



---

## STUDIJA OPRAVDANOSTI SNABDIJEVANJA TOPLINSKOM ENERGIJOM IZ TE KAKANJ PODRUČJA DO/I SARAJEVO

**- Sažetak -**

**Na osnovu Ugovora sa JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo  
Broj ugovora: 220-SR/15**

**Sarajevo, maj 2016.**

**Voditelj Projekta/  
MAŠINSKI FAKULTET SARAJEVO**

**Odgovorna osoba/  
BOSNA-S d.o.o. SARAJEVO**

**Odgovorna osoba/  
ENOVA d.o.o. SARAJEVO**

**Prof. dr. Ejub Džaferović**

**Adnan Ibišević, dipl.ing.**

**Fethi Silajdžić, dipl.ing.**

---

**Ovlaštena osoba Konzorcija / Dekan Mašinskog fakulteta Sarajevo**

**Prof. dr. Izet Bijelonja, dipl.ing.**

**OPĆI PODACI**

Naziv projekta / posla / rada:	Studija opravdanosti snabdijevanja toplinskom energijom iz TE Kakanj područja do/i Sarajevo
Oblast kojoj pripada Studija:	Kogeneracija električne i toplinske energije, daljinsko grijanje - toplifikacija
Naručilac:	JP Elektroprivreda Bosne i Hercegovine d.d. - Sarajevo Sektor za strateški razvoj Vilsonovo šetalište 15, BiH – 71000 Sarajevo
Izvršilac / obrađivač / Konzorcij:	Mašinski fakultet Sarajevo, Katedra za energetiku Vilsonovo šetalište 9, BiH – 71000 Sarajevo  BOSNA-S d.o.o. Sarajevo Nova 26, BiH – 71000 Sarajevo  ENOVA d.o.o. Sarajevo Podgaj 14, BiH – 71000 Sarajevo  Ovlaštena osoba: Dekan, Prof. dr. Izet Bijelonja, dipl.ing.
Ugovor br.:	220-SR/15 od 23.07.2015.
Voditelj Projekta:	Dr. Ejub Džaferović, dipl.ing.maš.
Stručni tim za izradu Studije:	Dr. Ejub Džaferović, dipl.ing.maš. Dr. Nihad Hodžić, dipl.ing.maš. Mr. sci. Nijaz Delalić, dipl.ing.maš. Dr. Sadjit Metović, dipl.ing.maš. Dr. Haris Lulić, dipl.ing.maš. Dr. Armin Teskeredžić, dipl.ing.maš. Dr. Elvedin Kljuno, dipl.ing.el. Dr. Emir Sirbubalo, dipl.ing.maš. Dr. Mugdim Pašić, dipl.ing.maš.  Adnan Ibišević, dipl.ing.maš. Elvedin Buljubašić, dipl.ing.maš. Ismail Ajanović, dipl.ing.građ. Mr. sci. Faruk Ibišević, dipl.ing.građ. Mr. sci. Vlatko Marinković, dipl.ing.el.

	<p>Mr. sci. Fethi Silajdžić, dipl.ing.maš. Mr. sci. Maja Maretić Tiro, dipl.ing.građ. Mr. Ines Fejzić, dipl.ing.građ. Igor Bilalagić, dipl.ecc. Mahir Kalčo, dipl.ecc. Mr.sci. Jasmin Gabela, dipl. ecc. Lejla Tabaković, dipl.iur. Samir Bajrović, dipl.iur.</p>
Stručni tim za praćenje realizacije Studije ispred Naručioca:	<p>Dr. Anes Kazagić, dipl.ing.maš. Mr. sci. Dino Tica, dipl.ing.maš. Mr. Kenan Kadić, dipl.ing.maš. Mr. Amra Hasečić, dipl.ing.maš. Mirzo Hadžialić, dipl.ing. Mr.sci. Admir Bašić, dipl.ing. Elma Turković, dipl.ing. Sibela Džubur Sokolović, dipl.ing.maš. Adem Đonko, dipl.ing.maš. Alma Ademović Tahirović, dipl.ing.el.</p>
Stručni savjet za reviziju Studije:	<p>Prof.dr. Mustafa Musić, dipl.ing.el. Akademik Prof.dr. Kemal Hanjalić, dipl.ing.maš. Prof.dr. Aziz Šunje, dipl.ecc. Prof.dr. Izet Smajević, dipl.ing.maš. Edib Bašić, dipl.ecc. Mr. Almedin Skopljak, dipl.ecc. Osman Hasanbegović, dipl.iur. Nihad Kadić, dipl.ing.maš. Merima Karabegović, dipl.ing.maš. Adem Hurem, dipl.ing.maš. Dr. Ajla Merzić, dipl.ing.el.</p>
Period dostave:	
<b>Finalna Studija</b>	<b>(A5) Maj 2016. / 27.05.2016.</b>

## Sadržaj

UVOD .....	5
ANALIZA TOPLINSKOG KONZUMA.....	5
Analiza postojećeg toplinskog konzuma.....	5
Projekcija RASTA toplinskog konzuma do 2040. godine .....	8
Angažovani scenario .....	8
Realni scenario .....	8
Optimistični scenario .....	8
Projekcija potrebne toplinske energije do 2040 .....	8
ANALIZA IZVORA TOPLINSKE ENERGIJE – MOGUĆNOST OBEZBJEĐENJA POTREBNE TOPLINSKE ENERGIJE IZ TE KAKANJ ZA GRIJANJE PODRUČJA DO/I SARAJEVA.....	10
Ocjena mogućnosti i kapaciteta postojećih termoblokova TE Kakanj kao i planiranih novih termoblokova za isporuku toplinske energije za sistem daljinskog grijanja područja do/i Sarajeva.....	10
Proračun proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj do 2040. godine .....	10
Identifikacija potrebnih zahvata na infrastrukturi u krugu TE Kakanj (zahvati na regulacionim oduzimanjima na postojećim blokovima, vrelovodna stanica priključni cjevovodi) .....	12
Ocjena mogućnosti i kapaciteta postojećih rudnika za snabdijevanje ugljem postojećih termoblokova TE Kakanj.....	12
Ocjena mogućnosti realizacije projekta pod uvjetom realizacije projekta grijanja iz TE Kakanj područja do/i Zenice .....	13
Analiza odnosa bazno/vršno opterećenje i prijedlog pokrivanja vršnog opterećenja.....	13
DIMENZIONISANJE I TRASA GLAVNOG/MAGISTRALNOG I GRANSKIH VRELOVODA.....	14
Prijedlog tehničkog rješenja vrelovodnog sistema .....	14
Opis trase glavnog/magistralnog vrelovoda .....	16
Prijedlog tehničkog rješenja granskih vrelovoda .....	17
Opis trasa granskih vrelovoda.....	17
AUTOMATSKE REGULACIJE SISTEMA DALJINSKOG GRIJANJA PODRUČJA DO/I SARAJEVA IZ TE KAKANJ .....	18
OKOLIŠNA ANALIZA PROJEKTA.....	18
Pravni i institucionalni okvir .....	18
Analiza efekata Projekta u smislu utjecaja na okoliš, sa fokusom na emisije u zrak .....	19
Analiza utjecaja Projekta na okoliš i društvo .....	19
Analiza Projekta u kontekstu ispunjavanja obaveza propisanih relevantnim EU direktivama .....	19
EKONOMSKO-FINANSIJSKA ANALIZA .....	19
Investicioni troškovi .....	19
Investicioni troškovi za izgradnju magistralnog vrelovoda Kakanj – Sarajevo.....	19
Investicioni troškovi za izgradnju granskih vrelovoda .....	20
Ukupni investicioni troškovi .....	20
Obračun prihoda .....	20
Obračun operativnih troškova .....	21
Operativni troškovi proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj .....	21
Operativni troškovi magistralnog i granskih vrelovoda .....	21
Projekcija novčanog toka .....	22
Modeli i izvori finansiranja Projekta .....	22
Utvrđivanje statusa i pozicije KJKP „Toplane - Sarajevo“ d.o.o. u kontekstu njihovog uključivanja u novi sistem grijanja.....	23
Analiza rizika .....	23
Korištenje biomase .....	23
Analiza zainteresovanosti općina, gradova, konzuma, komunalnih firmi grijanja, u području od TE Kakanj do/i Sarajeva, za priključenje na vrelovod iz TE Kakanj .....	24
ZAKLJUČAK .....	24

## UVOD

Konzorcij koji čine Mašinski fakultet Sarajevo, Bosna-S d.o.o. Sarajevo i ENOVA d.o.o. Sarajevo angažovan je od strane Javnog preduzeća Elektroprivreda Bosne i Hercegovine Sarajevo (JP EP BiH), na izradi Studije opravdanosti snabdijevanja toplinskom energijom iz Termoelektrane Kakanj (TE Kakanj) područja do/i Sarajevo (Studija). Osnovni cilj Studije jeste ispitati i utvrditi, da li je i pod kojim uslovima, opravdano snabdijevanje toplinskom energijom područja do/i Sarajevo iz TE Kakanj.

Sadržaj ove Studije uključuje analizu različitih tehničkih, okolinskih i finansijskih opcija realizacije Projekta sa preporukom optimalnog tehničkog rješenja i finansijskog modela izgradnje vrelovoda, te proširenja mreže snabdijevanja toplinskom energijom područja do/i Sarajevo iz TE Kakanj.

Suština koncepta kogeneracije električne i toplinske energije u TE Kakanj je da se iz turbinskog ciklusa (kondenzacione turbine) izuzima djelomično izrađena para niske energije sa još dovoljno visokim parametrima za potrebe grijanja vrele vode kao nosioca toplinske energije za potrebe sistema daljinskog grijanja toplinskog konzuma.

Kogeneracija električne i toplinske energije omogućava značajno povećanje energetske efikasnosti, te smanjenje emisija iz termoelektrana i u tom smislu se promovise u svim strateškim dokumentima za energetiku EU (Strategiji EU 2020, Energy Roadmap 2050 i Power perspectives 2030), kao jedna od ključnih mjera za uštedu primarne energije, povećanje energetske efikasnosti i smanjenje emisije CO<sub>2</sub>.

Stoga, cilj Projekta jeste i zadovoljenje propisa koji se odnose na smanjenje uticaja na klimatske promjene, imajući u vidu zahtjeve iz procesa priključenja BiH Evropskoj Uniji, ali i zadovoljenja potreba prema različitim međunarodnim konvencijama (Pariški sporazum o klimi i sl.).

## ANALIZA TOPLINSKOG KONZUMA

Analizom toplinskog konzuma, definisane su realne potrebe za toplinskom energijom za potrebe grijanja u objektima koji se nalaze na području Kantona Sarajevo, kao i na teritoriji općina Visoko i Breza, uzimajući u obzir postojeće stanje, kao i buduće potrebe za period do 2040. godine. Toplinski konzum, posebno je sagledan prema strukturi potrošača za stambeni (kolektivni i individualni), javni i poslovni, kao i industrijski sektor. Također je urađena i analiza toplinskog konzuma za različite scenarije njegovog rasta, te je data detaljna analiza potreba za obezbjeđivanjem toplinske energije za svaki od njih. Također je analiziran uticaj povećanja energetske

efikasnosti u zgradarstvu na predviđeni rast konzuma. U okviru ovog dijela Studije dati su i podaci o klimatskim karakteristikama razmatranog geografskog područja.

### Analiza postojećeg toplinskog konzuma

Sažeti prikaz analize toplinskog konzuma odnosno potrebne energije za grijanje prostora u Kantonu Sarajevo, općini Visoko i općini Breza dat je u narednoj tabeli. Kao polazni podatak za određivanje toplinskog konzuma uzeta je potrebna energije za grijanje prostora odnosno postojeća angažovana toplinska snaga toplana koje postoje na područja do/i Sarajevo.

Kanton Sarajevo	Općina Visoko	Općina Breza
<b>Opis postojećeg stanja</b>		
<p>Obezbeđenje toplinske energije za grijanje prostora u objektima koji se nalaze na području Kantona Sarajevo realizuje se na više načina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemom daljinskog grijanja putem javnih i privatnih kompanija koje se bave generisanjem i distribucijom toplinske energije, kao što su: KJKP Toplane – Sarajevo (Toplane Sarajevo), BAGS – Energotehnika d.d. Vogošća, UNIS – Energetika d.o.o. Sarajevo;</li> <li>• Centralnim kotlovnica koje nisu u vlasništvu nekog od distributera toplinske energije, a koje toplinsku energiju generišu iz električne energije, prirodnog gasa, tečnog i čvrstog goriva. Ovim putem se zagrijavaju uglavnom objekti javnog karaktera, te objekti komercijalnih djelatnosti, kao i novoizgrađeni objekti kolektivnog stanovanja;</li> <li>• Individualnim ložištima na gas, te tečno i čvrsto gorivo. Na ovaj način se zagrijavaju prostori u zgradama kolektivnog stanovanja sa etažnim sistemima grijanja, te objekti individualnog stanovanja.</li> </ul>	<p>Zagrijavanje prostora u svim sektorima zgradarstva na području općine Visoko vrši se uglavnom putem individualnih ložišta, u kojima sagorijeva gas, te čvrsto i tečno gorivo uz mali procenat stambenih jedinica koristi električnu energiju za zagrijavanje prostora. Objekti javnog karaktera imaju izgrađene kotlovnice na čvrsto ili tečno gorivo. Prema raspoloživim podacima u industrijskom sektoru, generisanje toplote vrši se u vlastitim kotlovnica, koje kao energent koriste ravnopravno gas i tečno gorivo.</p>	<p>Javno preduzeće „Toplane“ Breza je jedini distributer toplinske energije na području općine Breza, dok se toplinska energija generiše u Rudniku mrkog uglja „Breza“. U okviru RMU „Breza“ nalazi se kotlovnica sa dva parna kotla kapaciteta po 5.8 MW, od kojih je jedan predviđen za pokriće vlastitih potreba a drugi za isporuku toplinske energije JP „Toplane“ Breza. Trenutna isporuka toplinske energije prema JP „Toplane“ nije adekvatna i procjenjuje se na otprilike pola potrebnih kapaciteta. Uslijed toga, temperatura vrele vode primarnog nosioca topline nema projektovane parametre, te se trenutna isporuka toplote korisnicima usluga JP „Toplane“ obavlja u nedovoljnim količinama.</p>
<b>Toplinski konzum</b>		
<p>Potrebna energija za grijanje prostora izražena kao angažovana snaga u Kantonu Sarajevo ukupno iznosi 361,4 MW. Kada su u pitanju stambeni korisnici, prema trenutnoj dispoziciji kotlovnica u Kantonu Sarajevo, može se vidjeti da je ova kategorija korisnika toplinske energije locirana u užem gradskom jezgru gdje uglavnom prevladava kategorija kolektivnog stanovanja i gdje je izražena velika gustina toplinskog konzuma. U ovaj konzum ne ulaze objekti koji se griju na prirodni gas iz krovnih kotlovnica. S druge strane, Kanton Sarajevo ima značajne resurse toplinskog konzuma u javnim objektima od kojih većina nije priključena na sistem daljinskog grijanja. Način zagrijavanja prostora u objektima ove vrste je uglavnom putem lokalnih kotlovnica na gas, tečno ili čvrsto gorivo.</p>	<p>Kao polazna osnova za proračun uzet je instalisani kapaciteti postojećih kotlovnica. Isti su korigovani s ciljem određivanja angažovane snage, koja iznosi 13 MW.</p>	<p>Instalirani kapacitet vrelovoda u Brezi iznosi 10 MW.</p>
<b>Povećanje toplinskog konzuma</b>		
<p>Što se tiče povećanja toplinskog konzuma u narednih 20 godina projekcije su napravljene obzirom na porast površine grijanog prostora u Kantonu Sarajevo i to uglavnom u podsektoru stanovanja. Prateći trend porasta broja domaćinstava u Kantonu Sarajevo priključenih na sistem Toplana Sarajevo, koji prosječno na godišnjem nivou iznosi oko 300 stanova za period 2006 do 2015, prosječne površine nešto manje od 50 m<sup>2</sup>, te kvalitet nove gradnje koja ima potrebnu energiju za grijanje, projektovani porast konzuma koji će biti priključeni na sistem daljinskog grijanja u narednih 20 godina iznosi cca 1,3 MW/god. Projekcije toplinskog konzuma do 2040. godine, kada je u pitanju racionalno korištenje energije, urađene su uzimajući u obzir priključenje novih objekata, koji saglasno Pravilniku o tehničkim zahtjevima za toplinsku zaštitu objekata i racionalnu upotrebu energije ("Službene novine FBiH", br. 49/09) imaju niže specifično toplinsko opterećenje.</p>	<p>Realne procjene ukazuju da će se dio domaćinstava koji za grijanje prostora koriste prirodni gas, kao i dijelovi općine Visoko koji nemaju razvijenu gasnu infrastrukturu, a gdje dominira individualno stanovanje, priključiti na budući sistem toplifikacije. Na ovaj način bi se toplinski konzum objekata koji bi koristili sistem daljinskog grijanja uvećao za 20 MW. Potrebna toplota za zagrijavanja prostora postojećih industrijski kapaciteta iznosi cca 4 MW, i može se uzeti u procjenu za određivanje toplinskog konzuma, obzirom da se proizvodni kapaciteti nalaze u blizini trase budućeg vrelovoda.</p>	<p>Prema Projektu toplifikacije grada Breze, trebalo bi doći i do realizacije druge faze toplifikacije, odnosno proširenja kapaciteta zagrijavanja za dodatnih 5 MW instalisane snage.</p>

Kanton Sarajevo	Općina Visoko	Općina Breza
<b>Procjena uticaja primjene mjera povećanja energetske efikasnosti u zgradarstvu na vrijednost toplinskog konzuma<sup>1</sup></b>		
<p>Pri izradi projekcija ukupnog toplinskog konzuma do 2040. godina i stavljanjem u kontekst primjene mjera za povećanje energetske efikasnosti u zgradarstvu razmatrana su dva pristupa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. projekcija smanjenja toplinskih potreba postojećih objekata primjenom mjera energetske efikasnosti,</li> <li>2. projekcija smanjenja specifičnog toplinskog opterećenja kod novih objekata izvedenih u skladu sa važećim propisima izgradnje objekata</li> </ol>		
<b>Analiza potreba za pripremu tople sanitarne vode</b>		
<p>Mogućnost pripreme tople sanitarne vode putem sistema daljinskog grijanja je svakako izvodljiva, međutim za realne projekcije stvarnih potreba za toplinom u ove svrhe moraju postojati ili se ostvariti određeni preduslovi. Jedan od razloga leži u činjenici da je veoma teško realno procijeniti stvarni broj potencijalnih korisnika prema kojem bi se odredili potrebni toplinski kapaciteti. U narednim fazama realizacije projekta moguće je provesti anketu među korisnicima sistema daljinskog grijanja i dobiti pouzdan podatak o potencijalnim korisnicima. S druge strane, za potpunu funkcionalnost korištenja tople sanitarne vode na ovaj način mora biti izgrađena potrebna infrastruktura na strani korisnika, što u ovom trenutku nije slučaj u objektima koji se griju iz sistema daljinskog grijanja, kao što treba biti i razvijena infrastruktura u toplinskim podstanicama. Istovremeno, Toplane Sarajevo zabranjuju izvođenje individualnih priključaka za pripremu sanitarne vode u stambenim i drugim prostorima koji se griju. Ovom Studijom sugerisano je da se kroz dinamiku smanjenja toplinskog konzuma primjenom mjera povećanja energetske efikasnosti omogući korištenje toplinske energije za pripremu tople sanitarne vode.</p>		

Tabela 1. Sažeti prikaz analize toplinskog konzuma

<sup>1</sup> Krajem 2008. godine Evropska unija usvojila je tzv. energetske-klimatski paket 20-20-20, odnosno više zakona, kako bi obavezala svoje članice, kao i zemlje koje pretenduju da budu nove članice, da prilagode svoje nacionalne strategije u pogledu energetske politike što u konačnici do 2020. godine mora rezultirati sa: 20% ukupnom potrošnjom energije ostvarenom iz obnovljivih izvora energije, 20% povećanjem energetske efikasnosti, 20% smanjenjem emisija štetnog gasa COR2R u atmosferu u odnosu na nivo 1990.godine

## PROJEKCIJA RASTA TOPLINSKOG KONZUMA DO 2040. GODINE

Projekcija toplinskog konzuma do 2040. godine rađena je za tri scenarija rasta konzuma koji su označeni kao: angažovani, realni i optimistični. Sažeti prikaz analize projekcija toplinskog konzuma daje se u nastavku.

### Angažovani scenario

Angažovani scenario predstavlja postojeći toplinski konzum razmatranog područja, te služi kao osnova na koju se nadograđuju realni i optimistični scenario. Ovaj scenario ne predviđa porast konzuma koji će rezultovati gradnjom novih objekata, niti uključuje priključenja postojećih objekata koji se griju na neki drugi način osim putem vlastitih kotlovnica.

Angažovanim scenariom u Kantonu Sarajevo obuhvaćena je angažovana snaga većine već postojećih kotlovnica (izuzev krovnih). Prema ovom scenariju, ukupne toplinske potrebe za objekte koji koriste sistem daljinskog grijanja u sklopu Toplana Sarajevo iznose 309,3 MW.

Toplinske potrebe objekata u općinama Ilijaš, Breza, Vogošća i Visoko su 6,7 MW, 2,5 MW, 20 MW i 13 MW prema redoslijedu, i predstavljaju trenutno angažovane snage u postojećim kotlovnica.

Ukupni toplinski konzum prema angažovanom scenariju iznosi 351,4 MW.

### Realni scenario

Pored objekata koji se nalaze u sistemu centralnog grijanja, realnim scenariom, obuhvaćeni su i objekti koji nisu na sistemu centralnog grijanja, već se griju putem vlastitih kotlovnica instaliranim u objektima. Ukupna toplinska snaga potencijalno novo priključenih objekata je 53,4 MW, što uključuje pored javnih objekata i dodatnih 4,8 MW objekata koji su u fazi priključenja na toplifikacioni sistem Toplana Sarajevo. Za ovaj scenario data je projekcija fazne dinamika priključivanja objekata na sistem daljinskog grijanja do 2040. godine.

U općinama Ilijaš, Vogošća i Visoko angažovane snage su iste kao u prethodnom scenariju, dok je u općini Breza razmatran porast konzuma od 2,5 MW.

Ukupni toplinski konzum prema realnom scenariju je 407,3 MW.

### Optimistični scenario

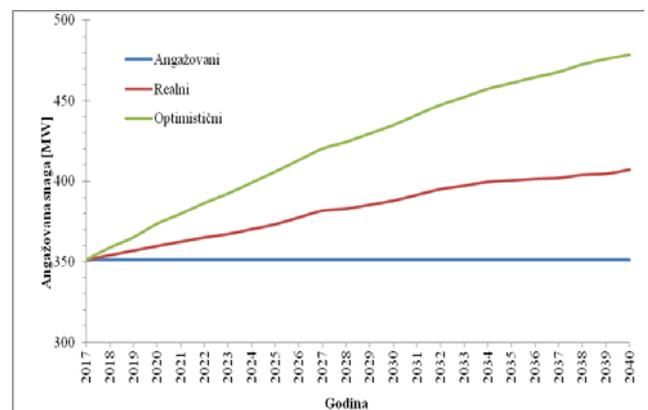
Optimističnim scenarijom obuhvaćene su dodatne postojeće kotlovnice koje nisu obuhvaćene angažovanim scenariom, kao i nepriključeni javni objekti koji gravitiraju tim podstanicama, ukupnog kapaciteta 7,1 MW. Na osnovu desetogodišnjeg prosjeka porasta broja priključaka stambenih jedinica na toplifikacioni sistem Toplana Sarajevo, napravljena je procjena godišnjeg porasta konzuma za period do 2040 godine u iznosu 1,3

MW/god, odnosno ukupno 29,9 MW od 2017 do 2040 godine. Procijenjeni porast konzuma za Visoko je 0,5 MW/god (ukupni porast 11,5 MW), Vogošću 0,5 MW/god (ukupni porast 10,5 MW), Ilijaš 0,2 MW/god (ukupni porast 4,2 MW).

Za grad Brezu pri određivanju toplinskog konzuma prema ovom scenariju uzeto je u obzir 5 MW predviđenih za realizaciju druge faze toplifikacije prema postojećem projektu kao i dodatni porast konzuma od 0,2 MW/god, što ukupno iznosi 8 MW do 2040. godine.

Ukupni porast konzuma u odnosu na realni scenario je 71,2 MW do 2040 godine, te ukupni konzum optimističnog scenarija iznosi 478,5 MW.

U skladu sa prethodnom analizom, na slici 1. prikazan je dijagram porasta toplinskog konzuma prema različitim scenarijima po godinama.



Slika 1. Projekcija porasta toplinskog konzuma po godinama

Kao što je prikazano, angažovani scenario je osnovni scenario kojim nije predviđen rast konzuma, a obuhvata samo postojeće objekte već priključene na daljinski sistem grijanja, dok se realni i optimistični scenario nadograđuju na angažovani u smislu priključenja dodatnih objekata.

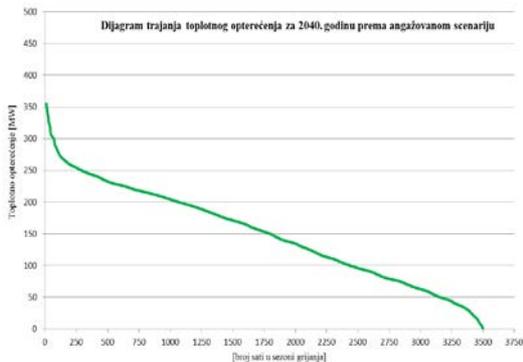
## PROJEKCIJA POTREBNE TOPLINSKE ENERGIJE DO 2040

Na osnovu potrebnog toplinskog opterećenja saglasno predloženim scenarijima urađen je proračun potrebne energije koju je potrebno isporučiti krajnjim korisnicima sistema daljinskog grijanja. Vrijednosti parametara korištenih u proračunu (broj stepen dana, broj dana grijanja, prosječna dnevna temperatura u sezoni grijanja, dnevni režim grijanja postojećeg sistema) uzete su kao standardizovane za lokalitet Sarajeva i šire okoline. Satne vrijednosti temperatura preuzete su od Federalnog meteorološkog zavoda za period od 10 godina. Za referentnu godinu uzeta je godina u kojoj vrijednost srednje dnevne temperature u sezoni grijanja najmanje odstupa od standardne vrijednosti za lokalitet Sarajeva, kao i godina u kojoj se pojavljuju minimalne temperature. U skladu s tim napravljen je dinamički proračun potrebne toplinske energije za zagrijavanje prostora u objektima

koji su predmet ove Studije, a rezultati su prikazani u narednim tabelama i u formi dijagrama.

**Angažovani scenario**

Potrebna toplinska energija za angažovani scenario u periodu 2017 - 2040. godina iznosi 447,3 GWh po godini. Na slici ispod prikazana je kriva trajanja toplinskog opterećenja u toku sezone grijanja.

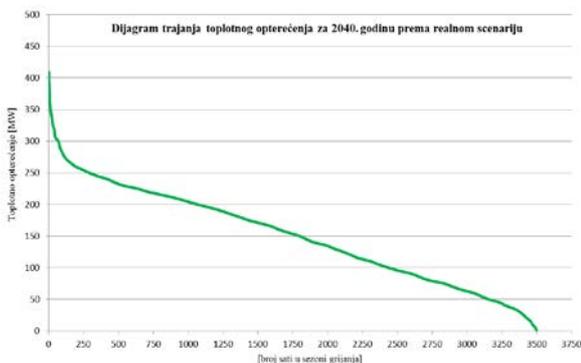


**Dijagram trajanja toplinskog opterećenja prema angažovanom scenariju**

Tabela 2. Angažovani scenario i dijagram trajanja toplinskog opterećenja prema angažovanom scenariju

**Realni scenario**

Potrebna toplinska energija za realni scenario u periodu 2017-2040. godine kreće se u intervalu od 477,3 do 563,0 GWh. Na slici ispod prikazana je kriva trajanja toplinskog opterećenja u toku sezone grijanja.



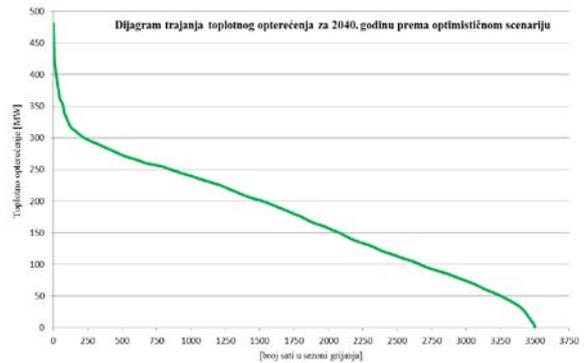
**Dijagram trajanja toplinskog opterećenja prema realnom scenariju**

Tabela 3. Realni scenario i dijagram trajanja toplinskog opterećenja prema realnom scenariju

**Optimistični scenario**

Potrebna toplinska energija za optimistični scenario u periodu 2017 - 2040. godina kreće se u intervalu od 477,3 do 661,5 GWh godišnje. Na slici ispod prikazana je kriva trajanja toplinskog opterećenja u toku sezone grijanja.

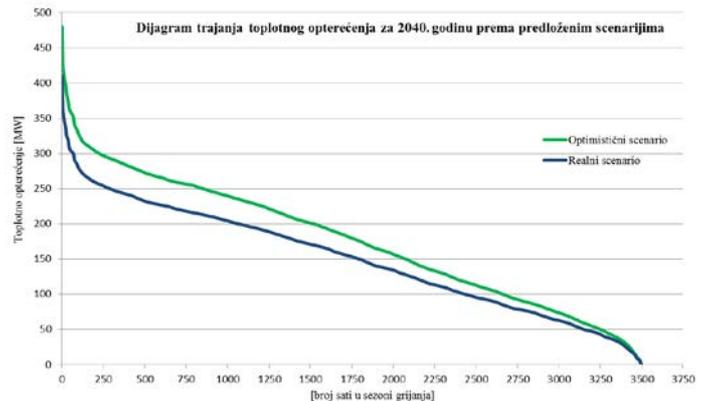
**Optimistični scenario**



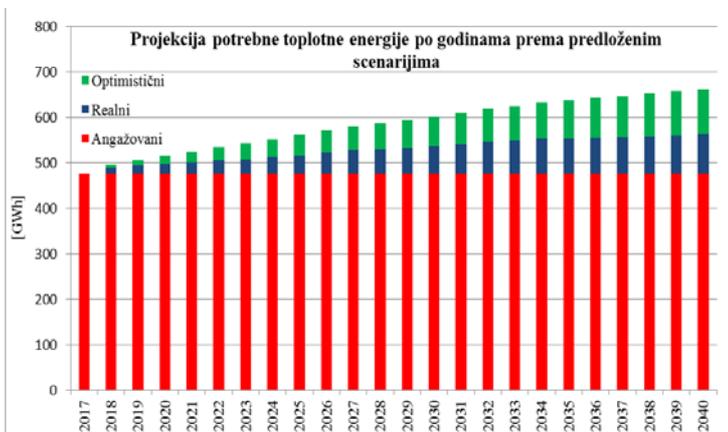
**Dijagram trajanja toplinskog opterećenja prema optimističnom scenariju**

Tabela 4. Optimistični scenario i dijagram trajanja toplinskog opterećenja prema optimističnom scenariju

Na slici 2. dat je usporedni prikaz trajanja toplinskog opterećenja u sezoni grijanja za 2040. godinu prema realnom i optimističnom scenariju, te vrijednosti potrebne toplinske energije za period 2017 - 2040. godine predloženim svim scenarijima, na slici 3.



Slika 2. Dijagram trajanja toplinskog opterećenja za 2040. godinu prema realnom i optimističnom scenariju



Slika 3. Projekcija potrebne toplinske energije prema predloženim scenarijima

# ANALIZA IZVORA TOPLINSKE ENERGIJE – MOGUĆNOST OBEZBJEĐENJA POTREBNE TOPLINSKE ENERGIJE IZ TE KAKANJ ZA GRIJANJE PODRUČJA DO/I SARAJEVA

## OCJENA MOGUĆNOSTI I KAPACITETA POSTOJEĆIH TERMOBLOKOVA TE KAKANJ KAO I PLANIRANIH NOVIH TERMOBLOKOVA ZA ISPORUKU TOPLINSKE ENERGIJE ZA SISTEM DALJINSKOG GRIJANJA PODRUČJA DO/I SARAJEVA

U TE Kakanj trenutno postoji sedam blokova, koji su građeni etapno, ukupne instalirane snage 594 MW<sub>e</sub>. Blokovi od 1 do 4 su izašli iz pogona, životni vijek im je odavno istekao, a i tehnološki su vrlo zaostali, tako da se planira demontaža opreme sa ova četiri bloka. Blok 5 je pušten u pogon 1969. godine, dok je blok 6 pušten u pogon 1977. godine. Planirane godine izlaska iz pogona postojećih blokova koji su u funkciji (blok 5, 6, i 7) usko su vezane sa dinamikom realizacije i kapacitetom dodatnog novog bloka 8 TE Kakanj, čija je izgradnja i puštanje u pogon planirano do 2024. godine.

Trenutno se toplinska energija za potrebe sistema daljinskog grijanja dobija iz blokova 5 i 6 koji su kogenerativni, te za sopstvene potrebe TE Kakanj iz bloka 7 (blok 7 još uvijek nije u potpunosti kogeneracijski). Blokovi 5 i 6 raspolažu sa snagom po 118 MW<sub>e</sub>, sa mogućnošću izdvajanja toplinske energije od po 150 MW<sub>t</sub> sa svakog bloka. Blok 7 je instalirane snage od 230 MW<sub>e</sub>. Navedeni blok bi mogao nakon odgovarajuće prilagodbe na turbinskom izdvajanju postati kogeneracijski sa instaliranom toplinskom snagom od 300 MW<sub>t</sub>.

Prema trenutnim projekcijama, upotreba postojećih blokova odnosno prestanak rada istih treba da se odvijaju sljedećom dinamikom:

- Blok 5 je moderniziran i pušten u rad 2003. godine sa namjerom da radi do 2023. godine, kada se planira gašenje ovog bloka,
- Blok 6 je moderniziran i pušten u rad 2012. godine sa namjerom da radi do 2030. godine, kada se planira gašenje ovog bloka;
- Blok 7 je revitaliziran u značajnoj mjeri, posebno kotlovski dio, i pušten u rad 2006. godine.

Naglasak je bio više na kotlovskom postrojenju, jer je ono bilo razlog čestog ispada bloka iz pogona. Turbina je revitalizirana u nužnom obimu, tako da bi bila potrebna rekonstrukcija i zamjena određenih dijelova turbine u svrhu namjenske kogeneracije. Sada se sa ove turbine grije najvećim dijelom objekat TE Kakanj, parom sa trećeg oduzimanja turbine. U cilju ozbiljne kogeneracije turbina bloka 7 se mora rekonstruisati i ako se to desi u narednih dvije do tri godine, ovo postrojenje bi moglo da radi do 2040. godine.

Dakle, ukupno je moguće dobiti 600 MW<sub>t</sub> toplinske energije sa postojećih blokova u TE Kakanj. Pri tome bi umanjenje električne snage bilo 136 MW (39 MW + 39 MW + 58 MW na blokovima 5, 6 i 7 prema redoslijedu).

Bez obzira na značajne postojeće kapacitete, proizvodnja toplinske energije u 2014. godini je bila 60 GWh<sub>t</sub>, što predstavlja nivo korištenja toplinske energije u TE Kakanj od svega 0,85% od primane energije. Uzevši u obzir da sadašnje mogućnosti oduzimanja pare sa postojećih turbina za proizvodnju toplinske energije, TE Kakanj može ispuniti uslove da bude tretirana kao visokoefikasna kogeneracija<sup>2</sup>, a što prema trenutnom procentu nivoa korištenja toplinske energije od primane energije nije.

Ovo je samo jedan od brojnih motiva zbog kojih bi bilo poželjno da JP EPBiH realizuje planirane projekte proširenja kogeneracije u TE Kakanj za snabdijevanje toplinskom energijom područja do/i Sarajeva. Na ovaj način postignuta proizvodnja toplinske energije u TE Kakanj bi se registrovala kao visokoefikasna kogeneracija, sa svim benefitima koji iz toga proizilaze (npr. smanjenje izdataka na emisiju CO<sub>2</sub> u perspektivi).

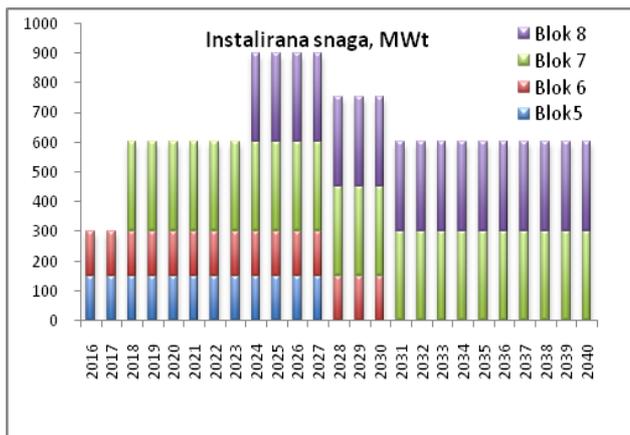
Vežano za kapacitet (snagu) i tehnološko rješenje zamjenskog bloka 8 TE Kakanj, dosadašnje aktivnosti JP EP BiH bile su usmjerene na izradu idejnog projekta i investiciono-tehničke dokumentacije bloka 8. Obzirom da je tehnološko rješenje zamjenskog bloka 8 TE Kakanj, kao i odabir snage istog, još u fazi planiranja i izrade projekata, u analizi i projekcijama je uzeta prvobitna varijanta bloka prema idejnom projektu iz 2010. godine, u smislu snage bloka i sheme kogeneracije, snage 300-350 MW<sub>e</sub> (+300 MW<sub>t</sub>).

### Proračun proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj do 2040. godine

Pod pretpostavkom da će se ostvariti varijanta da blok 8 bude snage 300 MW<sub>e</sub> i 300 MW<sub>t</sub>, te da blok 7 ostaje dugoročno u funkciji (do 2040. godine), proizilazi da će TE Kakanj u kontinuitetu raspolagati sa 600 MW<sub>t</sub>, počevši od 2018. godine. U međuvremenu bi bilo potrebno izvršiti rekonstrukciju na izdvajanju s turbine bloka 7, kako bi i taj blok postao spreman za kogeneraciju.

<sup>2</sup> Prema Direktivi o efiksoj kogeneraciji da bi bila visoko efikasna kogeneracija % mora biti iznad 43%

Slika 4. daje prikaz raspoložive toplinske snage u TE Kakanj do 2040. godine (prema blokovima).



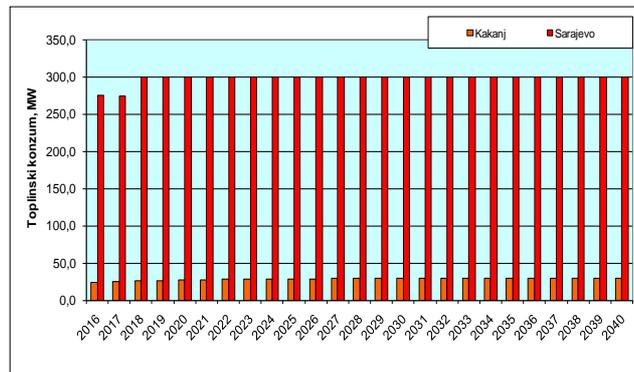
Slika 4. Raspoloživa toplinska snaga u TE Kakanj do 2040. godine

Jasno je da trenutno postrojenja u TE Kakanj mogu dati znatno više toplinske energije nego što je moguće plasirati kod potrošača. Da bi se uzelo u razmatranje proizvodnja toplinske energije u analizi je uzeta u obzir i dinamika porasta konzuma.

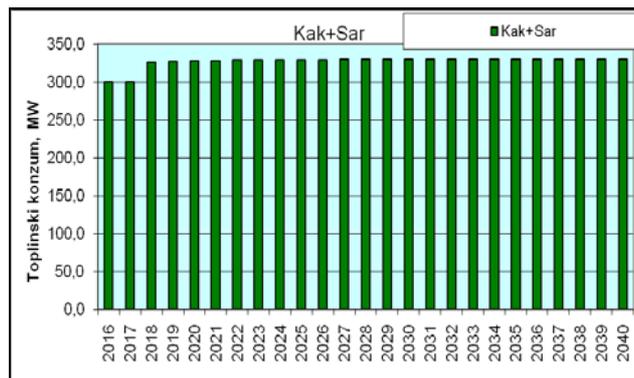
Razvoj konzuma u smjeru prema Sarajevu i usputnim gradovima i naseljima uzet je prema scenariju 3 (optimističan scenarij). Radi se o toplinskom konzumu koji će u 2040. godini iznositi 480 MW<sub>t</sub>. Prema rezultatima analize niza tehničkih i finansijskih parametara, te analizom rizika usvojena je opcija da je iz TE Kakanj potrebno obezbijediti bazno 300 MW<sub>t</sub> sa porastom na 330 MW<sub>t</sub> u 2040. To predstavlja obezbjeđenje od oko 70% kapaciteta ukupnog procijenjenog konzuma, što je i preporuka za dimenzionisanje postrojenja za pokrivanje baznih opterećenja kod projektovanja sistema daljinskog grijanja.

Preostali dio potrebne toplinske energije predstavlja vršno opterećenje sistema koje će se pokrivati iz vršnih kotlovnica, odnosno jednog dijela postojećih velikih i srednjih kotlovnica Toplana Sarajevo. Predviđeno je dakle, da navedene vršne kotlovnice, pokrivaju vršno opterećenje sistema, tokom perioda sa izrazito niskim vanjskim temperaturama, kad će potrebe za toplinskom energijom za zagrijavanje datog konzuma prevazići mogućnosti baznog sistema vrelovoda.

Na slikama 5. i 6. dat je pregled priključenog konzuma do 2040. godine po godinama za Kakanj i Sarajevo (što uključuje i područja do Sarajeva).

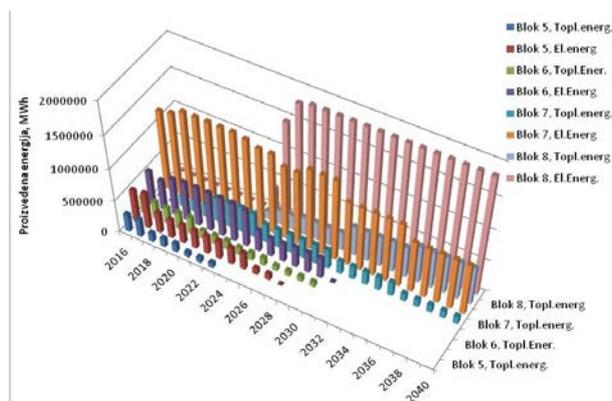


Slika 5. Pregled toplinskog konzuma po gradovima sa mogućnošću snadbijevanja iz TE Kakanj



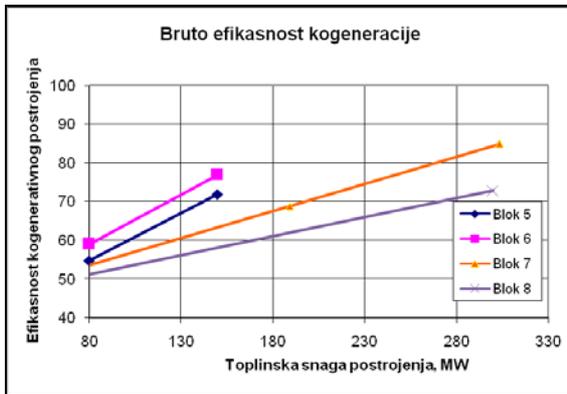
Slika 6. Pregled toplinskog konzuma po varijantama priključenja na TE Kakanj

Za prethodno utvrđenu distribuciju toplinskog konzuma, za svaki blok je izračunata proizvodnja toplinske energije i električne energije na godišnjem nivou i to za svaku godinu do 2040. godine, što je dato na slici 7.



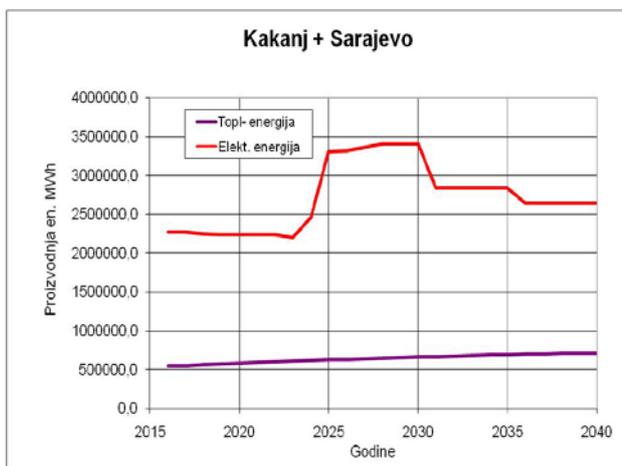
Slika 7. Proizvodnja toplinske i električne energije u TE Kakanj do 2040. godine

Pri ovom proračunu uzet je u obzir termički stepen korisnosti turbinskog ciklusa svakog postrojenja posebno za određenu prosječnu snagu. Termička efikasnost turbinskog ciklusa je data za svaki blok posebno na slici 8.



Slika 8. Termička efikasnost turbinskog ciklusa blokova u TE Kakanj

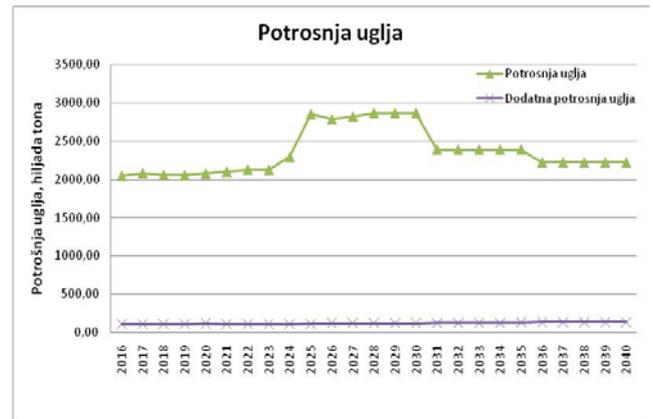
Na slici 9. je grafički prikazana proizvodnja toplinske i električne energije iz kogeneracije.



Slika 9. Proizvodnja toplinske i električne energije u TE Kakanj za varijantu grijanja Kakanj i Sarajeva

Proizvodnjom toplinske energije u blokovima TE Kakanj, ako se ne želi izgubiti planirana proizvodnja električne energije, tada se povećanim brojem sati rada može ostvariti planirani EEB (elektro – energetska bilans) i plan proizvodnje toplinske energije.

Također, u Studiji je detaljno analizirana potrebna osnovna i dodatna količina uglja za rad TE Kakanj do 2040. godine (uzevši u obzir kogeneraciju), a čiji rezultati su prikazani na slici 10. Potrošnja uglja je uzeta iz plana potrebnih količina uglja iz EEB. Naime, kako kogeneracija ne podrazumijeva povećanu potrošnju primarne energije, nego se ide na proizvodnju toplinske energije na uštrb gubitaka i manjim dijelom na uštrb proizvodnje električne energije, potrebna količina uglja bi trebali biti ista. Ali ako se ide na kogeneraciju sa zadržavanjem plana proizvodnje električne energije, tada imamo povećanu potrošnju uglja.



Slika 10. Potrebna osnovna i dodatna količina uglja za rad TE Kakanj do 2040. godine

## IDENTIFIKACIJA POTREBNIH ZAHVATA NA INFRASTRUKTURI U KRUGU TE KAKANJ (ZAHVATI NA REGULACIONIM ODUZMANJIMA NA POSTOJEĆIM BLOKOVIMA, VRELOVODNA STANICA PRIKLJUČNI CJEVOVODI)

Obzirom da je blok 5 moderniziran i pušten u rad 2003. godine, kao i blok 6, koji je moderniziran i pušten u rad 2012. godine, nisu predviđeni dodatni zahvati za ove blokove. Sažeti prikaz identifikovanih potrebnih intervencija na bloku 7 i preporuka za blok 8 u TE Kakanj je dat u narednoj tabeli.

Intervencije na bloku 7 u TE Kakanj	Priprema bloka 8 za kogeneraciju u TE Kakanj
Zbog velikog volumnog protoka pare potrebnog za punu toplinsku snagu drugog stepena zagrijavanja, mjesto oduzimanja traži velike otvore na novom rekonstruiranom kućištu. Osim rekonstrukcije vanjskog kućišta također je potrebna rekonstrukcija i unutarnjeg kućišta, 1. i 2. nosača statorskih dijafragmi, odnosno lopatica, a i samog rotora srednjeg tlaka. Na donjoj polovini vanjskog kućišta treba izvesti dva priključka za snabdijevanje zagrijača i otplinjača potrebnom količinom pare.	Blok 8 se tek projektuje. Iz prvog idejnog projekta od firme IBE iz 2010. godine blok je kogeneracijski, sa izdvajanjem pare sa turbina, sa kotlom na spraseni uglj i suhim režimom odvođenjem šljake, po mogućnosti sa nadkričnim parametrima pare zbog veće neto efikasnosti bloka, te sa priključenjem na zajedničko postrojenje odsumporavanja TE Kakanj. Dodatna preporuka, blok bi obavezno trebao koristiti i biomasu kao sekundarno gorivo, radi smanjenja emisije CO <sub>2</sub> .

Tabela 5. Potrebni zahvati i pripreme na blokovima 7 i 8

## Ocjena mogućnosti i kapaciteta postojećih rudnika za snabdijevanje ugljem postojećih termoblokova TE Kakanj

U periodu od 2010. do 2040. godine, planirano je da se TE Kakanj snabdijeva ugljem iz rudnika Kakanj, Breza, Zenica, Gračanica, Bila, te eventualno i iz rudnika Tušnica-Livno, te iz Banovića. Planirano je da se ovi rudnici koriste do

završetka 2026. godine. Nakon toga, planirano je samo korištenje rudnika Kakanj, Breza i Zenica.

Receptura uglja koja se planira koristiti u TE Kakanj do 2027. približno odgovara slijedećem omjeru u procentima:

- Kakanj – 55%, Breza – 21%; Zenica – 10%; Gračanica – 9%; Bila – 5%.

Nakon prestanka eksploatacije rudnika Gračanica i Bila, planirani omjer je:

- Kakanj – 70%, Breza – 20%; Zenica – 10%.

JP Elektroprivreda BiH je napravila analizu potreba uglja za proizvodnju planiranih potreba električne energije (prema elektroenergetskom bilansu za TE Kakanj od 2012-2030. godine), te je utvrđeno da su rudnici u mogućnosti isporučiti potrebne količine uglja.

Koristeći podatke o planiranom razvoju toplinskog konzuma područja do/i Sarajeva, te razvoja konzuma u Kakanju, izvršena je analiza potrebnih količina uglja za proizvodnju potrebnih količina toplinske i električne energije. Rezultati analize pokazuju da dodatno potrebne količine uglja iznose cca 7% u odnosu na prethodno planirane.

Nakon analize rezervi uglja u saradnji sa JP EP BiH, a prema raspoloživim podacima iz rudnika, može se pouzdano zaključiti da uglja ima u dovoljnim količinama za instalirane i proširene kapacitete TE Kakanj do 2040. godine. Implementacija Projekta bi kao jedan od benefita imala i povećanje proizvodnje i isporuke uglja iz rudnika koji snabdijevaju TE Kakanj, što je također veoma bitno za dugoročnu održivost tih rudnika.

## OCJENA MOGUĆNOSTI REALIZACIJE PROJEKTA POD UVJETOM REALIZACIJE PROJEKTA GRIJANJA IZ TE KAKANJ PODRUČJA DO/I ZENICE

U okviru ove studije razmatrana je i opcija snadbjevanja toplinskom energijom iz TE Kakanj za područja do/i Sarajeva uz istovremeno snadbjevanje područja Zenice. U ovoj varijanti do 2040. godine bilo bi potrebno obezbijediti toplinsku energiju za grijanje 500 MW<sub>t</sub> konzuma, kao što je prikazano na slici 11. U skladu s navedenim, bilo bi potrebno značajnije angažovanje svih blokova postojećih blokova u TE Kakanj, te bi bilo neophodno odmah krenuti u projektovanje bloka 8.

Također za ovu varijantu, u Studiji je data godišnja proizvodnja toplinske energije za svaku godinu do 2040. godine. Za prethodno utvrđenu distribuciju toplinskog konzuma, za svaki blok je izračunata proizvodnja električne energije na godišnjem nivou i to za svaku godinu do 2040. godine. Pri ovom proračunu uzet je u

obzir stepen korisnosti turbinskog ciklusa svakog postrojenja posebno za određenu prosječnu snagu.

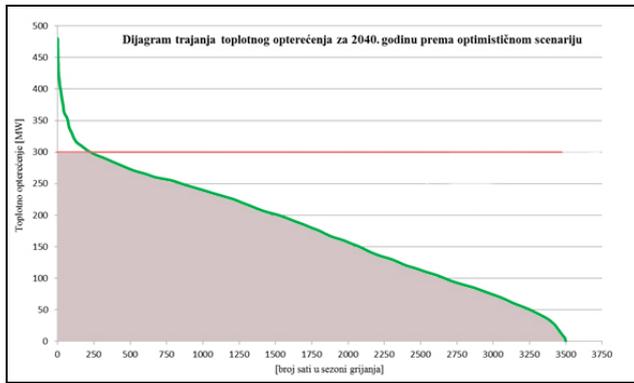


Slika 11. Pregled toplinskog konzuma po gradovima sa mogućnošću snadbjevanja iz TE Kakanj do 2040. godine

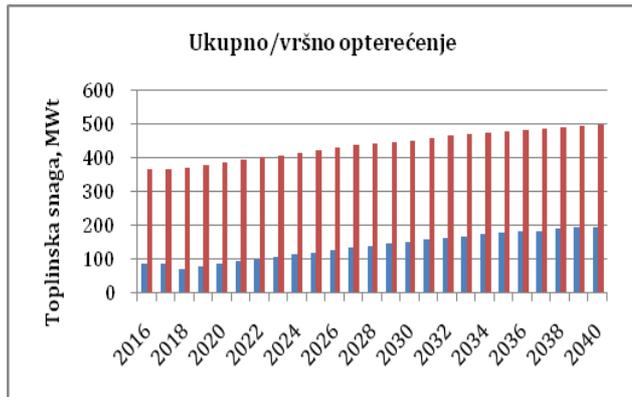
Pored potrebe za obezbjeđivanjem dovoljne količine toplinske energije za grijanje 500 MW<sub>t</sub> konzuma također je potrebno obezbijediti i adekvatne raspoložive rezerve, kako bi se ostvarila sigurnost proizvodnje, adekvatna raspodjela proizvodnje po blokovima u skladu sa zahtjevima za ostvarenje EE bilansa, te omogućilo redovno održavanje postrojenja i sl. Pored navedenog potrebno je računati i sa dodatno rezervnom snagom sistema za slučaj havarijskih situacija kako bi se obezbijedilo sigurno i kontinuirano snadbjevanje toplinskom energijom svih razmatranih područja. U skladu s navedenim opcija paralelnog obezbjeđivanja toplinske energije do/i Sarajeva zajedno sa područjem Zenice nije detaljnije razmatrana u okviru ove studije.

## ANALIZA ODNOSA BAZNO/VRŠNO OPTEREĆENJE I PRIJEDLOG POKRIVANJA VRŠNOG OPTEREĆENJA

Polazna osnova za analizu izvora topline jesu karakteristike konzuma. Za određivanje optimalne snage magistralnog vrelovoda korištena su dva ključna parametra: 1) ako bi magistralni vrelovod prema Sarajevu bio dimenzioniran na 300 MW<sub>t</sub> baznog opterećenja, tada bi iz TE Kakanj bilo isporučeno u prosjeku perioda do 2040. godine 97% toplinske energije potrebne za pokrivanje potreba za toplinom područja do/i Sarajeva za optimističnu varijantu konzuma od 480 MW<sub>t</sub> u 2040. godini, kao što je prikazano na slici 12, 2) u TE Kakanj već sada imamo na raspolaganju 300 MW<sub>t</sub> tako da je spremnost TE Kakanj za ovaj konzum veoma visoka. Važno je napomenuti da je veoma kratko vrijeme u godinama kada treba obezbijediti toplinsku snagu od baznih 300 MW<sub>t</sub> do punih 480 MW<sub>t</sub>. Na slici 13. dat je prikaz pokrivenosti toplinske snage konzuma sa predloženih 300 MW<sub>t</sub>, koja je trenutno gotovo potpuno raspoloživa u TE Kakanj.



Slika 12. Dijagram trajanja toplinskog opterećenja do 2040. godine – Bazno opterećenje



Slika 13. Odnos bazno i vršno opterećenje

U skladu s navedenim odredile su se vršne kotlovnice između postojećih kotlovnica Toplana Sarajevo za pokrivanje vršne snage od 190 MW<sub>t</sub>. Kod odabira vršnih kotlovnica, ključni kriteriji su bili veličina toplinske snage, broj stanova koji se grije i veličina skladišnog prostora za gorivo. Goriva koja se mogu koristiti za obezbjeđenje vršne snage, prema kriterijima okolišne prihvatljivosti, raspoloživosti goriva, te skladišnog prostora za gorivo, su lako lož ulje, mazut i drvena biomasa.

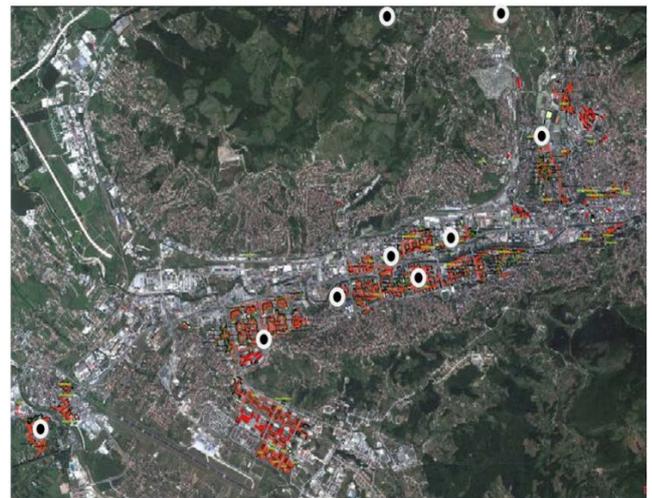
Preferirane kotlovnice su odabrane na bazi sljedećih kriterija:

- temperaturni režim-način priključenje na daljinski sistem;
- instalirana snaga kotlovnice i veličina pokrivanja konzuma;
- veličina skladišnog prostora za gorivo;
- disperzija kotlovnica unutar konzuma pokrivanja;
- troškovi stand-by rada kotlovnica.

U tabeli 6. su date kotlovnice koje mogu biti korištene za vršno opterećenje sa grafičkim prikazom dispozicije istih prikazanom na slici 14.

R/b	Naziv kotlovnice	Adresa	Instal. snaga MW	Vrsta goriva	Skladišni prostor goriva m <sup>2</sup>	Spec. skladi. prostor m <sup>2</sup> /MW	Projektirani temp. režim °C	Trenutni temp. i režimi toplinskih stanica °C
1	Zvijezda	Čobanija 14	11,98	LUEL	200	16,69		90/70
2	Zetra	Alipašina Bb	26,60	LUS	200	7,52	140/75	90/70
3	Č.Vila I	Dj.Bijedića Bb	12,00	LUEL	200	16,67		90/70
4	Podvožnjak	F.Hauptmana 42	14,00	LUEL	400	28,57	140/75	90/70
5	Pofalići	Kolodvorska 1	19,30	LUEL	500	25,91	140/75	90/70
6	Živko Jošilo	Ložionička 3	18,00	LUS+LUEL	300	16,67	140/75	90/70
7	Branka Blažek	Alojza Benca bb	18,00	LUS+LUEL	200	11,11	140/75	90/70
8	Č.Vila II	Gradačka 142	32,40	LUEL	200	6,17		90/70
9	Otoka	Brčanska 9	14,00	LUS+LUEL	200	14,29	140/75	90/70
10	Hrasno	Trg Heroja	42,00	LUS	1000	23,81	140/75	90/70
11	Lenjinova	Grbavička do 8a	28,00	LUS	400	14,29	140/75	90/70
12	K-5	Semira Frašte 22	56,00	LUS	1200	21,43	140/75	90/70
13	KD-III-1	Grada Kalgarija	21,00	LUEL	100	4,76		90/70
14	Lužani	Lužani bb	14,25	LUS	400	28,07	140/75	90/70
15	Vogošća	Igmanska bb	12,00	LUS	200	16,67	140/75	90/70
16	Ilijaš	Hašima Spahića do 25	12,00	LUS+LUEL	160	13,33	140/75	90/70
Ukupno kotlovnice			351,53		5860			
Vrsna snaga			210,15	MW				
Havarijska snaga			351,53	MW				

Tabela 6. Odabir potencijalnih kotlovnica za pokrivanje vršnog opterećenja, kao i havarijsko stanje



Slika 14. Dispozicija vršnih kotlovnica

Pored pokrivanja vršnog opterećenja, jedan veći broj kotlovnica od tog broja bi trebao biti na raspolaganju za slučaj havarije na magistralnom vrelovodu.

## DIMENZIONISANJE I TRASA GLAVNOG/MAGISTRALNOG I GRANSKIH VRELOVODA

Distribucija vrela vode iz TE Kakanj do toplinskih podstanica (TP) na području do/i Sarajevo vrši se putem vrelovodne instalacije koja se dijeli na magistralni vrelovod i granske vrelovodne ogranke. S tim u vezi, prijedlog tehničkog rješenja kao i opis predloženih trasa glavnog i granskih vrelovoda daje se u nastavku.

## PRIJEDLOG TEHNIČKOG RJEŠENJA VRELOVODNOG SISTEMA

Na osnovu projekcije toplinskog konzuma u području od TE Kakanj do/i Sarajevo do 2040. godine tj. dijagrama trajanja toplinskog opterećenja (Slika 12) uzeta je u obzir

snaga vrelovoda od 300 MW<sub>t</sub>, te su sve analize u Studiji bazirane na navedenoj snazi.

Za odabranu snagu vrelovoda, pri odabiru adekvatnog tehničkog rješenja, analizirano je nekoliko parametara kao što su prečnik cijevi, debljina potrebne stijenke, materijal cijevi i debljina izolacije. Ovi parametri bitno utiču na efikasnost sistema. Optimizacija navedenih parametara u velikoj mjeri utiče i na odabir pumpi, što posljedično direktno utiče na optimizaciju operativnih troškova vrelovodnog sistema.

Optimalni prečnik cijevi pored tehničkih rješenja određen je i prema kriterijumu ekonomičnosti, uzimajući u obzir vrijednost investicije (uključujući cijevi, izolaciju, pumpne stanice, tip rova i slično), kao i troškove eksploatacije.

Projecirano je da se transport toplinske energije iz izvora topline (TE Kakanj) vrši vrelom vodom dvocijevnim sistemom, gdje se jednom cijevi vrši transport vrele vode do potrošača a drugom cijevi vrši povrat ohladjene vode. Na osnovu parametara izvora topline i parametara postojećih toplifikacionih sistema za primarnog nosioca topline izabrana je vrela voda temperaturnog režima razvod/povrat: 150/75°C ( $\Delta T=75^\circ\text{C}$ ). Uz kapacitet potreban za grijanje gradova na području od TE Kakanj do/i Sarajevo, korištene su preporučene brzine strujanja od 4 m/s. Da bi se ispoštovala maksimalna preporučena brzina strujanja vrele vode u cjevovodu od 4 m/s, izvršen je proračun prečnika cijevi vrelovoda. Prečnici cjevovoda zavise od količine topline koje se transportuju kroz njih tj. zavise od brzine strujanja vrele vode kroz te cjevovode.

Obzirom da na snagu vrelovoda i navedene kriterije, predloženo je korištenje kombinacije prečnika magistralnog vrelovoda DN800 (TE Kakanj-Jošanica + DN700 (Jošanica-Sarajevo) + DN350 (Jošanica-Vogošća). Iako ne najjeftinija, odabrana opcija ostavlja najviše prostora za povećanje kapaciteta, te uz pravilno planiranje i upravljanje, maksimalno iskorištenje proizvodnih kapaciteta TE Kakanj. Cijene standardnih cijevi prema normi BAS EN 253 i njima pripadajućih cijevnih komponenti za magistralni vrelovod su bazirane na ponudi proizvođača cijevi. Važno je napomenuti da je dimenzionisanje magistralnog vrelovoda izvršeno uz standardne debljine stijenke cijevi, što je sigurno najekonomičnije. Bilo kakvo odstupanje od standardnih dimenzija ili materijala nameće dodatni trošak.

Za određivanje ukupne investicije, uzeti su u obzir izvođački radovi, kao i troškovi eksproprijacije, projektovanja, rukovođenja i nadzora na izvođenju projekta, puštanja u pogon, eksploatacije i održavanja.

Radovi na trasi su u direktnoj korelaciji sa vanjskim prečnikom cjevovoda koji će biti instaliran. U procjeni troškova uzeti su u obzir građevinski i mašinski radovi, a isti su bazirani na aktualnim cijenama na tržištu dobivenim sa sličnih infrastrukturnih projekata.

Za snagu vrelovoda 300 MW<sub>t</sub> i izračunatih padova pritiska kroz cjevovode, usvojena je opcija koja uzima u obzir dvije

pumpne stanice – jednu u TE Kakanj, a drugu u Jošanici. Predložena ugradnja više pumpi koje bi bile instalirane u paralelnu konfiguraciju, omogućavalo bi da se ukupan protok podijeli. Na ovaj način pumpe bi bile u paru (radna i rezervna), što daje maksimalnu fleksibilnost pri upravljanju, održavanju ili eventualnim kvarovima.

Predviđeno je da sve pumpe imaju frekventnu regulaciju. Frekventna regulacija omogućava pumpama optimalan rad i uštedu energije jer se smanjuje broj obrtaja pumpe pri smanjenom kapacitetu, odnosno smanjenom protoku. Upravljačka logika omogućuje da se pumpama sa frekventnom regulacijom obezbjeđuje optimalan, siguran i pouzdan rad pumpi, te prilagođavanje stvarnim i trenutnim potrebama sistema. Pumpe sa frekventnom regulacijom su značajno skuplje od klasičnih pumpi, no obzirom na prirodu protoka medija u vrelovodu koji varira ovisno o vanjskoj temperaturi, ova investicija će se isplatiti u veoma kratkom periodu, tim prije što vrijednost pumpi u ukupnoj vrijednosti investicije iznosi svega 1%.

Na trasi su predviđene izolacione armature sa aktuatorima koje omogućuju automatsku ili manuelnu izolaciju pojedinih dionica u slučaju potrebe (curenje ili kvar). Armature su raspoređene duž trase kako bi se omogućilo što efikasnije održavanje sistema. Na svaku dionicu se instalira osjetnik pritiska koji je povezan sa centralnom komandnom salom. Zbog veličine sistema predložena je instalacija izolacionih armatura na svakih cca. 8,5 km, što iznosi deset (10) dionica, a predstavlja prednost u slučaju ispuštanja vode iz pojedine dionice. Dopuna sistema vodom se vrši pumpama za održavanje pritiska u sistemu.

Projektovani sistem daljinskog grijanja je zatvorenog tipa, sa velikim pritiskom, te je stoga potrebno imati i ekspanzioni sistem sa posudom na atmosferskom pritisku, koji će kompenzirati promjene u zapremini vode koja se nalazi u cjevovodu uslijed promjena u temperaturi medija. Predviđeno je da se ekspanzioni sistem instalira unutar TE Kakanj, a isti će se sastojati od ekspanzionog atmosferskog rezervoara i pumpi za održavanje pritiska.

Vrelovod bi također bio opremljen sistemom za praćenje curenja, i to pomoću žica za signalizaciju fabrički ugrađenih u izolaciju. Ovaj sistem omogućava da se utvrde sva eventualna curenja na cjelokupnoj trasi vrelovoda, te da se odredi tačna lokacija, što u mnogome pojednostavljuje i snižava cijenu održavanja.

Obzirom na geodetske razlike u visinama kota magistralnog vrelovoda u TE Kakanj i najviše kote vrelovoda na odvojuku za toplinsku podstanicu Zetra - Sarajevo, predviđena je izgradnja nove izmjenjivačke podstanice u Vogošći. Izgradnjom ove podstanice, vrelovod prema Zetri, preko najviše tačke (Kobilja Glava) postaje zasebna cjelina, te ne utiče na povećanje pritiska u magistralnom vrelovodu.

U skladu sa prethodno navedenim, magistralni vrelovod će biti izrađen od predizoliranih čeličnih cijevi, a sve u

skladu sa važećim evropskim normama koje reguliraju ovu oblast.

Eksproprijacija je urađena u skladu sa Zakonom o izvlaštenju („Službene novine FBiH“, broj 70/07, 36/10 i 25/12). Procjena cijene koštanja eksproprijacije računata je na sljedećoj osnovi:

- Za privatno vlasništvo uzeta je prosječna cijena eksproprijacije od 40,00 KM/m<sup>2</sup> u širini sigurnosnog pojasa vrelovoda;
- Visina naknade za korištenje cestovnog zemljišta, uzeta je prema „Uredbi o mjerilima za obračun naknade za korištenje cestovnog zemljišta i naknade za obavljanje pratećih djelatnosti na autocestama i brzim cestama u FBiH“:
  - Za autoceste godišnja naknada je 1,50 KM/m<sup>2</sup> pomnožena sa koeficijentom usklađivanja 0,50 (za površine preko 5000 m<sup>2</sup>), a za brze ceste godišnja naknada je 1,00 KM/m<sup>2</sup> pomnožena sa istim koeficijentom usklađivanja – 0,50;
  - Visina naknade za korištenje zemljišta na zaštitnom pojasu javnih cesta (regionalni put i lokalne ceste) je 5,00 KM/m<sup>2</sup>;
- Zbog nedefinisane visine naknade za korištenje zemljišta koje se nalazi u sklopu zaštitnog pojasa željezničkih pruga, za potrebe ove Studije cijena koštanja je procijenjena na 5,00 KM/m<sup>2</sup>.
- Za državno vlasništvo uzeta je prosječna cijena od 15,00 KM/m<sup>2</sup> u širini sigurnosnog pojasa vrelovoda.

Ovdje je potrebno napomenuti, da ukoliko Vlada FBiH proglasi javni interes izgradnje predmetnog vrelovoda, Vlada FBiH kao 100% vlasnik na državnom zemljištu i zemljištu unutar sigurnosnog pojasa za gore navedene ceste može donijeti odluku kojom nije potrebno izvršiti plaćanje naknade za predmetna zemljišta. Potrebno je da Investitor prikupi saglasnost nadležnih institucija za prolazak vrelovoda i da nakon završenih svih radova sve vrati u prvobitno stanje.

Za magistralni vrelovod s maksimalnim radnim pritiskom od 37 bar, definisan je radni koridor i sigurnosni pojas. Širina radne zone ovisi o vrsti zemljišta kroz koje prolazi vrelovod, a za ovu analizu uzet je maksimalni radni koridor širine 16 m, ali širina pojasa nije konstantna i ovisi o uslovima na terenu. Sigurnosni pojas za održavanje vrelovoda je površina širine 5 m lijevo i desno od sredine rova.

## OPIS TRASE GLAVNOG/MAGISTRALNOG VRELOVODA

Trasa vrelovoda prevashodno je određena na osnovu raspoloživih podataka iz prostorno planske dokumentacije, planova detaljne regulacije

općina/područja i na osnovu programa toplifikacije općina/područja na trasi vrelovoda.

Definisanje trase magistralnog vrelovoda i njegovih priključaka izvršeno je temeljem rekognosciranja terena u cijeloj njegovoj dužini. Trasiranjem je vođeno računa o sljedećem:

- Blizina prometnice i postojanje slobodnog koridora minimalne širine 6-8m;
- Prijelazi preko postojećih infrastrukturnih objekata i instalacija;
- Mogućnosti za izvođenje radova izgradnje i održavanja te skladištenje materijala i opreme uzduž trase;
- Vlasništvo terena koje se koristi za polaganje vrelovoda;
- Izbjegavanje neravnih i bočno nagnutih terena, blizina visokonaponskih vodova, itd.

Vrelovod će cijelom svojom dužinom biti ukopan u tlo na minimalnu dubinu od 80 cm od tjemena cijevi, osim kod prelaza preko rijeke Bosne, gdje će vrelovod biti izveden nadzemno vješanjem o most ili novu mostnu konstrukciju.

Trasa magistralnog vrelovoda polazi iz TE Kakanj, mjesto Čatići, općina Kakanj i prelazi rijeku Bosnu kod TE Kakanj i nastavlja desnom obalom rijeke Bosne sve do mjesta Dobrinja općina Visoko. U Dobrinji trasa prelazi ispod pruge i pruža se uz lokalni put R445 sve do mosta preko rijeke Bosne gdje prelazi na lijevu obalu rijeke Bosne i nastavlja uz Autocestu A-1 Sarajevo-Zenica do Jošanice. Trasa magistralnog vrelovoda u Jošanici na lokaciji Vogošćanske petlje se razdvaja na pravac „Rajlovac-Nedžarići“, te pravac „Vogošća-Zetra“.

Pravac magistralnog vrelovoda „Rajlovac-Nedžarići“ od Jošanice nastavlja desnom obalom rijeke Bosne uz prugu i prolazi kroz naselje Rajlovac sve do mjesta Butile. Od Butila trasa vrelovoda prati dionicu Sarajevske obilaznice do naselja Briješće i potom nastavlja do Halilovića gdje prelazi rijeku Miljacku i izlazi na magistralni put M-18 u ulici Bulevar Meše Selimovića u Nedžarićima.

Pravac magistralnog vrelovoda „Vogošća-Zetra“ od Jošanice nastavlja budućim koridorom Prve Transverzale do nove toplinske stanice u Vogošći.

Osnovne karakteristike vrelovodne mreže mogu se sumirati kroz sljedeće elemente:

- Projektna temperatura: -18°C;
- Temperaturni režim vrelovoda: 150/75°C;
- Dimenzije magistralnog vrelovoda DN800 + DN700 + DN350;
- Tip cjevovoda: predizolirane čelične cijevi;
- Ukupna dužina predviđene trase vrelovoda – magistralni i priključni: 85,28 kilometara:
  - Magistralni (glavni) vrelovod u ukupnoj dužini 46,307 kilometara, izveden

djelomično nadzemno (3,95 km) a ostatak vrelovoda podzemno:

- Dionica A ukupne dužine 32,183km – magistralni vrelovod koji polazi od TE Kakanj (tačka 0) do Jošanice (tačka 7);
- Dionica B ukupne dužine 10,760km – magistralni vrelovod koji polazi od tačke 7 u Jošanici do Nedžarića (tačka 29);
- Dionica C ukupne dužine 3,364km – magistralni vrelovod koji polazi od tačke 7 u Jošanici do nove toplinske stanice u Vogošći (tačka 8).

Nakon završenih primarnih radova, sve prometnice i uređene površine uz trasu vrelovoda potrebno je vratiti u prvobitno stanje. Tokom građenja ili neposredno nakon završene izgradnje obavezno je izvršiti geodetski snimak izvedenog vrelovoda, te izraditi elaborat za katastar podzemnih instalacija.

## PRIJEDLOG TEHNIČKOG RJEŠENJA GRANSKIH VRELOVODA

Kod optimizacije i preporuke tehničkih rješenja granskih vrelovodnih sistema, proračun pada pritiska, određivanje gubitka topline u granskim vrelovodima, izbor materijala, vrste cijevi, debljine izolacije i pijezometaski dijagram urađen je kao i kod glavnog vrelovoda.

Veličina podsistema granskih vrelovoda, ne ovisi o prečniku magistralnog vrelovoda. Ovo je prouzrokovano činjenicom da se potrebne količine topline potrošačima moraju u svakom trenutku osigurati neovisno o izvoru, tj. neovisno o tome da li će toplinska energija biti isporučena iz TE Kakanj i/ili vršnih kotlovnica.

Zadatak granskih vrelovoda je da se toplinska energija iz magistralnog vrelovoda, prenese do toplinskih podstanica, preda potrošačima toplinske energije putem toplovodne mreže i nakon toga ponovo vrati do magistralnog vrelovoda i dalje do izvora.

Obzirom da je pad temperature kroz magistralni vrelovod neznatan (ispod 2,5°C) i granska vrelovodna mreža je projektovana za nazivni temperaturni režim 150/75°C, kao dvocijevni sistem distribucije primarnog nosioca toplinske energije – vrela vode do toplinskih podstanica, u kojima se indirektnim putem toplina predaje na sekundarni sistem.

Zbog omogućavanja zagrijavanja cjelokupnog konzuma, dimenzioniranje granskih vrelovoda urađeno je na osnovu maksimalnih angažovanih snaga toplinskih podstanica priključnog konzuma. U prijedlogu trase granskih vrelovoda kroz Sarajevo usvojena je opcija „slijepi“ priključni vrelovodi (jedan iz pravca Rajlovaca, drugi za pravac snabdijevanja toplinske podstanice Zetra).

Prenos topline sa primarnog (vrelovodnog) na sekundarni vrelovodni sistem bit će izveden izmjenjivačkom podstanicom, a sekundarna vrelovodna mreža će biti

izvedena od nove toplinske podstanice (TP) u Vogošći (tačka 8) do TP Zetra (tačka 12) odnosno TP Mustafe Golubića (tačka 26), kao i odvojak za postojeću toplinsku podstanicu TP Vogošća (tačka 9).

U primarnom dijelu toplinske podstanice cirkuliše vrela voda temperaturnog režima 150/75°C, a u sekundarnom dijelu topla voda potrošača temperaturnih režima 140/75°C, 130/75°C, 110/75°C i 90/70°C. Temperaturni režimi su po kliznom dijagramu zavisno od vanjske temperature. U primarnom dijelu su ugrađeni: mjerilo utroška topline energije, regulator protoka sa temperaturnim regulatorom, regulator pritiska, te zaporna i mjerna armatura sa hvatačem nečistoća.

Obzirom na analizu odnosa bazno/vršno opterećenje i prijedlog pokrivanja vršnog opterećenja, te činjenicu da većina kotlovnica u Kantonu Sarajevo imaju niže toplinske režime od razmatranog vrelovodnog sistema, potrebno je na tim mjestima predaje topline (priključnim mjestima) izgraditi nove izmjenjivačke podstanice (vrela voda - topla voda).

## OPIS TRASA GRANSKIH VRELOVODA

Obzirom da se trase granskih vrelovoda uglavnom vode kroz urbano područje, velikim dijelom kroz saobraćajnice, bit će potrebno izvršiti izmještanja drugih instalacija koja budu u koliziji sa trasom granskih vrelovoda. Prije izvođenja radova, trase moraju biti usaglašene sa ostalim komunalnim instalacijama, za što je potrebno imati saglasnost svih zainteresovanih organizacija.

Križanja (ukrštanja) sa javnim putevima i željezničkim/tramvajskim prugama predviđaju se metodom horizontalnog bušenja s utiskivanjem zaštitne cijevi (ukoliko je to moguće), a križanja s nerazvrstanim cestama izvesti će se prokopavanjem.

Osnovne karakteristike granske vrelovodne mreže mogu se sumirati kroz sljedeće elemente:

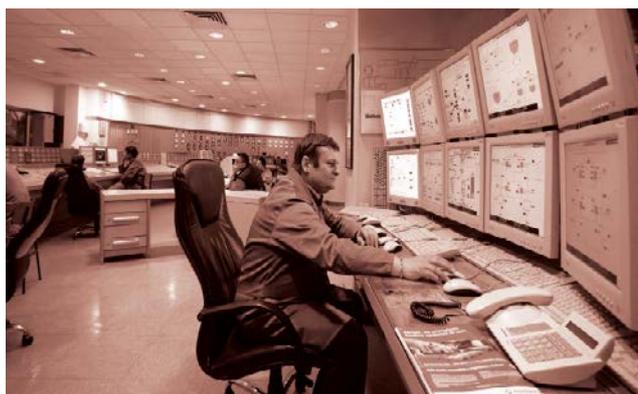
- Projektna temperatura: -18°C;
- Temperaturni režim vrelovoda: 150/75°C;
- Dimenzija magistralnog vrelovoda DN25 do DN700;
- Cjevovod: predizolirane cijevi standardne klase izolacije;
- Granski (priključni) vrelovodi u ukupnoj dužini od 38,973 kilometara:
  - Odvajanje za Visoko (1–2);
  - Odvajanje za Brezu (3–4);
  - Odvajanje za Ilijaš (5–6);
  - Sekundarna vrelovodna mreža od nove toplinske stanice u Vogošći (tačka 8) do TP Zetra (tačka 12) odnosno TP Mustafe Golubića (tačka 26);
  - Granska vrelovodna mreža iz Nedžarića (tačka 29) – odvajanje za Sarajevo do TP Zvijezda (tačka 98);

- Granska vrelovodna mreža iz Nedžarića (tačka 29) – odvajanje za Dobrinju do TP KDI-5 (tačka 56);
- Granska vrelovodna mreža iz Nedžarića (tačka 29) – odvajanje za Ilidžu do TP Lužani (tačka 37).

Kao i kod magistralnog vrelovoda, nakon završenih primarnih radova, sve prometnice i uređene površine uz trase granskih vrelovoda potrebno je vratiti u prvobitno stanje. Također, tokom građenja ili neposredno nakon završene izgradnje obavezno je izvršiti geodetski snimak izvedenog vrelovoda, te izraditi elaborat za katastar podzemnih instalacija.

## AUTOMATSKE REGULACIJE SISTEMA DALJINSKOG GRIJANJA PODRUČJA DO/I SARAJEVA IZ TE KAKANJ

Upravljanje cjelokupnim sistemom predviđeno je putem automatske regulacije sistema daljinskog grijanja sa upravljačko-nadzornim sistemom na mjestu izvora topline i na mjestu distribucije topline po naseljima. Regulacija i upravljanje će se izvoditi putem niza umreženih PLC komponenti, uvezanih sa dva dispečarska centra, jedan na strani TE Kakanj koji bi bio glavni dispečarski centar (kontrolna sala), a drugi u blizini izmjenjivačke podstanice u Vogošći, na dodiru vrelovoda i toplovoda i koji bi bio pomoćna kontrolna sala. Sale sadrže komponente za nadzor, promjenu nominalnih vrijednosti, prebacivanje na ručno upravljanje, funkcije hitnog stopa, detekciju kvara i određivanje mjesta kvara na vrelovodu. Izgled jedne takve sale je dat na slijedećoj slici.



Slika 15. Sala za upravljanje i nadzor (preuzeto sa web sajta TE-TOL Ljubljana)

Upravljanje kompletnim sistemom daljinskog grijanja se odvija po konceptu SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) iz glavnog dispečarskog centra u TE Kakanj, koji u suštini predstavlja niz umreženih PAC/PLC (Programmable Automation Controller/Programmable Logic Controller), uz supervizora u obliku centralnog računara. Ovaj koncept upravljanja/regulacije podrazumijeva da postoji centralni sistem prikupljanja

podataka i upravljanja pojedinim perifernim RTU (Remote Terminal Unit) jedinicama, koje daju komande izvršnim organima (otvaranje/zatvaranje ventila, promjenu snage pumpe preko frekventnog invertora, aktiviranje raznih vidova zaštita, kao što su zaštite od preopterećenja sistema napajanja i slično).

Glavna kontrolna sala će se sastojati od preglednih monitora, master računarom (klasterom računara) i sa serverom na kojem će se prikupljati podaci mjerenja. Pomoćna kontrolna sala će imati niz monitora za nadzor relevantnih parametara (temperatura, pritisci, protok, stanja zaštita, signalizacija preopterećenja), upravljačku funkciju (planiranje opterećenja u toku dana, vođenje akumulacije energije u toplinskom spremniku i sl.) će vršiti preko glavne kontrolne sale po principu "remote" računara.

S obzirom da promjena temperature vode u vrelovodu u TE Kakanj putuje do TP u Vogošći pet do šest sati pri nominalnim brzinama vode, onda je neophodno planirati opterećenje prema prognozi vremenskih uslova i na osnovu statističke obrade prikupljenih podataka mjerenja pohranjenih na SCADA serveru u glavnoj dispečarskoj sali u TE Kakanj. Kontrolne sale će razmjenjivati podatke putem optičkog kabela, položenog u vrelovodni kanal. Glavna kontrolna sala će biti umrežena i razmjenjivat će podatke sa dispečarskim centrom Toplana Sarajevo preko pomoćne kontrolne sale putem OPC servera.

## OKOLIŠNA ANALIZA PROJEKTA

### PRAVNI I INSTITUCIONALNI OKVIR

U Studiji je detaljno opisan pravni okvir, domaći i međunarodni, kao i nadležnosti institucija u FBiH bitnih za realizaciju Projekta. Također, analizirani svi ostali propisi sa aspekta mogućnosti i ograničenja za realizaciju Projekta kako je prikazano u narednoj tabeli.

Propisi
Propisi koji regulišu granične vrijednosti emisija u okoliš
Potrebne dozvole za izgradnju vrelovoda i pratećih objekata
Obavezna dokumentacija na gradilištu
Mogućnosti i ograničenja korištenje cestovnog pojasa

Tabela 7. Analizirani propisi

Detaljnou analizom pravnog (domaćeg i međunarodnog) i institucionalnog okvira utvrđeno je da nema ograničenja za uspješnu realizaciju Projekta.

## ANALIZA EFEKATA PROJEKTA U SMISLU UTJECAJA NA OKOLIŠ, SA FOKUSOM NA EMISIJE U ZRAK

U studiji je detaljno analizirana i data procjena emisija CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i čvrstih čestica iz postojećih izvora uz usporedbu rezultata prema scenariju realizacije projekta („new project scenario“) i scenariju bez realizacije projekta („do nothing scenario“). Proračun je urađen prema IPCC metodologiji.

Prema prikazanim rezultatima proračuna evidentno je smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i čvrstih čestica u skoro svakoj godini rada kogenerativnog postrojenja. Promatrajući cjelokupni period od 2016. do 2040. godine primjenom kogeneracije moguće je postići smanjenje emisija u odnosu na „Do nothing scenario“ kako je prikazano u narednoj tabeli.

Emisija	Smanjenje emisija (t)
CO <sub>2</sub>	6.328.320,91
SO <sub>2</sub>	105.813,37
NO <sub>x</sub>	10.807,46
Čvrste čestice	1.122,81

Tabela 8. Rezultati smanjenja emisija

Kao što se vidi iz prethodne tabele, implementacija ovog Projekta značajno doprinosi smanjenju emisija, posebno emisije CO<sub>2</sub>, te je Projekat samim time u skladu sa odredbama iz Kyoto Protokola.

## ANALIZA UTJECAJA PROJEKTA NA OKOLIŠ I DRUŠTVO

Analiza utjecaja Projekta na okoliš i društvo u Studiji detaljno je obrazložena kroz opis negativnih i pozitivnih okolišnih i društvenih značajki Projekta. Navedenom analizom utvrđeni su samo kratkotrajni negativni uticaji na okoliš u fazi izgradnje, a čiji se negativni efekti mogu svesti na minimum primjenom propisanih zakonskih i drugih mjera. U operativnoj fazi Projekta nisu identifikovani negativni uticaji Projekta na komponente okoliša i društva.

## ANALIZA PROJEKTA U KONTEKSTU ISPUNJAVANJA OBAVEZA PROPISANIH RELEVANTNIM EU DIREKTIVAMA

Iako nije članica EU, BiH se obavezala, kao potpisnica Ugovora o uspostavi Energetske zajednice, da u svoje zakonodavstvo primjeni evropske propise koji su dio *acquis*-a Energetske zajednice. Može se zaključiti obzirom na rezultate projekta u kontekstu ispunjavanja odredbi EU zakonodavstva da JP EP BiH realizacijom ovog projekta stvara uvjete za BiH da ispoštuje navedene odredbe.

## EKONOMSKO-FINANSIJSKA ANALIZA

### INVESTICIONI TROŠKOVI

Izgradnja vrelovoda Kakanj - Sarajevo podrazumijeva realizaciju različitih vrsta investicionih ulaganja (CAPEX). Osnovne kategorije investicionih troškova uključuju ulaganja u prilagođavanje blokova u TE Kakanj za kogeneraciju, izgradnju magistralnog vrelovoda na dionici Kakanj - Sarajevo, te izgradnju granskih vrelovoda. Iznosi investicionih troškova unutar svake od navedenih kategorija su procijenjeni na osnovu tržišnih vrijednosti za različite vrste ulaganja, kao što su građevinski i mašinski radovi, te potrebna oprema za magistralni i granske vrelovođe.

Međutim, kako bi se dobila što realnija slika o okolnostima vezanim za realizaciju isključivo ovog Projekta, izgradnja magistralnog i granskih vrelovoda je posmatrana kao zaseban poslovni projekat (stand alone). S tim u vezi, investicioni troškovi koji se odnose na prilagođavanje TE Kakanj za kogeneraciju a koji iznose 26.930.000,00 KM, su posmatrani i prikazani samo kao dio potrebnih ulaganja u okviru TE Kakanj kao zasebnog poslovnog subjekta odvojenog od Projekta. Iz navedenog razloga, isti su u Studiji prikazani zasebno, po strukturi i iznosu, bez da su uzeti u obzir u finansijskoj analizi Projekta.

### Investicioni troškovi za izgradnju magistralnog vrelovoda Kakanj – Sarajevo

Ukupni investicioni troškovi izgradnje magistralnog vrelovoda iznose 169.826.999,00 KM. Pojedinačni investicioni troškovi za izgradnju magistralnog vrelovoda Kakanj – Sarajevo prikazani su u narednoj tabeli.

Stavka	KM
Predizolovane cijevi za magistralni vrelovod	93.594.568
Građevinski radovi na trasi	19.861.779
Mašinski radovi	32.005.124
Glavne pumpe sa frekventnom regulacijom	1.721.130
Pumpne stanice – objekti	880.124
Ekspanzioni sistem	420.503
Armatura	2.743.168
Eksprijacija	9.252.977
Inicijalno punjenje vodom	135.480
Automatika	2.600.000
Projektovanje, rukovođenje i nadzor na izvođenju projekta i puštanje u pogon	6.171.336
Ostali nepredviđeni troškovi	440.810
<b>Ukupno</b>	<b>169.826.999</b>

Tabela 9. Prikaz investicionih troškova za izgradnju magistralnog vrelovoda Kakanj – Sarajevo za odabranu snagu vrelovoda od 300MW

**Investicioni troškovi za izgradnju granskih vrelovoda**

Ukupni investicioni troškovi izgradnje magistralnog vrelovoda iznose 59.790.009,00 KM. U narednoj tabeli je dat prikaz pojedinačnih investicionih troškova za izgradnju granskih vrelovoda.

Stavka	KM
Predizolovane cijevi za granske vrelovode	19.489.712
Izvođenje radova na granskim vrelovodima	34.858.609
Izmjenivači	5.441.688
<b>Ukupno</b>	<b>59.790.009</b>

Tabela 10. Investicioni troškovi za izgradnju granskih vrelovoda

**Ukupni investicioni troškovi**

Ukupni investicioni troškovi za izgradnju vrelovoda za snabdijevanje toplinskom energijom iz TE Kakanj područja do/i Sarajevo iznose 229.617.008,00KM. Naredna slika 16 daje prikaz procentualnog odnosa investicionih troškova za izgradnju magistralnog vrelovoda Kakanj - Sarajevo i investicionih troškova za izgradnju granskih vrelovoda u ukupnim investicionim troškovima.



Slika 16. Procentualni odnos investicionih troškova za izgradnju magistralnog vrelovoda Kakanj - Sarajevo i investicionih troškova za izgradnju granskih vrelovoda u ukupnim investicionim troškovima

**OBRAČUN PRIHODA**

Obračun prihoda Projekta je izvršen na osnovu količine toplinske energije planirane da se isporuči u sekundarnu toplovodnu mrežu u svakoj godini razmatranog perioda realizacije Projekta i jedinične cijene toplinske energije na izlazu iz magistralnog vrelovoda.

Jedinična cijena koštanja toplinske energije na izlazu iz magistralnog vrelovoda se kreće u rasponu od 49,59 KM/MWh u 2017. godini do 42,91 KM/MWh u 2040.

godini, pri čemu prosječna cijena koštanja isporuke toplinske energije na izlazu iz magistralnog vrelovoda u razmatranom periodu realizacije projekta iznosi 45,33 KM/MWh. Međutim, navedena cijena predstavlja jediničnu cijenu toplinske energije koja omogućava samo pokrivanje pripadajućih troškova proizvodnje i distribucije toplinske energije, pri čemu nije uračunat traženi % povrata uloženi finansijskih sredstava investitora u realizaciju Projekta.

Za potrebe obračuna prodajne cijene toplinske energije na izlazu iz magistralnog vrelovoda navedena cijena koštanja korigovana je za očekivanu interna stopu rentabilnosti (IRR) iznosi 8%, uz diskontnu stopu od također 8%.

Uzimajući u obzir prednje navedene očekivane efekte od realizacije Projekta, cijena toplinske energije na izlazu iz magistralnog vrelovoda koja će omogućiti njihovo ostvarenje iznosi 58,84 KM/MWh toplinske energije. Navedena cijena toplinske energije je dobijena tako što su nominalni novčani tokovi za način finansiranja Projekta u omjeru 20% vlastitih i 80% kreditnih sredstava, diskontovani uz primjenu diskontne stope od 8%, te nakon toga izvršen proračun jedinične cijene toplinske energije na izlazu iz magistralnog vrelovoda koja će omogućiti ostvarenje iznosa prihoda dovoljnih da IRR bude 8%.

Na osnovu prethodno obrazloženih pretpostavki, urađena je projekcija prihoda Projekta u periodu 2017 - 2040 godina a koja je data u narednoj tabeli.

God.	Količina isporučene toplinske energije (MWh)	Jedinična cijena toplinske energije (KM/MWh)	Prihodi (KM)
2017	466.344	58,84	27.439.680
2018	484.805	58,84	28.525.926
2019	493.356	58,84	29.029.067
2020	504.395	58,84	29.678.601
2021	512.624	58,84	30.162.796
2022	521.541	58,84	30.687.472
2023	529.247	58,84	31.140.893
2024	538.140	58,84	31.664.157
2025	547.121	58,84	32.192.599
2026	556.488	58,84	32.743.753
2027	566.043	58,84	33.305.970
2028	571.383	58,84	33.620.175
2029	578.109	58,84	34.015.933
2030	584.721	58,84	34.404.983
2031	593.018	58,84	34.893.179
2032	601.098	58,84	35.368.606
2033	607.163	58,84	35.725.470
2034	613.812	58,84	36.116.698

God.	Količina isporučene toplinske energije (MWh)	Jedinična cijena toplinske energije (KM/MWh)	Prihodi (KM)
2035	618.043	58,84	36.365.650
2036	622.557	58,84	36.631.253
2037	626.352	58,84	36.854.551
2038	632.229	58,84	37.200.354
2039	636.287	58,84	37.439.127
2040	639.425	58,84	37.623.767

Tabela 11. Prihodi Projekta

## OBRAČUN OPERATIVNIH TROŠKOVA

Operativni troškovi Projekta (OPEX), uključuju dvije osnovne kategorije operativnih troškova, operativne troškove proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj i operativne troškove magistralnog i granskih vrelovoda. Obzirom da je izgradnja magistralnog i granskih vrelovoda u finansijskoj analizi tretirana kao zaseban projekat (stand alone), operativni troškovi proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj, predstavljaju operativne troškove nabavke toplinske energije iz TE Kakanj.

Za procjenu navedenih kategorija operativnih troškova korištena je OPEX metoda, dok su vrste operativnih troškova utvrđeni na osnovu ulaznih tehničkih podataka o očekivanom načinu funkcionisanja kompletnog sistema proizvodnje i distribucije toplinske energije.

### Operativni troškovi proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj

Operativni troškovi u TE Kakanj, koji su direktno vezani za proizvodnju toplinske energije, uključuju troškove zaposlenih, troškove za nabavku uglja potrebnog za proizvodnju toplinske energije, troškove redovnog i investicionog održavanja, troškove amortizacije, te troškove električne energije za pogon cirkulacionih pumpi. Operativni troškovi proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj su procijenjeni na osnovu očekivane proizvodnje toplinske energije (MWh) u svakoj godini i jedinične cijene proizvodnje toplinske energije (24,31 KM/MWh) u posmatranom periodu realizacije Projekta. Jedinična cijena proizvodnje toplinske energije u TE Kakanj uključuje sve prethodno navedene kategorije operativnih troškova.

### Operativni troškovi magistralnog i granskih vrelovoda

Operativni troškovi magistralnog i granskih vrelovoda uključuju troškove plata uposlenih, troškove investicionog održavanja, troškove amortizacije, troškove za pogon cirkulacionih pumpi, troškove osiguranja i troškove naknada za korištenje zemljišta na trasi magistralnog i granskih vrelovoda. Kada je u pitanju procjena ovih operativnih troškova ista je izvršena u skladu sa funkcionalnom ulogom pojedinih troškova, na bazi

najboljih praksi, kao i aproksimativnih procjena i realizaciji sličnih projekata.

**Troškovi za plate uposlenih** uključuju troškove za plate uposlenih u upravi i administraciji, troškove za plate inženjera, tehničara i ostalog osoblja potrebnog za neometano funkcionisanje magistralnog i granskih vrelovoda. Ukupan predviđeni broj uposlenih je 33. Navedeni broj uposlenih je procijenjen na osnovu najboljih praksi potrebnih uposlenika za slične projekte.

Stavka	Broj izvršilaca	Bruto plata (KM/mjesec)	Godišnji rast
Uprava	3	7.000	1%
Administracija	5	3.000	1%
Inženjeri	5	5.000	1%
Tehničari	20	3.000	1%
Ukupno	33	1.452.000	

Tabela 12. Obračun troškova plata uposlenih

U skladu sa prethodno navedenim, ukupni troškovi za plate uposlenih na održavanju magistralnog i granskih vrelovoda su procijenjeni na iznos od 1.452.000,00 KM u 2017. godini uz pretpostavljeni rast od 1% godišnje.

**Troškovi investicionog održavanja** uključuju troškove za redovno održavanje magistralnog i granskih vrelovoda, i procijenjeni su na iznos ekvivalentan 0,5% od iznosa investicionih troškova za izgradnju magistralnog i granskih vrelovoda. Uzimajući u obzir ukupan iznos investicionih troškova za izgradnju magistralnog i granskih vrelovoda od 229.617.008,00 KM operativni troškovi investicionog održavanja magistralnog i granskih vrelovoda iznose 1.148.085,04 KM godišnje za cjelokupan period realizacije projekta.

**Troškovi amortizacije** magistralnog i granskih vrelovoda su procijenjeni na osnovu linearne metode obračuna amortizacije, pri čemu je vijek trajanja opreme kao što su predizolovane cijevi i slična oprema, procijenjen na 30 godina, dok je za ostalu opremu (automatika i sl.) vijek trajanja procijenjen na 10 godina. Vijek trajanja građevina procijenjen je na 40 godina. U narednoj tabeli je dat prikaz obračuna troškova amortizacije za magistralni i granske vrelovode.

Stavka	Proc. vijek (god.)	Koe f. (%)	Osnovica	Troškovi amort. (KM/god.)
Građevine	40	2,5	57.249.080	1.431.227
Oprema (sve osim automatike)	30	3,33	169.690.837	5.650.704
Oprema (automatika)	10	10	2.677.090	267.709
Ukupno				7.349.640

Tabela 13. Troškovi amortizacije mag. i granskih vrelovoda

Procijenjeni vijek opreme koji se odnosi na automatiku znatno je kraći od ukupno posmatranog perioda realizacije Projekta. Obzirom da će se kroz investiciono

održavanje vršiti održavanje cjelokupne opreme, pa tako i opreme koja se odnosi na automatiku, čime će se produžavati vijek trajanja iste, nije predviđeno dodatno ulaganja u automatiku nakon njene amortizacije.

**Troškovi električne energije** uključuju troškove električne energije za pogon cirkulacionih pumpi na magistralnom i granskim vrelovodima. Troškovi električne energije su procijenjeni na osnovu količine potrebne električne energije za pogon cirkulacionih pumpi i jedinične cijene električne energije. Bez obzira na količinu distribuirane toplinske energije kroz magistralni i granske vrelovođe, potrebno je da cirkulacione pumpe budu kontinuirano u funkciji, te su iz ovog razloga troškovi električne energije za njihov pogon jednaki za svaku godinu realizacije Projekta i iznose 245.632 KM godišnje.

**Troškovi osiguranja** procijenjeni su po istoj metodi kao i troškovi investicionog održavanja, 0,5% od iznosa ukupnih investicionih troškova, i iznose 1.148.085,04 KM godišnje za cjelokupan period realizacije projekta.

**Troškovi naknada** odnose se na korištenje cestovnog zemljišta i iznose 162.886,00 KM godišnje za cjelokupan period realizacije projekta.

**Porez na dobit** (u projekciji novčanih tokova) procijenjen je u iznosu od 10%, od neto novčanih tokova. Iako metodologija izrade projekcije novčanih tokova za investicione projekte, ne predviđa obračun poreza na dobit iz novčanih tokova, ova stavka je uvrštena u cilju primjene konzervativnog pristupa u procjeni finansijskog rezultata Projekta.

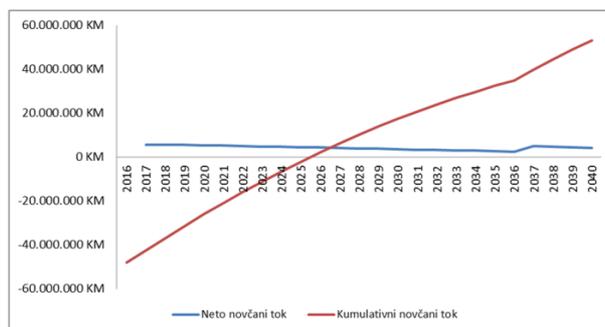
## PROJEKCIJA NOVČANOG TOKA

Na osnovu prednje prikazanih investicionih i operativnih troškova i prihoda, izvršena je projekcija (diskontiranog) novčanog toka za period 2016. godina - 2040 godina za finansiranje realizacije Projekta u omjeru 20% vlastitih sredstava investitora i 80% kreditnih sredstava investitora (Prilog 1).

Na osnovu date projekcije može zaključiti da postoji pozitivan operativni novčani tok u diskontiranim veličinama kada se finansiranje realizacije Projekta vrši u omjeru 20% vlastita sredstva investitora i 80% kreditna sredstva tokom cjelokupnog posmatranog perioda. Posmatrano kumulativno, prisutan je negativan novčani tok od samog početka realizacije Projekta u 2016. godini, i traje sve do 2026. godine, kada kumulativni novčani tok postaje pozitivan, i na kraju posmatranog perioda iznosi 48.291.090,90 KM. Stoga se može zaključiti da investitor, kada se finansiranje realizacije Projekta vrši u omjeru 20% vlastita sredstva investitora i 80% kreditna sredstva (uz diskontu stopu 8%) ostvaruje povrat uloženi sredstava sa prelaza 2025. godine na 2026. godinu.

Uvažavajući sve prethodno navedene ulazne elemente analize, kada se finansiranje realizacije vrši u omjeru 20% vlastita sredstva investitora i 80% kreditna sredstva, IRR

Projekta je pozitivan i iznosi 8,00%, NPV Projekta je također pozitivna i iznosi 48.291.090,90 KM. Projekat ima razdoblje povrata od 9 godina (sa prelaza 2025. godine na 2026. godinu) kako je prikazano na slici 17.

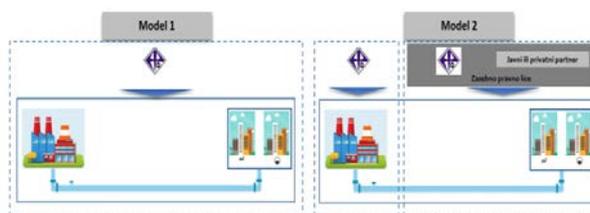


Slika 17. Prikaz razdoblja povrata

## MODELI I IZVORI FINANSIRANJA PROJEKTA

Za zatvaranje finansijske konstrukcije projekta na raspolaganju je nekoliko različitih modela i izvora finansiranja. Međutim, imajući u vidu ukupnu vrijednost investicije od oko 230 miliona KM, činjenica je da na BH tržištu postoji ograničen broj finansijskih institucija, koje mogu obezbijediti finansiranje ovakvog projekta.

Kada su u pitanju potencijani modeli finansiranja na raspolaganju su dva osnovna scenarija. Prvi se odnosi na mogućnost da JP EP BiH, kao vlasnik TE Kakanj koja će proizvoditi toplinu na ulazu u vrelovod, bude samostalno nosilac cijelog projekta. Prema ovom scenariju JP EP BiH bi samostalno obezbijedila finansiranje projekta, te obezbijedila njegovu cjelokupnu implementaciju, čime bi postala vlasnik i operater budućeg vrelovoda. Drugi scenario, odnosi se na opciju implementacije projekta vrelovoda u okviru zasebnog pravnog lica u koji će ući magistralni i granski vrelovod. Prema ovoj varijanti infrastruktura unutar TE Kakanj bila bi finansirana od strane Elektroprivrede, koja bi prodavala proizvedenu toplinu na izlazu iz TE Kakanj. Ostatak infrastrukture vrelovoda nalazio bi se u zasebnom pravnom licu koje bi obezbijedilo finansiranje njegove izgradnje (Slika 18).



Slika 18. Načini zatvaranja finansijske konstrukcije

U smislu odabira izvora odnosno njihove kombinacije u cilju zatvaranja finansijske konstrukcije na raspolaganju su različiti kreditni izvori, te vlastiti kapital nosilaca projekta. Analizom novčanih tokova projekta kroz opciju obezbjeđivanja kompletnog finansiranja iz vlastitog

kapitala, rezultira znatno lošijim parametrima finansijskog povrata na ulaganja od opcije koja uključuje kreditno finansiranje. Navedeni efekat poznat je u finansijskoj teoriji kao „efekat finansijske poluge“ pri čemu se povećanjem vanjskog kreditnog finansiranja povećava rentabilnost vlastitih izvora finansiranja, odnosno povrat na vlastiti kapital.

JP EP BiH posjeduje finansijski kapacitet za realizaciju Projekta, kako u samostalnom aranžmanu, tako i uz učešće partnera u realizaciji projekta. Također, na osnovu dostupnih informacija od finansijskih institucija prisutnih u BiH (međunarodne razvojne banke), te analize njihove postojeće ponude kreditnih sredstava za ovakvu vrstu projekata, može se zaključiti da postoje ograničeni raspoloživi izvori za kreditno finansiranje ovog Projekta.

## **UTVRĐIVANJE STATUSA I POZICIJE KJKP „TOPLANE - SARAJEVO“ D.O.O. U KONTEKSTU NJIHOVOG UKLJUČIVANJA U NOVI SISTEM GRIJANJA**

Važno je napomenuti da će tek po usvojenom modelu finansiranja odnosno organizacionog oblika upravljanja vrelovodom biti moguće konačno utvrditi potrebe za organizacionim prilagođavanjem Toplana Sarajevo. Iz aspekta trenutnog finansijskog položaja Toplana Sarajevo u kontekstu njihovog uključivanja u projekat vrelovoda, potrebno je prije svega ostvariti dugoročnu finansijsku stabilnost ovog preduzeća. Dugoročna finansijska ravnoteža je bitan preduslov za održanje likvidnosti. Za postizanje finansijske stabilnosti potrebno je prije svega izvršiti restrukturiranje postojećih dugoročnih i kratkoročnih obaveza Toplana Sarajevo. U prvom redu ovo se odnosi na obaveze prema Sarajevogasu kao isporučiocu gasa, te restrukturiranje IDA kredita Svjetske banke kao najveće stavke u dugoročnim obavezama ovog preduzeća.

Prema finansijskim projekcijama izlazna cijene toplinske energije iz vrelovoda prema Toplanama Sarajevo iznosila bi 58,84 KM/MWh. Ukoliko navedenu cijenu primijenimo na ukupne godišnje potrebe proizvodnje toplinske energije Toplana Sarajevo u 2015. godini od 390.621 MWh, ukupni troškovi proizvodnje toplinske energije u toj godini iznosili bi 22.531.019 KM. U poređenju sa stvarnim troškovima nabavke gasa u 2015. godini od 40.794.728 KM ušteda na proizvodnji toplinske energije iznosila bi 18.263.709 KM. U istoj godini ostvaren je ukupni gubitak od 9.619.370 KM tako da bi navedenom uštedom u proizvodnji toplinske energije (pri svim ostalim parametrima nepromijenjenim) iznosila 8.644.339 KM. Prema opisanom scenariju i nepromijenjenim tarifnikom u 2015. godini, Toplane Sarajevo bi ostvarile značajne pozitivne finansijske rezultate koji bi omogućili reprogramiranje postojećih finansijskih obaveza, kao i finansijski kapacitet za potrebna dodatna investiranja u proširenje distributivne mreže.

## **ANALIZA RIZIKA**

Kroz Studiju su analizirani različiti rizici koji bitno mogu uticati na realizaciju Projekta, te je isti izložen relativno niskom rizicima realizacije.

Pad proizvodnje električne energije u zadnje tri godine u TE Kakanj nije uzrokovan nespemnošću postrojenja za rad, nego nekim drugim uticajnim faktorima, koji su uglavnom izvan TE Kakanj. Stoga, postoji visok nivo sigurnosti obezbjeđenja toplinske energije iz TE Kakanj s aspekta raspoloživosti postojećih blokova u TE Kakanj.

JP EP BiH ima zacrtane planove i realne mogućnosti ulaganja u proizvodne objekte TE Kakanj, pa se i sa ovog aspekta Projekt isporuke toplinske energije u područje do/i Sarajeva iz Te Kakanj može ocijeniti kao projekt sa malim rizikom.

Kada je u pitanju, raspoloživost goriva odnosno uglja, u strukturi proizvodnje električne energije u JP EP BiH termoelektrane će i dalje predstavljati temeljni dio proizvodnje, čak i u scenariju intenzivne gradnje kapaciteta na bazi obnovljivih resursa. Rezerve uglja su takve da osiguravaju nesmetan rad i dalji razvoj TE Kakanj u narednih najmanje 50 godina.

Sa druge strane, deregulacija tržišta zahtjeva rast konkurentnosti, što znači da dugoročni planovi prestrukturiranja rudnika treba da budu koncipirani tako da omoguće rudnicima ne samo rast obima proizvodnje, već i poboljšanje efikasnosti i znatno višu produktivnost.

### **Korištenje biomase**

Da bi ispunili uvjet dugoročne perspektivnosti rada TE sa aspekta emisije CO<sub>2</sub>, a u slučaju izostanka razvoja i primjene CCS tehnologije (izdvajanje i skladištenje CO<sub>2</sub>), novi termoblokovi na ugalj JP EP BiH, za neto efikasnost od 43%, trebaju koristiti 25% biomase. U tom kontekstu, već unazad nekoliko godina prisutne su aktivnosti u JP EP BiH na sistemskom uvođenju biomase u TE.

Najznačajniji izvor biomase za proizvodnju energije u BiH, pa tako i u JP EP BiH, je drvna otpadna masa porijeklom iz šumarstva (šumski ostatak) i drvni otpad iz drvne industrije (sječka, piljevina). Biomasa kao izvor energije ima značajan potencijal u BiH. Procjenjuje se da ukupan godišnji tehnički energetska potencijal otpadne biomase u BiH iznosi više od 33 PJ (projekt EU/FP6/INCO/ADEG), što je ekvivalent za više od 3 miliona tona lignita.

Glavni efekat korištenja biomase u termoelektranama JP EP BiH je poboljšanje okolinskih performansi proizvodnje, kroz značajno smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, ali i emisija NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> i PM.

U EU, pa tako i u BiH/JP EP BiH, korištenje biomase u termoelektranama na ugalj je imperativ radi smanjenja emisije CO<sub>2</sub>. JP EP BiH već nekoliko godina unazad provodi aktivnosti na sistemskom uvođenju biomase u njene termoelektrane. Kao dugoročni cilj korištenja biomase, u

dugoročnom planu razvoja JP EP BiH utvrđena je godišnja količina od najmanje 225.000 t biomase. Evidentno je da je potencijal biomase u BiH značajno veći, tako da je realno za očekivati da se ove projekcije brzo dostignu, uz paralelni razvoj i stabilizaciju tržišta biomase u BiH.

### **Analiza zainteresovanosti općina, gradova, konzuma, komunalnih firmi grijanja, u području od TE Kakanj do/i Sarajeva, za priključenje na vrelovod iz TE Kakanj**

Toplane Sarajevo su iskazale zainteresovanost za preuzimanje toplinske energije iz TE Kakanj, ukoliko ona bude dovedena do njihovih postrojenja, te ako cijenom bude povoljnija od topline koju u tom trenutku proizvode u svojim postrojenjima iz trenutnih i buduće raspoloživih energenata. Općina Visoko, koja nema izgrađen sistem daljinskog grijanja, je u 2015. godini usvojila prostorni plan za period 2014-2034. godina, na koji je Skupština ZD kantona dala saglasnost. U planu se navodi da je potrebno razmotriti mogućnost izgradnje sistema daljinskog grijanja, kao opredjeljenja postavljenog u planskom dokumentu višeg reda, i to u slučajevima dovođenja toplinske energije iz TE Kakanj ili izgradnjom toplane na području općine. Iz ovoga se može nedvojbeno zaključiti da predmetni Projekat ima svoje uporište u Prostornom planu općine Visoko.

Obzirom da je Rudnik mrkog uglja „Breza“ u sklopu koncerna Elektroprivrede BiH, kao i činjenicu da postoji potreba za proširenjem postojećeg sistema daljinskog grijanja koja je iskazana u prethodnim idejnim projektima toplifikacije općine Breza, realizacija ovog projekta bi napokon dovela do adekvatnog rješenja za sistem daljinskog grijanja u ovoj općini. Nije poznat stav kompanije BAGS – Energotehnika d.d. Vogošća po pitanju realizacije ovog Projekta.

## **ZAKLJUČAK**

Realizacijom Projekta stvara se okvir za unapređivanje i razvoj visokoefikasne kogeneracije na temelju potrošnje korisne topline i štednje primarne energije. Uzimajući u obzir potrebe BiH prilagođavanju EU direktivama i drugim međunarodnim propisima, projekat doprinosi i poboljšanjima u smislu popravljivanja klimatskih i dostizanja visokih EU standarda, ali i međunarodnih konvencija u pogledu zaštite okoliša. Kroz prethodno elaborirane analize prikazana je tehnička izvodivost Projekta, ali i dokazana njegova ekonomska isplativost uz ispunjavanje postavljenih ciljeva.

Pretpostavljena investiciona godina je 2016, a efektuiranje Projekta je u periodu od 2017. do 2024. godine. Procijenjena vrijednost ukupnih investicionih troškova (CAPEX) za realizaciju Projekta izgradnje magistralnog i granskih vrelovoda iznose 229.617.008,00 KM, od čega se 74% ukupnih investicionih troškova odnosi na izgradnju magistralnog, a 26% na izgradnju granskih vrelovoda. Projekt ima dobre finansijske performanse za razmatrani model finansiranja realizacije Projekta u omjeru 20% vlastitih sredstava investitora i 80% kreditnih

sredstava, uz primjenu diskontne stope od 8% i traženu internu stopu povrata od 8% (IRR). Prema ovom modelu finansiranja, Projekat ostvaruje razdoblje povrata od 9 godina uz porast vrijednosti na kraju posmatranog perioda (NPV) od 48.291.090,90 KM, što ga kao takvog kvalifikuje veoma atraktivnim za ulaganje investitora.

Kada su u pitanju opcije mogućeg finansiranja realizacije Projekta razmatrano je više mogućnosti uključujući samostalno finansiranje Projekta od strane JP EP BiH, kao i različite opcije zajedničkog finansiranja sa drugim potencijalnim domaćim i stranim investitorima. Na osnovu analize zaduženosti JP EP BiH, zaključeno je da ovo preduzeće posjeduje finansijski kapacitet za učešće u realizaciji ovog Projekta, kako iz vlastitih tako i iz kreditnih sredstava, imajući u vidu relativno nisku stopu trenutne zaduženosti. Međutim obzirom na visinu potrebnih ukupnih investicionih ulaganja, trenutno na tržištu postoje ograničeni izvori kreditnog finansiranja za ovaj Projekt.

Priprema i dovođenje ovako kompleksnog projekta do faze realizacije u današnjoj situaciji prije svega je povezana s kapacitetom JP EP BiH, ali i Vlade FBiH da obezbijedi sve neophodne uslove (proglasi javni interes izgradnje predmetnog vrelovoda i sl.), te isti stavi u vrh prioriteta izgradnje infrastrukturnih projekata u FBiH. Također, kao potencijalni suvlasnik kapitala cjelokupnog vrelovoda može se također pojaviti Vlada FBiH kao partner iz javnog sektora, uključujući i eventualno neke druge javne kompanije, te da kroz neki od oblika javno-privatnog partnerstva uključujući i koncesiju, obezbijedi implementaciju Projekta.

Važno je napomenuti da je prema provedenim analizama u Studiji Projekat izložen relativno niskom rizikom realizacije, što zasigurno pored finansijskih efekata koji se postižu realizacijom Projekta, ide u prilog za pokretanje istog. Pored toga što Projekt ima visoku finansijsko-tržišnu efikasnost, ima i veoma visoku društveno-ekonomsku efikasnost, jer će uz evidentne nemjerljive pozitivne društveno-ekonomske efekte doprinijeti ubrzanju socijalno-ekonomskog razvoja (eventualno niža cijena grijanja za trenutne potrošače, povećanje zaposlenosti i sl.).

Prilog 1: Projekcija realnog novčanog toka (u diskontiranim vrijednostima) za period 2016. godina – 2040. godina za finansiranje realizacije Projekta u omjeru 20% vlastitih sredstava investitora i 80% kreditna sredstva investitora

Stavka	Godina								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Diskontni factor	1	0,925926	0,857339	0,793832	0,735030	0,680583	0,630170	0,583490	0,540269
<b>NOVČANI PRILIVI (+)</b>									
Prihodi od prodaje toplinske energije	25.407.112,00	24.456.383,92	23.044.209,34	21.814.658,31	20.528.292,24	19.338.313,06	18.170.412,25	17.107.159,11	17.107.159,11
<b>UKUPNI NOVČANI PRILIVI</b>	25.407.112,00	24.456.383,92	23.044.209,34	21.814.658,31	20.528.292,24	19.338.313,06	18.170.412,25	17.107.159,11	17.107.159,11
<b>NOVČANI ODLIVI (-)</b>									
Troškovi proizvodnje toplinske energije	-10.758.350,39	-10.355.785,87	-9.757.801,22	-9.237.180,88	-8.692.487,61	-8.188.604,58	-7.694.059,99	-7.243.846,12	-7.243.846,12
Troškovi za plate uposlenih	-1.344.444,44	-1.257.304,53	-1.175.812,57	-1.099.602,49	-1.028.331,96	-961.680,82	-899.349,65	-841.058,47	-841.058,47
Troškovi investicionog održavanja	-1.063.041,70	-984.297,87	-911.386,92	-843.876,78	-781.367,39	-723.488,32	-669.896,59	-620.274,62	-620.274,62
Troškovi amortizacije (+)	6.805.223,10	6.301.132,50	5.834.381,94	5.402.205,50	5.002.042,13	4.631.520,49	4.288.444,90	3.970.782,31	3.970.782,31
Troškovi električne energije za pogon cirkulacionih pumpi	-227.437,04	-210.589,85	-194.990,60	-180.546,85	-167.173,01	-154.789,83	-143.323,91	-132.707,33	-132.707,33
Troškovi osiguranja	-1.063.041,70	-984.297,87	-911.386,92	-843.876,78	-781.367,39	-723.488,32	-669.896,59	-620.274,62	-620.274,62
Troškovi naknada	-150.820,37	-139.648,49	-129.304,16	-119.726,07	-110.857,47	-102.645,81	-95.042,42	-88.002,24	-88.002,24
Anuitet za otplatu kredita	-11.432.496,05	-10.585.644,49	-9.801.522,68	-9.075.483,96	-8.403.225,89	-7.780.764,71	-7.204.411,77	-6.670.751,64	-6.670.751,64
Investicioni troškovi – CAPEX	-45.923.401,60								
<b>UKUPNI NOVČANI ODLIVI</b>	-45.923.401,60	-19.234.408,60	-18.216.436,48	-17.047.823,12	-15.998.088,31	-14.962.768,59	-14.003.941,90	13.087.536,03	12.246.132,73
<b>NETO NOVČANI TOK PRIJE OPOREZIVANJA</b>	<b>-45.923.401,60</b>	<b>6.172.703,40</b>	<b>6.239.947,44</b>	<b>5.996.386,22</b>	<b>5.816.570,00</b>	<b>5.565.523,66</b>	<b>5.334.371,16</b>	<b>5.082.876,21</b>	<b>4.861.026,38</b>
Porez na dobit (10%)	0,00	617.270,34	623.994,74	599.638,62	581.657,00	556.552,37	533.437,12	508.287,62	486.102,64
<b>NETO NOVČANI TOK POSLIJE OPOREZIVANJA</b>	<b>-45.923.401,60</b>	<b>5.555.433,06</b>	<b>5.615.952,69</b>	<b>5.396.747,60</b>	<b>5.234.913,00</b>	<b>5.008.971,29</b>	<b>4.800.934,04</b>	<b>4.574.588,59</b>	<b>4.374.923,74</b>
<b>Kumulativ</b>	<b>-45.923.401,60</b>	<b>-40.367.968,54</b>	<b>-34.752.015,85</b>	<b>-29.355.268,25</b>	<b>-24.120.355,25</b>	<b>-19.111.383,96</b>	<b>-14.310.449,92</b>	<b>-9.735.861,32</b>	<b>-5.360.937,58</b>

Stavka	Godina								
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Diskontni factor	0,500249	0,463193	0,428883	0,397114	0,367698	0,340461	0,315242	0,291890	0,270269
<b>NOVČANI PRILIVI (+)</b>									
Prihodi od prodaje toplinske energije	16.104.314,72	15.166.693,59	14.284.359,70	13.351.034,35	12.507.588,18	11.713.556,56	10.999.785,28	10.323.759,04	9.655.485,57
<b>UKUPNI NOVČANI PRILIVI</b>	16.104.314,72	15.166.693,59	14.284.359,70	13.351.034,35	12.507.588,18	11.713.556,56	10.999.785,28	10.323.759,04	9.655.485,57
<b>NOVČANI ODLIVI (-)</b>									
Troškovi proizvodnje toplinske energije	-6.819.195,75	-6.422.179,65	-6.048.555,21	-5.653.353,68	-5.296.203,97	-4.959.977,30	-4.657.735,41	-4.371.486,83	-4.088.509,34
Troškovi za plate uposlenih	-786.545,42	-735.565,63	-687.890,08	-643.304,61	-601.608,94	-562.615,77	-526.149,93	-492.047,62	-460.155,64
Troškovi investicionog održavanja	-574.328,36	-531.785,51	-492.393,99	-455.920,37	-422.148,49	-390.878,23	-361.924,29	-335.115,08	-310.291,74
Troškovi amortizacije (+)	3.676.650,29	3.404.305,83	3.152.135,02	2.918.643,54	2.702.447,72	2.502.266,41	2.316.913,34	2.145.290,13	1.986.379,75
Troškovi električne energije za pogon cirkulacionih pumpi	-122.877,15	-113.775,14	-105.347,35	-97.543,85	-90.318,38	-83.628,13	-77.433,45	-71.697,64	-66.386,70
Troškovi osiguranja	-574.328,36	-531.785,51	-492.393,99	-455.920,37	-422.148,49	-390.878,23	-361.924,29	-335.115,08	-310.291,74
Troškovi naknada	-81.483,55	-75.447,73	-69.859,01	-64.684,27	-59.892,84	-55.456,34	-51.348,46	-47.544,87	-44.023,03
Anuitet za otplatu kredita	-6.176.621,89	-5.719.094,34	-5.295.457,72	-4.903.201,60	-4.540.001,48	-4.203.705,07	-3.892.319,51	-3.603.999,55	-3.337.036,62
Investicioni troškovi – CAPEX									
<b>UKUPNI NOVČANI ODLIVI</b>	-11.458.730,19	-10.725.327,69	-10.039.762,35	-9.355.285,19	-8.729.874,86	-8.144.872,65	-7.611.921,99	-7.111.716,54	-6.630.315,06
<b>NETO NOVČANI TOK PRIJE OPOREZIVANJA</b>	<b>4.645.584,53</b>	<b>4.441.365,90</b>	<b>4.244.597,35</b>	<b>3.995.749,16</b>	<b>3.777.713,32</b>	<b>3.568.683,91</b>	<b>3.387.863,29</b>	<b>3.212.042,50</b>	<b>3.025.170,50</b>
Porez na dobit (10%)	464.558,45	444.136,59	424.459,74	399.574,92	377.771,33	356.868,39	338.786,33	321.204,25	302.517,05
<b>NETO NOVČANI TOK POSLIJE OPOREZIVANJA</b>	<b>4.181.026,08</b>	<b>3.997.229,31</b>	<b>3.820.137,62</b>	<b>3.596.174,24</b>	<b>3.399.941,99</b>	<b>3.211.815,52</b>	<b>3.049.076,96</b>	<b>2.890.838,25</b>	<b>2.722.653,45</b>
<b>Kumulativ</b>	<b>-1.179.911,51</b>	<b>2.817.317,80</b>	<b>6.637.455,42</b>	<b>10.233.629,66</b>	<b>13.633.571,64</b>	<b>16.845.387,17</b>	<b>19.894.464,13</b>	<b>22.785.302,38</b>	<b>25.507.955,83</b>

Stavka	Godina						
	18	19	20	21	22	23	24
	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Diskontni factor	<b>0,250249</b>	<b>0,231712</b>	<b>0,214548</b>	<b>0,198656</b>	<b>0,183941</b>	<b>0,170315</b>	<b>0,157699</b>
<b>NOVČANI PRILIVI (+)</b>							
Prihodi od prodaje toplinske energije	9.038.168,63	8.426.359,85	7.859.169,85	7.321.368,52	6.842.652,04	6.376.455,57	5.933.243,12
<b>UKUPNI NOVČANI PRILIVI</b>	<b>9.038.168,63</b>	<b>8.426.359,85</b>	<b>7.859.169,85</b>	<b>7.321.368,52</b>	<b>6.842.652,04</b>	<b>6.376.455,57</b>	<b>5.933.243,12</b>
<b>NOVČANI ODLIVI (-)</b>							
Troškovi proizvodnje toplinske energije	-3.827.111,90	-3.568.049,56	-3.327.879,97	-3.100.154,45	-2.897.447,45	-2.700.039,70	-2.512.364,56
Troškovi za plate uposlenih	-430.330,74	-402.438,93	-376.354,93	-351.961,55	-329.149,23	-307.815,48	-287.864,48
Troškovi investicionog održavanja	-287.307,17	-266.025,15	-246.319,59	-228.073,69	-211.179,34	-195.536,43	-181.052,25
Troškovi amortizacije (+)	1.839.240,51	1.703.000,47	1.576.852,29	1.460.048,42	1.351.896,68	1.251.756,19	1.159.033,51
Troškovi električne energije za pogon cirkulacionih pumpi	-61.469,17	-56.915,90	-52.699,91	-48.796,21	-45.181,67	-41.834,88	-38.736,00
Troškovi osiguranja	-287.307,17	-266.025,15	-246.319,59	-228.073,69	-211.179,34	-195.536,43	-181.052,25
Troškovi naknada	-40.762,06	-37.742,65	-34.946,90	-32.358,24	-29.961,33	-27.741,98	-25.687,01
Anuitet za otplatu kredita	-3.089.848,72	-2.860.971,04	-2.649.047,26				
<b>Investicioni troškovi – CAPEX</b>							
<b>UKUPNI NOVČANI ODLIVI</b>	<b>-6.184.896,42</b>	<b>-5.755.167,92</b>	<b>-5.356.715,85</b>	<b>-2.529.369,42</b>	<b>-2.372.201,70</b>	<b>-2.216.748,71</b>	<b>-2.067.723,05</b>
<b>NETO NOVČANI TOK PRIJE OPOREZIVANJA</b>	<b>2.853.272,21</b>	<b>2.671.191,93</b>	<b>2.502.454,01</b>	<b>4.791.999,10</b>	<b>4.470.450,35</b>	<b>4.159.706,86</b>	<b>3.865.520,07</b>
Porez na dobit (10%)	285.327,22	267.119,19	250.245,40	479.199,91	447.045,03	415.970,69	386.552,01
<b>NETO NOVČANI TOK POSLIJE OPOREZIVANJA</b>	<b>2.567.944,99</b>	<b>2.404.072,74</b>	<b>2.252.208,61</b>	<b>4.312.799,19</b>	<b>4.023.405,31</b>	<b>3.743.736,17</b>	<b>3.478.968,07</b>
<b>Kumulativ</b>	<b>28.075.900,82</b>	<b>30.479.973,56</b>	<b>32.732.182,17</b>	<b>37.044.981,36</b>	<b>41.068.386,67</b>	<b>44.812.122,84</b>	<b>48.291.090,90</b>

Tabela 14. Realni novčani tokovi finansiranje realizacije Projekta u omjeru 20% vlastitih sredstava investitora i 80% kreditnih sredstava investitor