



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EAER
State Secretariat for Economic Affairs SECO



Republika Srbija
Ministarstvo
rudarstva i
energetike



Projekat energetske efikasnosti i upravljanja energijom u opštinama (MEEMP)

Program prostornog snabdevanja toplotom za period od 2022–2030.godine za Grad Užice

Prvi nacrt Izveštaja

Pripremio Konzorcijum za realizaciju projekta

Novembar 2022

Projekat realizovali



Sadržaj

1	UVOD	5
1.1	CILJEVI PROGRAMA PROSTORNOG SNABDEVANJA TOPLOTOM	5
1.2	GRAD UŽICE	5
1.3	RADNA GRUPA ZA PPST UŽICA.....	9
1.4	VEZA SA ZAKONOM O EFIKASNOM KORIŠĆENJU ENERGIJE.....	9
2	PROCENA POTREBA ZA TOPLOTNOM ENERGIJOM.....	11
2.1	DEMOGRAFSKA KRETANJA	11
2.2	BROJ STANOVNIKA PO NASELJU	12
2.3	POVRŠINA PO STAMBENOJ JEDINICI I PO OSOBI*	12
2.4	DALJA IZGRADNJA STAMBENIH ZGRADA I POTRAŽNJA ZA TOPLOTOM.....	13
	2.4.1 <i>Scenariji za sanaciju zgrada</i>	13
2.5	IMPLIKACIJE NA PPST.....	14
3	POSTOJEĆA INFRASTRUKTURA	15
3.1	SISTEM DALJINSKOG GREJANJA	15
	3.1.1 <i>Kotlarnice</i>	15
	3.1.2 <i>Razvoj buduće mreže daljinskog grejanja(toplifikacija)</i>	17
3.2	MREŽA GASOVODA	19
3.3	INDIVIDUALNI SISTEMI GREJANJA NA GRADSKOM PODRUČJU GRADA UŽICE.....	19
3.4	DOBRE I LOŠE STRANE RAZLIČITIH IZVORA ENERGIJE	20
	3.4.1 <i>Toplota iz fosilnih izvora</i>	20
	3.4.2 <i>Obnovljivi izvori toplote</i>	21
3.5	BIOMASA	23
	3.5.1 <i>Drvenasta biomasa</i>	23
	3.5.2 <i>Poljoprivredna biomasa i otpadni stočni proizvodi</i>	24
3.6	GEOTERMALNA ENERGIJA.....	25
	3.6.1 <i>Korišćenje energije otvorenih vodotokova</i>	26
	3.6.2 <i>Plitka geotermalna energija</i>	27
3.7	SOLARNA ENERGIJA.....	29
	3.7.1 <i>Solarna toplotna energija</i>	30
	3.7.2 <i>Solarne fotonaponske ćelije</i>	31
3.8	SKLADIŠTENJE TOPLOTNE ENERGIJE.....	33
	3.8.1 <i>Tehnologija</i>	34
3.9	ENERGETSKA EFIKASNOST.....	37
3.10	ENERGIJA OTPADNE TOPLOTE	38
4	FORMULISANJE ODGOVARAJUĆIH MERA ZA REALIZACIJU CILJEVA SMANJENJA POTROŠNJE ENERGIJE.....	39
4.1	UNAPREĐENJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA	39
	4.1.1 <i>Automatizacija podstanica</i>	40
	4.1.2 <i>Zamena dotrajalih cevovoda</i>	41
	4.1.3 <i>Fakturisanje na osnovu potrošnje za isporuku toplote</i>	41
	4.1.4 <i>Povezivanje decentralizovane Kotlarnice na jednu mrežu</i>	42



4.1.5	Toplotna sanacija zgrada povezanih na mrežu daljinskog grejanja	43
4.2	MERE KOJE DOPRINOSE POBOLJŠANJU KVALITETA VAZDUHA I SMANJENJU EMISIJA CO ₂	45
4.2.1	Zamena kotlova koji kao gorivo koriste mazut kotlovima na prirodni gas i korišćenje obnovljivih izvora u daljinskom grejanju.....	45
4.2.2	Smanjenje korišćenja čvrstih goriva u individualnim domaćinstvima.....	45
4.2.3	Toplotna sanacija individualnih stambenih zgrada	46
4.2.4	Upotreba obnovljivih izvora energije za individualne stambene objekte	46
5	ZAKLJUČAK	47
6	REFERENCE	47



Skraćenice

DG	Daljinsko grejanje
NP	Nominalni prečnik
EBRD	Evropska banka za rekonstrukciju i razvoj
EE	Energetska efikasnost
ESCO	Kompanija koja pruža energetske usluge u oblasti implementacije energetske efikasnosti (ESCO kompanija)
EU	Evropska unija
SI	Studija izvodljivosti
IEA	Međunarodna agencija za energetiku
IRENA	Međunarodna agencija za obnovljivu energiju
LCOE	Nivelisani troškovi električne energije)
PM	Suspendovane čestice (PM čestice)
JKP	Javno-komunalno preduzeće
FN	Fotonaponske ćelije
OE	Obnovljiva energija
OIE	Obnovljivi izvori energije
SDPU	Sistem daljinskog praćenja i upravljanja
SECO	Švajcarski državni sekretarijat za ekonomske poslove (SECO)
PPST	Program prostornog snabdevanja toplotom
RZS	Republički zavod za statistiku

1 UVOD

Planiranje prostornog snabdevanja toplotom je tehnički i politički proces čiji je cilj utvrđivanje najprikladnijeg snabdevanja toplotom u različitim područjima teritorije lokalne samouprave i samim tim predstavlja osnovu za racionalno korišćenje energije, snabdevanje toplotom iz pretežno obnovljivih izvora energije i smanjenje na najmanju meru negativnog uticaja na životnu sredinu i klimu. Prostorno energetske planiranje obezbeđuje osnovu za optimizaciju snabdevanja toplotom u opštini i njegovo osmišljavanje za budućnost.

Sigurnost snabdevanja, ekonomska efikasnost i ekološka kompatibilnost su najvažniji stubovi za organizovanje snabdevanja energijom od strane javnog sektora. Opština može takođe da se pridržava ovih stubova i kada je reč o snabdevanju toplotom. Planiranje prostornog snabdevanja toplotom i njegova realizacija povećavaju pravnu i sigurnost snabdevanja: područja za snabdevanje toplotom iz obnovljivih izvora energije kao i lokacije za postrojenja za proizvodnju energije moraju biti garantovana obavezujućim planskim instrumentima kao i koordiniranim sprovođenjem koncepata snabdevanja.

Ovaj PPST je nastao na osnovu raspoloživih podataka.

1.1 Ciljevi Programa prostornog snabdevanja toplotom

Cilj Programa prostornog snabdevanja toplotom (PPST) jeste da se utvrde tehnički **odgovarajući sistemi grejanja** koji ostavljaju najmanje posledice po životnu sredinu i klimu u različitim prostornim obuhvatima. Deo sprovođenja PPST jeste i definisanje različitih prioriternih mera za svako područje.

Na osnovu sadašnjih demografskih kretanja i energetske potražnje, predviđanja se vrše za sledećih 20 godina uz strateške ciljeve koji su formulisani za očekivano snabdevanje gradskog područja toplotom. Konkretni ciljevi PPST su:

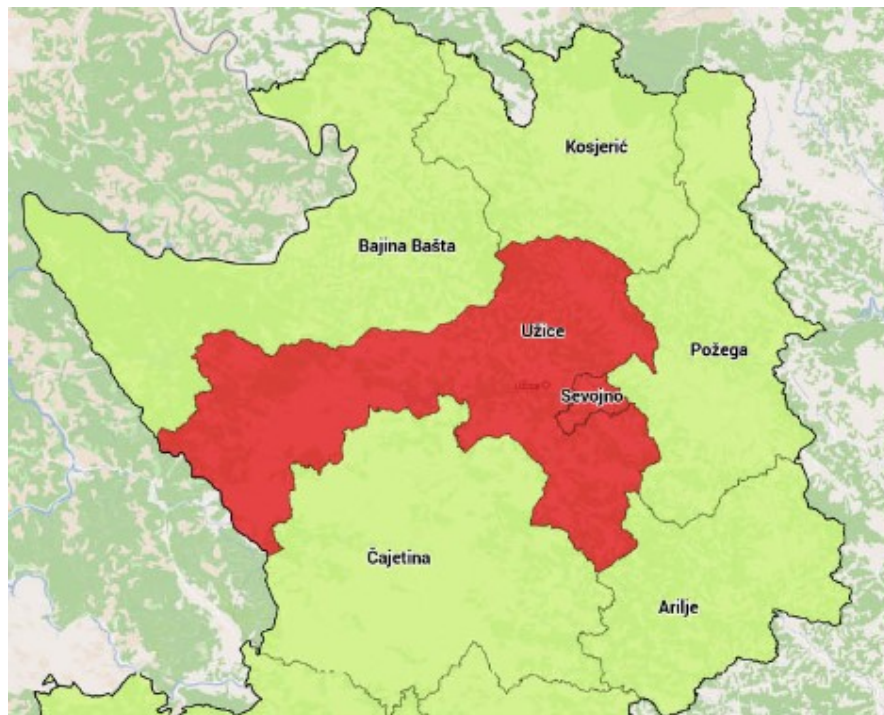
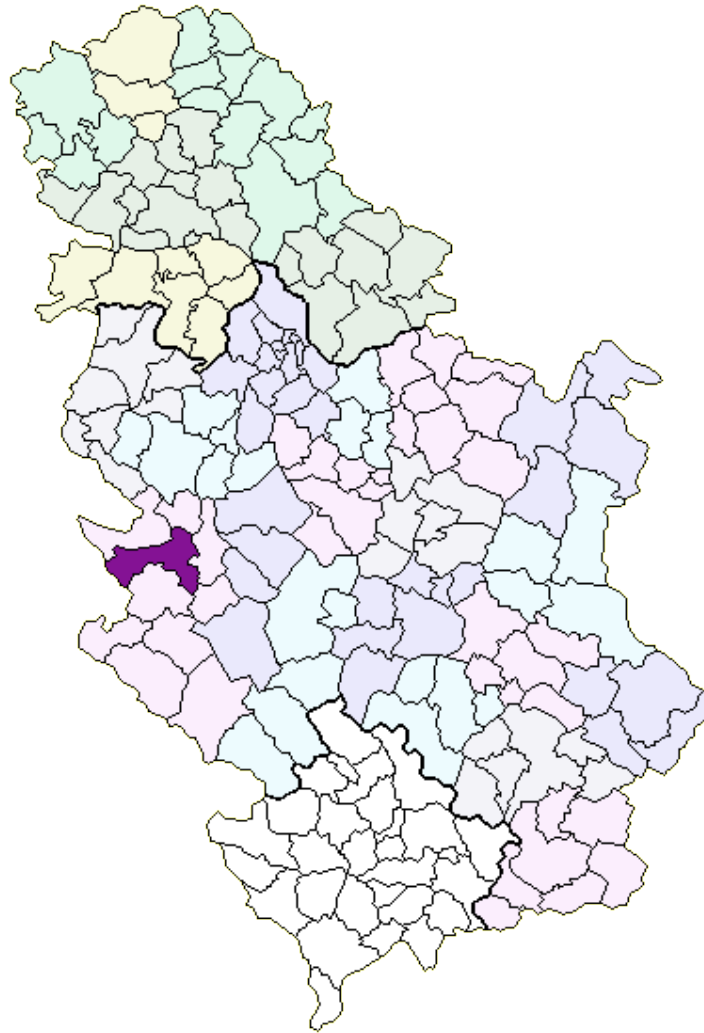
- Projektovanje potreba za narednih 20 godina i optimizacija snabdevanja toplotom;
- Utvrđivanje najpogodnijih sistema za grejanje uz najmanji uticaj kako na životnu sredinu, tako i na klimu u svakom području;
- Prenos znanja u vezi sa najnovijim trendovima i tehnologijama u sistemima grejanja;
- Omogućavanje Gradu da nezavisno koristi i ažurira ovaj Program na osnovu sistemskog pristupa.

Predstavnici opštine su bili uključeni u proces planiranja i povratne informacije koje su od njih dobijene su obuhvaćene konačnim nacrtom dokumenta.

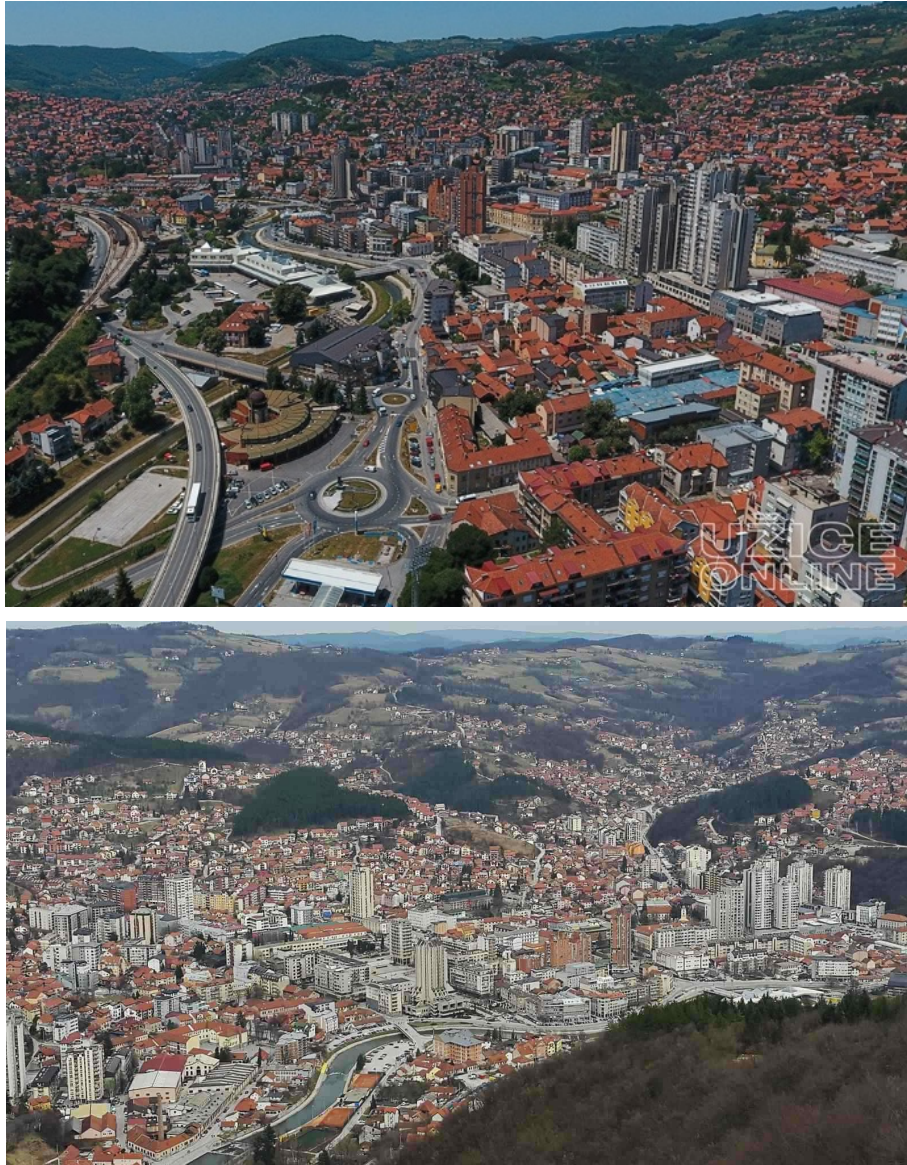
Sprovođenje mera mora se pratiti na godišnjem nivou. U zavisnosti od rezultata kao i sveukupnog ekonomskog i demografskog razvoja Opštine, PPST će se analizirati najmanje svake tri godine, uključujući reviziju planiranih i uključivanje novih mera.

1.2 Grad Užice

Užice je grad i administrativni centar Zlatiborskog okruga u Zapadnoj Srbiji. Grad se nalazi na obalama reke Đetine.







Slika 1 Lokacija Grada Užice u Republici Srbiji, mapa i fotografije Grada

Prema popisu stanovništva iz 2011. godine, u samom gradu je živelo 59.747 stanovnika. Gradska opština Užice je jedna od dve gradske opštine (uz gradsku opštinu Sevojno) koja čini Grad Užice. Prema rezultatima popisa stanovništva iz 2011. godine, Opština ima 70.939 stanovnika.

Kao što se može videti sa fotografija, administrativni deo grada se nalazi u slivu reke Đetinje, na veoma malom području.

Visoka brda se uzdižu veoma blizu grada, što utiče na smanjeno strujanje vazduha.

Individualna i mala neregulisana ložišta stvaraju veliko zagađenje u gradu, koje se ne može smanjiti zbog smanjenog strujanja vazduha.

Zato je jedan od najvažnijih zadataka u gradu rešavanje sistema grejanja zgrada u samom centru grada.



Grad ima sistem daljinskog grejanja. Ono se distribuira preko 11 objekata (lokacija) gde se vrši sagorevanje.

Ovaj PPST istražuje optimalna rešenja za snabdevanje toplotom različitih područja grada, koja imaju veliki potencijal za povećanje efikasnosti snabdevanja i promenu goriva (poželjno na OIE).

1.3 Radna grupa za PPST Užica

Za izradu ovog PPST, Grad Užice je odredio radnu grupu. Radnu grupu čine sledeći članovi:

Koordinator Radne grupe je:

1. Nada Jovičić, član Gradskog veća Užica za zaštitu životne sredine, energetske efikasnosti i turizam - nada.jovicic@uzice.rs

Članovi Radne grupe:

1. Vojo Đoković, energetski menadžer Grada Užica (zamenik koordinatora Radne grupe) - vojo.djokovic@uzice.rs,

2. Olivera Ćirković, predstavnik Uprave za urbanizam, izgradnju i imovinsko-pravne poslove (koordinator za urbanizam) - olivera.cirkovic@uzice.rs,

3. Vladan Kovačević, predstavnik JKP "Toplana" (zadužen za daljinsko grejanje) - vladan.kovacevic@toplana.uzice.rs

4. Mihailo Borović, predstavnik Uprave za infrastrukturu i razvoj (zadužen za šumarstvo) - mihailo.borovic@uzice.rs,

5. Miloš Stojanović, predstavnik of JKP "Vodovod" (zadužen za vodosnabdevanje/otpadne vode) - milos.stojanovic@vodovod.uzice.rs,

1.4 Veza sa Zakonom o efikasnom korišćenju energije

"Zakon o energetske efikasnosti i racionalnom korišćenju energije" Srbije ("Službeni glasnik RS, br. 40/2021) nalaže da jedinice lokalne samouprave (opštine) izrađuju programe i planove energetske efikasnosti u skladu sa Nacionalnom strategijom razvoja energetike i Akcionim planom za energetske efikasnost.

Program energetske efikasnosti Opštine sadrži posebno:

"1) Planirani strateški cilj ušteda energije (u skladu sa nacionalnim ciljevima);

2) Analizu i evaluaciju godišnjih **energetskih potreba**, uključujući procenu energetske karakteristika zgrada;

3) Predlog mera i aktivnosti koje će obezbediti efikasno korišćenje energije, kako sledi:

a) Plan za energetske sanacije i održavanje javnih objekata;

b) **Planove za unapređenje sistema komunalnih usluga (sistem daljinskog grejanja, daljinski sistem hlađenja, vodosnabdevanje, javno osvetljenje, upravljanje otpadom, javni saobraćaj, itd.);**

c) **Ostale mere** koje su planirane u smislu efikasnog korišćenja energije.



- 4) Odgovornosti, rokove i procenu očekivanih rezultata svake od mera predviđenih za ostvarenje planiranog cilja.
- 5) Sredstva koja su neophodna za sprovođenje programa, Izvore i način njihovog obezbeđivanja.

Rezultati procesa planiranja PPST kao i konkretne donete mere biće razmatrani u Programu energetske efikasnosti i drugim strateškim planskim dokumentima Opštine.

2 PROCENA POTREBA ZA TOPLOTNOM ENERGIJOM

Svrha ovog poglavlja jeste predviđanje kako će se razvijati potražnja za toplotom u Užicu u narednim godinama. U kontekstu PPST, glavna svrha utvrđivanja buduće potražnje za toplotom jeste mogućnost da se proceni da li će potražnja za toplotom ostati dovoljno velika da predstavlja racionalno rešenje za rad mreže daljinskog grejanja.

Razvoj potražnje za toplotom direktno zavisi od rasta stanovništva i potencijalnih poboljšanja u smislu klase energetske efikasnosti stambenih zgrada. Iako raspoložemo podacima širom područja iz popisa stanovništva o demografskom rastu, podaci o potrošnji energije su ograničeni na snabdevanje ovog područja iz postojeće mreže daljinskog grejanja. Primenićemo indikatore izračunate iz ovih podataka na preostala domaćinstva u gradskom području koja nisu povezana na mrežu daljinskog grejanja.¹ Domaćinstva u seoskim područjima su isključena pošto se pretpostavlja da se, zbog velike disperzije i male gustine, mreža daljinskog grejanja (DG) neće širiti na seoska naselja. Ukoliko bi se izgradnja mini-mreže daljinskog grejanja razmatrala u naseljima, zahtevi u pogledu toplote bi morali odvojeno da se analiziraju.

2.1 Demografska kretanja

Srbija trenutno ima negativan priraštaj stanovništva od oko -0,4% godišnje, ili -11,3% za poslednjih 30 godina. Tabela 1 prikazuje da je ovaj trend opadanja čak i izraženiji u Opštini Užice. Pretpostavlja se da će se ukupan broj stanovnika smanjiti sa 42.139 na 36.288 (-13,9%) stanovnika u periodu 2011-2041 (sajt RZS).

1 Projekcija broja stanovnika Opštine Užice do 2041

	Bazno stanovništvo - procena stanovništva sredinom godine, 2011			Projekcija stanovništva Srednja varijanta, 2041 ²		
	Muškarci	Žene	Ukupno	Muškarci	Žene	Ukupno
Republika Srbija	3.522.690	3.711.409	7.234.099	3.303.184	3.521.372	6.824.556
Užice	37.912	40.229	78.141	34.567	37.299	71.866

Izvor: Zavod za statistiku Republike Srbije, <https://data.stat.gov.rs/>

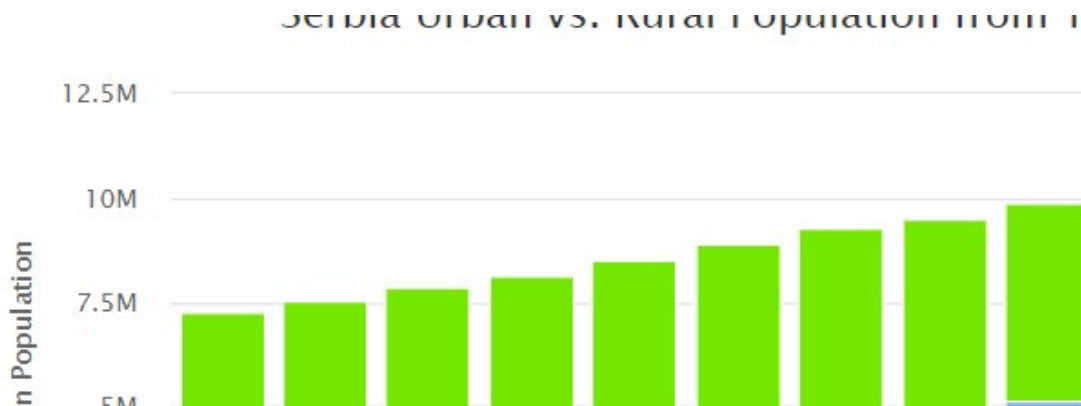
Slika 3 prikazuje da se stanovništvo u urbanim i seoskim područjima Srbije drugačije razvija. Od 1955-2020. godine prisutan je trend jake urbanizacije tokom koga je broj stanovnika u gradovima uvećan za

¹ Svesni smo da je ovo pojednostavljivanje i da postoje razlike između kuća u kojima živi jedna porodica i zgrada u kojima živi više porodica. Međutim, ovakvo pojednostavljivanje je opravdano, pošto cilj ovog poglavlja nije pravljenje tačnog obračuna, već procena odnosa veličina.

² "Srednja varijanta" projekcije broja stanovnika prema Ujedinjenim nacijama pretpostavlja nastavak sadašnjeg nivoa neto migracija u narednim godinama.

50%. Pad stanovništva počev od 1995. godine se uglavnom ogleda u smanjenju seoskog stanovništva, dok broj stanovnika u gradovima ostaje skoro isti.

Slika 2 Urbano (plavo) u odnosu na seosko (zeleno) stanovništvo u Srbiji od 1955 do 2020. godine



Izvor: <https://www.worldometers.info/demographics/Srbija-demographics/>

2.2 Broj stanovnika po naselju

Prema popisu stanovništva Srbije (RZS 2011), prosečan broj članova domaćinstva iznosio je 3,0 u 2002. godini i 2,9 u 2011. godini na nivou zemlje. Postoji trend da se ova brojka smanjuje za približno -0.1 tokom svakih 10 godina. U Užicu, u 2011. godini (RZS 2011), prosečan broj članova domaćinstva u naseljenim zgradama iznosio je 3,07 (3,04 u gradskim i 3,14 u seoskim područjima). Ukoliko pretpostavimo da se ovaj nacionalni trend primenjuje i na Užice, ove brojke će do 2041. godine pasti na 2,8 (2,7 prosečan broj članova domaćinstva u gradskim i 2.85 u seoskim područjima).

Ovakva kretanja su u skladu sa ukupnim evropskim trendovima. Do opadanje broja članova domaćinstva dolazi zbog faktora kao što su starenje stanovništva, manji broj dece po porodici i veći udeo samohranih domaćinstava.

2.3 Površina po stambenoj jedinici i po osobi*

Ukupan broj naseljenih stanova iznosi 27,080 (21,347 u gradskom području i 5.733 u drugim područjima). Ukoliko je prosečna površina po stambenoj jedinici ostala nepromenjena tokom vremena, manji broj članova domaćinstva po stanu bi se preveo u veću potražnju za toplotnom energijom po osobi. Međutim, u Srbiji postoji i trend ka smanjivanju površine po stambenoj jedinici. U periodu od 2001-2014. godine, prosečna površina završenih stanova smanjena je se sa 78 na 64 m² na nivou zemlje (SLED, 2015:30). Prosečna površina svih naseljenih stanova u Užicu iznosila je 55,18 m², što odgovara prosečnoj stambenoj površini od 17,98 po osobi.

Brojke pokazuju da se naseljeno područje Užica razlikuje od naselja u ostalim delovima ove opštine.



Pretpostavljamo da će se ova dva trenda manjeg broja članova po stambenoj jedinici uz istovremeno smanjivanje površine po stambenoj jedinici manje-više ujednačiti, što će dovesti do toga da će prosečna stambena površina po osobi ostati (ista) do 2041. godine.

Ovaj konkretan zahtev u pogledu stambene površine po osobi ne može se koristiti bezuslovno za obračun specifične potražnje za toplotom pošto se u Srbiji obično greje samo deo stambene jedinice (jedna ili dve sobe) radi uštede energije i troškova. Izuzetak od ovoga su stambene jedinice koje su povezane na daljinsko grejanje, gde možemo da pretpostavimo da se zagreva celokupna stambena površina.

U područjima gde se i dalje trenutno primenjuje delimično zagrevanje, često se koriste zastareli šporeti na drva, što dovodi do visokih nivoa unutrašnjeg i spoljašnjeg zagađenja vazduha i samim tim i do visokih stopa respiratornih oboljenja. Pretpostavljamo da će ovi sistemi biti modernizovani gledano srednjoročno do dugoročno i da će se, sa povećanjem BDP po glavi stanovnika, navike vezane za grejanje približiti onim u područjima u kojima postoji daljinsko grejanje.

2.4 Dalja izgradnja stambenih zgrada i potražnja za toplotom

Stambeni fond Srbije je relativno nov u poređenju sa onim u mnogim zemljama EU. Najstariji deo ovog fonda (pre 1919.), čini samo oko 5,6% od ukupnog broja stambenih zgrada u odnosu na prosek u EU koji je oko 18%. Grubo gledano, dve trećine svih stanova je izgrađeno u doba socijalizma (1945-1991). Udeo najproduktivnije dekade (1971-1980) iznosi 24% (UN, 2006:15). Ova situacija važi i za Užice gde je 75% svih stanova izgrađeno nakon 1960. godine. Udeo starog stambenog fonda tj. zgrada starijih od 70 godina, iznosi 17%.³

2.4.1 Scenariji za sanaciju zgrada

U zavisnosti od aktivnosti renoviranja, moguće je značajno smanjiti buduću potražnju za toplotnom energijom u stambenim zgradama. Za procenu buduće potražnje za toplotnom energijom, razmatramo scenarija koja su urađena u okviru projekta SLED (SLED 2015:37ff.). Potencijali za uštede zbog različitih mera sanacije detaljno su izračunati na projektu SLED i kreću se od -20% do -71% od neto potražnje za toplotom. Ove uštede primenjujemo na sadašnju prosečnu specifičnu potrošnju od 157kWh/m²*a: toplotu koju smo preuzeli iz izveštaja JKP za daljinsko grejanje (135 kWh/m²*a) i očekivanu potrošnju zgrada koje nisu povezane na sistem daljinskog grejanja (180 kWh/m²*a).

Sami smo procenili na koliko stanova bi ove mere sanacije mogle da budu primenjene tokom sledećih 20 godina. U standardnom scenariju smo pretpostavili da će oko 1% postojećih zgrada biti zamenjivano

³ Izvor: <https://uzice.rs/wp-content/uploads/2017/06/Stambena-strategija-grad-Uzice-2012-2021.pdf>

novom zgradom svake godine, a da će 0,7% postojećih zgrada biti rekonstruisano prema standardnom scenariju i 0,4% prema ambicioznom scenariju (vidi tabelu). Naša je procena da preko polovine objekata ili neće biti predmet nikakve sanacije u narednih 20 godina (25%) ili će samo biti urađena najneophodnija delimična renoviranja (33%) u skladu sa scenarijom „kao i do sada“. Ukoliko su ovakve procene tačne, prosečna specifična potrošnja toplote će se smanjiti na oko **109 kWh/m²*a do 2041. godine**, što je smanjenje od 30% u poređenju sa 2020. godinom (vidi tabelu 2). Treba imati u vidu da ova brojka uključuje energiju koja je potrebna za snabdevanje toplom vodom (oko 12 kWh/m²*a).

Tabela 2 Projekcija specifične potražnje za toplotom do 2041

Scenario	Mera sanacije	Proc.smanjenje toplote u poređenju sa prosekom iz 2011. god. od 154 [kWh/m ² *a]*	Specifična potrošnja toplote [kWh/m ² *a]	Procenjeni udeo u stambenom fondu u 2041.***	Prosečna specifična potrošnja toplote u 2041.*** [kWh/m ² *a]
Nula	Bez ikakvih mera	0%	157**	33%	109
„Kao i do sada“	Samo delimična renoviranja, kao što je zamena prozora ili poboljšanje upravljanja sistemima za grejanje	-20%	126	25%	
Standardno	a. poboljšanje u skladu sa sadašnjim propisima, kao što je poboljšanje energetske klase objekta za najmanje jednu klasu energetske efikasnosti.	-59%	66	15%	
	b. zamena starog objekta novoizgrađenim ⁴			20%	
Ambiciozno	Obuhvata konkretne mere za podizanje klase energetske efikasnosti objekta na maksimum.	-71%	46	7%	

Izvori: * SLED (2015), **vlastite procene

2.5 Implikacije na PPST

Trend ka smanjenju broja stanovnika Užice je sličan kao i u drugim delovima Srbije. Ovo će dovesti do smanjenja potrošnje toplotne energije za grejanje. Poboljšanja na izolaciji zgrada će ojačati ovaj trend.

Mere za proširenje mreža daljinskog grejanja trebalo bi stoga da se usmere na gradska područja sa velikim brojem stambenih zgrada. Samo će tamo postojati dovoljno velika potražnja za toplotnom energijom za grejanje u narednih 20 godina da bi mreža DG ekonomski bila opravdana. U naseljima sa individualnim porodičnim zgradama ili u seoskim područjima, imaće smisla promovisati individualne sisteme grejanja u kombinaciji sa sanacijom fasadnog omotača.

⁴ Novi objekti moraju da budu izgrađeni prema standardima gradnje koji su uvedeni 2011. godine. Ovi zahtevi standarda gradnje odgovaraju karakteristikama mera iz standardnog scenarija.



3 POSTOJEĆA INFRASTRUKTURA

3.1 Sistem daljinskog grejanja

Usvajanjem odgovarajuće Odluke, Grad Užice je 1987. godine osnovao Javno-komunalno preduzeće JKP "Gradska toplana Užice". Glavna aktivnost ovog preduzeća danas jeste proizvodnja i distribucija toplotne energije kroz mrežu daljinskog grejanja (DG).

Ukupan broj domaćinstava u gradu iznosi oko 20.600 od čega je oko 5.900 domaćinstvima i oko 450 javnog poslovnog prostora povezano na sistem daljinskog grejanja. Pokrivenost sistemom daljinskog grejanja iznosi 28%.

Ostala domaćinstva koja nisu na sistemu daljinskog grejanja se uglavnom greju na čvrsto gorivo i, u manjem obimu, na gas ili električnu energiju.

3.1.1 Kotlarnice

Prema kriterijumu površine koja se greje, sistem daljinskog grejanja Grada Užice nalazi se na 15. mestu u Republici Srbiji od preko 50 sistema daljinskog grejanja.

Površina koja se greje u domaćinstvima iznosi 318.380 m², a komercijalnog prostora 106.317 m², što ukupno iznosi oko 424.697 m².

Ukupno instalirani kapacitet grejanja potrošača iznosi oko 62 MW, dok instalirani kapacitet grejanja iz vlastite proizvodnje toplotne iznosi oko 74,6 MW.

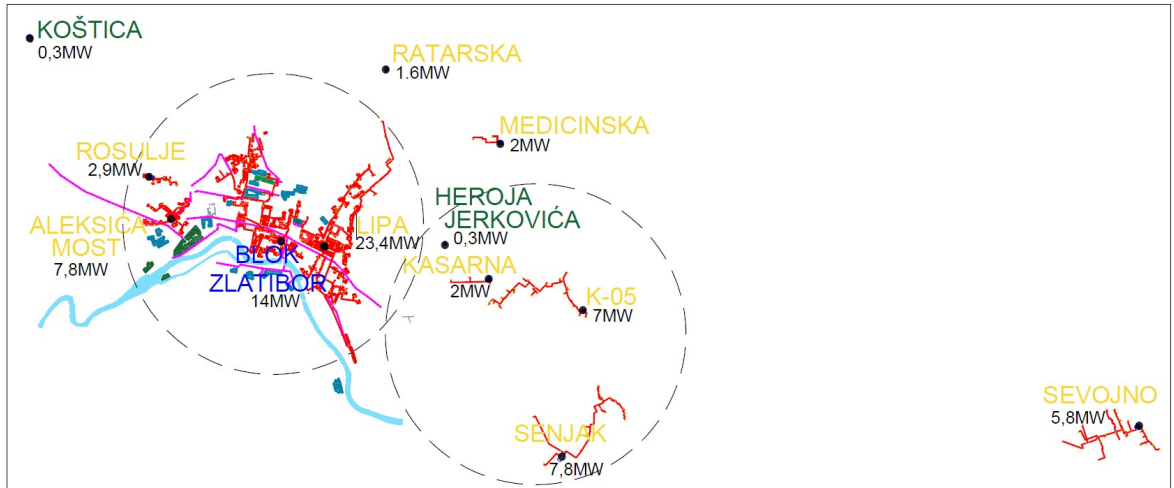
Kao izvori za dobijanje energije, koriste se prirodni gas, mazut (HFO) i pelet. Potrošnja prirodnog gasa iznosi oko 5.000.000 m³, mazuta oko 2.300 t godišnje i peleta 187t.

Energija proizvedena sagorevanjem prirodnog gasa iznosi 44.668 MWh, od mazuta oko 22.900 MWh i od peleta 840MWh.

Ukoliko se ukupan energetska kapacitet od 68.428 MWh podeli sa zagrevanom površinom i pomnoži sa očekivanom efikasnošću cevovoda, dobija se vrednost od oko 157 kWh/m² zagrevane površine godišnje.

Toplovodna mreža je izvedena kao dvocevni sistem konzolnog tipa. Ukupna dužina mreže iznosi 27 km, prosečni prečnik je DN100mm, a prosečna starost iznosi 20 godina. Gubici vode na godišnjem nivou se kreću oko 1.310 m³.

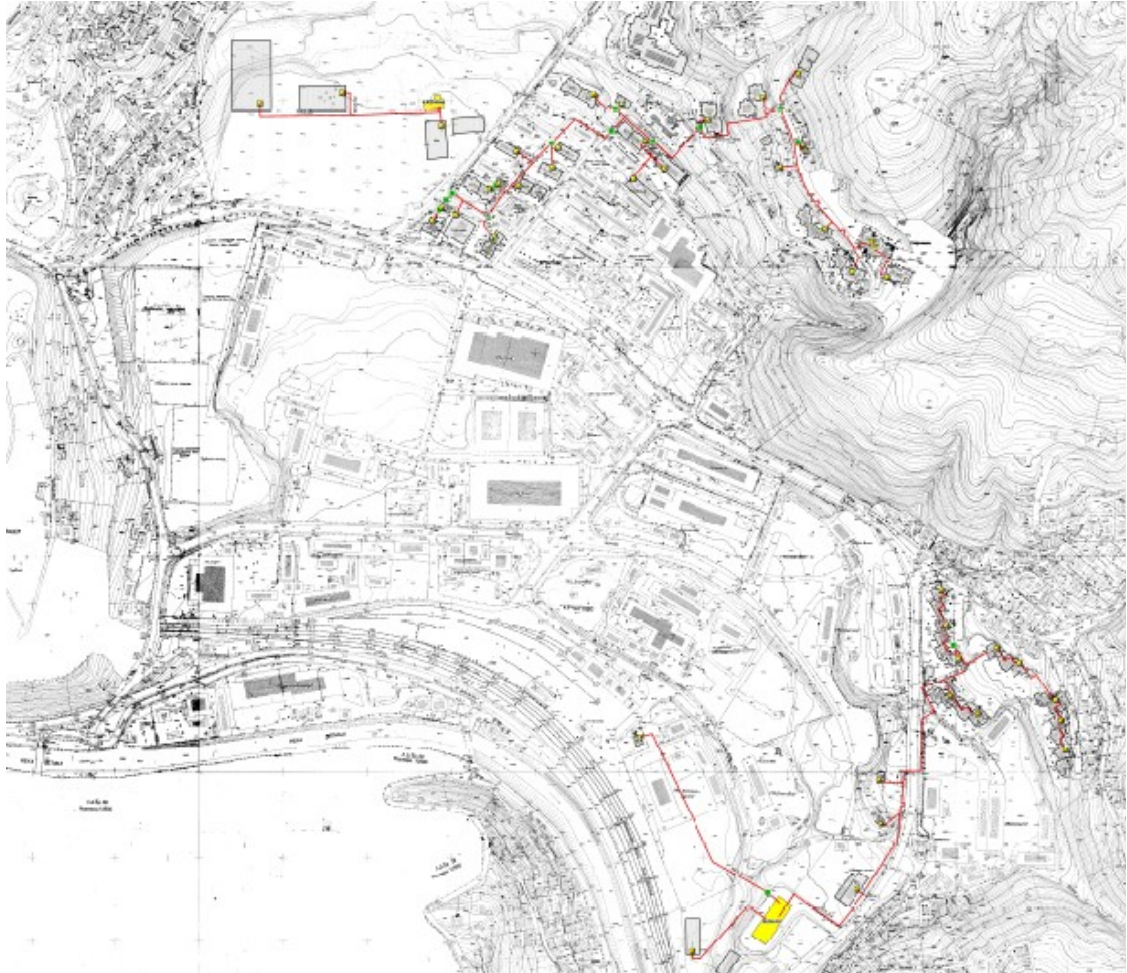
Broj podstanica u sistemu je 243.



Slika 2 Lokacija kotlarnica u Gradu Užice i Sevojnu



Kotlarnice: LIPA, BLOK ZLATIBOR, ALEKSICA MOST i ROSULJE



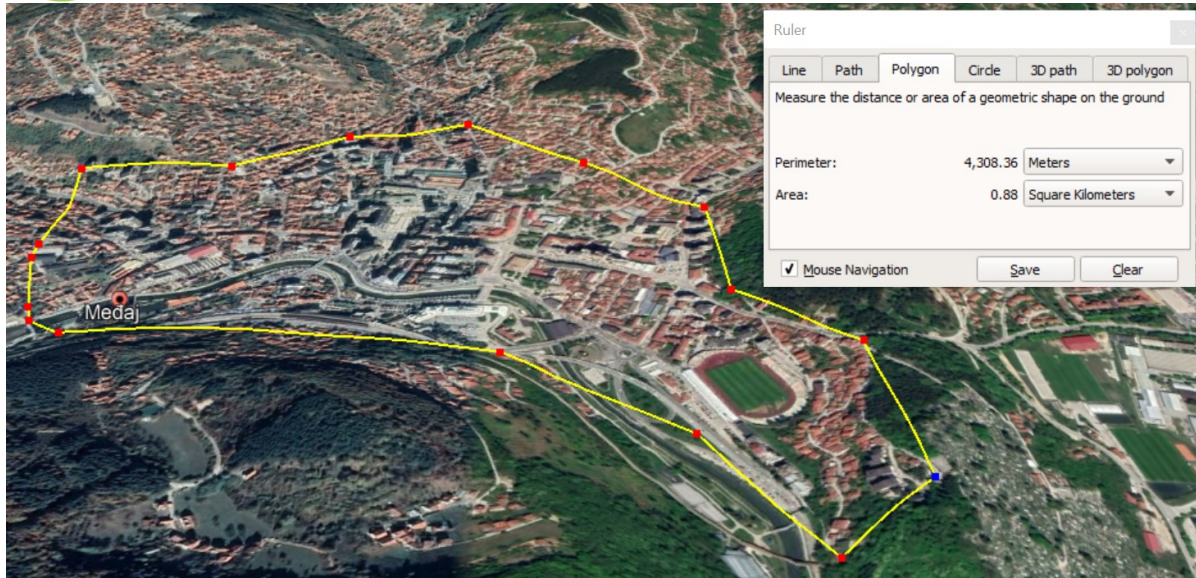
Kotlarnice: KASARNA, K-05 i SEVOJNO

Slika 3 Lokacija kotlarnica u centru Užica i Krčagovu

3.1.2 Razvoj buduće mreže daljinskog grejanja (toplifikacija)

Mreže daljinskog grejanja se u principu preporučuju za snabdevanje stambenih naselja toplotom tamo gde postoji visoka gustina potražnje za toplotom. Izgradnja mreže toplovoda iziskuje ogromnu investiciju, zbog čega je važno postići visoku gustinu protoka povezivanja radi finansijski održivog rada. Broj povezanih korisnika na mrežu u Užicu je značajan, a uzimajući u obzir relativno malu površinu koja je na raspolaganju za izgradnju, postoji i veliko specifično toplotno opterećenje (MW/km^2).

Samo sistem daljinskog grejanja sa svojih 45MW instalirane snage u samom gradskom jezgru, što iznosi manje od $0,9 km^2$ povezanih na SDG, daje izuzetno veliko specifično opterećenje. Kada se dodaju objekti koji nisu u sistemu daljinskog grejanja (javne institucije, škole, vrtići) kao i drugi potrošači toplotne energije za grejanje, specifično opterećenje iznosi preko $80 MW/km^2$, što predstavlja izuzetan preduslov za operativni i izvodljiv sistem daljinskog grejanja .



Slika 4 Područje centralne gradske zone za razvoj toplifikacije (SDG)

Ako izuzmemo određene stambene zone sa relativno visokim zgradama u Beogradu i Novom Sadu, ovo je najveće specifično toplotno opterećenje za ceo jedan grad u Srbiji.

Postoje i drugi argumenti koji govore u prilog izgradnji ili širenju mreže toplifikacije (DG):

- 1. Smanjenje zagađena vazduha:** Većina domaćinstvima koja nisu povezana na mrežu daljinskog grejanja ili na mrežu prirodnog gasa koristi ugalj ili ogrevno drvo za grejanje. Ove male peći na ugalj u domaćinstvima su veoma štetne po životnu sredinu. Čak i sagorevanje mazuta u toplanama proizvodi daleko manje čađi nego sagorevanje u malim pećima. Pored toga, proizvodi sagorevanja se ispuštaju na mnogo većim visinama, što manje utiče na zagađenje u gradu.
- 2. Povećanje kvaliteta života stanovnika grada:** ukoliko specijalizovano JKP pruža usluge snabdevanja toplotom, tada građani ne moraju da troše vreme da pronalaze gorivo za sebe, da rukuju pećima i da se bave ostalim poslovima vezanim za grejanje. Na taj način, oni mogu da se posvete svojim profesionalnim aktivnostima ili da kvalitetno provode vreme na druge načine.
- 3. Korišćenje obnovljive energije većeg obima:** Sistemi daljinskog grejanja su veoma pogodni za široku primenu obnovljivih izvora energije ili korišćenje toplote iz otpada. Neka tehnička rešenja su ekonomski opravdana samo ukoliko se koriste pri dovoljno velikim toplotnim opterećenjima kao što su mreže DG.

3.2 Mreža gasovoda

Grad Užice se pridružio kapitalnom projektu ubrzane gasifikacije Srbije krajem 90-tih i početkom 2000-te godine. Godine 1998, započeta je izgradnja glavnog gasovoda Preljina – Užice, koji je ispunjavao osnovne pretpostavke za gasifikaciju grada.

Grad je u izgradnju glavnog gasovoda investirao 4,7 miliona dolara od ukupno 13,7 miliona dolara, koliko je iznosila vrednost ukupne investicije. Ostatak sredstava obezbedio je NIS Energogas, sa kojim je Grad potpisao ugovor o saradnji.

Godine 2007, započeta je izgradnja distribucione mreže, čeličnog prstena gasovoda u dužini od 10,7 kilometara i merno-regulacionih stanica, što je finansirano sredstvima iz Nacionalnog investicionog plana u iznosu od 201,7 miliona dinara.

Do sada, gasovodna mreža je izgrađena u dužini od 153 km i nastavak izgradnje je planiran za ovu godinu. Do kraja 2019, na razvodnu mrežu gasovoda priključeno je 1.717 korisnika od čega 1.634 individualnih korisnika, a ostatak čine privredna i druga pravna lica.

Sve kotlarnice JKP "Gradske toplane" povezane su na gasovodnu mrežu, osim kotlarnice u bloku "Zlatibor" koja nema tehničkih mogućnosti za ovo i dve kotlarnice koje koriste pelet kao energent. Svi objekti osnovnih škola i većina vrtića povezani su na gasovodnu mrežu, osim vrtića "Bambi", koji koristi kotao na pelet za grejanje i vrtića "Poletarac" koji će biti povezan na mrežu gasovoda do kraja godine, nakon izgradnje kotlarnice.

3.3 Individualni sistemi grejanja na gradskom području Grada Užice

Error! Reference source not found.sadrži pregled sistema grejanja koji se koriste u gradskim domaćinstvima na području Grada Užica. 63,5% ovih domaćinstava koristi ili ogrevno drvo, ugalj (većina) ili struju kao energent. Iako postoji mreža gasovoda, samo 1.634 domaćinstvima je koristi za grejanje.

Tabela 3 Sistemi grejanja u gradskim domaćinstvima

Energent za grejanje		Čvrsto gorivo– (drvo i ugalj) i el. energija	Pelet	Prirodni gas	Daljinsko grejanje	UKUPNO
Broj domaćinstava	#	11.650	250	2.800	5.900	20.600
Prosečna stambena površina domaćinstva	m ²	55,18	55,18	55,18	52,81	54,59
Procenjena prosečna specifična potrošnja energije	kWh/m ² y.	180	180	180	157	173
Energija za prostorno zagrevanje godišnje	MWh/ y.	115.712	2.483	27.811	51.017	197.023
Broj domaćinstava	m ³ /y	13.885.495	297.972	3.337.286	6.122.005	23.642.758

Međutim, sagorevanje ogrevnog drveta i uglja je naročito problematično pošto individualne peći obično nemaju filtere za odvajanje čestica prašine od dimnih gasova.

Sagorevanje uglja i ogrevnog drveta u tradicionalnim pećima proizvodi velike količine suspendovanih čestica prašine (PM_{2,5} i PM₁₀) koje su izuzetno štetne. PM čestice su mešavina čvrstih čestica i aerosola u vazduhu koje sadrže čađ, dim, prašinu, metale (olovo, arsen, nikl, kadmijum, cezijum) i kiseline.

Iako se industrija i saobraćaj često okrivljuju za današnje zagađenje vazduha u gradovima, glavni krivci u Srbiji su zapravo tradicionalne peći i šporeti i grejna tela u domaćinstvima. Mogućnosti za uvođenje subvencija za prelazak na prirodni gas ili povezivanje na DG biće razmatrani u poglavlju 4.2.2.

Procena potencijala raspoloživih izvora energije na području Grada Užice

3.4 Dobre i loše strane različitih izvora energije

Posmatrano srednjoročno, Srbija neće biti u stanju da kompletno zameni fosilna goriva kao energent za snabdevanje toplotnom energijom. Strateški cilj bi trebalo da bude kontinuirano povećanje udela obnovljivih izvora u energetsom miksu. U ovom poglavlju poredimo dobre i loše strane različitih fosilnih i obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplote.

3.4.1 Toplota iz fosilnih izvora

UGALJ	
Dobre osobine	Loše osobine
Niska cena toplotne energije	Emisije gasova staklene bašte (GHG) – visok intenzitet CO ₂
	Kompleksan transport: kamioni ili železnica
	Veliki prostor za skladištenje
	Veliki kotlovi za sagorevanje
	Nizak stepen efikasnosti kotlova
	Male opcije za upravljanje sagorevanjem
	Veliko zagađenje PM česticama, ugljen dioksidom i sumpornim jedinjenjima
	Brzo propadanje kotlova i ostale opreme
	Problemi sa odlaganjem šljake
	Porezi na zagađenje

HFO (Teška nafta) - MAZUT	
Dobre osobine	Loše osobine
	Emisije gasova staklene bašte (GHG) – visok intenzitet CO ₂
	Značajan prostor za skladištenje zaliha
	Nizak stepen efikasnosti kotlova
	Veliko zagađenje suspendovanim česticama, ugljen dioksidom i sumpornim jedinjenjima
	Brzo propadanje kotlova i ostale opreme
	Srbija je prestaje sa proizvodnjom mazuta

PRIRODNI GAS	
Dobre osobine	Loše osobine
Idealno gorivo za sagorevanje	Emisije gasova staklene bašte (GHG)
Visok stepen efikasnosti kotlova – mogućnost kondenzovanja dimnih gasova	Ograničene rezerve na svetskom nivou
Isporuka cevovodom ne zahteva skladištenje na nivou toplane	Veoma mali deo potrošnje prirodnog gasa je domaćeg porekla
	Isporuke gasovodom iz Rusije, Turske...mnogo toga se može desiti na tom putu, a dešavaju se i krize u isporukama
	Teško ga je uskladištiti i to je skupo
	Cena je povezana sa nižom cenom nafte (uz određene oscilacije), ali će dugo ići na gore
	Troškovi transporta, kapacitet, itd.

3.4.2 Obnovljivi izvori toplote

BIOMASA	
Dobre osobine	Loše osobine
Ostaci biomase se mogu koristiti kao gorivo	Potrebno je investirati značajne resurse u prikupljanje i transport do mesta korišćenja
Energetski usevi se mogu uzgajati na slabo kvalitetnom zemljištu	Potrebe sezonskog skladištenja moraju da budu organizovane uz veoma stroge mere zaštite od požara
Sakupljanje ostataka biomase dovodi do kreiranja radnih mesta u lancu snabdevanja	Ograničene količine na raspolaganju, uz neophodan složen transport i skladištenje; korišćenje je ograničeno na mala i srednja postrojenja

GEOTERMALNA ENERGIJA IZ VODA VISOKIH TEMPERATURA	
Energija koja se može direktno koristiti u procesu GREJANJA objekata	
Dobre osobine	Loše osobine
Praktično neograničena	Veoma retko se nalazi na površini
Može se direktno koristiti u sistemima grejanja	Za stabilnu eksploataciju, potrebno je otvarati bušotine

	dubine preko 600m
	Hemijski sastav vode na ovim dubinama je obično veoma štetan po životnu sredinu, tako da se voda mora prvo vraćati preko nekoliko apsorpcionih bunara, što značajno povećava troškove
	Značajan rizik investicije ukoliko već ne postoje aktivni ili istražni bunari

GEOTERMALNA ENERGIJA IZ VODA NISKIH TEMPERATURA	
ENERGIJA KOJA SE NE MOŽE DIREKTNO KORISTITI U PROCESU GREJANJA OBJEKATA	
Dobre osobine	Loše osobine
Energija je raspoloživa na relativno malim dubinama	Brzina kojom energija dolazi u podzemne slojeve i brzina kojom se energija uzima moraju biti usaglašene – ograničen broj radnih sati
	Neophodno je koristiti „podizače temperature“ - toplotne pumpe Klasične toplotne pumpe koriste značajne količine električne energije
	Ograničen kapacitet pogona

SOLARNA ENERGIJA	
Dobre osobine	Loše osobine
Ima je svuda u Srbiji - domaća energija	Neophodna izgradnja jamskog skladišta
Praktično nikakav (nulti) uticaj na zagađenje životne sredine	Potrebno je korišćenje apsorpcionih toplotnih pumpi
Količine su neograničene uz veoma male izmene na godišnjem nivou	Solarna toplana mora biti velikih dimenzija
Cena je stabilna tokom radnog veka toplane	Neujednačena proizvodnja
Može da bude idealno rešenje za pripremu tople vode i hlađenje	Veliko početno ulaganje
Toplana je dugog veka (30 godina), uz izuzetno male troškove održavanja	
Cena ovako dobijene energije je konkurentna ceni za prirodni gas	

Analiza fosilnih izvora toplote pokazuje da će jedino prirodni gas biti prihvatljiv fosilni izvor energije u energetsom miks za prostorno snabdevanje toplotom u budućnosti.

Za individualna domaćinstvima kao osnovno gorivo, a za sisteme daljinskog grejanja kao gorivo koje se koristi samo za vršna opterećenja.

Korišćenje obnovljive energije se može razmatrati i za individualne sisteme grejanja i sisteme daljinskog grejanja. Sistemi DG imaju prednost korišćenja i onih potencijala izvora obnovljive energije koji ne dolaze u obzir za primenu u individualnim domaćinstvima iz troškovnih razloga. Ovo posebno važi za velike solarne toplane i korišćenje geotermalne energije sa velikih dubina, kao i korišćenje otpadne toplote iz

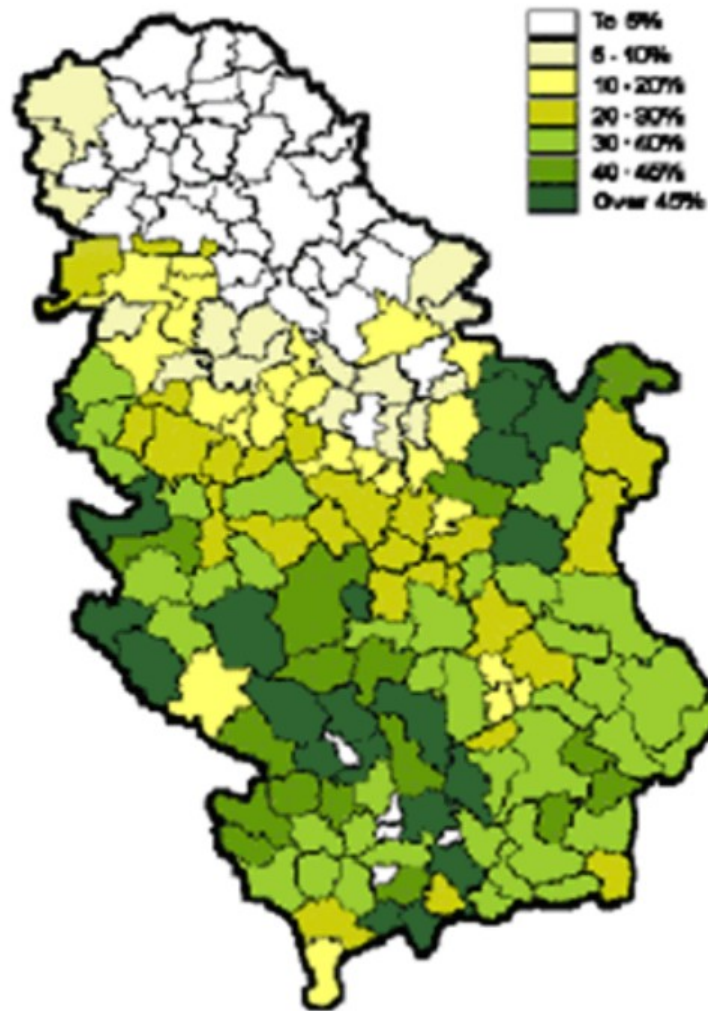


kanalizacionih sistema i industrijskih postrojenja. Stoga bi Srbija trebalo da nastoji da izbegne greške koje su ranije činile neke istočnoevropske zemlje koje su napustile svoje sisteme DG i da promoviše postojeće i nove sisteme DG na ciljani način, uz povećavanje udela obnovljive energije u svom energetsom miksu. Sistemi daljinskog grejanja mogu da koriste solarnu, geotermalnu, razne vidove otpadne energije putem korišćenja toplotnih pumpi i energiju iz biomase za obezbeđenje baznog opterećenja kapaciteta i prirodni gas radi zadovoljenja vršnih opterećenja potražnje za toplotom i vršnim toplotnim kapacitetom. Na ovaj način, moguće je uključiti mnoge OIE u energetske mikse sistema daljinskog grejanja.

3.5 Biomasa

3.5.1 Drvenasta biomasa

Područje u kome se nalazi Užice je planinsko i šume čine više od 40% tog područja. Stoga ima smisla razmišljati o udelu drvene sečke u energetsom miksu za zadovoljenje potreba za grejanjem. I okolne države Bosna i Hercegovina i Crna Gora su jako pošumljene u područjima koja gravitiraju Užicu, tako da je moguće očekivati veći izbor ponuda.



Slika 5 Procenat zemljišta pokriven šumom

Ukoliko bi trebalo da se instalira kotao na drvenu sečku, sa snagom od, na primer, 5MW, onda bi on mogao da radi oko 3.000 časova godišnje. Proizvedena energija bi iznosila oko 15.000 MWh godišnje, što predstavlja $15.000/49.545=30\%$ od trenutne proizvodnje energije za Kotlarnice: LIPA, Blok Zlatibor, Aleksića Most i Rosulje.

Za grupu Kotlarnica: K-05, Kasarna, Senjak i J. Vujića, kotao na drvenu sečku sa toplotnim kapacitetom od 2MW bi mogao da pokriva $6.000/10.565 \text{ MWh}=57\%$ od ukupne potrebne energije za ove 4 Kotlarnice.

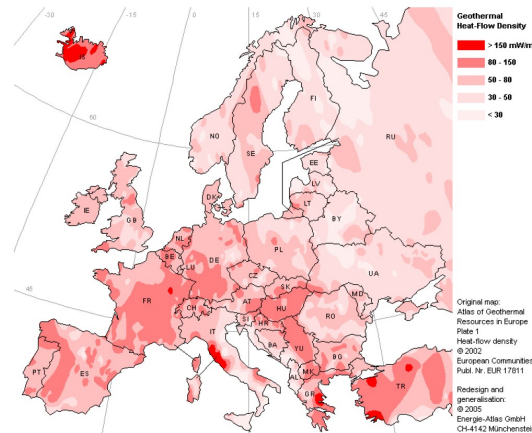
3.5.2 Poljoprivredna biomasa i otpadni stočni proizvodi

Ne može se očekivati da bi poljoprivredna biomasa imala veliki energetske potencijal za Grad Užice.

Proizvodnja biogasa iz otpadnih proizvoda dobijenih sa stočarskih gazdinstava može potencijalno da se koristi u budućnosti u vrlo maloj meri.

3.6 Geotermalna energija

Teritorija Srbije ima povoljne geotermalne karakteristike, kao što je prikazano na



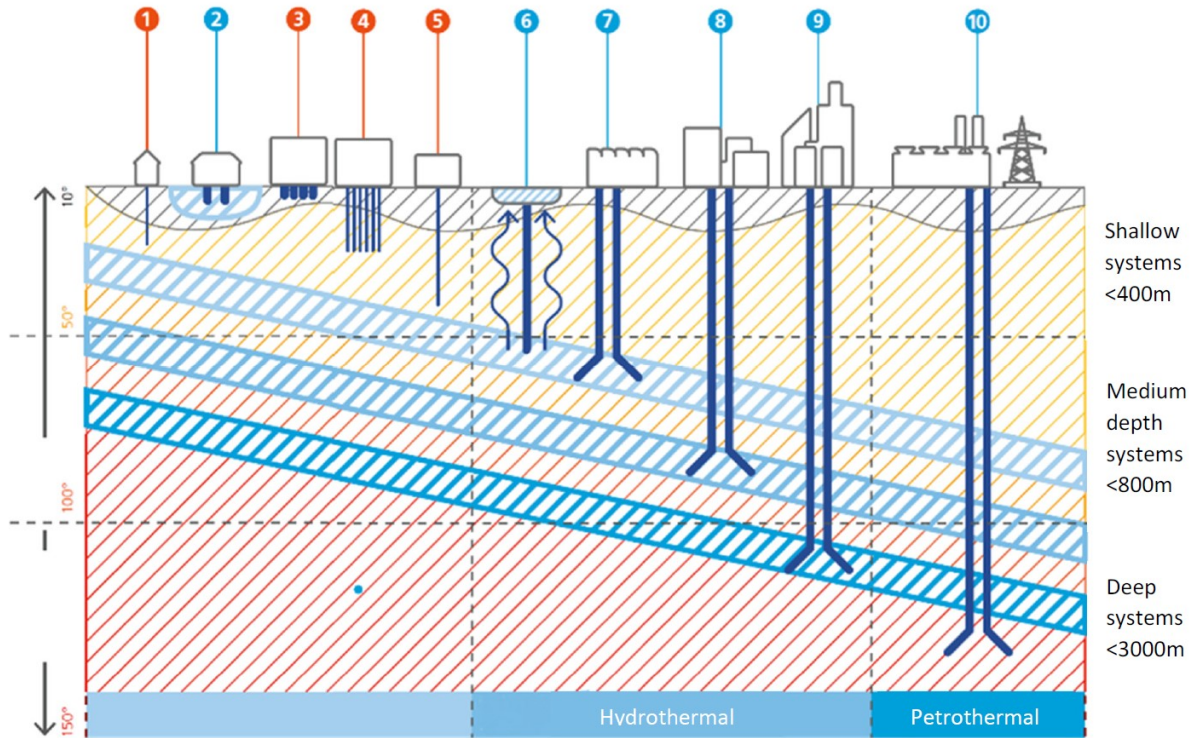
Slika 6 Mapa gustine toplotnog fluksa za Evropu

(Izvor: Atlas geotermalnih resursa u Evropi Ploča 1, Gustina toplotnog protoka 2002, Publ. br. EUR17811)

Zavisno od dubine, geotermalna energija može da se koristi u razne svrhe, kao što je zagrevanje zgrada, u industrijske svrhe ili za proizvodnju električne energije i toplote.

Korišćenje geotermalne energije je najmanje poznat od svih procesa i tehnologija za korišćenje obnovljivih izvora toplote. Jedan od razloga za ovo je činjenica da su potrebni detaljno istraživanje i ispitne bušotine pre odluke o investicijama. Pored toga, formiranje istražnih bušotina je krajnje skup postupak, posebno za hidrotermalne i petrotermalne sisteme.

Međutim, korišćenje geotermalne energije iz plitkih sistema koristeći toplotne pumpe je manje skupo i bezbednije. Plitki geotermalni sistemi su naročito prikladni za zagrevanje zgrada niskim temperaturama. Ovi sistemi ne zavise isključivo od protoka toplote kroz zemljinu koru pošto se zemljište u prvih 20 do 30 metara ispod površine zagreva solarnom energijom. Pošto postoji značajan potencijal za njenu primenu u Srbiji i pošto se jedva eksploatiše, u sledećem poglavlju će biti prikazani najčešći sistemi.



1-Borehole heat exchanger (BHE), 2. Heat from groundwater, 3. Energy piles, 4. BHE fields, 5. Deep BHE, 6. Hot springs, 7. Heat for industry demands, 8. Heat for heating purposes, 9. Deep hydrothermal systems, 10. Heat and electricity

Plitki sistemi <400 m

Sistemi srednje dubine <800 m

Duboki sistemi <3000 m

1. Izmenjivač toplote u bušotini (BHE), 2. Toplota iz podzemnih voda, 3. Energetski šipovi, 4. Polja BHE,
5. Duboki BHE, 6. Topli izvori, 7. Toplota za potrebe industrije, 8. Toplota za svrhe zagrevanja, 9. Duboki hidrotermalni sistemi, 10. Toplota i električna energija

Slika 7 Klasifikacija sistema geotermalne energije

Izvor: Geothermie in der Schweiz, Eine vielseitig nutzbare Energiequelle, Energieschweiz, 2017

U ovom trenutku, nemamo podatke koji bi podržavali mogućnost korišćenja geotermalne energije u području Grada Užice, ali uzimajući u obzir da celokupna Republika Srbija leži u području povećanog geotermalnog potencijala, moguće je da će se takva mogućnost pojaviti u budućnosti.

3.6.1 Korišćenje energije otvorenih vodotokova

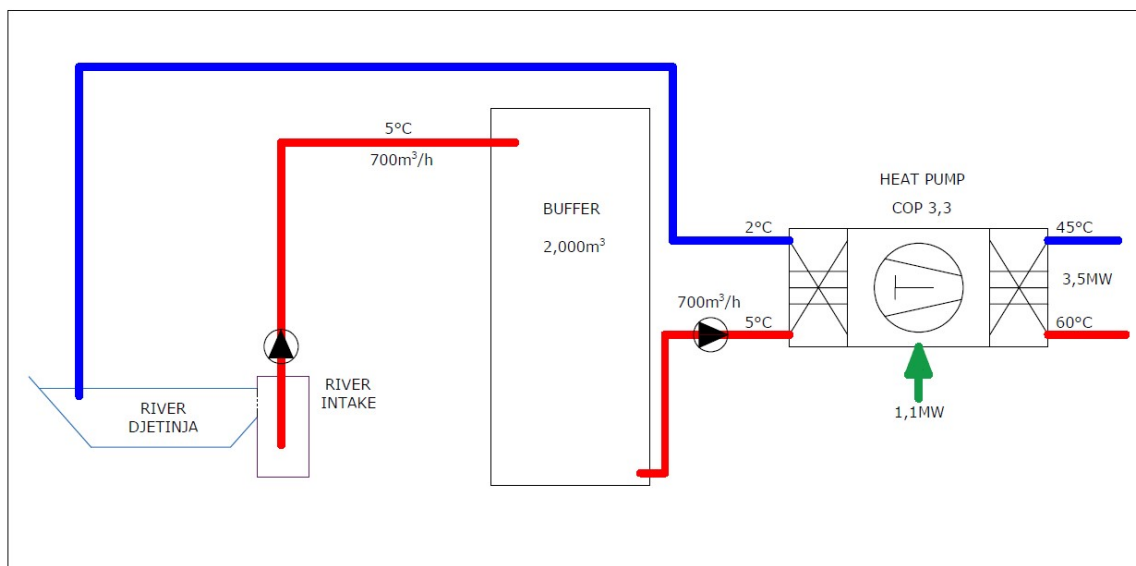
Otvoreni vodotokovi - reke su jedna vrsta geotermalne energije niske temperature. Reke se najčešće Izviru na temperaturama od 6 do 12°C. Pošto teku u pravcu ušća reke u toku zime, one se hlade. Temperatura vode reke varira, ali ti vodeni tokovi se retko kompletno zamrzavaju.

Reka Đetina ima značajan prosečni protok od 1,93m³/s, tj. 6,948m³/h.

Ukoliko bi se 10% prosečnog protoka koristilo za potrebe toplotne pumpe, onda bi se hlađenjem oko 700m³/h za 3°C, mogao da dobije kapacitet hlađenja od oko 2,4 MW sa očekivanim koeficijentom učinka (COP) od oko 3,3, toplotni kapacitet toplotne pumpe bi bio oko 3,5MW.

Ova toplotna pumpa bi mogla da radi tokom cele sezone ili oko 4.400 časova i da proizvodi oko 15.400 MWh, što predstavlja oko 15.400/49.545 MWh =31% od trenutne proizvodnje energije za Kotlarnice: LIPA, Blok Zlatibor, Aleksića Most i Rosulje.

Ova prethodna kalkulacija je data samo kao primer, stvarni kapacitet toplotne pumpe bi se odredio nakon analize protoka i temperature u toku zimskih meseci.



Slika 8 Opšta šema korišćenja reke za TOPLOTNU PUMPU

3.6.2 Plitka geotermalna energija

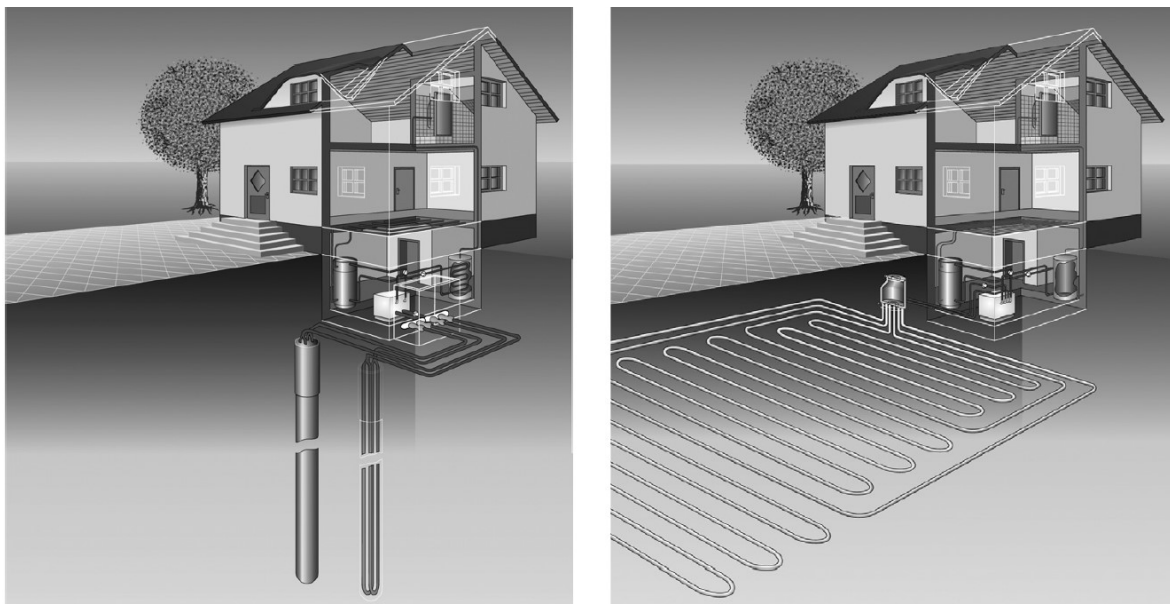
Prva tehnologija je transfer toplote iz plitkih slojeva zemljišta (do 150m) pomoću izmenjivača toplote koji je ukopan ili ubušen u zemlju. Na Slici 7 su prikazane osnovne konfiguracije takozvanih toplotnih pumpi zemlja - voda. Toplotna pumpa crpi svoju toplotu ne iz izvorske vode, nego pre iz zemlje preko zatvorenog kola vode. Kolo vode sadrži mešavinu glikola i vode kako bi se sprečilo da se ona zamrzne u isparivaču toplotne pumpe.

Toplotne pumpe zemlja - voda se dele na one sa a) izmenjivačima toplote u bušotinama i b) izmenjivačima toplote u zemlji. Obe se obično proizvode od naročito trajnih PE cevi, koje ih čine gotovo investicijom za ceo život.

Izmenjivači toplote u bušotinama se ubacuju vertikalno u zemlju. Kada toplotna pumpa funkcioniše, izmenjivači toplote u bušotinama izvlače toplotu iz okolne zemlje, što dovodi do hlađenja u neposrednoj

površini zemljišta. Na početku grejne sezone, temperatura u bušotini je u rasponu od 4 do 12°C, ali sa oduzimanjem energije, temperatura zemljišta se polako smanjuje. Kako se temperatura smanjuje, energetski fluks se u stvari povećava. Dobro postavljen sistem je onaj u kome se isporuka energije koordinira sa oslobađanjem energije, tako da ona traje dovoljan broj časova sve do kraja grejne sezone..→

Jedna manje skupa alternativa, naročito za one koji instaliraju sopstvene sisteme toplotnih pumpi, su izmenjivači toplote u zemlji. Izmenjivači toplote u zemlji se ugrađuju horizontalno, ispod zemlje (oko 1,5 do 2m). Upravo kao i kod izmenjivača toplote u bušotinama, ovi izmenjivači toplote izvlače toplotu iz okolnog zemljišta. Međutim, kako se toplota uklanja vrlo blizu površine zemlje, izmenjivači toplote u zemlji podležu izraženim varijacijama u temperaturi.



a) izmenjivači toplote u bušotinama

b) sa izmenjivačima toplote u zemlji

Izvor: Bonin (2012)

Slika 9 Sistemi toplotnih pumpi zemlja - voda

U obe konfiguracije voda se napaja u izmenjivač toplote u toplotnoj pumpi. Procesom koji se realizuje u toplotnoj pumpi uz korišćenje električne ili toplotne energije kao generatora, toplotna energija se konvertuje iz niske temperature u srednju temperaturu, tj. upotrebljivu u grejnim sistemima. Najefikasniji su sistemi niskih temperatura u rasponu od 30 do 35°C koji imaju tipični koeficijent učinka (COP) od 3,0 do 3,5.

Količina energije koja može da se dobije u plitkim slojevima zemljišta zavisi od dubine na kojoj se instalira izmenjivač - sonda, sastava zemljišta, protoka podzemnih voda, metoda instalacije sonde i mnogih drugih faktora. Otuda je neophodno iskustvo iz stvarnih postrojenja u predmetnom području za preciznije definisanje energije koja može da se dobije na ovaj način. Tipičan specifični toplotni kapacitet koji može da se postigne u plitkim slojevima zemljišta kreće se od 20 do 100 W/m. Ovo znači da količina toplotne

energije zavisi od toplotnog kapaciteta zemljišta, dubine na koju se postavlja sonda i broja časova rada postrojenja. Praksa je pokazala da su uobičajeni načini instaliranja sonde na dubine od 100 do 125 m na radijalnim rastojanjima od 7 do 10 m i da je broj časova rada postrojenja od 1.800 do 2.400 časova u svakoj grejnoj sezoni. Kako broj časova raste, toplotni kapacitet zemljišta se značajno smanjuje. Kada postrojenje prestane da radi u toku leta, nastaje prirodna regeneracija toplotnog kapaciteta i proces ekstrakcije toplote može da se ponavlja u narednoj grejnoj sezoni. Za bolje performanse zemljišta, moguće je izvesti veštačku regeneraciju korišćenjem sistema za hlađenje zgrade u toku leta, a energija koja se oduzima hlađenjem se koristi da se regeneriše zemljište umesto da se ispušta u vazduh.

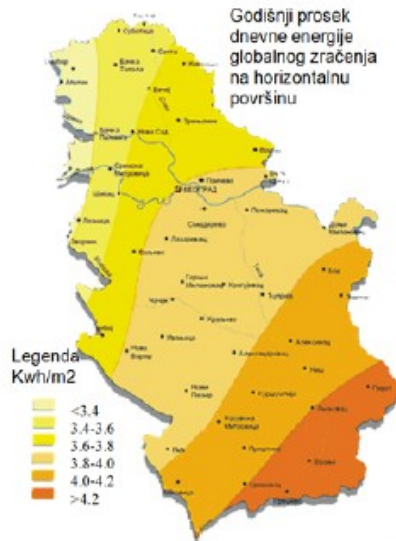
Toplotne pumpe voda-voda

Toplotna pumpa voda-voda izvlači toplotu iz vode, obično izvorske vode iz bušotine i efikasnija je oko 20% od toplotnih pumpi slane vode. Nažalost, toplotne pumpe voda-voda u Srbiji se obično rade crpljenjem vode iz podzemnih vodonosnih horizonata na dubinama od 20 do 100m i ispuštanjem količine vode u kolektore umesto ispuštanja izlivnih izvora nazad u vodonosni horizont. Ova nepropisna praksa znači ogromno traćenje vode za piće koje može da dovede do pada u slojevima podzemnih voda. Stoga takvu praksu treba sprečavati i sankcionisati što je moguće više.

3.7 SOLARNA ENERGIJA

Solarna energija je resurs koji je, zavisno od klime, manje ili više pristupačan svim ljudima. Snaga sunca koja dostiže površinu zemlje iznosi oko $1,8 \times 10^{11}$ MW, što daleko premašuje sve energetske potrebe. Ova energija može da se koristi i za proizvodnju električne energije i toplote.

Kao mera insolacije neke površine na zemlji, koristi se veličina prosečne dnevne i godišnje energije globalne radijacije Sunca na horizontalnu ravan. Kao što je prikazano na Slici, Srbija ima dobre nivoe insolacije, naročito na jugu zemlje. Godišnja sunčeva radijacija u Gradu Užicu iznosi 1358 kWh/m² godišnje. Ovo je neznatno niže nego u ostalim delovima zemlje, ali u poređenju sa drugim evropskim zemljama, kao što je Danska, gde je razvijena većina solarnih sistema, godišnja sunčeva radijacija u Užicu je skoro 30% veća.

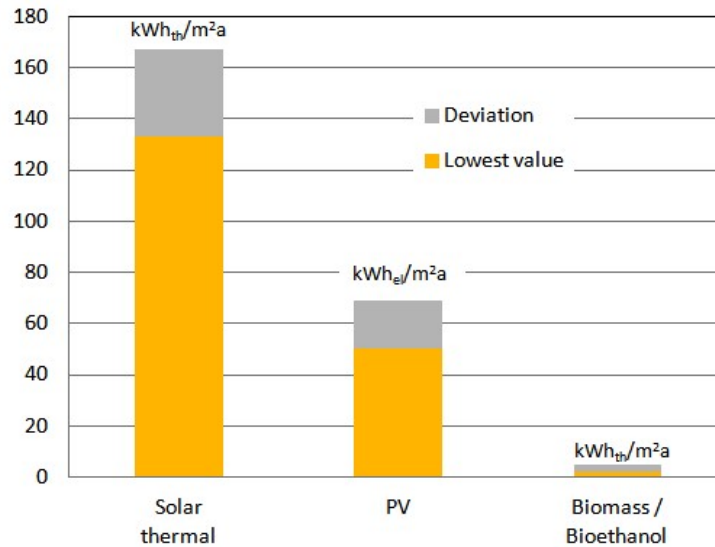


Slika 10 Solarna radijacija na horizontalnu površinu je godišnji prosek na dnevnom nivou

3.7.1 Solarna toplotna energija

Srbija je krajnje pogodan prostor za primenu tehnologije velikih solarnih toplotnih sistema iz nekoliko razloga: insolacija je visoka, klima je kontinentalna sa hladnim zimama, velika je potražnja za grejanjem i veliki je broj Sistema daljinskog grejanja projektovanih da rade u režimu srednje temperature vode (u poređenju sa nekim drugim delovima Evrope sa sistemima daljinskog grejanja projektovanim da rade na visokim temperaturama).

Konverzija solarne energije se radi solarnim toplotnim kolektorima. Efikasnost toplotnih solarnih kolektora je značajno porasla u poslednjim decenijama na preko 60%. Slika 5 prikazuje da solarna toplotna instalacija može da generiše najveći prinos energije po m² površine zemljišta u poređenju sa drugim izvorima obnovljive energije.



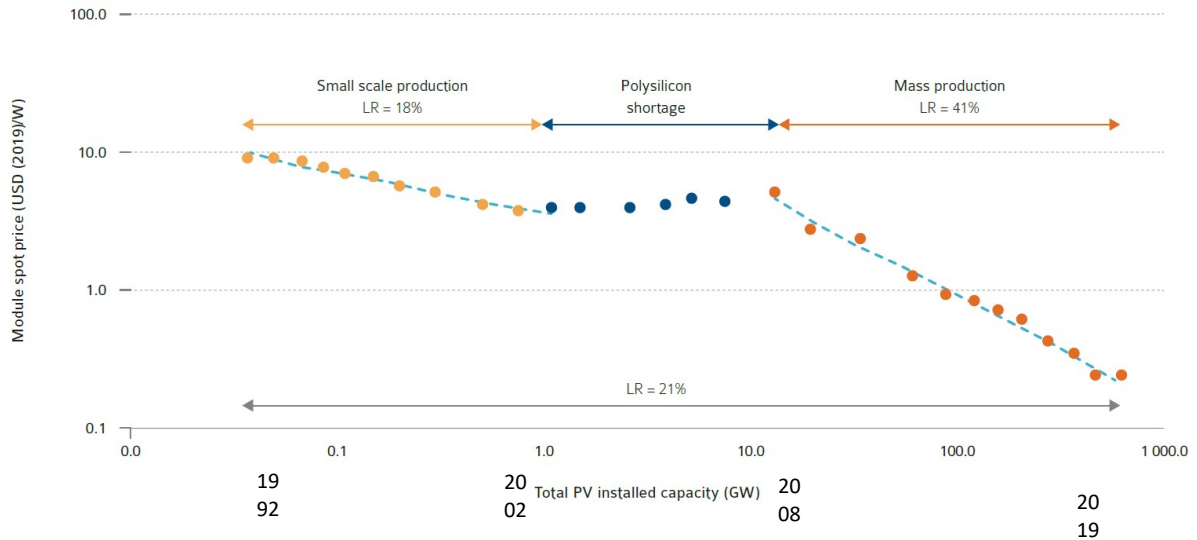
Slika 11 Prinos solarne energije po m² površine zemljišta

3.7.2 Solarne fotonaponske ćelije

Cene za solarne fotonaponske (FN) ćelije su naglo pale tokom poslednjih 20 godina i naročito od 2008. godine. Ovo važi za cene FN panela, kao i cene sveukupnih sistema.

Slika razvoj cena FN Modula u periodu od 1992. do 2019. godine na logaritamskoj skali. Početak masivnog pada cena je počeo 2008. godine, kada je Kina ušla u proizvodnju FN panela i tako najavila fazu masovne proizvodnje. Širom sveta instalirani kapacitet je porastao za faktor 60 između 2008. i 2019. godine. Značajne ekonomije obima su dovele do impresivnih 41% stope učenja (LR) u ovom periodu.⁵ Na kraju 2019. godine, globalni FN instalirani kapacitet je predstavljao 623 GW kumulativnih FN instalacija (IEA-PVPS, 2020:10). Trenutno su cene FN Modula u rasponu od USD 0,2 do 0,5 / W za projekte komunalnih razmera.

⁵ Stopa učenja (LR) izražava unapređenje u konstantnom procentu (u smislu smanjenja troškova) u nekoj tehnologiji za svako udvostručavanje kumulativnog instalisanog kapaciteta date tehnologije.

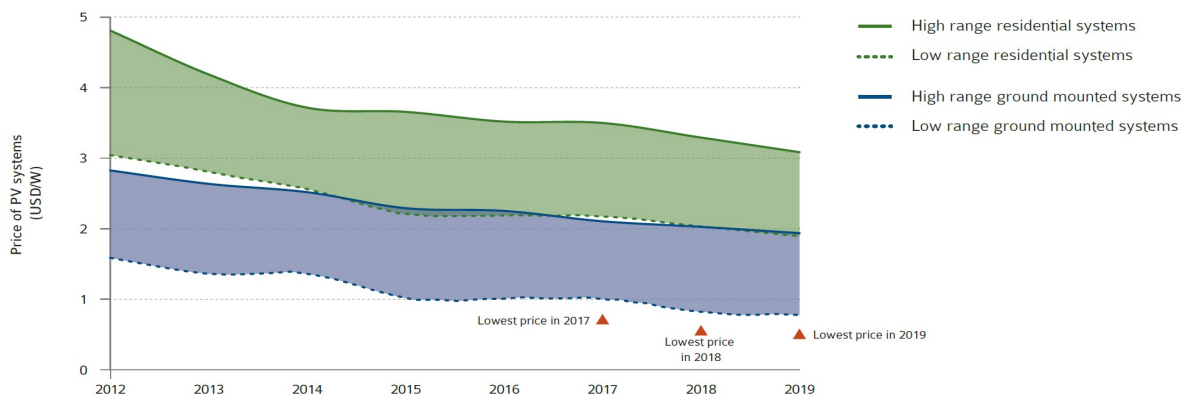


Slika 12 Kriva učenja za cene FN Modula na spot tržištu (1992-2020)

Izvor: IEA-PVPS, 2020:57

Velika većina FN Instalacija su sistemi povezani na mrežu ili montirani na zemlji ili sistemi na krovovima stambenih zgrada bez banaka baterija. Slika 111 prikazuje razvoj cena u zemljama OECD za takve sisteme od 2012. do 2019. godine. Troškovi za rezidencijalne sisteme se trenutno kreću od 2-3 USD/W_p dok su sistemi komunalnih razmera između 0,7-1,8 USD/W_p. Najniže cene FN komunalnih razmera su se kretale od 0,5 USD/W_p u 2019. godini.

Slika 13 Evolucija raspona cena rezidencijalnih i na zemlji montiranih sistema 2012. – 2019.



Izvor: IEA-PVPS, 2020:61

Predviđanje cena za solarnu FN tehnologiju

Pretpostavljamo da će cene za FN sisteme nastaviti da padaju u toku narednih 15 godina. Može se očekivati da bi, u budućnosti, FN moduli nove tehnologije bili dostupni u rasponu od 0,15 USD/W_p. Snižena cena se takođe očekuju za ostale komponente sistema.

Prema Međunarodnoj agenciji za obnovljivu energiju (IRENA, 2019:28), globalni ponderisani prosek LCOE⁶ FN postrojenja komunalnih razmera se procenjuje da je pao za 77% između 2010. i 2018. godine, sa oko USD 0,37/kWh na USD 0,085/kWh, dok rezultati od uvođenja podsticajnih šema na osnovu aukcija i tendera podrazumevaju da može da se očekuje dalje sniženje troškova do raspona od USD 0,08/kWh i 0,02/kWh do 2030. godine. Do 2050. godine, solarne FN ćelije se očekuju da budu među najjeftinijim raspoloživim izvorima energije, sa troškovima u rasponu od USD 0,014–0,05/kWh.

Okvir 1 Nedavni razvoji solarne FN tehnologije

Danas dominantna solarna tehnologija - silikon, dostiže svoj praktični i ekonomski limit fotonaponske efikasnosti. Čelijska efikasnost jednospojnih monokristalnih silikonskih ćelija se izravnava u rasponu od 25% (Wikipedia). Poslednjih godina je stoga istraživanje koncentrisano na nove materijale sa kojima mogu da se postignu viši nivoi efikasnosti. Utvrđeno je da mineralna grupa perovskita mnogo obećava. Perovskitne solarne ćelije imaju prednost nad tradicionalnim silikonskim solarnim ćelijama u jednostavnosti njihove obrade i njihovoj toleranciji na interne nedostatke. Njihov visok koeficijent apsorpcije omogućava da ultratanki filmovi od oko 500 nm apsorbiraju kompletan vidljiv solarni spektar. Ovo omogućava proizvodnju jeftinih, visoko efikasnih, tankih, lakih i fleksibilnih solarnih modula sa vrlo niskim ulazom energije. U komercijalnim primenama perovskit se trenutno koristi za proizvodnju tandem ćelija, pri čemu se tanak sloj perovskita deponuje na tradicionalnim Si ćelijama. Proizvodna kompanija Oxford PV je saopštila da će 2021. godine započeti proizvodnju jednospojnih tandem ćelija koje imaju potvrđenu efikasnost od 28%. Teorijska granica će biti 43% (oxford.com).

3.8 Skladištenje toplotne energije

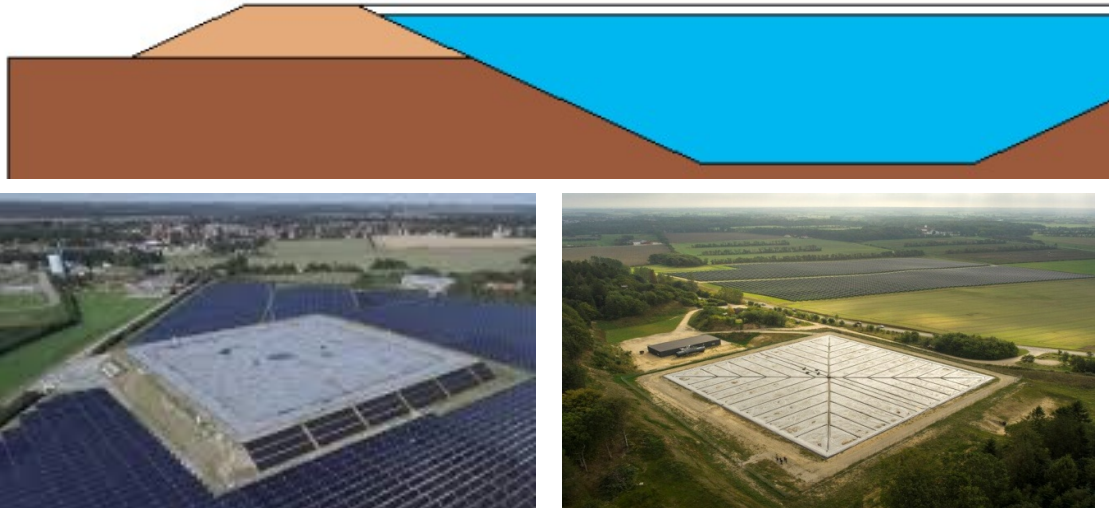
Razmišljalo se i godinama su vršeni pokušaji da se uštedi toplotna energija koje ima u izobilju u toku leta i da se ona koristi uz toku zime. Vršeni su pokušaji da se skladišti energija u Jamska skladišta napunjena vodom ili skladištenjem energije ispod zemlje. Ovi projekti su imali problem visoke cene energije usled troškova Jamskog skladišta. Početkom dve hiljadite, takvi projekti su počeli da se razvijaju u Danskoj gde su skladišni objekti ogromno porasli na desetine ili stotine hiljada kubnih metara vode.

Da bi se značajno smanjila cena ovih Jamskih skladišta, ona su bila građena isključivo od zemljišta na lokaciji Jamskog skladišta PIT STORAGE. Nakon stabilizacije zemljišta, jamsko skladište se pokriva "slojevima" voodotpornog materijala visokog kvaliteta otpornog na temperature od preko 90°C. Jamsko skladište se puni vodom i pokriva visokokvalitetnom toplotnom izolacijom od spoljašnjeg vazduha. Mada ne postoji toplotna izolacija prema zemlji, kalkulacije gubitaka i praksa pokazuju da gubitak i sakupljena

⁶ Nivelisani trošak energije (LCOE), ili nivelisani trošak električne energije, je mera prosečnog neto sadašnjeg troška proizvodnje električne energije za postrojenje za proizvodnju tokom njegovog životnog veka (Wikipedia).

energija iznose 8-12 %. Cena uskladištene energije iz PIT STORAGE u Evrima po kubnom metru se smanjuje sa zapreminom i skladištenjem sa manje od 75.000 m³, cena skladištenja po kubnom metru eksponencijalno raste, i stoga i cena energije. Ta tehnologija zahteva vrlo veliku potrošnju, kao što je u Sistemima daljinskog grejanja.

Slika 14 Skladištenje toplotne energije "PIT STORAGE"



3.8.1 Tehnologija

Direktan transfer energije "BESPLATNO GREJANJE"

Nakon prikupljanja energije u toku leta, temperatura u PIT skladištu je oko 90 stepeni Celzijusa. Kada počne direktna isporuka toplote potrošačima bez dodatne energije, temperatura u Jamskom skladištu pada sve do trenutka kada postane 5-10 stepeni Celzijusa viša od temperature povratne vode iz sistema grejanja. U tom trenutku, razmena energije prestaje i doprinos skladišta u toplotnoj energiji postaje zanemarljiv. Zavisno od veličine solarnog postrojenja i veličine sistema grejanja, ovaj režim rada traje u toku meseca oktobra sve do sredine novembra. Da bi se osigurala optimalna temperatura povratne vode, presudna je automatizacija podstanica sa smanjenjem protoka i sniženjem temperature povratne vode za propisno korišćenje skladišta.

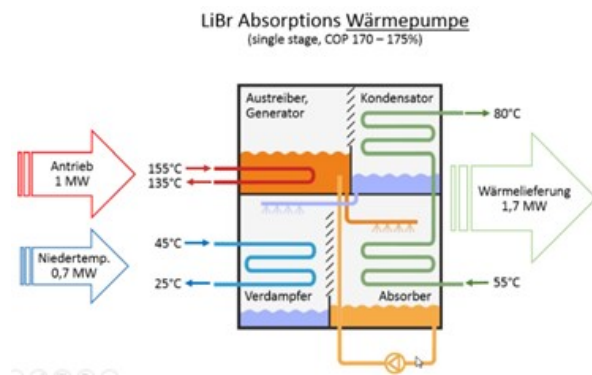
Apsorpcione toplotne pumpe

Apsorpcione mašine za hlađenje, tj. toplotne pumpe, su uređaji čija je primena počela značajno da se razvija u poslednjih dvadeset godina. Ove mašine koriste mešavinu tečne soli litijum bromida i vode. Osnovni elementi apsorpcione toplotne pumpe su isparivač, apsorber, generator i kondenzator.

Karakteristika ovih toplotnih pumpi je da, za razliku od kompresora ili pužastih toplotnih pumpi koje koriste električnu energiju, ove pumpe koriste toplotnu energiju za proizvodnju.

Ovo znači da se toplotna energija, koja se normalno proizvodi i troši u sistemima daljinskog grejanja, obogaćuje sa 35 do 70% dodatne energije iz nekog toplotnog izvora niske temperature. Ovaj izvor toplote može da bude skladište solarnog postrojenja, otpadna toplota industrijskog postrojenja, toplota otpadne vode u kanalizacionim sistemima ili geotermalna energija niske temperature. Rezultat rada apsorpcione toplotne pumpe je toplotna energija na temperaturama od 75 do 85 stepeni Celzijusa, temperaturama koje su prikladne za naše Sisteme daljinskog grejanja. Nepovoljna osobina apsorpcionih toplotnih pumpi je da su njihove cene visoke za nisku snagu, dok je za veliku snagu, na primer preko 1MW, njihova cena niža od cene pužastih pumpi. Potrošnja električne energije apsorpcionih toplotnih pumpi je minimalna u odnosu na toplotni kapacitet te pumpe.

Slika 15 Princip rada apsorpcionih toplotnih pumpi



Princip rada apsorpcione toplotne pumpe

Izgled apsorpcione toplotne pumpe

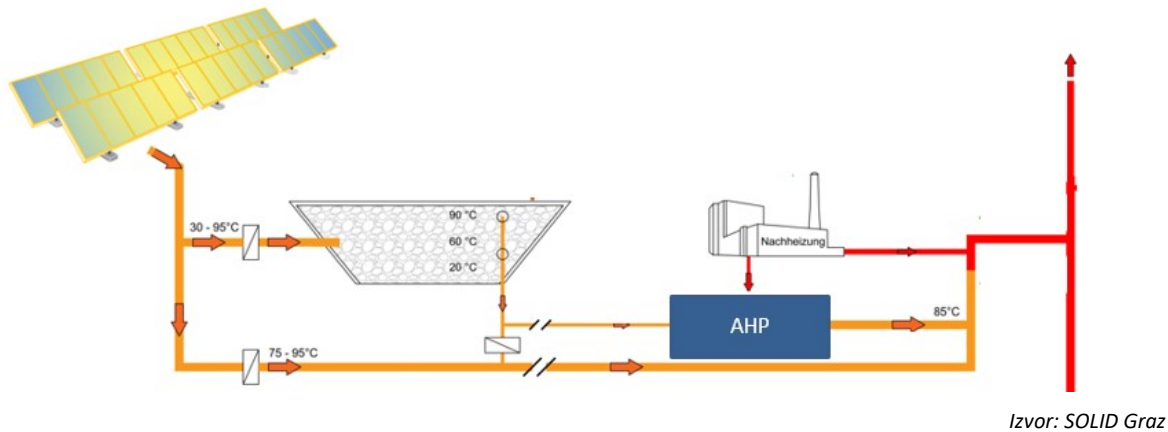
Iza perioda direktne isporuke energije u sistem daljinskog grejanja iz jamskog skladišta sledi period hlađenja Jamskog skladišta pomoću apsorpcione toplotne pumpe sve dok se jamsko skladište ne ohladi na oko 15-20 stepeni Celzijusa. Nakon prelaska na rad preko apsorpcione toplotne pumpe, toplotna energija dobijena od sunca je takođe upotrebljiva u toku zimskih sunčanih dana.

Kondenzacija dimnih gasova

Dodatna korist od korišćenja apsorpcione toplotne pumpe je kondenzacija dimnih gasova. Ukoliko se obavlja kondenzacija vodene pare u dimnim gasovima, može da se dobije dodatna energija od do 15%. Vrednost dodatne energije koja može da se dobije iz goriva zavisi od mnogo faktora, ali najbolji rezultati se dobijaju sagorevanjem prirodnog gasa. Kondenzacija vodene pare iz dimnih gasova mazuta ili uglja zahteva izmenjivače toplote (ekonomajzer) od visokokvalitetnog materijala i otporne na sumpornu kiselinu. Količina dodatne energije koja može da se dobije prvenstveno zavisi od temperature vode koja PPST za Užice

ulazi u dodatni izmenjivač toplote (ekonomajzer) na kanalu dimnih gasova. Pošto su uobičajene temperature povratne vode u Sistemima daljinskog grejanja između 45 i 50 stepeni Celzijusa, mali deo vodene pare se kondenzuje. U slučaju vode sa 25°C temperatura se dovodi iz apsorpcione toplotne pumpe u izmenjivač, sva vodena para će se kondenzovati i dobiće se značajna količina energije.

Slika 16 Šema funkcionisanja solarnog postrojenja zajedno sa toplanom



Slika 17 Primeri solarnih toplotnih skladišta u Evropi

<p style="text-align: center;">BREDSTRUP DENMARK</p> 	<p>Kombinovani energetska sistem koji obuhvata 18.600 m² solarnih kolektora, 7.500 m³ rezervoara za skladištenje toplote, 19.000 m³ sezonskog toplotnog skladišta u pilot bušotini (što se podudara sa oko 9.000 m³ vode), toplotnu pumpu sa električnim pogonom, električni kotao, gasni motor (kombinovana proizvodnja toplote i električne energije) i kotlovi koji se greju samo na prirodni gas. Takođe, uveden je savremeni upravljački sistem, koji balansira prodaju maksimalne solarne toplote i maksimalne električne energije. Solarna pokrivenost: 22%. Izgrađen 2007. godine, proširen 2012.</p>
<p style="text-align: center;">DRONINGLUND DENMARK</p> 	<p>Polje od 35.000 m² solarnih panela, kombinovano sa Jamskim skladištem, napunjenim sa 60.000 m³ vode.</p> <p>Jamsko skladište se koristi za skladištenje toplote proizvedene u leto i koristi se u toku zime. To solarno polje proizvodi 16.000 MWh godišnje i obezbeđuje 40% toplote za lokalnu mrežu grejanja sa njenih 1.350 korisnika. Ostali izvori toplote su motor na prirodni gas i kotao sa apsorpcionom toplotnom pumpom, koja hladi skladište. To postrojenje je pušteno u rad 2014. godine.</p>

 <p style="text-align: center;">VOJENS DENMARK</p>	<p>Iskustva sa velikim kolektorskim poljem od 17.000 m² iz 2012. godine su ohrabrila Vojens Fjernvarme da planira da doda još 52.500 m² tom polju, povećavajući ukupnu energiju za 36.750 MWh, kao i sezonsko skladište od 200.000 m³, što je povećalo godišnji udeo solarne energije sa 14 % 2014. godine na 45% 2015. godine.</p>
 <p style="text-align: center;">SILKEBORG DENMARK</p>	<p>Polje solarnih kolektora od 156.694 m². U vreme puštanja u rad krajem 2016. godine, to je bilo najveće solarno postrojenje na svetu. Ostali izvori toplote u sistemu su kogenerativno postrojenje (CHP) na prirodni gas i otpadna toplota iz industrije.</p>
<p style="text-align: center;">GRAZ AUSTRIA</p> 	<p>Od 2015. godine, KJP Energie Steiermark je radilo na izgradnji jednog velikog solarnog postrojenja za grad Grac, uključujući i sezonsko skladištenje toplote. Analize su pokazale da je moguć ekonomski konkurentan solarni sistem u rasponu od oko 150.000 m² do 650.000 m² solarne površine, što bi značilo solarnu pokrivenost od 9 do 26% od trenutne toplotne energije u Gracu. Godine 2016., Energie Steiermark je najavilo realizaciju ovog projekta. Kupljeno je zemljište, i projekt je trenutno u fazi glavnog projekta i odobravanja. Početak izgradnje se planira u 2021. godini.</p>

Primena solarne energije bi bila moguća u industrijskim postrojenjima gde se u procesu zahteva značajna količina toplotne energije. Primena solarne energije bi svakako doprinela smanjenju uticaja na životnu sredinu.

3.9 Energetska efikasnost

Iako se energetska efikasnost ne uklapa u definiciju izvora obnovljive energije, mere za smanjenje potrošnje energije imaju najveći potencijal za smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte i smanjenje energetske zavisnosti Srbije.

U odeljku *Procena potreba za toplotnom energijom*, postoje podaci o ogromnoj potrošnji energije za grejanje, koji su zajednički širom Srbije, uključujući i Užice. To je usled činjenice da većina zgrada nije u skladu sa Previlnikom o energetske efikasnosti u zgradama iz 2011. godine. Da bi vlasnici imovine ulagali u



termičko renoviranje njihovih zgrada, potreban je odgovarajući period povraćaja investicije. Ovo može da se postigne kroz ciljano povećanje cena energije i finansijsku stimulaciju kroz meke zajmove i subvencije.

Energetska rekonstrukcija individualnih zgrada i stambenih zgrada u energetska klasu "C" sa manje od 100 kWh/m² godišnje bi smanjilo potrošnju energije za grejanje za više od 40%. U stambenim područjima pokrivenim mrežama daljinskog grejanja, dodatna korist od energetske rekonstrukcije zgrada je smanjenje zahtevanih režima temperature u cevovodima, što dovodi do povećane efikasnosti distribucije, povećane efikasnosti proizvodnje energije i mogućnosti korišćenja obnovljivih izvora u većim razmerama.

3.10 Energija otpadne toplote

Otpadna energija takođe ne zadovoljava definiciju izvora obnovljive energije, ali ona takođe ima ogroman potencijal za smanjenje korišćenja primarne energije. Za urbana područja, najveći potencijal za korišćenje otpadne energije leži u kanalizacionim sistemima i Postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda. Uobičajena temperatura otpadnih voda iz kanalizacije prosečno iznosi od 10 - 15°C u toku zimskih meseci. Hlađenje otpadnih voda za 7 do 10°C oslobađa značajnu količinu energije i potrebno je korišćenje toplotnih pumpi da bi se koristila ova energija. Usled nerasploživosti podataka o tokovima otpadnih voda u postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda, ne mogu da se precizno utvrde energetske potencijali, iako se zasnivaju na broju stanovnika.

Otpadna toplota iz industrijskih procesa je do sada bila zanemarevana u Srbiji. Industrijska postrojenja su veliki potrošači energije i česta je situacija da se ogromne količine energije izbacuju u vazduh ili vodotokove kroz dimne gasove, rashladne tornjeve i izmenjivače toplote. Vrlo često, ovi energetske gubici su uključeni u proizvodne troškove i industrija ne razmatra mogućnost da prodaje ili da deli otpadnu toplotu Sistemima daljinskog grejanja i na ovaj način smanji proizvodne troškove. Nadalje, postoji vrlo malo svesti da su takve aktivnosti korisne za sve stanovništvo zbog smanjenja zagađenja vazduha. Vredi napomenuti da se novi Sistemi daljinskog grejanja u većini zemalja EU grade baš u područjima u kojima je industrijska toplota dostupna.

Potencijal za iskorištavanje otpadne energije leži u činjenici da se u Opštini Sevojno nalazi postrojenje za preradu otpadnih voda iz postrojenja za preradu aluminuma i bakra

	Postrojenje aluminijumskih proizvoda: Impol Seval Valjaonica Aluminijuma a.d. Sevojno		Postrojenje bakarnih proizvoda Copper rolling mill		Ukupan protok	
Sat	Protok	temp.	Protok	temp.	Protok	sred. temp.
	m ³ /h	°C	m ³ /h	°C	m ³ /h	°C
1	1,0	17	8,3	11	9,3	11,6

2	1,0	17	8,2	12	9,2	12,5
3	1,0	17	8,4	12	9,4	12,5
4	1,0	17	8,5	12	9,5	12,5
5	1,0	17	8,1	12	9,1	12,5
6	2,1	17	8,0	12	10,1	13,0
7	2,2	17	8,5	13	10,7	13,8
8	2,1	17	8,2	14	10,3	14,6
9	2,1	17	8,3	14	10,4	14,6
10	2,1	17	7,7	15	9,8	15,4
11	2,1	17	8,0	16	10,1	16,2
12	2,1	17	8,3	17	10,4	17,0
13	2,1	17	8,4	19	10,5	18,6
14	2,1	17	8,4	19	10,5	18,6
15	2,1	17	8,5	18	10,6	17,8
16	2,1	17	8,5	18	10,6	17,8
17	2,1	17	8,1	17	10,2	17,0
18	2,1	17	8,0	16	10,1	16,2
19	2,1	17	7,8	16	9,9	16,2
20	2,1	17	7,9	15	10	15,4
21	2,1	17	8,0	15	10,1	15,4
22	1,0	17	8,5	14	9,5	14,3
23	1,0	17	8,7	13	9,7	13,4
24	1,0	17	8,5	12	9,5	12,5

Na temelju dobivenih podataka postoji potencijal za ugradnju toplotne pumpe snage oko 250kW, koja bi mogla proizvoditi oko 1000 MWh toplotne energije godišnje, što je oko 17% trenutne proizvodnje kotlarnice Sevojno. Trenutni problem za ostvarenje ovog projekta je cevovod dužine od oko 1 km. Stoga bi ovaj potencijal trebalo sagledati na višem nivou izradom studije.

4 FORMULISANJE ODGOVARAJUĆIH MERA ZA REALIZACIJU CILJEVA SMANJENJA POTROŠNJE ENERGIJE

4.1 Unapređenja energetske efikasnosti sistema daljinskog grejanja

Mreža daljinskog grejanja je važan deo toplotnog bilansa Grada Užice. Ona je dragocena imovina čiji je potencijal trenutno daleko od toga da je u potpunosti iskorišćen. Širenje mreže daljinskog grejanja nudi mogućnost da se pokrije praktično celokupno područje grada i istovremeno realizuju ogromni potencijali za uštede energije. U ovom poglavlju se predlaže niz mera za postizanje ovog cilja.

4.1.1 Automatizacija podstanica

Nedostatak automatske kontrole protoka je jedan od najvećih problema kod svake mreže daljinskog grejanja. Rezultati su

1. Velike brzine protoka u cevima kombinovane sa velikom energijom pumpanja,
2. Mala temperaturska razlika u dovodnim i povratnim cevima,
3. Veliki gubici temperature u cevima, i
4. Pregrevanje zgrada.

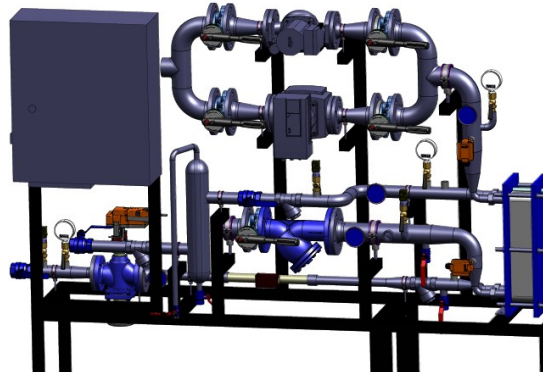
Završetak automatizacije podstanica i njihovo povezivanje na Sistem daljinskog praćenja i upravljanja (SDPU) i regulisanje protoka individualnih domaćinstava.

Završetak ove aktivnosti zahteva relativno mala sredstva i može da se završi praktično u jednoj sezoni opravki. Sredstva uložena u ovu aktivnost se vraćaju vrlo brzo i povećanje kvaliteta usluge će biti vidljivo korisnicima.

Podstanice za višeporodične zgrade

Slika prikazuje kompaktnu toplotnu podstanicu koja se uobičajeno koristi za povezivanje višeporodičnih i javnih zgrada na mrežu daljinskog grejanja. Postoje toplotne podstanice koje ostaju da budu kompletirane u mreži daljinskog grejanja. Ovo uključuje instalaciju ventila sa električnim motorom za regulaciju protoka, kontrolera, izmenjivače toplote i drugu opremu i njihovo povezivanje na Sistem daljinskog praćenja i upravljanja (SDPU).

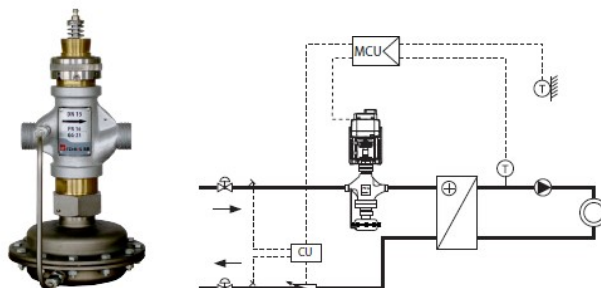
Slika 18 Kompaktna toplotna podstanica



Podstanice za individualne porodične zgrade

Ukoliko se se realizuju aktivnosti koje se predlažu ovim Programom prostornog snabdevanja toplotom (PPST), onda će biti značajnih raspoloživih kapaciteta za povećanje broja korisnika i individualnih domaćinstava. Potrebno je momentalno propisati tehničke uslove koji bi omogućili regulisanje protoka koji treba da se postigne. Inače, individualna domaćinstva mogu da stvore značajne probleme u regulisanju protoka i održavanju visoke efikasnosti sistema.

Slika 19 Ventil za aktivnu regulaciju protoka prikladan za primenu u individualnim kućama



4.1.2 Zamena dotrajalih cevovoda

Građevinski radovi i zamena cevovoda je beskrajn proces kod Sistema daljinskog grejanja. Svake sezone su potrebni radovi na remontu na održavanju cevovoda. Zamena cevovoda je velika investicija sa dugim periodom povraćaja investicije uprkos činjenici da su cevovodi suština Sistema daljinskog grejanja i mora im se posvetiti maksimalna pažnja.

Nakon završetka automatizacije podstanica, kao što je objašnjeno u poslednjem poglavlju, protok kroz cevi bi se smanjio. Ovo bi omogućilo da se koriste manji prečnici cevi u nekim delovima mreže, što bi onda smanjilo troškove zamene starih cevi i omogućilo da se mreža proširi i da se povežu novi korisnici usluge. Dobra praktična politika tarifa cena povezivanja može da pomogne da se privuku novi korisnici usluge. Da bi se to uradilo, povezivanje na mrežu daljinskog grejanja mora da bude jeftino i atraktivno, što je naročito značajno za veće zgrade i komplekse zgrada.

4.1.3 Fakturisanje na osnovu potrošnje za isporuku toplote

Od 2015. godine, postoji zakonska obaveza za Sisteme daljinskog grejanja za naplaćivanje usluga grejanja prema isporučenoj energiji u toplotnoj podstanici. Mada je jedan broj Sistema daljinskog grejanja primenio ovu obavezu, postoji veliki broj sistema koji i dalje naplaćuju paušalni iznos po m². Iako se na prvi pogled čini da je paušalni iznos nešto što doprinosi jednakosti građana, upravo je suprotno, pošto potrošači koji imaju zgrade sa nižom potrošnjom energije plaćaju višu cenu i sistem dovodi do neefikasnog korišćenja energije. Svako ulaganje u toplotnu sanaciju zgrada je ograničeno plaćanjem paušalnog

iznosa. Česte su primedbe od gradske opštinske uprave da će prelazak Sistema daljinskog grejanja na plaćanje na osnovu potrošnje prouzrokovati veliko nezadovoljstvo korisnika usluge grejanja.

Razlozi koji mogu dovesti do neuspeha akcije prelaska na naplatu „po merenju“ su sledeći:

- Ako proces nije bio dobro pripremljen i korisnici usluge nisu razumevali metodologiju plaćanja;
- korisnici usluge nisu bili obavešteni o načinima za smanjenje potrošnje energije;
- korisnicima usluge nije ponuđen neki prelazni period u toku koga bi mogli da budu delimično subvencionisani do završetka toplotne sanacije njihovih objekata;
- nisu bili ponuđeni povoljni zajmovi i subvencije za toplotnu sanaciju zgrada.

Grad i sistem daljinskog grejanja su trenutno u nekoj vrsti pat pozicije. Ukoliko poštuju taj propis, biće žalbi i rizik od velikog broja isključenja koja bi dovela do smanjenja prihoda i otuda pogoršanja finansijske situacije kompanija za daljinsko grejanje.

Sve u svemu, grad i sistem daljinskog grejanja moraju da preuzmu vođstvo u projektu energetske sanacije najmanje određenog broja zgrada u kritičnom stanju. To bi pokrenulo proces prelaska na metod fakturisanja prema potrošnji, što bi dovelo do novih investicija u energetske sanacije i bilo pokretač za širu energetske sanacije zgrada.

4.1.4 Povezivanje decentralizovane Kotlarnice na jednu mrežu

U planovima Sistema daljinskog grejanja, postoji ideja o izgradnji kotlarnice na gas Medjaj. Bilo bi poželjno da se odredi stvarni potrebni toplotni kapacitet objekta na prirodni gas tako da se toplotna pumpa i kotlarnica na drvenu sečku integrišu u njega, i da se prirodni gas koristi **SAMO** za proizvodnju vršne energije i potrebne vršnih vrednosti toplotnog kapaciteta. Ovaj projekat bi trebalo da stvori i toplovodnu mrežu koja bi mogla da prihvati zgrade koje trenutno imaju individualne kotlarnice i neadekvatne grejne sisteme.

Čak i u slučajevima kada su u pitanju gasne kotlarnice treba svaki pojedinačni slučaj povezivanja ovakve kotlarnice na mrežu daljinskog grejanja pažljivo analizirati, jer se povezivanjem i ovih kotlarnica može povećati udeo obnovljive energije u ukupnom energetske miksu, a takodje se u velikom broju slučajeva mogu postići i povoljni finansijski efekti.

Pored toga, važno je uzeti u obzir da je izgradnja svakog cevovoda kako bi se zamenile decentralizovane kotlarnice prilika da se povežu novi korisnici usluge.

4.1.5 Toplotna sanacija zgrada povezanih na mrežu daljinskog grejanja

Toplotna sanacija višeporodičnih stambenih zgrada je najteži zadatak koji se postavlja u energetske smislu u Srbiji. Pravilnik o energetske efikasnosti iz 2011. godine predstavlja odličnu osnovu za sve nove zgrade i pokazuje da su i investitori i kupci novih stanova veoma zainteresovani za dobar energetske učinak stambenog prostora. Toplotna sanacija i prelazak na "C" klasu će dovesti do ogromnih energetske ušteda sa potencijalom u ovoj oblasti od do 40%.

Energetsko renoviranje zgrada je izuzetno dugačak proces i u odsustvu podsticaja, može da potraje nekoliko decenija da se unaprede sve potrebene stambene zgrade. Da bi se ubrzao ovaj proces, potrebno je da se uvedu specifične mere sa pozitivnim doprinosima, kao što su:

- bolji životni uslovi za stanovnike,
- unapređeni izgled grada,
- povećana privredna aktivnost u gradu,
- povećana vrednost nekretnina. Stoga je prioritetni interes grada da organizuje i pruži pomoć ovom procesu. Renoviranje stambenih zgrada, podržano specijalizovanim podsticajima i zajmovima, bi omogućilo malu razliku u godišnjim troškovima energije između korisnika koji plaćaju na osnovu fakturisanja za površinu i korisnika koji plaćaju na osnovu potrošnje.

- ***Grad Užice je među prvima u Srbiji prepoznao važnost energetske sanacije višeporodičnih stambenih zgrada i finansirao energetske sanaciju tri višeporodične zgrade:***

- ***Marije Mage Magazinović 1 (na DSG, 1664m²)***
- ***Vidovdanska 26 (nije na DSG, 600m²)***
- ***Vidovdanska 30 (nije na DSG, 540m²)***

Ovu akciju svakako treba nastaviti i proširiti.

Troškovi energetske sanacije zgrada zavise od mnogo faktora; od trenutnog stanja fasada zgrada do stanja krova, prozora, instalacije grejanja, itd. Energetske sanacija može da se uradi kompletno i delimično. Kompletna sanacija bi obuhvatala dodavanje toplotne izolacije od oko 10cm na fasadu zgrade, opravku krova i dodavanje 10cm mineralne vune, potrebnu zamenu svih oluka usled promenjene geometrije zgrade i zamenu spoljašnjih otvora - prozora i vrata. Ako se sve ovo uradi, bilo bi zaista šteta da se ne ugradi oprema za regulisanje i distribuciju isporučene energije u zgradi, termostatski ventili i razdelnici toplote, kao što je preporučeno u Poglavlju 4.1.1.

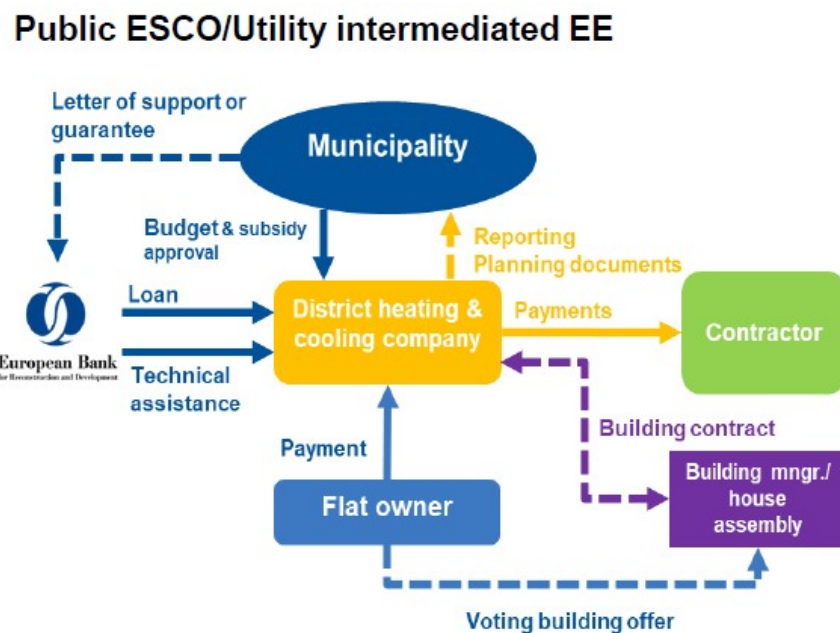
Čak i ako se naglašava da cena energetske sanacije može uveliko da varira od zgrade do zgrade, sledeće vrednosti mogu da se uzmu za procenu. Troškovi za delimično renoviranje sa izolacijom fasade, krova i

zamenom oluka i dodavanje opreme za regulisanje i individualnu distribuciju se procenjuje na 36 evra/m² stambene jedinice. Troškovi za zamenu prozora se procenjuju na oko 32 evra/m² stambene jedinice. Takve investicije bi pokrenule proces prelaska na fakturisanje na osnovu potrošnje i imaju značajan uticaj na bolju političku i društvenu atmosferu u gradu. Ovo važi za stambene zgrade povezane na Mrežu daljinskog grejanja.

Očekivane uštede energije za ove zgrade se kreću od 35% u delimičnom renoviranju do 50% u renoviranju sa spoljašnjim prozorima i vratima.

Niže je dat primer jednog ESCO pristupa koji promoviše EBRD u Srbiji u kome JKP toplane obezbeđuju početnu investiciju za renoviranje zgrada dok potrošači otplaćuju tu investiciju kroz svoje mesečne račune.

Slika 20 ESCO Pristup banke EBRD Javnom komunalnom preduzeću



Izvor: EBRD, REEP_Update_EECG_EBRD, Sastanak Koordinacione grupe za energetska efikasnost, https://www.energy-community.org/dam/jcr:b69c9fdd-abad-4b24-82f9-1090318954dd/REEP_update_EECG_EBRD_draft_161120_ebrkfw_final.pdf

4.2 Mere koje doprinose poboljšanju kvaliteta vazduha i smanjenju emisija CO₂

4.2.1 Zamena kotlova koji kao gorivo koriste mazut kotlovima na prirodni gas i korišćenje obnovljivih izvora u daljinskom grejanju

Mazut kao izvor energije nije pogodan za korišćenje u urbanim područjima. Negativna posledica sagorevanja mazuta po životnu sredinu je ogromna, pošto PM čestice, sumpor i azotni oksidi imaju izuzetno štetan efekat na kvalitet vazduha u gradu. Investiranje u kapacitete za proizvodnju energije iz prirodnog gasa sa povećanom efikasnošću je ekonomski održivije nego eksploataisanje kotlova na ugalj.

Grad Užice najveći broj manjih kotlarnica i javnih objekata već preveo na gas, što veoma mnogo doprinosi boljem kvalitetu vazduha, ali u narednom periodu treba razmatrati mogućnost priključenja što većeg broja kotlarnica javnih objekata na gradski toplovod, a za svaki pojedinačni slučaj treba uraditi tehnokonomsku analizu.

Svaki objekat za koji ima tehničkih i ekonomskih osnova za priključenje doprinosi povećanju udela obnovljivih izvora energije nakon što se ti kapaciteti uvrste u daljinski sistem grejanja.

Razvoj projekata koji koriste obnovljive izvore toplote, naročito Toplotna pumpa, bi omogućio Gradu Užice da dobije energiju nezavisno od spoljašnjih faktora sa relativno stabilnom cenom za barem 25 godina, koja može da bude u rasponu troškova toplote proizvedene iz prirodnog gasa.

4.2.2 Smanjenje korišćenja čvrstih goriva u individualnim domaćinstvima

Najveći broj individualnih domaćinstava primenjuju ugalj, mada je cena uglja niža od ostalih goriva, uzimajući u obzir sve troškove povezane sa eksploatacijom postrojenja na ugalj, troškovi po jedinici proizvedene toplote su samo 15% niži od prirodnog gasa. Negativan uticaj sagorevanja uglja i mazuta po životnu sredinu je ogroman, pošto PM čestice, sumpor i azotni oksidi negativno utiču na kvalitet vazduha u gradu.

Stoga je potrebno da se zastarele tehnologije opterete taksama za zagađenje vazduha dok se u isto vreme čiste tehnologije promovišu sa subvencijama. Ukidanje zastarelih tehnologija je dugačak proces za koji bi bilo potrebno više od 10 godina. Jedan mogući model je da se porezi postepeno povećavaju tokom godina. U svakom slučaju, sredstva prikupljena kroz ovaj proces moraju da se koriste za namenske subvencije. Individualnim domaćinstvima koja su u području mreže daljinskog grejanja treba da se ponude podsticaji za povezivanje na daljinsko grejanje.

Grad Užice je još 2015. godine započeo akciju zamene neadekvatnih goriva i u ovoj meri postigao više nego ostali gradovi u Srbiji

<i>mera</i>	<i>broj objekata</i>
<i>kotlovi na gas</i>	1,237
<i>kotlovi na pelet</i>	126
<i>toplotne pumpe</i>	4
<i>šporeti sa oznakom eko-dizajna za socijalno ugrožene</i>	45

Sa ovom merom takodje treba nastaviti i značajno je proširiti.

4.2.3 Toplotna sanacija individualnih stambenih zgrada

Vlasnici individualnih stambenih zgrada su mnogo svesniji potrebe za toplotnom sanacijom njihovih objekata, ali usled nedovoljno podsticaja i nedovoljnog znanja o mogućnostima finansiranja, nivo renoviranja je nedovoljan. Energija se često šteti na račun komfora i snižene sobne temperature. Vlasnike individualnih stanova pogađa zagađenje tako da bi uvođenje poreza na zagađenje trebalo spojiti takođe sa mogućnostima za subvencije za termičko renoviranje stambenih jedinica.

I u ovoj meri su postignuti dobri rezultati u Gradu Užicu od 2015. godine

<i>mera</i>	<i>broj objekata</i>
<i>izolacija</i>	344
<i>stolarija</i>	1.035

Svakako je treba intezivirati jer je energetska sanacija individualnih stambenih objekata mera koja može dovesti do najveće uštede za troškove energije u svakoj sredini i za celu Republiku Srbiju.

4.2.4 Upotreba obnovljivih izvora energije za individualne stambene objekte

Individualni stambeni objekti imaju ograničenu mogućnost za korišćenje obnovljivih izvora energije. Jedna od mogućnosti je korišćenje sunca kada za to postoje povoljni uslovi. Termalni solarni kolektori su najstariji način korišćenja sunca i uopšte obnovljive energije. Ugradnjom termalnih solarnih kolektora mogu se ostvariti značajne uštede tokom leta za pripremu tople potrošne vode. Problem ovih sistema je to što je potrošnja tople vode vrlo neujednačena pa lako može doći do stagnacije tj. isparavanja fluida unutar sistema solarnih termalnih kolektora. Prilikom ugradnje ovakvih sistema za optimalni odnos uloženi sredstava i dobijenih efekata veoma je važno dobro projektovati sistem kako bi se najbolje uskladile proizvodnja toplote iz solarnih panela i potrošnje tople vode.

Proizvodnja električne energije putem PV (photo-voltaic) solarnih panela ima drugačiju problematiku. Ovde se električna mreža koristi kao skladište električne energije. Medjutim zbog veoma promenljivog

karaktera proizvodnje električne energije koje direktno zavisi od insolacije elektrodistribucija mora da uloži značajan napor da izbalansira proizvodnju i potrošnju u elektroenergetskom sistemu i ovo stvara značajne troškove ovim sistemima. Zato se cena energije koja se proizvede u individualnim domaćinstvima i isporuči elektroenergetskom sistemu značajno razlikuje od cena po kojoj se ta ista energije preuzme. Zbog generalno niske cene električne energije u Srbiji ovakvi individualni sistemi se mogu isplatiti jedino ako je nabavka opreme dovoljno subvencionisana.

Grad Užice je i u ovoj oblasti dosta napredan i u predhodnom periodu je pomogao ugradnju panela za iskorišćenje solarne energije na 16 objekata.

5 ZAKLJUČAK

Sistem daljinskog grejanja opštine Užice je veoma važan sistem za Grad Užice, a takođe i za Republiku Srbiju.

Trenutno, ovaj sistem u većoj meri koristi prirodni gas, a mazut u manjoj meri.

Uzimajući u obzir da se mazut kompletno ukida, a cena prirodnog gasa strahovito raste i ovaj trend će ostati u budućnosti, potrebno je razmisliti o tome kako da se energetske diversifikuje isporuka toplotne energije. Dva primera data u prethodnom tekstu za toplotne pumpe i biomasu pokazuju da je, uz razumne investicije, moguće povećati nivo toplotne energije dobijene iz obnovljivih izvora na 50% u poređenju sa energijom koja se trenutno proizvodi.

Ako bismo sanirali polovinu zgrada sa najvećom potrošnjom, koje su trenutno na sistemu daljinskog grejanja, mogli bismo da uštedimo najmanje 12.000 MWh toplotne energije. Ova energija bi mogla da bude korišćena za nove zgrade povezane na Sistem daljinskog grejanja, tj. sistem daljinskog grejanja bi mogao da se poveća za oko 25%.

Nećemo se u potpunosti otarasiti prirodnog gasa kao goriva još dugo vremena, ali bi trebalo da radimo kako bismo osigurali da se prirodni gas koristi samo u situacijama osiguravanja vršnih opterećenja, dok za bazna opterećenja treba da potražiti rešenje među izvorima obnovljive energije. Sve ovo je moguće ukoliko se obavlja paralelan posao na povećanju energetske efikasnosti sistema snabdevanja toplotom i objekata koji se zagrevaju.

6 REFERENCE

Bonin, Jürgen (2012): Heat Pump Planning Handbook. Second edition, Beuth Verlag GmbH, Berlin.

Hurter, S; Haenel, Ralph (2002): Atlas of geothermal resources in Europe. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg,

RZS online: Statistička baza podataka. Zavod za statistiku Republike Srbije.

<http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/Public/PageView.aspx?pKey=163>.



RZS (2011): Popis stanovništva 2011. Zavod za statistiku Republike Srbije.
http://popis2011.stat.rs/?page_id=2162&lang=en.

SLED (2015): Tipologija stambenih zgrada u Srbiji i modelovanje njihove transformacije ka niskoj emisiji.
Support for Low-Emission Development in South Eastern Europe (SLED).

UN (2006): Country Profiles on the Housing Sector. Serbia and Montenegro. Economic Commission for Europe. United Nations.

[https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/prgm/cph/countries/Srbija
%20and%20montenegro/CP%20Srbija %20&MontenegroPub.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/prgm/cph/countries/Srbija%20and%20montenegro/CP%20Srbija%20&MontenegroPub.pdf)

Stambena strategija Grada Uzice <https://uzice.rs/wp-content/uploads/2017/06/Stambena-strategija-grad-Uzice-2012-2021.pdf>