod kotlarnice ne nalazi prostorija, pod se izrađuje samo od nezapaljivog materijala. Ako se ispod poda kotlarnice nalazi prostorija, pod mora biti otporan prema požaru najmanje 1/2 h. Generatori toplote moraju imati postolje, koje je uzdignuto od poda najmanje 5 do 10 cm.

U kotlarnici mora da postoji najmanje jedan bezbedan izlaz. Bezbedan izlaz je i izlaz iz prostorije kotlarnice u prostoriju na istom nivou, pod uslovom da iz te prostorije postoji izlaz u slobodan prostor.

Ako je površina kotlarnice veća od 40 m² ili ako je kapacitet kotlarnice veći od 350 kW, u kotlarnici mora da postoji i drugi izlaz na pogodnom mestu. Kao drugi izlaz može poslužiti i dovoljno veliki i pristupačan prozor, minimalnih dimenzija 60x90 cm, do kog se može doći ugrađenim penjalicama. Taj prozor se mora otvarati u polje.

Članovima od 22 do 34 ovog Pravilnika definisana je **ventilacija kotlarnice i vazduh za sagorevanje**. Prostor kotlarnice mora se provetravati tako da se osigura potrebna količina vazduha za sagorevanje i održavanje standardnih radnih uslova. Provetravanje mora biti prvenstveno prirodno, a ako to nije moguće, moraju se stvoriti tehnički uslovi za prinudnu ventilaciju. Kotlarnice sa atmosferskim gorionicima moraju imati isključivo prirodnu ventilaciju.

Prirodna ventilacije

Minimalna efektivna površina dovodnog otvora za ventilaciju i vazduh za sagorevanje iznosi:

- za kotlarnice kapaciteta do 1200 kW - $A_0 = 5,8 Q$;
- za kotlarnice kapaciteta većeg od 1200 kW - $A_0 = 200 Q^{0,5}$, gde je:

A_0 - minimalna efektivna površina dovodnog otvora, u cm²;

Q - ukupni kapacitet kotlarnice, u kW.

Minimalna efektivna površina odvodnog otvora iznosi:

$A_1 = 1/3 A_0$, gde je:

A_1 - minimalna efektivna površina odvodnog otvora, u cm²;

A_0 - minimalna efektivna površina dovodnog otvora iz člana 24 u cm².

Ako se vazduh za sagorevanje uzima direktno spolja, a ne iz prostora kotlarnice, dovodni i odvodni otvori su jednaki i iznose:

- za kotlarnice kapaciteta do 1200 kW - $A_0 = A_1 = 2Q$;
- za kotlarnice kapaciteta većeg od 1200 kW - $A_0 = A_1 = 67 Q^{0,5}$.

Prinudna ventilacije

Prinudna ventilacija kotlarnice izvodi se ugradnjom odsisnog ventilatora, a dovod vazduha je prirodan - bez ventilatora. Potpritisak u kotlarnici ne sme preći vrednost od 0,2 mbar.

Odsisni ventilator, prema ovom pravilniku, dimenzioniše se u odnosu na kapacitet kotlarnice tako da količina izbačenog vazduha iz kotlarnice iznosi:

$L = (0,7 - 0,9) Q$ - ako se vazduh za sagorevanje uzima iz prostora kotlarnice;

$L = Q$ - ako se vazduh za sagorevanje uzima direktno spolja,

gde je:

L - kapacitet odsisnog ventilatora, u m³/h,

Q - ukupni kapacitet kotlarnice, u kW.



Slika: Izgled spoljašnje gasne kotlarnice više-porodičnog stambenog objekta – Novi Sad

9. PRILOG 2: ANALIZA CENE GASNOG PRIKLJUČKA

Cena gasnog priključka u Republici Srbiji formira se na osnovu pravnog akta:

- Metodologija za određivanje troškova priključenja na sistem za transport i distribuciju prirodnog gasa („Službeni glasnik RS“, br. 42/16)

Prema aktu, troškovi priključenja određuju se na osnovu kriterijuma odobrenog kapaciteta, mesta priključenja, vrste uređaja, opreme i materijala koje je potrebno ugraditi, vrste i obima radova koje je potrebno izvesti radi priključenja objekta na sistem, kao i drugih objektivnih kriterijuma kojima se stvaraju uslovi za priključenje. Dalje, troškovi priključenja utvrđuju se prema tržišnoj ceni uređaja, opreme, materijala, radova, usluga i dr. pribavljenih u postupku nabavke dobara, usluga i radova u skladu sa zakonom, odnosno prema njihovoj ceni koštanja, kada ih operator sistema obezbeđuje u vlastitoj režiji.

Troškovi priključenja obuhvataju:

- 1) troškove projektovanja i pribavljanja potrebne dokumentacije;
- 2) troškove nabavke uređaja, opreme i materijala;
- 3) troškove izvođenja radova;
- 4) troškove stručnih i operativnih poslova koje je neophodno izvršiti radi priključenja objekta na sistem;
- 5) deo troškova sistema nastalih zbog priključenja objekta na sistem (u daljem tekstu: deo troškova sistema).

Tipski priključak je priključak na distributivnu mrežu (polietilensku ili čeličnu) pritiska manjeg od 6 bar sa kućnim merno – regulacionim setom (KMRS) maksimalnog kapaciteta ne većeg od 10 Sm³/h, u koju se ugrađuje tipska, odnosno standardizovana oprema, uređaji i materijali i pri čijoj se izgradnji izvođe standardni radovi. U zavisnosti od maksimalnog kapaciteta KMRS, odnosno tipskog merača, utvrđuju se sledeće kategorije tipskog priključka:

Redni broj	Tip merača	Maksimalni kapacitet
1.	G – 2,5	4 m ³ /h
2.	G – 4	6 m ³ /h
3.	G - 6	10 m ³ /h

U narednim tabelama date su cene priključenja u gradovima u Vojvodini

Sremska Mitrovica, Srem gas odlukom od aprila 2017. godine cena je formirana na sledeći način

Iznosi troškova tipskog priključka – dužine do 17 m koji se gradi na već izgrađenu mrežu

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Snaga	Iznos troškova tipskog priključka, bez popusta (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	kW	din	din
G - 2.5	4	35		
G - 4	6	56	61.049	5.007
G - 6	10	93	66.252	8.344

Iznosi troškova tipskog priključka – dužine do 17 m koji se gradi istovremeno sa izgradnjom mreže

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Snaga	Iznos troškova tipskog priključka, bez popusta (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	kW	din	din
G - 2.5	4	35		
G - 4	6	56	48.840	5.007
G - 6	10	93	53.002	8.344

Jedinični varijabilni trošak opreme i radova za svaki dodatni metar preko granične udaljenosti 1194.51 din +PDV

Zrenjanin, Gradska Toplana Zrenjanin

Iznosi troškova tipskog priključka – dužine do 20 m koji se gradi na već izgrađenu mrežu

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	din
G - 2.5	4	
G - 4	6	82.034
G - 6	10	90.002

Jedinični varijabilni trošak opreme i radova za svaki dodatni metar preko granične udaljenosti 1168,45 din +PDV

Sombor, Sombor Gas odlukom od januara 2018. godine cena je formirana na sledeći način

Iznosi troškova tipskog priključka – koji se gradi na već izgrađenu mrežu

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka, (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	din	din
G - 2.5	4	77.184	4.293
G - 4	6	78.384	6.439
G - 6	10	83.784	10.732

Iznosi troškova tipskog priključka – koji se gradi istovremeno sa izgradnjom mreže

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka, (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	din	din
G - 2.5	4	61.747	4.293
G - 4	6	62.707	6.439
G - 6	10	67.027	10.732

Jedinični varijabilni trošak opreme i radova za svaki dodatni metar preko granične udaljenosti 1009,00 din +PDV

Subotica, JKP Suboticagas odlukom od januara 2018. godine cena je formirana na sledeći način

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka, (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	din	din
G - 2.5	4		0
G - 4	6	69.832	0
G - 6	10	81.545	0

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka, (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	din	din
G - 2.5	4		0
G - 4	6	55.866	0
G - 6	10	65.236	0

Jedinični varijabilni trošak opreme i radova za svaki dodatni metar preko granične udaljenosti 792,00 din +PDV

Vrbas, JP Vrbas Gas odlukom od januara 2018. godine cena je formirana na sledeći način

Iznosi troškova tipskog priključka – koji se gradi na već izgrađenu mrežu

Tip ugovora merni set	Max kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka, (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	din	din
G - 2.5	4	83.447	3.997
G - 4	6	84.287	5.996
G - 6	10	89.087	9.993

Iznosi troškova tipskog priključka – koji se gradi istovremeno sa izgradnjom mreže

Tip ugovora merni set	Max. kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka, (bez PDV-a)	Deo troškova sistema, jedinstven za sve distributivne mreže za kategorije tipskog priključka (bez PDV-a)
	Sm ³ /h	din	din
G - 2.5	4	66.758	3.997
G - 4	6	67.430	5.996
G - 6	10	71.270	9.993

Jedinični varijabilni trošak opreme i radova za svaki dodatni metar preko granične udaljenosti 987,93 din +PDV

Novi Sad, Novi Sad -Gas

Iznosi troškova tipskog priključka – dužine do 20 m koji se gradi na već izgrađenu mrežu

Tip ugovora merni set	Max. kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka (SA PDV-om)
	Sm ³ /h	din
G - 2.5	4	
G - 4	6	98.334
G - 6	10	

U cenu je uključeno:

- energetska saglasnost za priključenje do 53 kW
- kontrola i overa unutrašnje gasne instalacije
- tehnički prijem unutrašnje gasne instalacije

Indija, INGAS

Iznosi troškova tipskog priključka			
Tip ugovora merni set	Max. kapacitet	Iznos troškova tipskog priključka	Energetska saglasnost
	Sm ³ /h	din	din
G - 2.5	4		
G - 4	6	71.000	1.800

Cena je formirana u skladu sa potrebama i materijalnim stanjem potrošača kako bi se u narednom periodu povećao broj korisnika, sa sadašnjih 9.500 aktivnih potrošača na 12.000 aktivnih potrošača gasa.

Analiza cene

