

CEE

Bankwatch
Network

Sažetak studije „Analiza održivih opcija grijanja za grad Tuzla, Federacija Bosne i Hercegovine“

Studiju pripremio Bernhard Schneider, konzultant inženjer za urbano planiranje, po narudžbi CEE Bankwatch Network

Sažetak pripremio CEE Bankwatch Network

Septembar 2021



Sadržaj

Sažetak	3
1. Trenutna situacija s grijanjem u Tuzli	4
1.1. Sustav grijanja (CHP Tuzla (kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije) + područje izvan mreže)	4
1.1.1. Proizvodnja toplinske energije - CHP termoelektrana Tuzla	5
1.1.2. Sistem daljinskog grijanja	5
1.1.3. Cijene	7
1.1.4. Energetska efikasnost objekata povezanih na mrežu	8
1.1.5. Područje van mreže daljinskog grijanja	8
2. Analiza potencijala za alternativna rješenja za daljinsko grijanje	9
2.1. Najnovija tehnologija daljinskog grijanja	9
2.2. Spisak održivih politika koncepta daljinskog grijanja četvrte generacije koji su dostupni na lokalnom nivou uzimajući u obzir zakonska ograničenja, poput očuvanja prirode (tehnički potencijal)	10
2.2.1. Napajanje	11
2.2.2. SWOT analiza - usporedba potencijalno prihvatljivih alternativa za područje do kojeg dolazi mreža daljinskog grijanja	11
3. Preporučena rješenja	18
3.1. Četvrta generacija daljinskog grijanja	18
3.2. Mjere za područje do kojeg ne dolazi mreža daljinskog grijanja	19
3.3. Mjere energetske efikasnosti (mreža + zgrade)	20
3.3.1. Gruba procjena potencijala uštede energije u grijanju i hlađenju (obnova zgrada, kotlova, cjenovnih sistema i distributivnih mreža)	21
3.3.2. Poboljšanja distribucijske mreže daljinskog grijanja - potencijal za poboljšanje efikasnosti distribucije energije za grijanje/hlađenje	22
4. Sljedeći koraci potrebni za početak implementacije daljinskog grijanja četvrte generacije u Tuzli	24
4.1. Regulatorni i finansijski aspekti, moguće finansiranje	24
4.2. Tehnička pitanja koja treba razmotriti kako bi se implementirala ova rješenja	24
4.3. Prijedlog organizacijske strukture koja može promovirati i upravljati procesom	25
4.4. Preporuke za osnovni scenario i planiranje narednih koraka (sa okvirnim vremenskim rokom) koji su potrebni da bi se iskoristio raspoloživi potencijal	25

Autor Studiju pripremio Bernhard Schneider, konzultant inženjer za urbano planiranje, po narudžbi CEE Bankwatch Network
Sažetak pripremio CEE Bankwatch Network

Izjava zahvalnosti Amel Husić, Centralno grijanje d.d. Tuzla
Denis Žiško, Centar za ekologiju i energiju Tuzla

Dizajn Peter Slingiert

Slika naslovnice Tuzla, Bosna i Hercegovina.
Fotografija sa Wirestock-a putem Adobe Stock-a



Ova publikacija je izrađena uz finansijsku pomoć SIDA-e i Evropske unije. Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost CEE Bankwatch Network i ni pod kojim uvjetima ne odražava stavove SIDA-e ili Evropske unije.

Sažetak

Trenutno je kvalitet zraka grada Tuzla, Bosna i Hercegovina (BiH) među **najgorim** u EU i na Zapadnom Balkanu. Budući da se blokovi 3 i 4 tuzlanske termoelektrane na ugalj, moraju zatvoriti do kraja 2023. godine, a blokovi 5 i 6 u sljedećoj deceniji, grad se suočava sa jedinstvenom prilikom da obezbijedi mjesto među najčišćim i tehnološki „najpametnijim“ gradovima, kada je u pitanju opskrba toplotnom energijom i kvalitet zraka, u jugoistočnoj Europi.

Osim predstojećeg završetka rada sadašnje termoelektrane, nekoliko dodatnih preduvjeta kvalificira Tuzlu da preuzme vodeću ulogu modela grada čistog grijanja:

- prisutnost podzemnih rudnika i kaverni rudnika soli koji se više neće koristiti ili će prestati da se koriste u narednoj deceniji, čime se nude uslovi za podzemno skladištenje toplinske energije koristeći slanicu kao medijum; činjenica da se ovi rudnici nalaze na području daljinskog grijanja jedinstvena je u Evropi.
- prilično veliko sunčevo zračenje, kvalificirajući grad za prikupljanje solarne toplinske energije.
- neiskorišteni potencijal biomase.
- dobro funkcionirajuća i široko korištena mreža daljinskog grijanja, u vlasništvu grada, koja može biti okosnica buduće distribucije toplinske energije.
- gradska uprava sa dokazanom sposobnošću uspješne implementacije velikih projekata.
- mogućnost pristupa međunarodnim i EU sredstvima potrebnim za prestanak ovisnosti Tuzle o uglju.

S druge strane, postoje određeni izazovi koje je potrebno riješiti kako bi se implementirali ambiciozni projekti grijanja:

- nedostatak potpuno dosljednog zakonodavstva, efikasne i jasne raspodjele nadležnosti u odlučivanju, brze i pristupačne procedure javne uprave, te nepostojanje detaljnih mapa puta i programa za postizanje klimatskih ciljeva.
- nedostatak podataka potrebnih za prethodnu procjenu izvodljivosti naprednih rješenja grijanja (npr. veličina, geološki parametri i dostupnost podzemnih skladišta toplinske energije).
- nizak prihod mnogih lokalnih domaćinstava. Kao posljedica toga, građanima će biti teško sufinansirati potrebna početna ulaganja za nova rješenja daljinskog grijanja. Osim toga građani imaju druge prioritete, a mjere energetske efikasnosti nisu među njima, te nema kolektivnog iskustva o uspješnoj zajedničkoj implementaciji velikih ekoloških i/ili društvenih projekata.
- nedostatak informacija u javnosti, o najnovijim tehnologijama grijanja, često u kombinaciji s pasivnim mentalitetom i nepovjerenjem; u isto vrijeme, javnost je izložena masovnoj promociji korištenja ugljena, koja ne otkriva uvijek sve činjenice o ovoj industriji.
- raširena predrasuda da rješenja naprednih modela odgovaraju samo najbogatijim zemljama. S obzirom na to da su bosanskohercegovački inženjeri konkurentno obrazovani i kvalificirani i uzimajući u obzir gore navedene prednosti, ovu predrasudu treba napustiti, jer samo održava postojeći razvojni zaostatak zemlje.
- opasnost od prekomjernog iskorištavanja šuma pri povećanju sagorijevanja biomase zbog nedostatka pravila, nadzora i sankcija u sektoru šumarstva.

Bernhard Schneider, inženjer konzultant za urbano planiranje, po narudžbi CEE Bankwatch Network, proveo je studiju kako bi ispitao moguća rješenja za grijanje u Tuzli, koja se trenutno oslanja na zastarjele blokove termoelektrane na uglj za daljinsko grijanje. Nakon pažljivog pregleda dostupnih rješenja i njihovih prednosti i slabosti, u studiji je dat transparentan proces pripreme odluka. Studija pokazuje **da je tehnički moguće potpuno zamijeniti lokalnu upotrebu uglja (za električnu i toplinsku energiju) sa solarnom energijom**. Ovo rješenje zahtijevat će velika poboljšanja efikasnosti korištenja toplinske energije u zgradama, transformaciju toplinske mreže u niskotemperaturnu mrežu četvrte generacije daljinskog grijanja, sa važnom ulogom toplotnih pumpi. To će zahtijevati visok nivo financijskih ulaganja i duboko uključivanje vlasnika kuća. Rješenje će najvjerojatnije biti ekonomski izvedivo ukoliko geološka studija, koja se tek treba provesti, identificira dovoljne kapacitete podzemnih skladišta.

Kako bi se odgovorilo na ove neizvjesnosti, razvijena je i druga opcija, a koja se sastoji se od ambicioznog programa energetske efikasnosti u kombinaciji s izgradnjom kogeneracijske toplane na biomasu, u području termoelektrane na uglj i značajnom rekonstrukcijom mreže daljinskog grijanja. U ovoj opciji, građani i investitori imali bi više vremena za ugradnju instalacija na solarnu energiju. Naselja koja pokažu interes da prvi pokrenu ovaj proces mogu odmah početi zamjenu svojih visokotemperaturnih toplinskih cijevi sa niskotemperaturnom mikromikromrežom s izmjenjivačima topline, te instalaciju kapaciteta za skladištenje solarne toplinske energije i lokalnih toplotnih pumpi.

U razdoblju prelaza na bilo koju od ove dvije opcije, toplinska energija se može isporučivati iz postojećeg bloka 6 termoelektrane na uglj. Za usporedbu su analizirani i nastavak loženja uglja u planiranom novom bloku 7 termoelektrane Tuzla i spaljivanje otpada, ali su rezultati bili negativni sa stanovišta ekonomije i održivog razvoja.

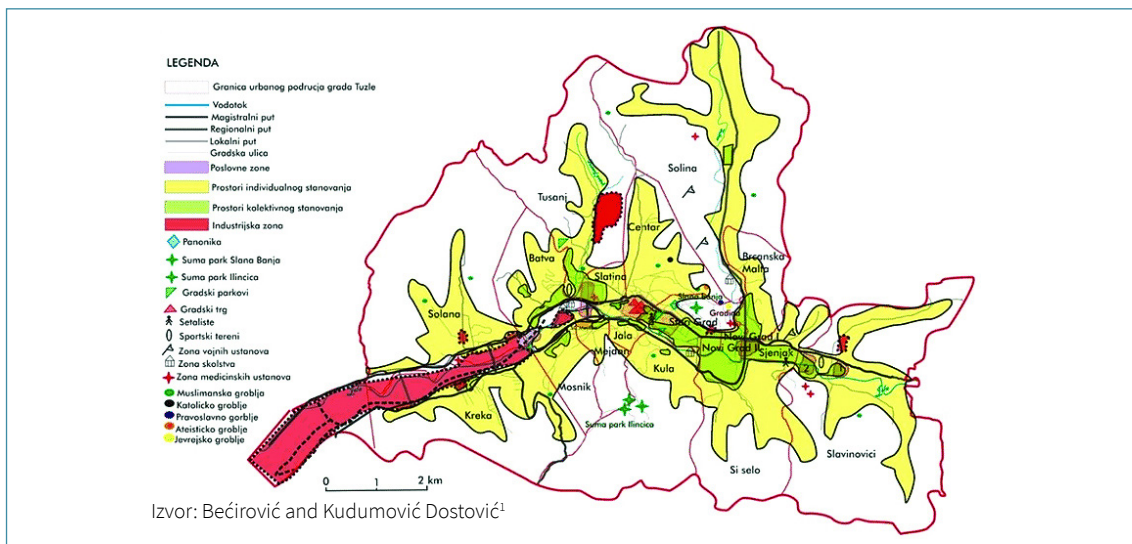
1. Trenutna situacija s grijanjem u Tuzli

1.1. Sustav grijanja (CHP Tuzla (kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije) + područje izvan mreže)

Tuzla je grad u sjeveroistočnom dijelu Bosne i Hercegovine (BiH). Sjedište je Tuzlanskog kantona i ekonomski, naučni, kulturni, obrazovni, zdravstveni i turistički centar sjeveroistočne Bosne. Popisom iz 2013. godine identificirano je ukupno 110.979 stanovnika u općini, od kojih 80.575 živi unutar granica grada, a 30.409 u predgrađu.

Na sljedećoj karti prikazana je zona rezervirana za centralne funkcije, prostor kolektivnog stanovanja u zelenoj boji, zone individualnog stanovanja u žutoj boji, industrijske zone u crvenoj boji, te ljubičaste zone rezervirane za poslovne aktivnosti.

Slika 1: Pregled korištenja zemljišta



¹ Funkcionalno-prostorna struktura grada Tuzla. Izvor: Topografska karta, List Tuzla, 1977; Prijedlog prostornog plana grada Tuzla 2010-2030, Zavod za urbanizam grada Tuzla, Tuzla, 2011; Terensko istraživanje provedeno od oktobra 2010. do marta 2011. godine na teritoriji Grada Tuzla, dokumentacija dostupna lokalnim zajednicama. Almira Bećirović i Fadila Kudumović Dostović, [Basic features of modern functional-spatial structures of Tuzla city, Acta Geographica Bosnia et Herzegovina](#) 6, no. 12, decembar 2019.

Struktura naselja cijele jedinice lokalne uprave grada Tuzle može se grubo podijeliti na dvije vrste:

- centralni dio, kojeg karakterizira povijesno gradsko jezgro i guste stambene blokovske zgrade pomiješane sa trgovinom i uslugama
- stambene četvrti, koje karakteriziraju male porodične kuće izgrađene uglavnom linearnim strukturama s prilično velikom gustoćom naselja na rubnim područjima

S administrativnog gledišta, grad Tuzla je shodno tome podijeljen na gradsko područje i rubna naselja („drugo područje izvan granica grada Tuzle“).

Predviđa se da će stanovništvo Tuzle umjereno porasti na 85.404 (+6 posto) do 2030. godine, te na 92.660 (+15 posto) do 2050.² godine.

Veličina domaćinstva u tuzlanskim stambenim zgradama koje su povezane na daljinsko grijanje (2019.) iznosi 55 kvadratnih metara i 3,1 osobu po domaćinstvu,³ što je ispod bosanskog prosjeka od 3,41 osobu po domaćinstvu (2013.).

1.1.1 Proizvodnja toplinske energije - CHP termoelektrana Tuzla

Tuzla ima najveći sistem daljinskog grijanja u Bosni i Hercegovini zasnovan na kogeneraciji. Toplinska energija za sisteme daljinskog grijanja se proizvodi u blokovima 3 i 4 termoelektrane na ugalj, koja takođe isporučuje toplinsku energiju općini Lukavac. Izvori energije, lignit i mrki ugalj, snabdijevaju se iz obližnjih rudnika uglja Kreka i RMU Banovići. Blokovi 3 i 4 morat će se zatvoriti do 2023. godine u skladu sa obavezama BiH o kontroli zagađenja prema Ugovoru o energetskeoj zajednici.

Javno preduzeće za opskrbu energijom Elektroprivreda Bosne i Hercegovine (EPBiH), vlasnik kogeneracijskih objekata, planira izgraditi novi blok 7 termoelektrane Tuzla, snage 450 MW, koji bi zamijenio blokove 3 i 4 postojećeg postrojenja. Prema okolinskoj dozvoli, novi blok Tuzla 7 prekršiti će obavezujuće granice emisija zagađujućih materija koje je odredila EU.⁴ BiH je također u opasnosti od sankcija Energetske zajednice zbog tvrdnji da je projekat Tuzla 7 dobio ilegalnu državnu pomoć. Sekretarijat Energetske zajednice pokrenuo je u martu 2019. godine postupak rješavanja sporova protiv BiH.⁵ Osim toga, budući da je BiH potencijalni kandidat za članstvo u EU, Evropska komisija redovno prati napredak politika u raznim oblastima, postignut u BiH.⁶ U izvještaju o napretku za 2020. godinu navodi se da u oblasti energetike neke od uvedenih mjera, **uključujući projekat izgradnje bloka 7 termoelektrane Tuzla, predstavlja korak u pogrešnom smjeru.**

BiH treba bolje rješenje od ovog kršenja međunarodnih obaveza i teškog narušavanja regionalnog okruženja.

Trenutno je u pripremi i modernizacija postojećeg bloka 6. Ovaj blok također može isporučivati toplinsku energiju revitalizacijom postrojenja. Ova mjera uključuje ugradnju nove opreme u blok 6. Rekonstrukcija ima za cilj produžiti vijek trajanja s povećanom efikasnošću, pouzdanošću i snagom.

2 Worldometers.info, [Bosnia and Herzegovina population](#), zadnji pregled 17 Jun 2021.

3 [Tuzla District Heating System, Tuzla, Bosnia and Herzegovina](#), *Global District Energy Climate Awards*, zadnji pregled 16 Juli 2021.

4 CEE Bankwatch Network, [Planned coal power plants in the Western Balkans versus EU pollution standards](#), Juni 2017.

5 Vladimir Spasić, [Update: Site for coal project Tuzla ready as Energy Community hints at sanctions](#), *Balkan Green Energy News*, 28 Oktobar 2020.

6 European Commission, [Bosnia and Herzegovina 2020 Report Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – 2020 Communication on EU Enlargement Policy](#), 6 Oktobar 2020.

7 Upgrade DH, [Tuzla, Bosnia and Herzegovina](#), zadnji pregled 17 Juni 2021.

1.1.2 Sistem daljinskog grijanja

Sistemom daljinskog grijanja Tuzla upravlja „Centralno grijanje“ d.d. Tuzla (CG), kompanija koju je osnovala općina Tuzla.⁷

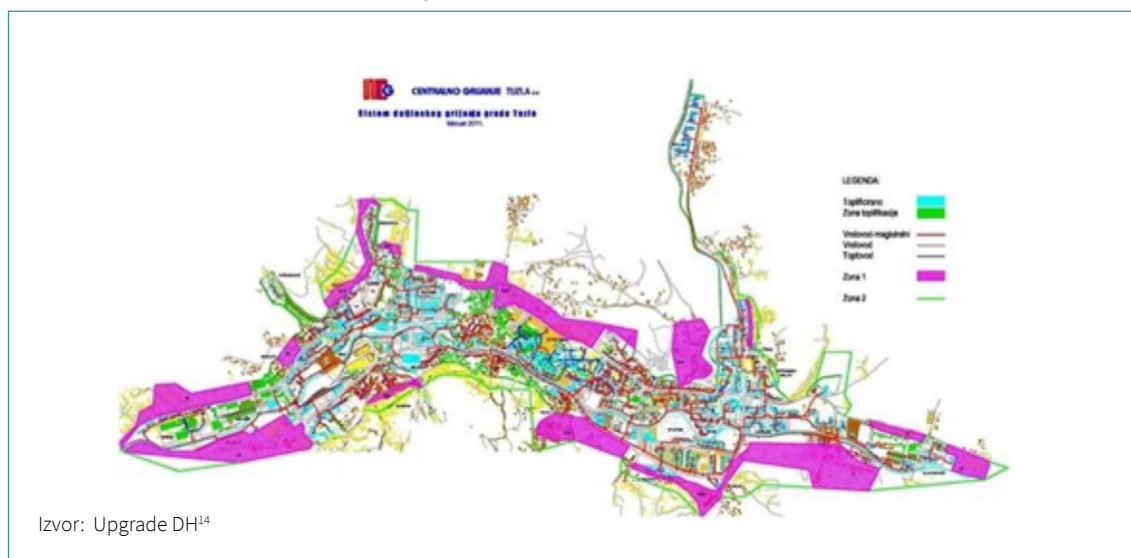
Nakon rekonstrukcije mreže i modernizacije mrežnih cijevi i toplotnih podstanica 2005. godine,⁸ sistem je dostigao godišnju nosivost toplinske energije od **300.000 MWh_{th}**.⁹ Trenutna snaga je porasla na neto kapacitet od 220 MW_{th}. Toplinska energija se isporučuje samo za potrebe zagrijavanja prostorija, pri **polaznoj temperaturi od 130°C i povratnoj temperaturi od približno 60°C¹⁰** (pri nominalnom pritisku do 25 bara i pri -17°C spoljnoj temperaturi vazduha i stalnom protoku fluida¹¹). U posljednjih nekoliko godina instalirani kapacitet porastao je na **240 MW_{th}**. U normalnim uslovima, toplinska energija se isporučuje cijeli dan, uključujući i noć; ali ponekad se potreba za toplinskom energijom ne može u potpunosti podmiriti.

Sistem je zatvoren, što znači da se sva topla voda isporučena iz tuzlanske termoelektrane vraća u termoelektranu nakon prijenosa energije na pojedinačnim pod-stanicama. Ukupna dužina prijenosne mreže porasla je na 19,6 kilometara, a ukupna dužina distributivne mreže je 170 km.¹² Promjer cijevi se kreće između DN 600 i DN 250.¹³ Opskrba toplinskom energijom se vrši samo tokom sezone grijanja (oko pola godine).

Oko 80 posto tuzlanskih potrošača toplinske energije priključeno je na mrežu daljinskog grijanja. Ovaj vrlo veliki udio omogućio bi iznimno brz prelazak iz grada sa visokim emisijama, prelaskom na obnovljivu čistu energiju, u model grada sa čistim grijanjem. Postoji oko **900 toplinskih podstanica**. Ukupna površina grijanog prostora je **1.732.660 m² površine u vlasništvu 23.200 kupaca** (gotovo 90 posto domaćinstava i 10 posto komercijalnih kupaca).

Plan razvoja mreže daljinskog grijanja za 2011. predviđao je povećanje mreže na nekoliko područja, od kojih je većina umjereno do gusto naseljena (prikazano ružičasto na donjoj karti). Neka od ovih područja također su planirana za stambenu i poslovnu izgradnju.

Slika 2: Karta proširenja mreže daljinskog



7 Upgrade DH, [Tuzla, Bosnia and Herzegovina](#), zadnji pregled 17 Juni 2021.

8 [Tuzla District Heating System, Tuzla, Bosnia and Herzegovina](#).

9 Ibid.

10 According to more recent information. In 2017, heat temperature was 145/75°C. [Tuzla District Heating System, Tuzla, Bosnia and Herzegovina](#).

11 Upgrade DH, [Tuzla, Bosnia and Herzegovina](#).

12 Ibid.

13 Ibid.

14 Ibid.

Godišnja potrošnja toplinske energije domaćinstava povezanih na daljinsko grijanje u Tuzli (116 MWh u 2020. i 2021.) znatno je niža od nacionalnog prosjeka od 295 MWh u 2019. Čini se da je ova razlika uzrokovana brojnim faktorima:

- kombinacija sa drugim izvorima toplinske energije u domaćinstvima; električni grijači i peći na drva mogu se koristiti u stambenim jedinicama povezanim na mrežu (43 posto)
- ograničen vršni kapacitet daljinskog grijanja koji ograničava prodaju toplinske energije u hladnim zimskim noćima (5 posto)
- ograničeno vrijeme rada daljinskog grijanja (6 mjeseci) (10 posto)
- ispodprosječna veličina domaćinstva u gradu Tuzla (10 posto)
- Efikasniji građevinski fond (natprosječan udio višespratnih stambenih blokova) (10 posto) (Napomena: ovo je usporedba korisne toplinske energije koja ne uključuje gubitke na izvoru i tijekom transporta).

Sistem daljinskog grijanja Tuzla (2017)¹⁵

Kapacitet prijenosa topline	300,000 MWh _{th} p.a. ¹⁶
Polazna temperatura/povratna temperatura	130° / 60° C
Dužina prijenosne mreže	19.6 km
Dužina instaliranog cjevovoda	142.2 km
Korisnici (domaćinstva/javni sektor/komercijalni)	22,934 (20,979/156/1,799)
Površina grijanog prostora (domaćinstva/javni sektor/komercijalni)	1,718,787 (1,158,402/220,460/339,925) m ²
Propusnost	2,340 m ³ - 2,800 m ³ per hour
Diferencijalni pritisak	16.1 bar

Sadašnja mreža daljinskog grijanja projektirana je za 220 kW, pa stoga trenutno instalirana snaga od 240 kW ponekad uzrokuje probleme s hidraulikom. Istočni dio Tuzle odlikuje velika udaljenost prenosa toplinske energije, pa problemi s hidraulikom postaju očigledni uglavnom u istočnim dijelovima grada. Pritisak u dovodnom vodu je znatno veći nego u povratnom vodu.

Kako bi riješili ove probleme, kompanija koja upravlja sistemom daljinskog grijanja je istražila mogućnost instaliranja velikih toplotnih pumpi na nekim od važnijih podstanica. Toplotne pumpe bi trebale pomoći da se postigne potrebna temperatura čak i u vrijeme najveće potrošnje, kada centralni izvor ne može isporučiti dovoljno toplinske energije u ove dijelove mreže.

1.1.3 Cijene

U BiH trenutna cijena toplinske energije nije zasnovana na stvarnim troškovima i većinu kompanija za daljinsko grijanje subvencioniraju lokalne uprave. Donošenje odluka vodi se lokalno i bitno se razlikuje ovisno o lokaciji. Ne postoji nezavisno regulatorno tijelo, a tarifna metodologija, izračun i odobravanje, uspostavljeni su na kantonalnom i općinskom/gradskom nivou. Prevladavajući oblik naplate toplinske energije je paušalna stopa po kvadratnom metru. Kako bi se građani obrazovali i motivirali za uštedu energije, potrebno je uvođenje sheme određivanja cijena vezanih za potrošnju, s mjerenjem isporučene toplinske energije za svakog kupca i regulacija temperature termostatskim radijatorskim ventilima u svim grijanim prostorijama.

U Tuzli su cijene toplinske energije niske, a takve niske cijene su potrebne kako bi se izbjeglo energetska siromaštvo velikog dijela stanovništva. Većina zemalja rješava takve probleme prelaskom na tržišne cijene, koje pokrivaju troškove proizvodnje, zajedno sa subvencijama koje se isplaćuju socijalno ugroženim grupama.¹⁷

¹⁵ [Tuzla District Heating System, Tuzla, Bosnia and Herzegovina.](#)

¹⁶ Sezona grijanja 2020/21: 304 000 MWh, prema informaciji dostavljenoj od strane A. Husić, CG Tuzla.

¹⁷ Majda Tešanović i Jasna Hivziefendić, 'Survey of Energy Poverty in Bosnia and Herzegovina', in *Advanced Technologies, Systems, and Applications IV - Proceedings of the International Symposium on Innovative and Interdisciplinary Applications of Advanced Technologies* (IAT 2019), 126-136.

Javnoj upravi je često jeftinije financirati energijsku obnovu od računa za energiju, pa je subvencioniranje toplinske energije za sve, neefikasno korištenje javnih sredstava. Ako bi se programima pametnog finansiranja mogao riješiti problem toplotne izolacije objekata, to bi mogla postati okosnica modernizacije cijelog sistema daljinskog grijanja Tuzle.

1.1.4 Energetska efikasnost objekata povezanih na mrežu

Projekt preuređenja pokrenut 2011. godine doveo je do kapaciteta sistema od 2.300 m³ na sat,¹⁸ dok je potreban protok za zadovoljenje potreba za grijanjem povezanih domova, javnih i poslovnih zgrada i drugih objekata bliži 2.800 m³ na sat. Nedostaci sistema posebno su se osjetili zimi ujutro, kada su se stanovnici budili u hladnim prostorijama. Kako bi povećala efikasnost sistema, podigla nivo zadovoljstva krajnjih korisnika i poboljšala stabilnost sistema, lokalna kompanija za grijanje odlučila je postepeno modernizirati i zamijeniti većinu komponenti sistema, od podstanica do mjerača energije u individualnim kućama.¹⁹

Za obnovu su postavljeni sljedeći ciljevi:

- Snabdijevanje niskotemperaturnog daljinskog grijanja postojećim i novim zgradama u mreži
- Distribucija toplinske energije uz minimalne gubitke na mreži
- Recikliranje toplinske energije iz izvora niske temperature i integriracija obnovljivih izvora, npr. solarne i geotermalne toplinske energije
- Implementacija pametnog energetskog sistema, kojim će se balansirati potražnja i ponuda u svakom trenutku
- Osigurati odgovarajuće strukture planiranja, troškova i motivacije za postizanje održivog energetskog sistema²⁰

Uprkos postignutim uspjesima, ovi ciljevi još nisu postignuti. Do sada, objekti koji su priključeni na mrežu daljinskog grijanja nisu dovoljno energetske efikasni, zbog niskih cijena energije.

1.1.5. Područje van mreže daljinskog grijanja

Mreža daljinskog grijanja doseže sve gusto naseljene dijelove (pa čak i mnoge umjereno gusto naseljene četvrti sastavljene od jednospratnih ili dvospratnih porodičnih kuća) grada Tuzla.

Neki dijelovi Tuzle ne mogu se efikasno povezati na mrežu daljinskog grijanja. Karakteriše ih niska gustina naselja, često nejasna vlasnička prava, komplikovani parametri nadmorske visine, a često i poljoprivredno i šumsko zemljište koje je potrebno preći da bi se došlo do naselja. Dominantni tip zgrada su porodične kuće male veličine. Ova područja se sastoje od približno 5.500 domaćinstava.

Postoje i zgrade koje iz različitih razloga nikada nisu bile spojene na mrežu daljinskog grijanja iako se nalaze u njenoj blizini, te druge koje su bile povezane, ali su prestale kupovati toplinsku energiju iz mreže. Procjena kompanije „Centralno grijanje“ d.d. Tuzla²¹ je da trenutno, od 27.000 domaćinstava koja se nalaze u gradu Tuzla,²² približno 6.000 domaćinstava (14 posto) ne uzima toplinsku energiju iz mreže, bilo zato što su izvan zone daljinskog grijanja, ili su prestali kupovati toplinsku energiju.

Preostala domaćinstva u Tuzli kupci su „Centralnog Grijanja“ d.d. (86 posto). Naseljavaju gotovo sve gradske višespratne stambene blokove, uglavnom karakterizirane manjom godišnjom potrošnjom toplinske energije nego u obiteljskim kućama. Stoga se može pretpostaviti da **približno 82-84 posto konačne potrošnje toplinske energije** u privatnim kućanstvima Tuzle dolazi od toplinske energije koju osigurava centralna mreža daljinskog grijanja. Ako bi se mreža proširila, na nju bi se moglo priključiti i zemljište za izgradnju novog stambenog prostora.²³

18 Danfoss, [Renovation of a district heating network, Tuzla, Bosnia and Herzegovina](#), Danfoss, 25 November 2016.

19 Amer Karabegović, managing director of the Tuzla District heating company, in Danfoss, [Case story - Ambitious renovation of Bosnia and Herzegovina's largest CHP district heating network](#), Danfoss, 2016.

20 Danfoss, [Case story - Ambitious renovation of Bosnia and Herzegovina's largest CHP district heating network](#).

21 Informacija dostavljena u martu, 2021 od strane A. Husić, Centralno Grijanje d.d.

22 AdminStat, [Maps, analysis and statistics about the resident population](#), zadnji pregled 10 marta 2021.

23 Područje na jugu od Kule, koje obuhvaća Đure Đakovića i Vukovarsku, južno od džamije kralja Abdullaha bin Abdullaha do koledža Richmond Park, uključujući područje koje se proteže do zgrade EP i dalje prema zapadu; područje Luke Mondzakovača; područje u blizini bivšeg Tehnograda sjeverno od Slavinovića; područje od Poreske uprave do Krojčice, zapadni dio sjeverno od rijeke Jale, Hudec; Batva; Dragodol; područje na sjeveru u blizini Džemala Mandžića; Tušanj.

2. Analiza potencijala za alternativna rješenja za daljinsko grijanje

2.1. Najnovija tehnologija daljinskog grijanja

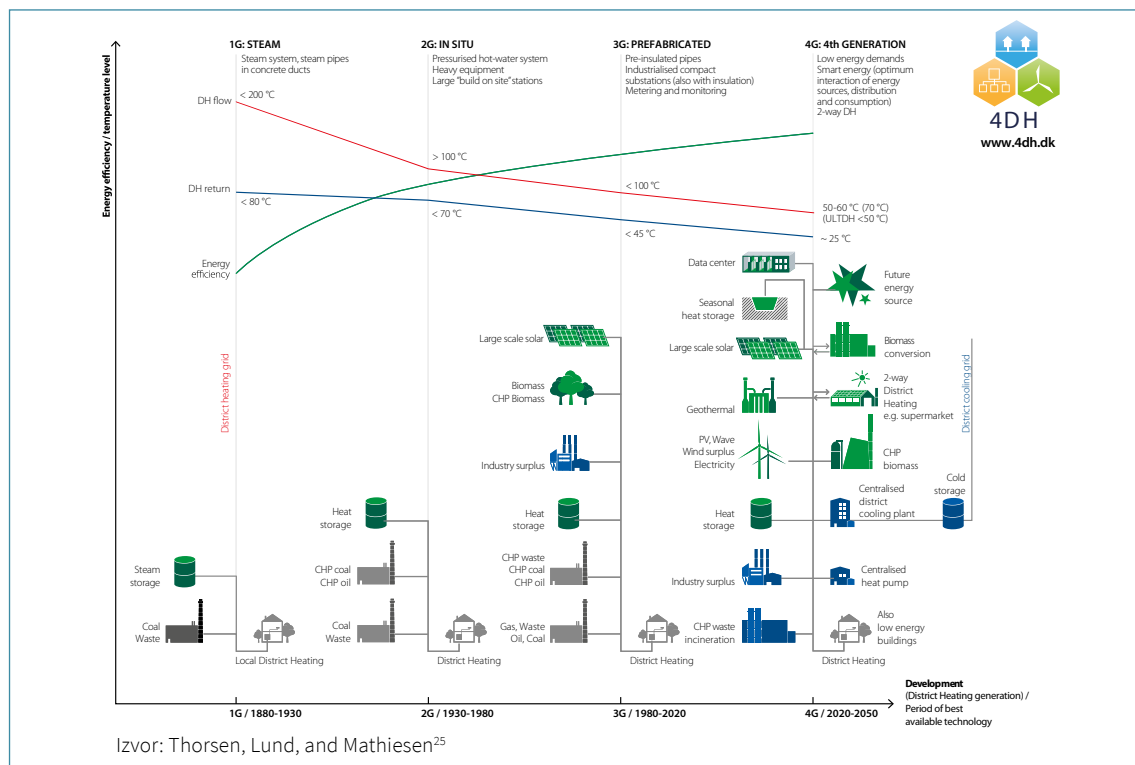
Uprkos konstantno smanjenoj gustoći grijanja gradskih naselja, zahvaljujući rastućem kvalitetu građevinskih omotača, ukupan broj, veličina i gustoća opskrbe mrežama daljinskog grijanja doživjele su snažan rast u mnogim zemljama centralne i istočne Evrope. Glavni razlog ovog trenda je pojava novih tehnoloških rješenja koja omogućuju skladištenje topline prikupljene ljeti i kombinaciju daljinskog grijanja s daljinskim hlađenjem. Daljinsko grijanje je posebno povoljno u klimatskim zonama sa hladnim zimama i toplim ljetima, te mjestima na kojima je dostupno ili se može izgraditi efikasno skladište topline. Oba kriterija važe za Tuzlu.

Trenutno dostupna najbolja tehnologija za sisteme daljinskog grijanja često se u stručnoj literaturi karakterizira kao **četvrta generacija daljinskog grijanja** (4GDH).

Da bi se klasificirao kao sistem četvrte generacije, sistem daljinskog grijanja mora zadovoljiti sljedeće zahtjeve, prema pregledu Lunda i sur. (2014)²⁴:

- mogućnost isporuke niskotemperaturnog daljinskog grijanja za grijanje prostora i sanitarne tople vode u postojeće zgrade, energetske obnovljene postojeće zgrade i nove nisko-energetske zgrade
- sposobnost distribucije toplinske energije u mrežama s malim gubicima u mreži
- sposobnost recikliranja toplinske energije iz nisko-temperaturnih izvora i integriranje obnovljivih izvora toplinske energije poput solarne i geotermalne energije
- sposobnost da budu integrirani dio pametnih energetskih sistema (tj. integrirane pametne mreže električne energije, plina, fluida i toplinske energije), uključujući mogućnost da budu integrirani dio sistema daljinskog grijanja četvrte generacije
- sposobnost osiguravanja odgovarajućih struktura planiranja, troškova i motivacije za rad, kao i za strateška ulaganja vezana za transformaciju u buduće održive energetske sisteme

Slika: 4G daljinsko grijanje



24 Henrik Lund et al., '4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems', Energy 68 (2014): 1–11.

25 Jan Eric Thorsen, Henrik Lund, and Brian Vad. Mathiesen, 'Progression of District Heating – 1st to 4th generation', 2018.

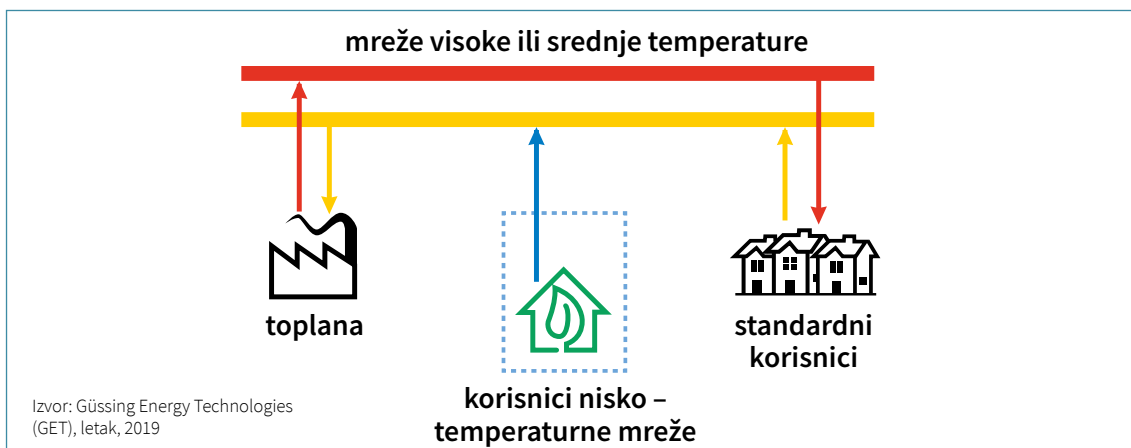
Trenutni sistem daljinskog grijanja u Tuzli je sistem druge generacije. U principu, uvijek treba procjenjivati investicione alternative počevši od najnovije pouzdano dostupne tehnologije, vraćajući se na ranija tehnološka rješenja samo u dobro opravdanim slučajevima, na primjer ako lokacija ne može osigurati potreban nivo stručnosti za tehničko održavanje, što svakako nije primjenjivo u ovom slučaju.

Mreža **daljinskog grijanja četvrte generacije** nužno je povezana s **najvišim mogućim standardima izolacije zgrada**, kako bi se ograničila potrebna količina toplinske energije, integrirala s pametnim električnim mrežama, te kako bi se balansirale potrebe za električnom energijom koresteći toplinske mase zgrada za skladištenje topline i na taj način ograničila potražnja za električnom energijom, kada postoji povećano opterećenje na mreži.

Nisko-temperaturni sistem daljinskog grijanja

Nisko-temperaturno daljinsko grijanje, s polaznim temperaturama ispod 65°C, postaje sve popularnije za kupce s niskim toplinskim potrebama. Prednost je u tome što se gubici toplinske energije u cijevima smanjuju i što se mogu koristiti polimerne cijevi. Osim toga, niske temperature nude mnogo povoljnije uvjete za integraciju drugih nisko-temperaturnih (ili djelimično nisko-temperaturnih) izvora toplinske energije, poput solarnih termalnih instalacija, toplotnih pumpi ili otpadne toplinske energije iz industrije. Na niskim temperaturama bakterije Legionele mogu predstavljati problem. Stoga će za opskrbu toplom sanitarnom vodom možda biti potrebni dodatni uređaji, poput izmjenjivača topline. Nisko-temperaturni sistemi se mogu koristiti i kao podsistemi u visoko ili srednje temperaturnim mrežama, a takođe mogu uključiti pripremu tople sanitarne vode u rad toplotnih pumpi.²⁶

Slika 3: Upotreba povratne temperature za kupce/mreže na niskim



Povratna cijev se može koristiti kao protočna cijev za nisko-temperaturni sistem. Nakon korištenja topline, može se vratiti u povratnu cijev. Prednosti nisko-temperaturnog daljinskog grijanja su u tome što se smanjuje gubitak toplinske energije u mreži, što rezultira uštedom energije i smanjuje troškove energenta. Smatra se da nisko-temperaturni sistemi daljinskog grijanja nisu skuplji za izgradnju od konvencionalnog daljinskog grijanja. Na primjer, u Austriji postoje nisko temperaturne mreže uspostavljene sa konstantnom temperaturom polaznog voda od 55°C tokom cijele godine. Spojene su samo zgrade s niskim energetske potrebama (podno grijanje ili nisko-temperaturni radijatori), u gusto naseljenim područjima gdje nisu potrebne cijevi za prenos toplinske energije na velike udaljenosti.²⁷

2.2 Spisak održivih politika koncepta daljinskog grijanja četvrte generacije koji su dostupni na lokalnom nivou uzimajući u obzir zakonska ograničenja, poput očuvanja prirode (tehnički potencijal)

Daljinsko grijanje četvrte generacije je previše složeno da bi se tretiralo kao jedan energetske projekt, ali ima karakter koncepta gradskog grijanja. Potrebna je volja za sveobuhvatno redizajniranje urbane politike grijanja. Kada složeno veliko infrastrukturno rješenje dođe do kraja svog životnog ciklusa, to inicira

26 Michael Kropp, Oliver Hörnle, Stefan Hess, Jeannette Wapler and Manuel Lämmle, [Einfluss der Trinkwarmwasser-Systemvariante auf die Performance von Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern](#), ed. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Nachhaltige Technische Systeme – INATECH and Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, 2020, zadnji pregled 22 decembar 2020.

27 Gregor Goetzl, Geologische Bundesanstalt and AIT, [DEGENT-NET Dezentrale geothermale Nieder-temperatur-Wärmenetze in urbanen Gebieten](#), 2017, zadnji pregled 10 novembar 2020.

potrebu za traženjem novih mogućnosti. Većina gradova nikada ne dosegne ovu točku, jer uvijek upravljaju infrastrukturnim sustavima koji su se postupno nadograđivali, pa je prelazak na četvrtu i petu generaciju sustava daljinskog grijanja uglavnom povezan sa zatvaranjem rudnika ili završetkom rada starog sustava grijanja.

Međutim, postepeni završetak loženja uglja u Tuzli, prilika je za redefiniranje cjelokupne energetske infrastrukture grada, koristeći postojeću termoelektranu i mrežu daljinskog grijanja kao vrijedne infrastrukturne objekte kojima se može dati nova uloga. Ova lokacija je optimalno mjesto za implementaciju rješenja evropskog modela za integrirani, visoko efikasan energetski sistem, prilagođen korisnicima i bez korištenja fosilnog goriva (uglja), sa srednjoročnom perspektivom povrata. Osim u izuzetnim slučajevima, takav sistem se ne može bazirati samo na jednom energetskom resursu.

Mjere koje se preporučuju za sektor grijanja mogu se podijeliti na dva dijela:

- područje pokriveno centralnom mrežom daljinskog grijanja, u kojem će predložene mjere obuhvatiti zamjenu izvora toplinske energije, modernizaciju mreže i njeno upravljanje i nadzor, kao i mjere energetske efikasnosti u građevinskom fondu.
- područje koje nije pokriveno centralnom mrežom daljinskog grijanja, u kojem će predložene mjere obuhvatiti izgradnju nezavisnih mikromreža, modernizaciju lokalnih izvora toplinske energije i mjere energetske efikasnosti u građevinskom fondu.

2.2.1 Napajanje

Snabdijevanje toplinskom energijom iz centralnih kotlova na ugalj treba zamijeniti samo izvorima energije koji su kompatibilni s međunarodnim obavezama koje je Bosna i Hercegovina preuzela. Međutim, BiH nema dosljednu temeljnu strategiju. S jedne strane, potpisala je Zelenu agendu za Zapadni Balkan, obavezujući se da će usvojiti klimatski zakon EU i stoga postići klimatsku neutralnost do 2050. godine.²⁸ Ali njen nedavno usvojeni dokument drugi Nacionalno Utvrđen Doprinos nije ni blizu ovako ambiciozan. Cilj smanjenja emisije stakleničkih plinova u BiH za 2030. godinu iznosi 12,8 posto u odnosu na 2014. ili 33,2 posto u odnosu na 1990. Dok je cilj za 2050. godinu 50,0 posto u odnosu na 2014. ili 61,7 posto u odnosu na 1990. godinu.²⁹

Postepeno zatvaranje tuzlanske termoelektrane stvara priliku za održivi prelazak na obnovljive izvore. Studija stoga primjenjuje princip da upotreba fosilnih goriva ni na koji način nije opcija za buduće snabdijevanje Tuzle toplinskom energijom, jer će se u narednim godinama potpuno ukinuti. Osim toga, primjenom integrirane analize koja pokriva ekonomiju, klimatsku politiku, resursnu politiku i zaštitu okoliša, određene tehnologije i pristupi, poput spaljivanja otpada, nikako se ne mogu preporučiti za Tuzlu. Opće je prihvaćen princip u oblasti ekonomije resursa da prioritet treba dati smanjenju otpada.

Na osnovu najnovije/najsuvremenije tehnologije, sljedeće tehnologije su dostupne za održivu proizvodnju toplinske energije u Tuzli:

- solarna toplinska energija
- skladištenje toplinske energije u rudnicima soli
- geotermalna i ambijentalna toplina za rad toplotnih pumpi
- biomasa
- zelena električna energija koja se koristi za rad toplotnih pumpi i mreže daljinskog grijanja, proizvedena fotonaponskim panelima, u kogeneracijskim postrojenjima na obnovljive izvore i u vjetroelektranama.

Za odabir najprikladnijeg rješenja među ovim pristupima treba koristiti metodu poput analize isplativosti. Takva analiza troškova i koristi trebala bi slijediti pravila utvrđena u službenim smjernicama EU o metodologiji isplativosti.³⁰

28 Regional Cooperation Council, [Sofia Declaration on the Green Agenda for the Western Balkans](#), 10 November 2020.

29 [Nationally determined contribution of Bosnia and Herzegovina for the Period 2020-2030](#), United Nations Climate Change, April 2021.

30 European Commission, Joint Research Centre, [Best practices and informal guidance on how to implement the Comprehensive Assessment at Member State level](#), 2015.

2.2.2 SWOT analiza - usporedba potencijalno prihvatljivih alternativa za područje do kojeg dolazi mreža daljinskog grijanja

1) Blok 7 termoelektrane Tuzla na ugalj sa upotrebom postojećeg bloka 6 do završetka izgradnje

Ova je opcija uključena u dugačku listu mogućnosti kako bi se omogućilo poređenje, jer će donosioci odluka uporediti sve održivije opcije sa scenarijem izgradnje bloka 7 TE Tuzla. Za politički sektor, opcijom bloka 7 je lako upravljati, jer postoji jedno mjesto, jedna procedura dobijanja dozvole i jedan investitor, a ugovori o otkupu toplinske energije mogu tretirati proizvodnju toplinske energije gotovo kao rješenje po principu „ključ u ruke“, dok sve ostale opcije zahtijevaju česte i složene procedure donošenja odluka i strpljivo obrazlaganje razloga za donošenje istih. Budući da blok 7 može započeti s radom najranije 2025. godine, a blokovi 3 i 4 moraju biti isključeni do kraja 2023. godine, investitor bi u svakom slučaju morao obnoviti postojeći blok 6.

2) Spaljivanje otpada + solarna toplinska energija + plus manja zasebna CHP elektrana (kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije) na biomasu + manja solarna postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije s malim skladištenjem toplinske energije i decentraliziranim toplotnim pumpama + suspaljivanje kako bi se osiguralo dobro sagorijevanje + program energetske efikasnosti zgrada

Ova je opcija uključena na dugu listu, jer je spaljivanje otpada tehnički moguće i dobro uspostavljeno.

Otpad se stvara kontinuirano, dok je potražnja za toplinskom energijom sezonska, što će zahtijevati ili sezonsko skladištenje otpada ili kombinaciju s drugim nosačem energije, poput biomase.

Regija ne može stvarati toliko komunalnog otpada koliko bi bilo potrebno za rad postojeće mreže daljinskog grijanja u Tuzli. Nakon izgradnje, postrojenje za spaljivanje otpada morat će održavati visok energetska sadržaj otpada, što će vjerovatno ugroziti izbjegavanje otpada, ponovnu upotrebu i recikliranje frakcija bogatih energijom. Nakon izgradnje, interes operatera elektrane će biti da održi visoku potražnju za toplinom, što je suprotno potrebi poticanja primjene mjera energetske efikasnosti. Nadalje, spaljivanje otpada zahtijeva strogu i skupu prethodnu obradu i nadzor nad komunalnim otpadom kako bi se emisije držale u zakonskim granicama i izbjegla bilo kakva potreba za suspaljivanje sa fosilnim gorivima, zbog privremeno niskog energetske sadržaja otpada.

Komunalni otpad i lokalno sakupljena biomasa ne mogu u potpunosti podmiriti potrebe za toplinskom energijom u Tuzli, a uvoz otpada se mora izbjeci.

3) CHP elektrana (kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije) na biomasu + ambiciozan program energetske efikasnosti zgrada + podrška za decentraliziranu proizvodnju OIE i toplotne pumpe

Samo toplana na biomasu, bez programa energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije, ne bi bila razumno rješenje za Tuzlu, jer će se s povećanjem troškova energije s vremenom morati poboljšati energetska efikasnost. Ako mjere energetske efikasnosti počnu prije izgradnje postrojenja na biomasu, može se izgraditi toplana manjeg kapaciteta. Čak i u ovom slučaju, nekim mjerama energetske efikasnosti će trebati više vremena nego što je potrebno za završetak postrojenja na biomasu; mjere će također smanjiti potražnju za približno 10-20 posto u roku od jedne decenije, što se može nadoknaditi proširenjem mreže.

Scenarij biomase bez energije iz otpada ili fosilnih izvora općenito je moguć i stoga je uključen u usporedbu. Bilo bi, međutim, prilično zahtjevno nabaviti dovoljno biomase za kontinuirano snabdijevanje Tuzlanske mreže daljinskog grijanja. Ovako velika potražnja za biomasom dovela bi do rasta cijena biomase, izvršila bi pritisak na vlasnike šuma da prekomjerno koriste regionalne šume i mogla bi dovesti do nedostatka ponude za druge potrošače biomase u regiji. Pored toga, postoji opasnost da velike udaljenosti za transport biomase pokvare klimatski i energetska balans ovog rješenja zasnovanog na obnovljivim izvorima.

Tehnologija distribucije toplinske energije u ovom scenariju je sistem daljinskog grijanja treće generacije. Ipak se preporučuje korištenje određenih dijelova mreže daljinskog grijanja na nižim temperaturama i izgradnja kratkotrajnih (i gdje god je to moguće i sezonskih) spremnika energije (skladištenje leda,

skladištenje vode ili slanice). S obzirom na to da bi ugašena termoelektrana bila na raspolaganju, bilo bi logično izgraditi kombiniranu elektranu koja bi proizvodila toplinsku i električnu energiju na biomasu, koristeći postojeću infrastrukturu.

4) Solarna toplinska energija + sezonsko podzemno skladište + mreža daljinskog grijanja četvrte generacije + toplotne pumpe + ambiciozan plan energetske efikasnosti zgrada (kratki naziv: ‘četvrta generacija DG’)

Na listu je uključeno i rješenje zasnovano na najvećoj mogućoj upotrebi solarne energije. Najveći realni potencijal solarne energije je scenarij koji ne predviđa solarne termo panele na velikoj udaljenosti od mreže daljinskog grijanja i koji ne predviđa instalacije (posebno FN panele) na lokacijama koje su privremeno u sjeni između kasnih jutarnjih i kasnih poslijepodnevni sati. Nadalje, pretpostavljalo se da se vrijedno poljoprivredno i hortikulturno zemljište neće koristiti za velike solarne instalacije.

Prema ovom istraživanju, godišnje zračenje sunca u Tuzli iznosi oko 1.350 kWh godišnje, što stvara vrlo dobre uslove za efikasno i isplativo korištenje sunčevog zračenja za konverziju energije.

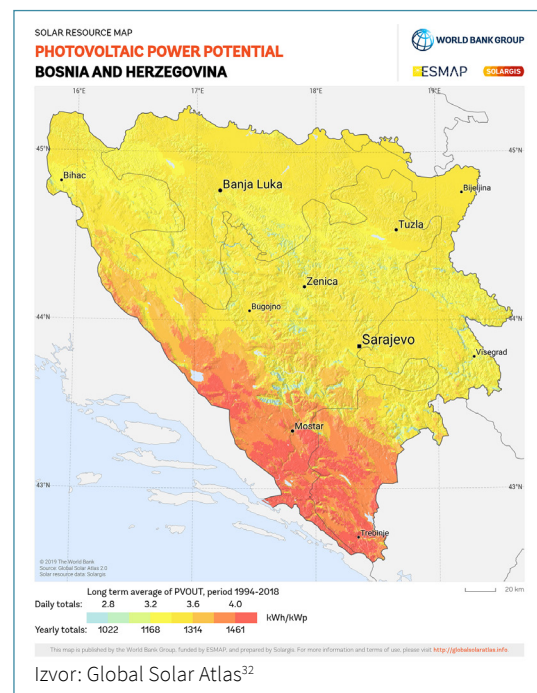
Prilikom ugradnje solarnih termalnih panela na krovove, gdje god je to razumno, ukupna procijenjena proizvodnja solarnog termalnog portfolija u Tuzli mogla bi doseći do 310.000 m² (187.000 GWht godišnje) sa 106 GWht proizvedenih na krovovima, a u postojećoj zoni elektrane potencijalno bi se moglo proizvesti još 81 GWht.

Ukoliko vlasnici objekata ne budu zainteresirani da instaliraju solarne termo panele, grad može povećati udio drugih obnovljivih izvora, izgraditi centralnu veliku solarnu termalnu instalaciju na neiskorištenom zemljištu sa dobrom solarnom ekspozicijom ili za vlasnike kuća primjeniti rješenje prilagođeno korisniku; npr. dobavljač toplinske energije CG mogao bi iznajmiti krovni prostor i izgraditi i upravljati instalacijama na period od 10 do 20 godina, prije nego što se vlasništvo nad instalacijom prenese na vlasnika kuće.

Najprikladniji lokalno dostupan obnovljivi izvor za proizvodnju električne energije je fotonaponski (FN). Povoljno solarno zračenje, prostor za montažu panela dostupan po niskim cijenama i niski nivoizirani troškovi energije (LCOE)³¹ podržavaju ovu preporuku. Prema Solargisu, PV potencijal za Tuzlu je približno 1.100 kWh/kWp.

Ukoliko se određeni dio energije, predviđene za toplotne pumpe, ne proizvodi putem FN (fotonaponskih) elektrana nego u vjetroelektranama, to ne bi snažno utjecalo na ukupnu ocjenu opcije. Mješavina sunca i vjetra dovodi do stabilnijeg vremenskog rasporeda opskrbe električnom energijom (na primjer dodajući noćne sate) i stoga bi mogla biti razumna. Cilj bi trebao biti proizvesti onoliko dodatne električne energije iz obnovljivih izvora godišnje koliko je potrebno za rad mreže daljinskog grijanja, uključujući toplotne pumpe i električno grijanje sanitarne vode za domaćinstva.

Slika 4: Potencijal FN (fotonaponske) energije, Bosna i Hercegovina



31 Ujednačeni troškovi energije (LCOE) izračunavaju se kao omjer između svih diskontiranih troškova tokom vijeka trajanja elektrane podijeljen s diskontiranim zbrojem stvarnih isporučenih količina energije. Lai, Ch.-S., McCulloch, M. D. 'Levelized cost of electricity for solar photovoltaic and electrical energy storage'. *Applied Energy* 190 (2017): 191-203.

32 Global Solar Atlas, [Bosnia and Herzegovina](https://globalatlas.info), zadnji pregled 20 juli 2021.

Čak i ako se oba resursa intenzivno eksploatiraju, bit će potrebni vrlo ambiciozni naponi da se postigne najniža moguća godišnja potražnja za toplinskom energijom, niska vršna potražnja i niska temperatura polaza. Solarni scenario je neraskidivo povezan sa visoko ambicioznom strategijom energetske efikasnosti. Sva nova izgradnja kao i obnova zgrada morali bi biti u skladu sa ili se mora približiti, standardima pasivne arhitekture, a morale bi se koristiti i sve mogućnosti za lokalnu proizvodnju i skladištenje toplinske i električne energije.

Procijenjeni potencijal solarne toplinske energije prikazan je u nastavku. Kako tačne granice gradskih četvrti nisu bile dostupne, lokacije su opisane dominantnim ulicama ili imenima lokacija u odgovarajućim četvrtima.

Tablica 2: Potencijal za solarnu termalnu i FN (fotonaponsku) instalaciju na krovovima i sadašnjem i budućem

Područja u gradu Tuzla	ha	GWh/a	TJ/a
Blok 7 termoelektrane Tuzla	12	72	259
Postojeći blokovi 1-6 termoelektrane Tuzla	1.5	9	32
Blok Husinskih rudara–Mitra Trifunovica Uče, istočno od Petrol Miladije	1.2	7	26
Jala-Bosne Srebrene (uklj. bus stanicu)–Univerzitetska	0.8	5	17
Krovovi iznad privatnih kuća spojenih na DG sa sunčanom orijentacijom	14	84	302
NRW, Francuz	0.07	0	2
Eastern Tuzla Muzeum	0.03	0	1
Solina	0.12	1	3
MIB Klinika Alekse Šantića 8	0.24	1	5
Put križani	0.16	1	3
Dramar Centar	0.02	0	0
Klinički centar Put Gradina	0.06	0	1
Merkator Centar plus ostali objekti	0.05	0	1
Singularija-Tržnica Tuzla	0.19	1	4
SPKC Mejdan Bosne Srebrene	0.72	4	16
Total hektara na krovovima + lokaciji termoelektrane	31.16	187	673

Izvor: Istraživanje autora studije

Krovovi privatnih kuća sa sunčanom orijentacijom izvan granica zone daljinskog grijanja teoretski bi mogli proizvesti značajne količine solarne toplinske energije, ali bi se manje isplatili, jer bi ljeti bilo viška toplinske energije koja se možda ne bi u potpunosti iskoristila. Dodatna količina od 38 GWh godišnje, mogla bi se generirati na krovovima objekata koji su izvan mreže daljinskog grijanja.

Osim toga, pretpostavilo se da se mogu izgraditi sljedeće FN instalacije:

- 0,3 hektara solarnih prepreka protiv buke, sjeverno od autoceste M4 Šiški Brod
- 0,5 hektara FN instalacija na parkiralištima
- 7 hektara zemljišta na kom bi se instalirali solarni termo ili FN paneli u Durićima sjeveroistočno od termoelektrane Tuzla

FN (fotonaponske) instalacije bi donijele godišnju proizvodnju električne energije od približno 90 GWh. Toplotne pumpe sa prosječnim koeficijentom snage 3,5 mogle bi proizvesti godišnju neto proizvodnju od 315 GWht, što u prijevodu znači 1.134 TJ/a.

Tako je moguće pokriti potrebe za toplinskom energijom i hlađenjem Tuzle iz solarnih termalnih panela na krovovima, te na određenoj površini ne iskorištenog zemljišta i zidovima za zaštitu od buke, pokrivanjem navedenih krovova i površina panelima (205 GWh u području daljinskog grijanja + 5 GWh van tog područja).

Kako takve mjere ne bi donijele atraktivnu isplatu vlasnicima kuća u sadašnjim uslovima u BiH (niske cijene toplinske energije), trebalo bi predvidjeti sezonsko skladištenje kako bi se poboljšala isplativost. Neto skladišni kapacitet od približno 50 posto godišnje potražnje bio bi potreban kako bi se omogućila opskrba toplinskom energijom tokom cijele zime uz podršku toplotnih pumpi. Potrebni bruto skladišni kapacitet, uključujući gubitke u skladištu, iznosio bi najviše 125 do 135 GWh (potrebno svake godine u septembru). Sezonsko skladištenje ne može se financirati prihodom ostvarenim skladištenjem, već će se morati značajno financirati. **Budući da bi sezonsko skladištenje u bivšim kavernama i oknima rudnika soli bilo izuzetno inovativno i imalo odličan utjecaj na klimatski balans, realno je pretpostaviti da bi za ovu opciju bilo dostupnih sredstava u okviru Europskih planova za prestanak korištenja uglja.**

Skladištenje topline u slanici u zatvorenim rudnicima soli

Sol je odličan medij za skladištenje toplinske energije. Jedan kubni metar (m^3) soli može pohraniti toliko toplinske energije kao približno $10 m^3$ vode. Kaverne preostale nakon eksploatacije soli su velike, što često privlači pažnju energetskih kompanija koje traže mogućnosti skladištenja.

Rudnik soli Tuzla

Monomineralna kamena sol pronađena na ležištu Tetima sastoji se od halita i anhidrita pomiješanog s pojasom laporca, dok je zaljev soli u Tuzli polimineral i sadrži znatnu količinu tenardita (Na_2SO_4) i rijetkih minerala.³³ Rudnik soli zapošljava približno 200 radnika i predstavlja profitabilan posao.³⁴ Vađenje kamene soli iz ležišta Tetima vrši se kontroliranim ispiranjem u podzemnim komorama duboko postavljenim u ležištu soli.³⁵ Dužina cjevovoda sa slanom vodom je 2,4 kilometra.³⁶

Kaverne Tuzlanskog rudnika bile su izložene slijeganju od 1950-ih. Najnovije precizno mjerenje pokazalo je da su nedavne mjere protiv slijeganja bile uspješne, osim u sjevernom i sjeveroistočnom dijelu Panonskog jezera gdje je stopa slijeganja iznosila -1 do -4 cm/godišnje u periodu od oktobra 2014. do maja 2019. godine.³⁷

33 Amir Sušić, Amir Baraković and Snežana Komatina, 'Genesis of Tuzla salt basin', *Geophysical Research Abstracts* 19, EGU2017-17835, (2017).

34 Emina Rizvić, 'Salt Mine Tuzla expanded its Capacities', *Sarajevo Times*, 1 October 2016.

35 Almir Šabović, Sanel Nuhanović, Adnan Hodžić and Adnan Nalić, 'Problems of hermeticity of wells for leaching in "Tetima" massif and repairing construction in case of unhermetical column pipes 9%', *Archives for Technical Sciences* 1 no. 10:73 (June 2014).

36 Emina Rizvić, 'Salt Mine Tuzla expanded its Capacities'.

37 I.N.S. Parwata, N. Shimizu, B. Grujić et al., 'Monitoring the Subsidence Induced by Salt Mining in Tuzla, Bosnia and Herzegovina by SBAS-DInSAR Method', *Rock Mechanics and Rock Engineering* 53: 5155–5175 (August 2020).

Potencijal skladištenja energije u tuzlanskom rudniku soli

Redovno punjenje/pražnjenje, grijanje/hlađenje ili povećanje/smanjenje pritiska rudnika soli i njihovih obližnjih vodonosnika može povećati rizik od slijeganja. S velikim dijelovima rudnika koji se nalaze u ili u blizini naseljenih područja, postojao bi veliki rizik od povećanja geološke nestabilnosti, da se skladište izgradi na klasičan način. No postoji i potencijalna sinergija: bivši rudnici soli i dalje nanose štetu zgradama uslijed stalnog slijeganja svake godine i snose određeni rizik od katastrofe.

Obzirom na to da cijene zemljišta u Tuzli stalno rastu, postoji potreba za geološkom stabilizacijom područja. **S druge strane, stabilizirane kaverne potrebne su za podzemno skladištenje energije. Stoga je vrijedno analizirati izvodljivost projekta dvostruke namjene koji kombinira podzemno skladištenje energije i stabilizaciju tla. Postrojenje za skladištenje toplinske energije u lokalnim rudnicima soli moglo bi koristiti slanicu kao vrlo pogodan medij za skladištenje.** Njegova lokacija točno unutar granica Tuzle omogućila bi kratke udaljenosti transporta toplinske energije.

Studija bi trebala razmotriti skladištenje toplinske energije u slanici za ekstrakciju putem izmjenjivača topline, a prema sezoni i direktno izvlačenje slanice odgovarajuće topline u energetska mrežu.

Potencijal za skladištenje podzemnog plina u Tuzli ukazuje na potencijalnu podobnost za skladištenje komprimiranog zraka.

Rudarsko geološko građevinski fakultet je 2007. godine proučavao potencijalne lokacije za skladištenje energije u Bosni i Hercegovini. Od ukupno 30 istraženih rudarskih lokacija, ležište Tetima u blizini Tuzle pokazalo se kao najpovoljnija lokacija za podzemno skladište plina (UGS).³⁸ Može se pretpostaviti da bi moglo biti prikladno i za skladištenje komprimiranog zraka, ali s rudnikom koji se nalazi u gusto naseljenom području, skladište komprimiranog zraka imalo bi značajan rizik i **zahtijevalo bi temeljita geološka istraživanja.**

Toplotne pumpe

Toplotne pumpe se sve više koriste za grijanje i hlađenje prostorija. One mogu apsorbirati toplinsku energiju iz hladnijeg medija i prenijeti je u topliji. Mogu koristiti toplinsku energiju iz otpadnih izvora topline, podzemnih i površinskih voda, kanalizacijskih voda, geotermalne vode, vanjskog zraka, dimnih plinova i drugih lokalno dostupnih toplinskih medija. Za rad koriste električne energije, ali zahvaljujući ekstrakciji topline iz medija, one proizvode toplinsku energiju mnogo učinkovitije od bilo kojeg električnog grijača.

Toplotne pumpe su pogodne pod sljedećim uslovima:

- Dostupnost **toplinskog medija** koji ne može izravno zadovoljiti zahtjeve kupaca zbog niske razine temperature
- Upotreba u temperaturnom rasponu ulaz-izlaz koji omogućava **visoki koeficijent performansi**³⁹
- Potreba za energijom za **grijanje i hlađenje naizmjenice**: pod određenim uvjetima, dvosmjerna toplotna pumpa može poslužiti i za klimatizaciju
- Dostupnost obnovljive električne energije koja nije preskupa većinu vremena rada toplotne pumpe

Često je dobro rješenje postaviti nekoliko toplotnih pumpi u **kaskadnoj strukturi**.

U Tuzli, toplotne pumpe koje koriste ambijentalni zrak kao toplinski medij bile bi dobra opcija u slučajevima kada su potrebne male, decentralizovane toplotne pumpe

38 Božo Tomić, Amir Sušić, Midhat Katanić and Sanel Nuhanović, 'Ležište kamene soli "Tetima", skladište tekućih i plinovitih ugljikovodika - sažetak istraživačke studije', *Zbornik radova RGGF Tuzla* 1 no. 33: 89-98 (2007).

39 Odnos između ulazne električne energije i izlazne toplinske (ili rashladne) snage zanemarujući unos toplinskog medija.

Velike toplotne pumpe, u MW rasponu, mogu ili prethodno zagrijati vodu koja se zatim zagrijava pomoću toplinske energije iz velikog kotla ili se mogu koristiti za zagrijavanje vode primljene u mrežu daljinskog grijanja (srednja cijev). Ova posljednja opcija će se koristiti i za industrijske kupce kojima je potreban određeni stupanj topline koji redovito prelazi temperaturu polaza u njihovom dijelu mreže.

Mogu se koristiti u naseljima sa porodičnim kućama, kao i u gradskim blokovima zgrada i višespratnicama. Pošto emitiraju buku, u mnogim slučajevima će se morati postaviti „tihe“ toplotne pumpe, koje koriste ambijentalni zrak kao toplinski medij, unatoč višoj cijeni.

Blizu rijeke Jale postoje određene lokacije na kojima **se podzemne vode** vjerovatno mogu koristiti kao izvor topline za male kuće i blokove zgrada (ne za gušće naseljena područja). Za istu vrstu zgrada, sonde u tlu mogu biti alternativa. Kolektori u zemlji bit će prikladni za ekstrakciju topline samo u iznimnim slučajevima.⁴⁰ Pitanje da li je **izvlačenje toplinske energije iz same rijeke Jale** opcija, mora se istražiti u okolišnoj analizi.

Toplotne pumpe mogu zadovoljiti potrebe grijanja jednog domaćinstva, ali dostupne su i velike toplotne pumpe koje se mogu koristiti za grijanje čitavih kvartova i naselja.

Dodatna razmatranja u ovom scenariju

Kako bi se dodatno doprinijelo isplativosti, pretpostavljalo se da će ova opcija uključivati komponentu **električna energija - u - toplinsku energiju ili električna energija - u - toplinsku energiju - u - električnu energiju**. Uz umjerena dodatna ulaganja, može se ostvariti veliki prihod od kupovine električne energije kada je najjeftinija, korištenja iste za rad toplotnih pumpi, skladištenja proizvedene toplinske energije pod zemljom, ukoliko bi se premašila trenutna potražnja, korištenja iste kasnije kada potražnja za toplinskom energijom premaši nivo toplinske energije prikupljene putem solarnih panela, i/ili prodaju kao zelenu električnu energiju u vrijeme visokih cijena električne energije na tržištu.

U ovakvom scenariju dobro je imati barem **manju CHP elektranu (kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije) na biomasu** uključenu u mrežu, tako da se može koristiti za proizvodnju električne energije u vrijeme cijene energije visoke u periodima najvećih opterećenja.

U sljedećem odjeljku je predstavljena SWOT (snage, slabosti, mogućnosti i prijetnje) analiza gore opisane četiri opcije snabdijevanja sistema daljinskog grijanja Tuzle toplinskom energijom.

⁴⁰ Više informacija (na osnovu ispitivanja u Njemačkoj) dostupno je u: Stefan Hess, Raphael Vollmer, Jeannette Wapler, Martin Kleinstück, Constanze Bongs and Hans-Martin Henning, 'Ambient Heat Source Availability for Low-Ex Heating of Multi-Family Buildings', ed.: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg and Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems, 2019.

Tabela 3: SWOT analiza opcija

	Snage	Slabosti	Mogućnosti	Prijetnje
<p>Novi CHP blok 7 termoelektrane Tuzla zajedno s manjim mjerama podrške za lokalne, decentralizirane OIE i projekte energetske efikasnosti</p>	<p>+ troškovi ulaganja</p>	<ul style="list-style-type: none"> - LCOE - zagađenje zraka - šljaka i pepeo / zagađenje zemljišta - nema podsticaja za inovativna preduzeća - nije kompatibilan sa EU politikama - nema sinergija koje podržavaju mjere energetske efikasnosti u građevinskom fondu 	<p>+ Likvidnost investitora ostaje netaknuta i može se koristiti u druge svrhe, poslovna prilika za oslabljenu industriju uglja</p>	<ul style="list-style-type: none"> - značajno povećan mortalitet i morbiditet, emigracija iz zdravstvenih razloga - prerano zatvaranje termoelektrane zbog sve strožih ekoloških propisa - rizik od lošeg povrata investicije ukoliko se primijeni eko-porez
<p>Spaljivanje otpada + solarna toplinska energija + plus manja zasebna CHP elektrana (kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije) na biomasu + manja solarna postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije s malim skladištenjem toplinske energije i decentraliziranim toplotnim pumpama + suspaljivanje kako bi se osiguralo dobro sagorijevanje + program energetske efikasnosti zgrada</p>	<p>+ negativna cijena sirovine</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ne smije zamijeniti regionalne napore za smanjenje otpada (ušteda u korištenju resursa, ponovna upotreba) i recikliranje (zaostali otpad ima nisku vrijednost grijanja) - zdravstveni rizik za radnike i stanovnike u blizini - zahtijeva sigurno odlaganje otrovnog letećeg pepela i ostataka filtera za koje BiH nema postrojenja 	<p>+ u nekim aspektima bolje od odlaganja na deponije (podzemne vode, upotreba zemljišta)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ugrožava napore za odvajanje, recikliranje, ponovnu upotrebu i smanjenje otpada - održava ekonomiju rasipanja resursa
<p>CHP elektrana (kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije) na biomasu + ambiciozan program energetske efikasnosti zgrada + podrška za decentraliziranu proizvodnju OIE i toplotne pumpe</p>	<p>+ ugljična neutralnost je moguća pod određenim okolnostima</p> <p>+ podrška za lance dodane vrijednosti</p>	<ul style="list-style-type: none"> - emisije lebdećih čestica, pepeo 	<p>+ uspostavljanje prerađivačkih i logističkih lanaca podržavati će korištenje biomase za zagrijavanje u cijeloj regiji, poticaj za kratku rotaciju izdanaka na, za tu svrhu izdvojenome, zemljištu</p>	<ul style="list-style-type: none"> - nedostatak biomase u blizini, dugi transportni putevi - emisije lebdećih čestica - opasnost od nedostatka opskrbe za lokalne korisnike u drugim područjima
<p>Unapređenje sistema na 4G daljinsko grijanje s maksimalnim iskorištenjem solarnih i FN instalacija, toplotnim pumpama, energijom vjetra, kratkotrajnim i sezonskim skladištenjem energije + ambicioznim planom mjera energetske efikasnosti zgrada</p>	<p>+ dobar LCOE u najboljem slučaju</p> <p>+ lanci dodane vrijednosti -otvaranje</p>	<ul style="list-style-type: none"> - visoki troškovi ulaganja (složena tehnologija, troškovi licence za intelektualno vlasništvo) 	<p>+ pilot projekat za region Balkana</p>	<ul style="list-style-type: none"> - rizik od tehničkih problema zbog velike složenosti, rizik od nedostatka kvalifikovanog osoblja - opasnost od povećanja troškova zbog neočekivanih problema

3. Preporučena rješenja

3.1 Četvrta generacija daljinskog grijanja

U slijedećoj analizi, različite alternative svedene su na kratak popis opcija koje zaslužuju dodatno razmatranje u Tuzli na osnovu njihovog tehničkog, ekonomskog i ekološkog potencijala. Primijenjeni su sljedeći kriteriji odlučivanja:

- Razmatranje CAPEX -a
- Razmatranje OPEX -a
- Prihvatanje
- Sigurnost i bezbjednost
- Efikasnost resursa
- Utjecaj na okoliš i klimu

Svaki kriterij je dobio ocjenu u rasponu od trostrukog minus (koji ukazuje na izrazito nepovoljne aspekte projekta) do trostrukog plus (najoptimalniji aspekti projekta).

Tabela 4: Smanjivanje duge liste opcija na kratku listu

	CAPEX	OPEX	Prihvatanje	Sigurnost i bezbjednost	Efikasnost resursa	Okoliš/ klima	Total
Novi CHP blok 7 termoelektrane Tuzla	-	---	-	--	--	---	-12
Spaljivanje otpada + OIE program	+	-	---	--	--	0	-3
CHP elektrana na biomasu zamjena za loženje uglja; opsežan program energetske efikasnosti + decentralizirani solarni program/toplotne pumpe	+	+++	+	---	+	+	+5
Upgrade to 4G district heating – solar thermal and PV installations, heat pumps, wind power, short-term and seasonal storage	++	+	+++	0	++	+++	+11

Dvije opcije ostaju relevantne nakon što je grubo procijenjena njihova osnovna prikladnost za primjenu u Tuzli. Od ove dvije opcije, **prednost zasnovana na svim kriterijima ide opciji četiri - unapređenje na urbani sistem daljinskog grijanja četvrte generacije.**

Moguće je proizvesti **svu energiju potrebnu za grijanje i hlađenje za Tuzlu isključivo iz regionalno dostupnih obnovljivih izvora**, ali takva strategija zahtijevat će znatan angažman svih uključenih dionika:

- Trenutni unos energije za grijanje mora se smanjiti za najmanje 50 posto, a potreba za energijom za hlađenje može umjereno rasti unatoč rastućoj potražnji na tržištu za klimatizacijskim uređajima. Zbog niske cijene toplinske energije, toplinska efikasnost većine gradskih zgrada prilično je niska, pa je tehnički moguće postići ovo smanjenje. Ova mjera bit će moguća samo uz podršku velike kampanje financiranja.

- **Solarna toplinska energija** morala bi se iskoristiti gdje god je tehnički moguće i razumno, posebno na većini ravnih krovova i krovova s orijentacijom prema jugu, jugoistoku ili jugozapadu na koje ne utječe hladovina oko podneva i ranog popodneva. Također će biti potrebno izgraditi veliko solarno termalno ili FN postrojenje na lokaciji pripremljenoj za blok 7 termoelektrane Tuzla, nakon što se donese odluka o napuštanju ove investicije.
- Osim toga, morala bi se izgraditi značajna količina **FN instalacija**. FN i solarni termalni paneli samo na krovovima i urbanom ne iskorištenom zemljištu neće biti dovoljni za proizvodnju sve potrebne energije. Stoga će biti potrebno iskoristiti i solarnu energiju kad god se grade zidovi za zaštitu od buke, na drugom ne iskorištenom zemljištu na lokacijama bez razvojnih planova i na drugom ne plodnom zemljištu.
- Vjerovatno je da se neće postići široko učešće vlasnika kuća. U tom slučaju bi se morale izgraditi **vjetroelektrane** na za tu svrhu povoljnim lokacijama, kako bi se proizvodila električna energija potrebna za toplotne pumpe. One bi mogle biti uključene u koncept, električna energija - u - toplinsku energiju - u - električnu energiju, kako bi se poboljšao njihov ekonomski učinak.
- Mogla bi se izgraditi **mala toplana na biomasu**, po mogućnosti na području postojeće termoelektrane, kako bi se iskoristila željeznička infrastruktura, skladišni prostor i eventualno dijelovi CHP postrojenja. Ukoliko bi se u potpunosti iskoristila solarna energija, biomasa proizvedena sa područja od 30 do 35 kilometara oko Tuzle će biti dovoljno održivo rješenje. Što manje solarne energije bude proizvedeno, radijus ovog područja će morati biti širi.
- Toplotne pumpe će morati igrati važnu ulogu u mreži daljinskog grijanja koja radi na niskim temperaturama, ali i za područje koje nije spojeno na mrežu. Pretpostavlja se da će većina ovih toplotnih pumpi crpiti energiju iz vanjskog zraka, podzemne vode ili plitkih geotermalnih izvora toplinske energije, gdje god to lokacije dozvoljavaju..

3.2 Mjere za područje do kojeg ne dolazi mreža daljinskog grijanja

U području koje ne doseže mreža daljinskog grijanja, postoje različite **moćnosti poboljšanja**:

- **mikro-mreže**: Mikro-mreže uglavnom pokrivaju jednu ulicu, grupu stambenih blokova ili direktno okruženje javne zgrade. Polazna tačka za planiranje mikro-mreže je često potreba za izgradnjom ili zamjenom kanalizacionog voda i/ili površine puta. Takva investicija otvara mogućnost za instaliranje male toplinske mreže po relativno niskim cijenama. Na mnogim lokacijama, dobro rješenje može biti upravljanje mikromrežom određeno vrijeme i kasnije povezivanje s glavnom mrežom daljinskog grijanja, nakon što se potrošnja energije u glavnoj mreži smanji kao posljedica mjera energetske efikasnosti.
- **energetska obnova zgrada**: Treba poštivati princip da je najbolji trenutak za mjere energetske efikasnosti izmjena izvora toplinske energije za domaćinstvo. Budući da mjere energetske efikasnosti imaju za cilj značajno smanjenje potražnje za toplinskom energijom, novi izvor toplinske energije može biti mnogo manji, učinkovitiji i jeftiniji ako je njegova dimenzija prilagođena energetske potrošnji zgrade nakon obnove. Mjere energetske efikasnosti trebale bi postići velike ili čak vrlo velike uštede energije. Nakon što se fasada ili prozori obnove, nije ekonomski niti resursno efikasno obnavljati objekat drugi put u naredne dvije decenije. U većini slučajeva trebalo bi postići uštedu energije od približno **50 posto ili više**. Mjere bi se trebale zasnivati na rezultatima analize slabih točaka zgrada (npr. Energetski pregled ili termografsko snimanje). Mjere bi trebale omogućiti korištenje zgrade **bez klimatizacije** ljeti.
- **izmjena izvora toplinske energije za domaćinstvo**: Mali iznosi finansiranja mogu omogućiti zamjenu starog kotla na naftu, ugalj, briket ili gas sa efikasnim kotlom na biomasu, gdje su dostupni održivi izvori biomase. Tamo gdje je grijanje sa niskim temperaturama opcija i gdje je potrebno hlađenje ljeti, treba poticati ugradnju toplotnih pumpi.

Grad Tuzla je uveo shemu finansiranja mjera za čisto grijanje u nastojanju da smanji zagađenje zraka. Budžet je vrlo ograničen - iznos potrošen u 2020. godini iznosio je oko 600 000 KM, a planirani iznos za 2021. godinu je 1 000 000 KM.⁴¹ Kroz ovu shemu grad Tuzla subvencionira ugradnju toplotnih pumpi, kotlova na pelet, toplinskih podstanica za priključenje na mrežu daljinskog grijanja, energetske preglede i druge mjere energetske efikasnosti.⁴²

Program poticaja za zamjenu kotlova na bazi fosilnih goriva toplotnim pumpama ili efikasnim kotlovima na biomasu može se držati nekoliko godina, nakon čega bi trebala uslijediti zabrana ugradnje novih kotlova na fosilna goriva. Ako se ovo rješenje otvoreno priopći, prihvaćanje bi vjerojatno bilo veliko. Potrošači će imati dovoljno vremena da zamijene svoj kotao za grijanje na ugaj sa kotlom na biomasu ili toplotnom pumpom. Javno finansiranje treba ograničiti na efikasne izvore koji koriste obnovljive izvore energije i na tehnologiju toplotnih pumpi, primjenjujući stroga pravila o ekološkim minimalnim standardima. Odgovarajući izvori toplinske energije su ogrjevno drvo iz gospodarenja šumama, ostaci orezivanja, drveni peleti, sječke te drveni i travni briketi. Nadalje, kako bi ispunili ove standarde, kotlovi moraju koristiti tehnologiju kotlova sa niskim emisijama. Umjesto da se oslanja samo na biomasu, za pripremu tople vode, treba koristiti solarne termalne panele, kad god je to moguće. Solarni termalni paneli se mogu koristiti i za grijanje prostorija u proljeće i jesen. Grad koji planira financiranje kotlova na biomasu trebao bi paralelno podržavati izgradnju lokalnih logističkih lanaca za biomasu. Dostupnost dobre biomase ne bi trebala biti usko grlo u prijelaznoj fazi: potrebno je kontinuirano osiguravati dovoljnu, čistu i pouzdanu opskrbu peletima, drvom i drvnom sječkom. Trenutni program finansiranja toplotnih pumpi pozitivna je mjera koju treba nastaviti; međutim, mora se riješiti upotreba vanjskog zraka kao toplinskog medija i električne energije iz mreže koja se trenutno isporučuje (s visokim udjelom fosilnih goriva) kako bi se toplotne pumpe dugoročno učinile zaista efikasnim i okolišno prihvatljivim.

3.3 Mjere energetske efikasnosti (mreža + zgrade)

Opće je poznato da prije bilo kakvog ulaganja u nove izvore toplinske energije i distribucijske sisteme, potražnju za toplinskom energijom treba smanjiti mjerama energetske efikasnosti. U Tuzli ovo vrijedi još više, jer:

- Mreža daljinskog grijanja je već preopterećena (posebno u istočnom dijelu grada), pa bi implementaciju mjera energetske efikasnosti trebalo započeti što je prije moguće.
- Mjere energetske efikasnosti omogućavaju smanjenje temperature polaza bez potrebe za širim promjerom cijevi.
- Sa trenutnom potrošnjom toplinske energije na približno 200 kWh/m²,⁴³ trenutna efikasnost grijanja stanova je niska; evidentno je da zbog činjenice da mnogi vlasnici objekata nisu finansijski likvidni, postoji zaostatak u primjeni mjera energetske efikasnosti neophodnih za dobro održavanje zgrada.

Trenutne **niske cijene toplinske energije** u Tuzli ne stimuliraju mjere energetske efikasnosti. Povećanje cijene toplinske energije, međutim, nije jedina moguća mjera za motiviranje vlasnika objekata da ulažu u energetska efikasnost, a osim toga, imala bi nekoliko negativnih učinaka:

- To bi moglo dovesti do energetske siromaštva među starijim i socijalno ugroženim građanima.
- To bi motiviralo mnoge kupce toplinske energije da instaliraju električne uređaje za grijanje u svoje domove ili čak otkazu ugovore o daljinskom grijanju i instaliraju drugi izvor toplinske energije. Kao posljedica toga, Centralno Grijanje bi moglo upasti u ekonomske probleme uprkos višim cijenama. Kada vlasnici kuća kupe novi izvor toplinske energije, teško da mogu biti motivirani za sudjelovanje u inicijativama za energetska efikasnost, jer se njihova ulaganja još uvijek nisu isplatila.
- Postepeno bi se potražnja za nekretninama premjestila iz područja gusto izgrađenih dijelova grada priključenih na mrežu daljinskog grijanja na periferiju i predgrađa, što nije poželjno sa stanovišta urbanističkog planiranja.
- To bi dovelo do još većeg zagađenja zraka, a mnogo je teže smanjiti zagađenje zraka iz pojedinačnih malih izvora nego iz centralnih elektrana.

41 'Planirana sredstva u Budžetu Grada Tuzle za 2021. godinu oko 61.2 miliona KM', posted by RTV7 Tuzla, 30 January 2021.

42 Vladimir Spasić, 'Bosnia's Tuzla to allocate EUR 184,000 to reduce air pollution', *Balkan Green Energy News*, 15 June 2020.

43 Oesterreichische Entwicklungsbank AG, *Energy Efficiency Finance II, Task 1 Energy Efficiency Potential, Country report: Bosnia and Herzegovina*, 18, 2015.

Strategija za uvođenje **sheme subvencioniranja toplinske energije** paralelno s povećanjem cijena toplinske energije riješila bi prvi problem, ali ne i ostale tri negativne posljedice povećanih cijena. Strategija bi stoga trebala obuhvatiti i financiranje povoljnim kreditima za primjenu mjera energetske efikasnosti kao treći element. Socijalno ugroženim domaćinstvima, kojima prijete energetska siromaštvo, moglo bi se ponuditi financiranje dijela njihovih troškova grijanja zajedno sa povoljnim kreditom za energetska efikasnost kao paket. Ova dvostubna strategija (financiranje dijela računa za energiju u vezi sa povoljnim kreditom) doprinijela bi smanjenju zagađenja zraka.

Međutim, nije lako osmisliti strategiju koja će spriječiti građane da instaliraju lokalne uređaje za grijanje u prostore povezane na daljinsko grijanje. Za novogradnju i obnovljene (energetski efikasne) objekte, grad bi mogao nametnuti obavezno priključenje na mrežu daljinskog grijanja u ulicama s uspostavljenom opskrbom toplinskom energijom (u mjeri u kojoj mreža neće biti preopterećena). Za postojeće zgrade koje nisu obnovljene, obaveza povezivanja na mrežu daljinskog grijanja nije razumna. U određenoj mjeri trebalo bi biti moguće apelirati na ambicije građana da zaštite okoliš i klimu, ali druge mjere nisu baš realne.

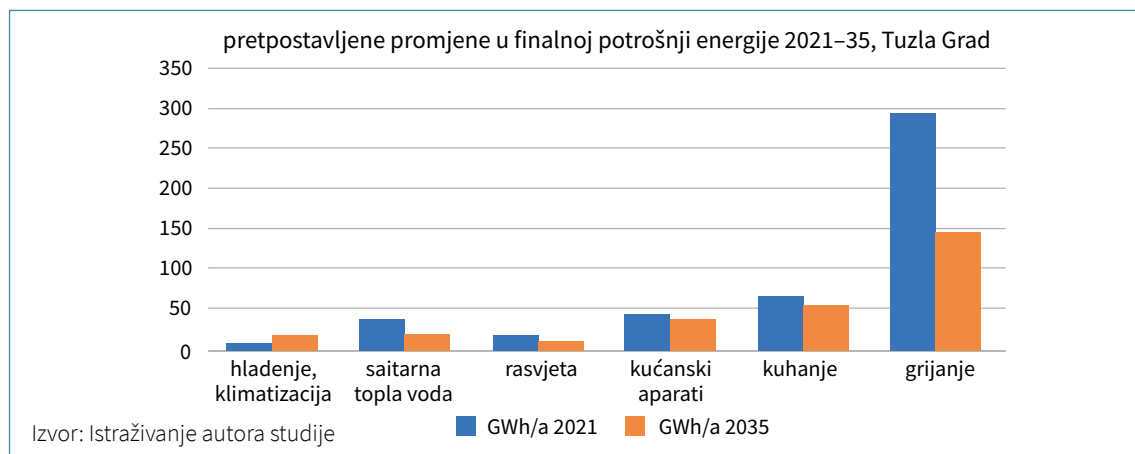
3.1.1 Gruba procjena potencijala uštede energije u grijanju i hlađenju (obnova zgrada, kotlova, cjenovnih sistema i distributivnih mreža)

Energetska efikasnost zgrada

Većina građana Tuzle živi ili u velikim (često visokim) stambenim zgradama ili u malim porodičnim kućama. Za razliku od većine evropskih gradova, kategorija stambenih zgrada srednje veličine u kojima živi 3 do 20 domaćinstava je niska. Porodične kuće vlasnici često sami grade, a gradnja je različitog kvaliteta. Što se tiče toplotne efikasnosti, prednost ovih kuća je što su izgrađene jedna blizu druge - često direktno povezane sa susjednom zgradom. Odnos površine i zapremine je prilično dobar. Većina ovih kuća ima dobar potencijal za primjenu mjera energetske efikasnosti. Često, na primjer, u stropu nedostaje izolacijski sloj. Njegovo dodavanje može se brzo isplatiti smanjenim računom za toplinsku energiju. Zastarjela tehnologija kotlova, nedostatak izolacije fasade i neefikasna prozorska stakla dodatni su česti nedostaci. Većina velikih stambenih kompleksa pogodna je za složene mjere energetske efikasnosti. Kašnjenje Bosne i Hercegovine u pogledu izolacije stambenih prostora ima potencijalnu prednost. U srednjoj i istočnoj Evropi i dijelovima jugoistočne Evrope, mnogi stambeni prostori obnovljeni su između 1995. i 2015. na neambiciozan način, ugradnjom umjereno efikasnih prozora i vrata, izolacijom fasada tankim slojevima polistirena i zanemarivanjem ljetnih problema sa toplinom. Učeci iz ovog iskustva, svi ti nedostaci sada se mogu izbjeći. Toplinska izolacija stambenih prostora trebala bi težiti ukupnom smanjenju od 40 do 60 posto potreba za toplinskom energijom.

Za period do 2030. još nema kvantificiranih ciljeva, ali će planovi morati biti ambiciozniji nego što su bili do sada. Ambiciozne mjere efikasnosti su neizbježne ako se Tuzla odluči za implementaciju sistema grijanja zasnovanog na obnovljivim izvorima energije. Za potrebe studije, procijenjeno je da su ciljevi na slici 5 finansijski prihvatljivi.

Slika 5: Potencijal za mjere energetske efikasnosti u stambenom sektoru u Tuzli, 2021-2035



Gornja procjena bazira se na:

- očekivanju da će se kupiti **učinkovitiji** kotlovi, peći, sistemi osvjetljenja i drugi električni uređaji za koje se očekuje da će izaći na tržište u narednim godinama, zamjenjujući neefikasne uređaje
- pretpostavci o **rastućim cijenama energije** zajedno sa povećanom **sviješću** građana u pogledu uštede energije, prema službenoj prognozi ekonomskog rasta
- uvođenju preciznog **mjerenja potrošnje**
- prognozi **klimatskih promjena**

Pretpostavljalo se da će se finalna energija potrošena za klimatizaciju udvostručiti do 2035. godine, te da će se u svim ostalim kategorijama povećati efikasnost: procjenjuje se da će se potrošnja za grijanje i pripremu tople vode smanjiti na 50 posto,⁴⁴ za osvjetljenje na 60 posto, za kuhanje na 80 posto, a potrošnja ostalih električnih uređaja na 90 posto pretpostavljenih vrijednosti za 2021. Vrijednost za 2021. proizlazi iz ekstrapolacije trenda na osnovu dostupnih statističkih podataka za 2002. i 2012. godinu.

Procjenjuje se da će se ukupna potrošnja energije u kućanstvima smanjiti na **61 posto sadašnje vrijednosti do 2035.**

Za nestambene zgrade, potencijal mjera energetske efikasnosti je procijenjen samo za njihovu potrošnju grijanja, klimatizacije i sanitarne tople vode. Dalji razvoj potrošnje energije za industrijske procese nije se mogao procijeniti zbog nedostatka dostupnih procjena razvoja.

Pretpostavljalo se da će se od 2021. do 2035. godine potražnja za grijanjem, klimatizacijom i pripremom sanitarne tople vode u **javnim zgradama** smanjiti na **40 posto** (sa 18 na 7 GWh), uzimajući u obzir značajan zaostatak u ulaganju u energetske efikasnosti ovih objekata, koji se akumulirao i pretpostavljajući da će se, u narednim godinama, BiH posvetiti dostizanju postojećih EU standarda u ovoj oblasti. Za **komercijalno i industrijsko** grijanje, pripremu sanitarne tople vode i klimatizaciju, pretpostavljeno je smanjenje sa 39,8 na 28 GWh (tj. na 70 posto sadašnje vrijednosti).

Za **lokalnu distribucijsku mrežu toplinske energije**, pretpostavljeno je smanjenje gubitaka na ciljnu vrijednost od 6 posto.

Potencijal uključivanja „prosumera“ (proizvođač/potrošač)

Zakonodavni i finansijski poticaji koji bi potakli lokalnu kulturu „prosumera“⁴⁵ još uvijek nedostaju. Javna tijela su tek počela da podstiču domaću proizvodnju iz obnovljivih izvora energije (toplotne pumpe). Ipak, postoji mnogo građana koji su već instalirali solarne termalne ili FN panele; njihov problem je što ne postoje pogodnosti prilagođene korisnicima da prodaju višak energije. Iz tog razloga, broj pionira u ovom načinu proizvodnje energije je vrlo nizak.⁴⁶ Takvi postojeći primjeri, ako se umnože, integriraju u mrežu daljinskog grijanja i budu podržani sa sezonskim skladištem toplinske energije, mogu biti okosnica održive mreže za daljinsko grijanje i hlađenje.

3.3.2 Poboljšanja distribucijske mreže daljinskog grijanja - potencijal za poboljšanje efikasnosti distribucije energije za grijanje/hlađenje

Hidraulična optimizacija mreže daljinskog grijanja putem stručnog treninga

Istočni dio grada Tuzle (u kojem je koncentrirano oko 60 posto ukupne potražnje) ima nedovoljnu raspoloživu razliku pritiska, što trenutno predstavlja glavno tehničko pitanje za razvoj tuzlanskog sistema daljinskog grijanja. Stoga se izazov sastoji u utvrđivanju kako najbolje poboljšati sistem distribucije i

44 Osim poslovnog sektora, koji će smanjiti potrošnju na 85 posto vrijednosti potrošnje 2021. godine zbog očekivanog ekonomskog rasta i ograničenog potencijala za uštede.

45 „Prosumer“ je „proizvođač/potrošač“-ovaj izraz se koristi za kućanstva koja kupuju energiju iz mreže i prodaju vlastito proizvedenu energiju lokalnoj mreži ili mikromreži.

46 Na primjer, u vrlo malom privatnom pilot projektu, građanin Tuzle Reuf Altumbabić pokazao je da su takva rješenja izvodljiva u domaćim uslovima. Instalirao je FN sistem snage 17 kWp koji pokreće toplotnu pumpu snage 17 kW. Izmjenjivač topline rješava prijenos proizvedene topline za grijanje i hlađenje doma. Vlasnik je smatrao da javna preduzeća nerado saraduju; on smatra da potrošače doživljavaju kao konkurente. Altumbabić je procijenio da će se njegova investicija vratiti u roku od pet godina od instalacije. Energetika.ba/N1, 'Domišljati Tuzlak prodaje struju', *Energetika.ba*, pristupljeno 16. jula 2021.

regulacije, uzimajući u obzir i predviđeno dodatno opterećenje koje će se priključiti u budućnosti. EP BiH i AGFW (nezavisno Njemačko udruženje za energetska efikasnost za grijanje, hlađenje i CHP) surađivali su na analizi trenutnog scenarija, identificirajući različite moguće radnje:

- Obnova glavnog cjevovoda
- Smanjenje temperature dovoda
- Ugradnja graničnika temperature za korisnike
- Ugradnja pumpi s promjenjivom brzinom (VSD) za distribuciju u glavnoj mreži

Implementacija takvih mjera će omogućiti veći kapacitet koji će biti na raspolaganju u elektrani, omogućiti bolju fleksibilnost regulacije, a istovremeno smanjiti potražnju za primarnom energijom i emisije stakleničkih plinova.

Ugradnja termostatskih ventila kod korisnika, zajedno s promjenom naplate zasnovane na potrošnji

Trenutno velika većina korisnika podliježe naplati prema površini grijanog prostora (umjesto naplate zasnovanoj na potrošnji kWh), tako da je samo 15 posto stanova u sistemu daljinskog grijanja Tuzla opremljeno termostatskim ventilima. Ovo je značajan izvor neefikasnosti u sistemu. Stoga je provedena pilot kampanja ugradnje termostatskih ventila, kao i komunikacijska i informativna kampanja, kako bi se promovirala i pomogla postepena promjena prema naplati zasnovanoj na potrošnji.

Analiza će dati sljedeće rezultate:

- terensko ispitivanje uspoređujući trenutne mogućnosti regulacije i obrasce potrošnje sa i bez termostatskih ventila kod korisnika
- analiza osjetljivosti na tehničke i ekonomske uticaje različitih šema regulacije i plaćanja

Zamjena ne efikasnih cirkulacionih pumpi⁴⁷

Kako bi se poboljšala efikasnost sistema, strategija koja donosi brze rezultate je zamjena ne efikasnih cirkulacionih pumpi, koje proizvode značajne koristi u smislu povećanja energetske efikasnosti mreže i smanjenja emisija i operativnih troškova. Za mjere odgovora na potražnju, vidjeti Cortés et al.⁴⁸

Gruba procjena neophodnosti ulaganja u električne i mreže daljinskog grijanja

Rasprave o ulaganju potrebnom za nadogradnju lokalne mreže daljinskog grijanja trebale bi se održati čim bude jasno da li će lokalno dostupni podzemni skladišni kapaciteti omogućiti prelazak na mrežu daljinskog grijanja četvrte generacije, koja radi pri niskim temperaturama protoka ispod 60°C.

Mrežu daljinskog grijanja treba postupno transformirati za rad na znatno nižoj radnoj temperaturi. U većini slučajeva nove cijevi mogu se postaviti na položaj i dubinu prethodnih. Niža temperatura zahtijeva šire promjere cijevi, ali smanjena potreba za izolacijom cijevi opet smanjuje promjer. Niži troškovi po linearnom metru cijevi glavna su prednost niskotemperaturnih mreža daljinskog grijanja.

Potrebno je izvršiti analizu da li će u nekim dijelovima grada, zbog decentraliziranih toplotnih pumpi, biti potrebno izvršiti pojačanja u niskonaponskoj električnoj mreži.

47 Ova mjera nadogradnje i sljedeće dvije nisu razvijene posebno u okviru unapređenja mreže DG. One su u fokusu drugih europskih projekata (projekt Horizon 2020 'BIOFIT') ili internih aktivnosti u EP BiH i Tuzlanskom poduzeću za distribuciju toplinske energije, no ovdje su predstavljeni kako bi pružili potpunu sliku o punom stupnju preuređenja poduzetom na demo lokaciji.

48 Pau Cortés, [Optimisation of district heating & cooling systems: D2.1: State-of-the-art, scenarios, requirements and KPI](#), Horizon 2020 project no. 649796, 28 February 2017.

4 Sljedeći koraci potrebni za početak implementacije daljinskog grijanja četvrte generacije u Tuzli

4.1 Regulatorni i finansijski aspekti, moguće finansiranje

Bosna i Hercegovina bi trebala primjeniti dosljednu klimatsku i energetska strategiju. Jasno nacionalno opredjeljenje stvorilo bi sigurnost za strana i domaća kapitalna ulaganja, te za strane i domaće finansijske institucije. Sadašnja strategija izražavanja klimatskih ciljeva paralelno sa ciljevima potrošnje energije koji predviđaju kontinuirani rast emisija je nedosljedna i ne može obezbijediti potrebno povjerenje.

Masivan prelazak sa uglja na solarnu energiju se brzo isplati kada se primijeni makroekonomska perspektiva, zbog visokih troškova uzrokovanih zagađivačima i emisijom stakleničkih plinova iz pogona na ugalj, zbog visokih troškova iskopavanja uglja i drugih eksternih troškova. Stoga je većina vodećih svjetskih ekonomija uvela ambiciozne programe izlaska iz ugljena. U slučaju Tuzle, takav program bi se, pored ostalog, trebao sastojati od sljedećih elemenata:

- prekvalifikacija osoblja koje je ranije bilo zaposleno u sektoru uglja
- troškovi zatvaranja i rušenja, neophodni za zatvaranje rudnika i termoelektrana na ugalj
- investicioni troškovi za nova rješenja za opskrbu električnom i toplinskom energijom
- troškovi mjera energetske efikasnosti pri obnovi objekata, potrebni za potpunu zamjenu fosilne toplinske energije obnovljivom.

Bilo bi preporučljivo stvoriti shemu financiranja dostupnu gradovima/općinama koje se obvezuju postići smanjenje potrošnje energije za grijanje i hlađenje za 50 posto ili više, dok će preostala potražnja biti pokrivena isključivo obnovljivim izvorima energije. Vjerovatno bi postojao prilično mali broj gradova/općina koje imaju tehničke preduvjete (mogućnosti skladištenja pod zemljom itd.) i političku volju za učešće u programu s tako ambicioznim pragom, pa program ne bi trebao predvidjeti budžet za mnogo gradova i regija.

Odluke o ulaganju, čak i ako se financiraju, mogu biti prepreka za mnoge potencijalne ulagače. Kako bi im ponudili praktičnu alternativu, trebalo bi osnovati firmu koja bi iznajmljivala prostor na krovovima i druga područja pogodna za solarne termalne i fotonaponske instalacije, koja zatim može planirati, graditi i upravljati ovim instalacijama. Također postoji mogućnost da vlasnici kuća iznajmljuju i/ili daju u najam takve solarne termalne ili FN instalacije.

Trenutno su **subvencionirane cijene toplinske energije** preniske da bi motivirale kupce da štede energiju i ulažu u mjere energetske efikasnosti. Predlaže se postepeni prelazak na tržišne cijene (primjenom tranzicijske faze od četiri do šest godina) u kombinaciji sa isplatama socijalnih transfera za siromašna domaćinstva kako bi se izbjeglo energetska siromaštvo.

Za **eksploataciju biomase** morat će postojati stroge smjernice, efikasan sistem praćenja i efikasan skup sankcija koje će garantovati održivost prikupljanja biomase bez prekomjerne eksploatacije šuma.

Osim toga, potrebno je ukloniti administrativne prepreke vezane za dužinu i složenost provedbe projekata grijanja.⁴⁹

4.2 Tehnička pitanja koja treba razmotriti kako bi se implementirala ova rješenja

Potreba za promjenom u urbanističkom planiranju, zoniranju i zakonodavstvu. Prelazak sa uglja na modernu mrežu daljinskog grijanja povezan je s urbanim razvojem i planiranjem na nekoliko načina: zoniranje za pasivno korištenje solarne energije; **mikroklimatske** mjere za smanjenje ljetnih vrućina za 1-2,5°C i ublažavanje hladnih zimskih perioda, pošumljavanje, zeleni krovovi i fasade, vodna tijela i biokoridori; i povećanje gustoće naselja u izgrađenom gradskom području zajedno sa ograničenjem urbanog širenja. Ovo su važni faktori za srednjoročno osiguranje konkurentnih troškova daljinskog grijanja.

49 United States Agency for International Development, Energy Investment Activity (USAID-EIA), [Draft report on the permitting regime and obstacles to investment in the energy infrastructure projects in BiH](#), December 2015.

Potreba za ciljanom stručnom obukom. Vrijeme potrebno za pripremu projekta može se iskoristiti za obuku **akademskih stručnjaka** u cilju ažuriranja i nadogradnje kvalifikacija lokalnih inženjera. Postoji potreba i za stručnu obuku osoblja na nivou **tehničara sa srednjom stručnom spremom**. Kako bi građani trebali djelovati kao suinvestitori, proizvoditi toplinsku energiju na krovovima svojih objekata, graditi spremnike tople vode i kupovati lokalne toplotne pumpe, moraju se uložiti napori za podizanje svijesti o neophodnosti solarnog grijanja i tehničkog znanja. **Grad Tuzla bi trebao razmisliti o članstvu u ICLEI -u**, koje nudi pristup relevantnim resursima za obuku.⁵⁰

4.3 Prijedlog organizacijske strukture koja može promovirati i upravljati procesom

Iskustvo pokazuje da je razumno izgraditi široku organizacijsku strukturu na samom početku procesa planiranja.

Grad Tuzla, zajedno s lokalnim poduzećem za daljinsko grijanje i partnerom u istraživanju, mogao bi biti jezgra takve organizacijske strukture u nastajanju.

Grad Tuzla trebao bi osigurati veze s politikom urbanog razvoja, zoniranjem, administracijom općinskih zgrada i dijalogom zainteresovanih strana.

Centralno Grijanje d.d. je ključni igrač za sva nova rješenja: posjeduju mrežu, iskusni su i dobro prihvaćeni partneri kupaca toplinske energije, stekli su značajno znanje i dokazali svoju sposobnost nadogradnje mreže i usluga.

Trenutno lokalni istraživački partner još nije dostupan, ali bi Univerzitet u Tuzli mogao izgraditi dobru ekspertizu u inženjeringu, građevinarstvu, logistici, geologiji, upravljanju procesima i upravljanju inovacijama. Trebalo bi izgraditi novu istraživačku jedinicu za daljinsko grijanje. Alternativno, moglo bi se osnovati „spin-off“ za istraživanje i razvoj u kojem bi univerzitetsko osoblje trebalo biti adekvatno zastupljeno. Nevladin sektor bi također trebao biti zastupljen od samog početka.

Ostali partneri koji bi trebali imati ulogu u takvoj strukturi trebali bi biti predstavnici Tuzlanskog kantona, rudnik soli, regionalna elektrodistribucija, bilo koja vrsta relevantnih udruženja vlasnika kuća, trgovačkih kompanija, zakupaca i malih i srednjih preduzeća, velikih proizvođača/potrošača toplinske energije, tematski relevantne nevladine organizacije, banke, osiguravajuća društva, drvoprerađivači, vlasnici šuma, inovatori i zdravstvene službe.

Međunarodne finansijske institucije, posebno EBRD i EIB, mogle bi odigrati ključnu ulogu u finansiranju ambicioznog održivog rješenja opskrbe toplinske energije za Tuzlu.

Iako bi organizacijska struktura trebala biti što je moguće šira, trebala bi biti otvorena samo za dionike koji su javno izrazili opredijeljenost ili barem ozbiljan interes za predviđeni novi sistem daljinskog grijanja.

Što se tiče organizacije procesa povećanja energetske efikasnosti građevinskog fonda u gradu, na raspolaganju su dobra istraživanja zasnovana na dokazima, a sve takve preduzete aktivnosti trebale bi se nadograđivati na lekcijama naučenim u pilot slučajevima.⁵¹

4.4 Preporuke za osnovni scenario i planiranje narednih koraka (sa okvirnim vremenskim rokom) koji su potrebni da bi se iskoristio raspoloživi potencijal

Kao što je već spomenuto, važno je uključiti sve zainteresirane strane u ranoj fazi planiranja kako bi se razvilo rješenje usmjereno na potrebe i osiguralo prihvaćanje. Konkretna shema koja uključuje tehničke i organizacijske mjere zasnovane na detaljnoj dijagnozi trenutne situacije trebala bi proizaći iz faze planiranja. Sljedeće preporuke nadograđuju se na opće preporuke navedene u priručniku „Nadogradnja DG“.⁵² Bit će jako važno ne razvijati nove planove prema trenutnim brojkama potražnje, već predvidjeti očekivane promjene i ostaviti prostor za mogućnost da se situacija drugačije razvije. Moguće promjene

50 ICLEI - Local governments for sustainability, [What we do](#), accessed 16 July 2021.

51 Silke Schnaidt, Andreas Wagner, [Akteure und Prozesse in der Gebäudesanierung & nichttechnische Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren des Sanierungsprozesses](#), ed.: KIT-Forschungsuniversität in der Helmholtz- Gemeinschaft, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Nachhaltige Technische Systeme (INATECH) and Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 2019.

52 Dominik Rutz et al., [Upgrading the performance of district heating networks: Technical and non-technical approaches](#), *Upgrade DH*, 2019.

mogle bi se odnositi na smanjenje gubitaka i poboljšanje učinkovitosti distribucije, cijene ulaganja i cijene energije, sheme naknadnog opremanja, potražnju za toplinskom energijom, lokalnu mikroklimu, potrebu za građevinskim radovima na cestama sa sličnim vremenskim okvirom (čime se štede troškovi obnove mreže daljinskog grijanja) i izgubljeni kupci zbog niske fleksibilnosti potražnje.

Nakon uspostavljanja organizacijske strukture (ili barem jezgre koju čine Grad, opskrbljivač toplinskom energijom i istraživačka jedinica), trebale bi uslijediti početne aktivnosti kako bi se dovršila istraživanja koja nedostaju kako bi se bolje kvantificirali potencijali. To bi trebali biti:

- **geološko istraživanje** koje će analizirati prikladnost iskorištenih rudnika soli za potrebe skladištenja energije, grubo procjenjujući njihovu korisnu količinu i potrebne tehničke radove. **Ciljevi** takvog istraživanja trebali bi biti: analiza geološke stabilnosti, opasnosti od slijeganja, potrebne mjere za stabilizaciju razine tla i podzemne vode, analiza tačnog položaja (3D) i volumena koji se može koristiti za skladištenje, moguća ulazna i izlivna lokacija, simulacija propusnosti kaverni, nanosa i jama prije i poslije izgradnje, očekivana sposobnost slanice za skladištenje toplinske i rashladne energije.
- analiza **potencijala za uštedu energije** najčešćih tipova zgrada, mapiranje budućih potreba za toplinskom energijom i hlađenjem (godišnje, mjesečno, vršno vrijeme), primjenjujući tri do četiri scenarija.

Sljedeće dvije analize trebale bi biti ponuđene nakon što je prva analiza dala informacije o mogućnosti iskorištavanja podzemnih struktura rudnika soli, za skladištenje topline.

- **preliminarna hidraulička simulacija** mreže daljinskog grijanja četvrte generacije za zgrade za koje se trenutno isporučuje toplinska energija; identifikaciju podstanica i drugih mjesta duž mreže na kojima bi se trebale nalaziti toplotne pumpe; identifikacija naselja koje bi moglo poslužiti kao pilot područje
- preliminarna procjena troškova i koristi predložene mreže daljinskog grijanja
- dizajn lokalno primjenjive i zakonski izvodljive **kombinirane sheme financiranja** troškova grijanja (koja će se primijeniti u slučaju značajnog povećanja cijene toplinske energije) i za privatna ulaganja u energiju (energetska obnova zgrada, upotreba obnovljivih izvora energije, ugradnja toplotnih pumpi) i skladištenje energije) na osnovu gore navedene analize potencijala za uštede.

Paralelno s tim, trebali bi se voditi pregovori s **međunarodnim financijskim institucijama i drugim potencijalnim donatorima** o mogućoj podršci, pregovori sa **Univerzitetom u Tuzli** o izgradnji kapaciteta (npr. Centar kompetencija ili spin-off) za daljinsko grijanje i razvoj lokalnog **energetskog plana** usklađenog sa potrebama daljinskog grijanja četvrte generacije.

Dodatno, treba provesti analizu potencijala otpadne toplinske energije. Postojeće analize otpadne toplinske energije često se fokusiraju samo na otpadnu toplinsku energiju temperature od 60°C ili više, ali u sistemima četvrte generacije i niskotemperaturna otpadna toplinska energije ima veliku vrijednost. Pregled trenutnih gubitaka trebao bi se ispitati korištenjem bespilotne letjelice opremljene termovizijom. Shema bi trebala uključivati otvorenu komunikacijsku strategiju i uključivati krajnje potrošače. Termička nadogradnja objekata priključenih na mrežu daljinskog grijanja i decentralizirana instalacija solarnih panela i toplotnih pumpi, mogu se pokrenuti bez odlaganja. Detaljno rješenje za monitoring⁵³ bi trebalo postojati od samog početka operativnog perioda. Iskustvo uporedivo velikih i ambicioznih slučajeva pokazuje da će za implementaciju intervencije obrađene u ovoj studiji biti potreban srednjoročni vremenski period od 10 do 12 godina.

Alternativno, detaljno planiranje, finansiranje i raspisivanje tendera za manju gradsku četvrt, mogu se ubrzati kako bi poslužilo kao pilot investicija. Lakše je osvojiti veliki grant za ulaganja, nakon što se kroz pilot projekat dokaže sposobnosti grada za implementaciju i pravilno funkcioniranje primijenjenih tehničkih rješenja. Preduzeća mogu postepeno povećavati osoblje i tehničke kapacitete, a lekcije naučene u pilot slučaju mogu se koristiti za poboljšanje planiranja glavne investicije. Takav pristup implementacije u dvije faze, međutim, košta vremena i odgodit će zatvaranje termoelektrane za jednu (moguće do tri) godine.

53 AGFW, [Entwicklung von neuen und verbesserten Instandhaltungsstrategien für kleine und große Wärmeverteilnetze durch Kombination statistischer Alterungsmodelle mit materialbasierten Nutzungsdauermodellen](#), Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung, 2018.

Do sredine 2022. godine geološka istraživanja i pregovori s vlasnicima i organima za izdavanje dozvola trebali bi biti razvijeni do te mjere da se može donijeti odluka o tome da li će se naručiti radovi na planiranju cjelogodišnjeg podzemnog skladištenja energije u zatvorenim rudnicima soli.

Tabela 6: Predloženi vremenski okvir za dalje korake

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Geološko istraživanje										
Uspostava organizacije i info kampanja										
Uspostava organizacije i info kampanja										
Decentralizirani OIE										
Shema financiranja privatnih energetske ulaganja ⁵⁴										
Podrška računima za energiju za siromašne										
Odluka o izvorima toplinske energije										
Prethodna procjena izvodljivost										
Studija izvodljivosti										
Detaljno planiranje; pregovori o finansiranju										
Tenderska procedura										
Pilot mreža za 1 gradsko naselje										
Izgradnja mreže, izvora i skladišta										
Zatvaranje termoelektrane na ugalj ⁵⁵										
Evaluacija										

54 Relating to building, efficiency, heat pumps, local RES for heat and power, and storage.

55 Except for contingency operation

Grad Tuzla se suočava sa jedinstvenom prilikom da obezbijedi mjesto među najčišćim i tehnološki „najpametnijim“ gradovima, kada je u pitanju opskrba toplotnom energijom i kvalitet zraka, u jugoistočnoj Europi.

CEE

Bankwatch
Network