INTEGRALNI PRISTUP PLANIRANJU RAZVOJA SISTEMA GREJANJA – PRIMER GRADA NIŠA

INTEGRAL APPROACH IN PLANNING OF HEATING SYSTEMS DEVELOPMENT – CASE STUDY FOR THE CITY OF NIŠ

Marija ŽIVKOVIĆ,
University of Belgrade, Belgrade, Serbia, Faculty of Mining and Geology
e-mail: marija.zivkovic@rgf.bg.ac.rs
Dejan IVEZIĆ,
University of Belgrade, Belgrade, Serbia, Faculty of Mining and Geology
e-mail: dejan.ivezic@rgf.bg.ac.rs,
Aleksandar MADŽAREVIĆ,
University of Belgrade, Belgrade, Serbia, Faculty of Mining and Geology
e-mail: aleksandar.madzarevic@rgf.bg.ac.rs
Dimitrije MANIĆ,
University of Belgrade, Belgrade, Serbia, Faculty of mechanical engineering
e-mail: dimitrije.manic@gmail.com

Integral approach in planning of heating systems development means consideration of future heat demands and different options for their meets, in the context of total economic and social development. In this approach, consideration of quality of different options is followed by their quantitative analysis. As a framework for this approach, participatory backcasting methodology was used, as it provides appropriate input parameters for energy model design and for definition of scenarios of possible development. Results obtained by modeling provide opportunity for quality analysis of proposed solutions, and make basis for solution selection process. Described methodology was applied for design of long-term plan of hating system development in the city of Niš. Six scenarios of possible development are developed (including BAU) by use of LEAP software. Analysis of different scenarios of development is presented, as well as the selected optimal option. This option includes improvement of energy efficiency of buildings, development of district heating systems, more intensive use of locally available renewable energy sources and more intensive application of green architecture.

Key words: *integral planning; heating system; scenario development*

I. Uvod

Energetika je oduvek bila, a i danas je pokretač i podloga ekonomskih promena i kičma privrednog razvoja. Međutim, energetika je grana privrede sa značajnim negativnim uticajem na životnu sredinu, a njeno pretežno oslanjanje na neobnovljive izvore energije predstavlja realnu opasnost za održivost ekonomskog i razvoja uopšte. Zbog toga bi strateško planiranje u energetici trebalo da obuhvati sve aspekte energetskog razvoja: tehnološke, ekonomske, socijalne, ekološke i druge, i da ponudi održivija rešenje u budućnosti, u odnosu na trenutna. Tradicionalne metode evaluacije, kao što su analize troškova i makro-ekonomskih pokazatelja, uglavnom nisu dovoljne da uključe sve elemente značajne za izradu strateškog plana.

U procesu istraživanja moguće budućnosti, planiranja i donošenja odluka, mogu se koristiti tri različita pristupa [1]. Svaki od pristupa kao rezultat daje skup (klasu) scenarija razvoja, dobijenih kao odgovor na jedno od sledećih pitanja:

1) **Šta će se desiti?**

Scenariji koji odgovaraju na ovo pitanje se zasnivaju na ekstrapolacijama trendova. Pretpostavlja se da neće doći do velikih promena, kao i da će društvo i tehnologije nastaviti razvoj u budućnosti putanjama iz prošlosti ("Business as usual" scenariji).

2) Šta može da se desi?

U razvoj scenarija se uključuju pretpostavljeni trendovi ekonomskog i društvenog razvoja, očekivanja vezana za tehnološki razvoj, kulturološke promene, kao i promene drugih uticajnih faktora. Neodređenost

uticajnih parametara čini da se scenarijima u stvari istražuje niz mogućih budućih dešavanja (istraživački/strateški scenariji).

3) Šta treba da se dogodi?

Scenariji koji postižu ono što se želi u budućnosti daju odgovor na ovo pitanje [2]. Buduće stanje, koje je u prethodnim scenarijima krajnja tačka, u ovom pristupu je polazna tačka, a analiza se vrši unazad u vremenu, sa ciljem kreiranja putanje od polazne tačke (trenutnog stanja) do željenog stanja. Korišćenjem backcasting metode kreiraju se normativni scenarije, koji pokazuju kako stvoriti poželjnu budućnost.

U literaturi [3-7] je prikazano da se značajan pomak ka održivijem razvoju energetskog sistema može postići primenom backcasting pristupa, odnosno izradom normativnih scenarija. Backcasting je korišćen u izradi strategija za ublažavanje klimatskih promena, smanjenje potrošnje energije, smanjenje emisije gasova staklene bašte i dr.

U Srbiji je backcasting pristup u energetskom planiranju prvi put sproveden put pri izradi dugoročne strategije razvoja za sistem grejanja Grada Niša. Rezultati određenih koraka backcasting metodologije su poslužili kao ulazni podaci za izradu energetskog modela, dok su odgovarajući rezultati dobijeni modeliranjem pružili dodatne informacije za backcastng postupak, omogućivši bolje sagledavanje i razumevanje predloženih opcija. U radu je prikazana primenjena metodologija, kao i glavni dobijeni rezultati.

II. Metodologija

Kovanica **backcasting** je nastala sa željom da se jednom rečju opiše proces „gledanja unazad, promatranja sadašnjosti, sa pozicije koja se nalazi u budućnosti“, kao neka vrsta suprotnosti procesa prognoziranju (**forecasting**), koje predstavlja proces ”gledanja unapred, razmatranja budućnosti sa trenutne pozicije”. U **backcasting** procesu potrebno je najpre definisati željeno stanje u budućnosti, iz kojeg se onda posmatra nazad na sadašnjost, pri čemu se razmatra način kako je iz postojećeg stanja u sadašnjosti moguće doći do željenog stanja u budućnosti. Zatim se definišu naredni koraci i radnje koje je potrebno preduzeti radi ostvarivanja željenog stanja u budućnosti.

Učešće zainteresovane javnosti (zainteresovanih strana) i dijalog, zajedničko formiranje željenih vizija budućnosti i podizanje nivoa znanja zainteresovanih strana kroz učešće u procesu, interakciju, razvijanje vizije i procenu vizije [1,8] daje backcasting postupku participativni (engl. ”participatory”) karakter.

Metodologija participativnog backcasting-a, koja predstavlja okvir integralnog pristupa planiranju, koja je primenjena pri planiranju razvoja sistema grejanja u Nišu, bazira se na Kvistovom [8] okviru za proces koji podrazumeva pet koraka:

1. Analiza problema;
2. Kreiranje vizije budućnosti, identifikovanje kriterijuma i pokretačkih sila;
3. Generisanje i analiza mogućih rešenja;
4. Backcasting – razvoj putanje od vizije do sadašnjosti;
5. Razvoj plana za projekte koji slede - ”follow-up” projekti.

Neki od rezulata backcastinga korišćrni su za izradu energetskog modela (korišćenjem softverskog alata LEAP), u cilju vizuelizacije (kvantitativnog opisa) moguće budućnosti, praćenja energetskih tokova, određivanja indikatora itd.

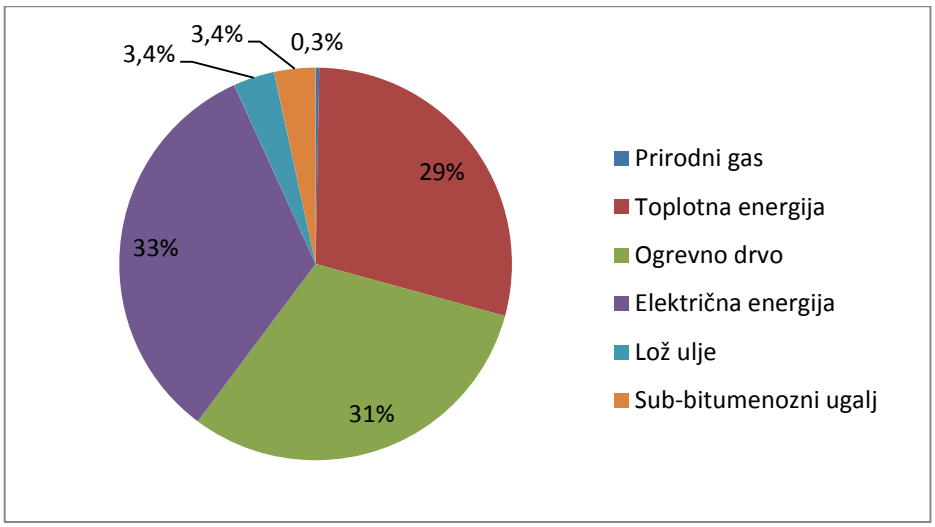
Sa druge strane, rezultati dobijeni modeliranjem su pružili dodatne informacije za backcastng postupak, omogućivši bolje sagledavanje i razumevanje predloženih opcija, mogućnosti i ograničenja, čime je unapređen kvalitet podloge za odlučivanje, a što je na kraju dovelo do kvalitetnog izbora rešenja [9].

III. Integralni postupak planiranja - Primer grada Niša

A. Analiza trenutnog stanja

U baznoj godini (2010) ukupna grejna površina domaćinstava u Nišu je 7.105.600m2, sa godišnjom potrošnjom energije za grejanje 662.3 GWh [10].

Na slici 1 prikazana je struktura goriva/energenta korišćenih za grejanje u sektoru domaćinstava u Nišu 2010. godine. Najviše je korišćena električna energija. Slede ogrevno drvo i toplotna energija iz centralizovanog sistema snabdevanja.



Slika 1. Struktura potrošnje finalne enrgije za grejanje u sektoru domaćinstava grada Niša [10]

U Tabeli 1 prikazana je specifična godišnja potrošnja toplotne energije po kvadratnom metru za različite tipove potrošača, u zavisnosti od goriva/energenta.

Tabela 1. Specifična godišnja potrošnja toplotne energije za grejanje 2010. [10]

Energetski izvor	Specifična potrošnja toplotne energije (kWh/m^2)		
	Porodične kuće	Zgrade sa više stanova	Javni sektor
Prirodni gas	107,43	Nije korišćen u baznoj godini	136,29
Lož ulje	107,43		144,70
Ogrevno drvo	107,43		43,93
Ugalj	107,43		182,77
Daljinsko grejanje	107,00	106,95	135,07
Električna energija	60,66	74,38	77,65

B. Kriterijumi

Kriterijumi koje treba da ispuni budući sistem grejanja izabrani su i formulisani na Prvoj kreativnoj radionici, a usvojeni su dogovorom zainteresovanih strana (predstavnici gradske uprave, toplane, potrošača, proizvođača opreme, univerziteta, NVO, ...). Dobijeni odgovori na pitanje: «Šta treba da ispuni budući (željeni) sistem grejanja», su sublimirani u pet kriterijuma: raspoloživost i pouzdanost, pristupačnost, ekološka prihvatljivost, obezbeđenje komfora, energetska efikasnost.

Predloženi kriterijumi su dalje razrađeni, tako što je za svaki od kriterijuma predloženo nekoliko merljivih podkriterijuma, koji posmatrani zajedno i u kontekstu, mogu da pruže sliku o trenutnom stanju, ili da posluže za bližu formulaciju cilja, definisanjem ciljane (željene) vrednosti. Pored toga, razrada podkriterijuma omogućava poređenje sa drugima («benchmarking»), kako u baznoj godini, tako i u budućnosti. Svi usvojeni podkriterijumi su merljive veličine, a za većinu je određena vrednost u baznoj godini. Ukoliko postoji definisana ciljna vrednost za određenu godinu, tada se napredak ka cilju može meriti određivanjem svakog od podkriterijuma u posmatranoj godini. Podkriterijumi koji se odnose na raspoloživost i dostupnost, uticaj na životnu sredinu i energetsku efikasnost prikazani su u tabelama 2-4.

Tabela 2. Raspoloživost i dostupnost -podkriterijumi

Podkriterijum	Vrednost u baznoj godini
Broj energenata u energetskom miksu	5 (ugalj, drvo, mazut, prirodni gas, el. energija)
Procenat goriva iz domaće proizvodnje u energetskom miksu	63,6%

Procenat lokalno dostupnih izvora energije u energetskom miksu	26,3%

Tabela 3. Ekološka prihvatljivost-podkriterijumi

Podkriterijum	Jedinica mere	Vrednost u baznoj godini
Relativna emisija CO_2	kg CO_2/kWht	0,3623
	kg CO_2/m^2	34,13
Emisija CO	kg CO/kWht	0,0055
Emisija Nox	kg NOx/kWht	$0,355 \cdot 10^{-3}$
Emisija SOx	kg SOx/ kWht	$0,305 \cdot 10^{-3}$

Tabela 4. Energetska efikasnost

Podkriterijumi	Jedinica	Vrednost u baznoj godini
Efikasnost proizvodnje i distribucije	Efikasnost proizvodnje u sistemu daljinskog grejanja % Gubici u distributivnoj mreži, %	85% 14%
Efikasnost transformacije	kWh primarne energije /kWh toplotne energije	1,515
Specifična potrošnja energije u objektima	kWht/m^2 godišnje	94,19

Analiza vrednosti indikatora baznoj godini, daje smernice za budući razvoj sistema grejanja. Povećanje energetske sigurnosti može se postići sa uvođenjem lokalno raspoloživih izvora energije. Supstitucija električne energije za potrebe grejanja će imati pozitivan uticaj na smanjenje emisije ugljendioksida i odnosa primarne i finalne energije, dok bi proširenje mreže daljinskog grejanja doprinelo smanjenju emisije štetnih materija u urbanoj zoni grada.

C. Energetski model-mogući scenariji razvoja

Kao rezultat backcasting metodologije za razmatranje je usvojeno pet mogućih stanja sistema u budućnosti. Kratak opis mogućih stanja budućeg sistema prikazan je u tabeli 5. [9].

Tabela 5. Predviđena rešenja za dalju analizu iz prethodnih faza projekta PB [9]

	Efikasnost objekata	Nivo centralizacije	Obnovljivi izvori energije	Zelena arhitektura	Nivo tehnologije
Opcija 1	Energetska sanacija postojećih zgrada do klase C; Za nove objekte zahtevase minimalnoklasa B.	Minilalno širenje toplifikacionog sistema	Povećanje nivoa korišćenja (udela) u finalnoj potrošnji iucentralizovanim sistemima proizvodnje toplotne energije	Maksimalno korišćenje zelene arhitekture	Korišćenje„smart“ tehnologija
Opcija 2	Energetska sanacija postojećih zgrada do klase C; Za nove objekte zahtevaće se minimalnoklasa B	Minilalno širenje toplifikacionog sistema	Povećanje nivoa korišćenja (udela) u finalnoj potrošnji i centralizovanim sistemima proizvodnje toplotne energije	Bez korišćenja zelene arhitekture	Korišćenje„smart“ tehnologija
Opcija 3	Energetska sanacija postojećih zgrada do klase C; Za nove objekte zahtevaće se mini-	Minmalno širenje toplifikacionog sistema. Većina novih kao i svi postojeći objekti zakoje postoji mogućnost, biće	Povećanje nivoa korišćenja (udela) u finalnoj potrošnji i centralizovanim sistemima proizvodnje toplotne energije	Bez korišćenja zelene arhitekture	Bez korišćenje„smart“ tehnologija

	malnoklasa B.	priključeni nasistem daljinskog gejanja			
Opcija 4	Malo unapređenje efikasnosti postojećih objekata (do klase D). Za nove objekte zahtevaće seminimalno C klasa.	Minimalno širenje toplifikacionog sistema. Većina novih kao i svi postojeći objekti zakoje postoji mogućnost, biće priključeni nasistemdaljinskog grejanja	Povećanje nivoa korišćenja (udela) u finalnoj potrošnji i centralizovanim sistemima proizvodnje toplotne energije	Bez korišćenja zelene arhitekture	Bez korišćenje„smart“tehnologija
Opcija 5	Energetska sanacija postojećih zgrada do klase C. Za nove objekte zahtevaće se minimalno klasa B	Sistem baziran u potpunosti na individualnim rešenjima	Maksimalno povećanje nivoa korišćenja (udela) u finalnoj potrošnji	Maksimalno korišćenje zelene arhitekture	Korišćenje„smart“tehnologija

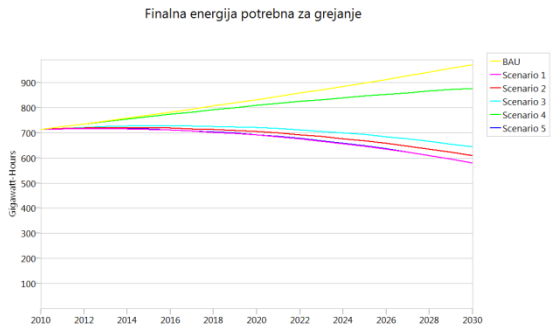
Prikazani podaci o potrebnoj finalnoj energiji, proizvodnji toplotne i električne energije (sekundarna energija) korišćeni su za formiranje energetskog modela sistema grejanja u baznoj godini. Stanja sistema opisana kvalitativno (tabela 5.) energetskim modelom su prevedena u kvantitativan opis. Cilj je dobijanje opisa transformacije sistema grejanja iz sadašnjeg stanja do željenog stanja u 2030. godini, uz detaljni prikaz energetske putanje (do istog stanja se može doći pomoću više različitih putanja). Kada se određenoj opciji (stanju) pridruži putanja dobija se scenario energetskog razvoja**.**

Pri razvoju scenarija korišćene su sledeće pretpostavke:

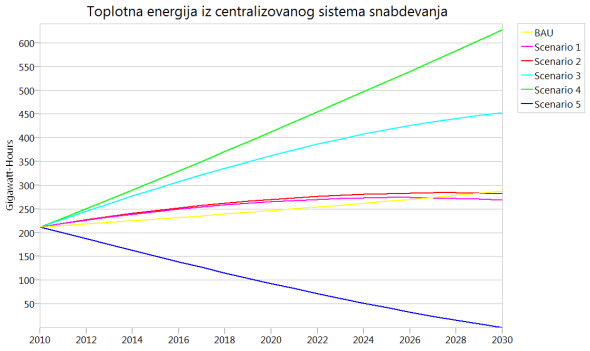
- U sektru finalne potrošnje energije obuhvaćeni su podsekotori za koje postoje podaci o potrošnji toplotne energije: domaćinstva i objekti javne namene. Za ostale podsektore ne postoje podaci o potrošnji toplotne energije.
- U sektoru transformacije obuhvaćeni su centralizovana proizvodnja toplotne energije (u baznoj godini JKP Gradska toplana Niš) i proizvodnja električne energije u JP Elektroprivreda Srbije saglasno projekciji razvoja energetike Srbije do 2030. godine.
- Rast grejne površine objekata za stanovanje biće po stopi koja prati istorijski rast (rast u periodu 1948-2011. godina) za Grad Niš [11].
- Rast grejne površine objekta javne namene biće po stopi koja prati istorijski rast ovog sektora u celini na nivou države [12].
- Postojeći objekti namenjeni stanovanju podeljeni su na objekte za individualno stanovanje (kuće) i objekte za kolektivno stanovanje (višespratne zgrade). Usvojeno je da stopa rasta grejnih površina obe kategorije objekata bude ista.
- Za baznu godinu usvojena je 2010. godina, iz razloga što je to jedina godina za koju postoje podaci o energiji potrošenoj za grejanje, kao i njenoj strukturi prema energentima u gradu Nišu [13].
- Za poslednju godinu scenarija izabrana je 2030. godina, saglasno vremenskom horizontu razmatranja u projektu.

Kako vizuelizacija mogućih budućnosti ima bitnu ulogu u procesu strateškog planiranja, posebnu pažnju treba posvetiti razvoju BAU scenarija, koji obezbeđuje odgovor na pitanje "Šta će se dogoditi ako se sadašnja praksa se nastavi?". Prilikom razrade BAU scenarija nastavljeni su istorijski trendovi. Pretpostavlja se očekivani porast grejne površine u gradu Nišu sa stopom rasta koja odgovara istorijskom rastu u periodu 1971-2011 [14]. Druga relevantna pretpostavka za BAU scenario je da neće biti poboljšanja energetske efikasnosti objekata; nema promena u strukturi izvora energije koji se koriste za zadovoljenje potreba za toplotnom energijom, kako u finalnoj potrošnji, tako i u sektoru transformacije; udeo toplotne energije obezbeđen daljinskim grejanjem u konačnom energetskom miksu će ostati na nivou iz bazne godine.

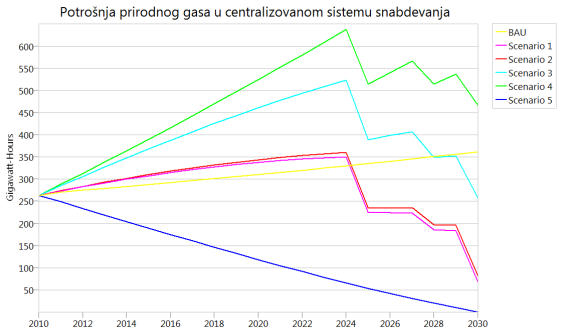
Projekcije finalne energije potrebne za grejanje (pet scenarija i BAU) prikazane su na slici 2, projekcije potrebne toplotne energije iz centralizovanog sistema snabdevanja na slici 3, dok je potrošnja prirodnog gasa u centralizovanom sistemu prikazana na slici 4.



Slika 2: Finalna energija potrebna za grejanje, scenarijima



Slika 3: Potrebna toplotna energija iz centralizovanog prema sistema snabdevanja, prema scenarijima

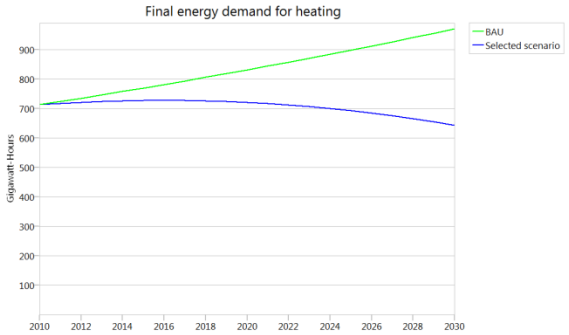


Slika 4: Potrošnja prirodnog gasa u centralizovanom sistemu snabdevanja, prema scenarijima

Rezultati energetskog modeliranja su razmatrani prilikom ocene predloženih rešenja prema usvojenim kriterijumima, što je uz test robustnosti rezultiralo izborom optimalnog rešenja.

IV. Izabrano rešenje

Izabrani scenario predstavlja kombinaciju dva najbolje ocenjena scenarija (scenarija 3 prema usvojenim kriterijumima i scenarija 5 na osnovu testa robustnosti). Koncipiran je sa idejom da se posebno razmatra grejanje u objektima kolektivnog stanovanja (višespratanim zgradama) od grejanja u objektima individualnog stanovanja (stambenim kućama), kao i u postojećim objektima i objektima koji će biti izgrađeni u toku razmatranog perioda. Za objekte čija se se izgradnja planira insistiraće se da zadovolje visoku klasu energetske efikasnosti- B, a postojeći objekti biće energetski sanirani, tako da do 2030. godine zadovoljavaju klasu C. Supstitucija korišćenja električne energije za grejanje je usvojena kao prioritet. Ovaj scenario promoviše manju potrošnju energije kroz uvođenje "smart" tehnologije, koji pruža mogućnost upravljanja potrošnjom energije i prilagođavanje potrebama potrošača. Ideja je da se primenjuje zelena arhitektura tokom izgradnje novih objekata, i adaptacije i sanacije postojećih, u meri u kojoj je to moguće. U izabranom scenariju je planirano proširenje mreže daljinskog grejanja i priključenja novih potrošača, što je posebno odnosi na višespratne zgrade i objekte u širem centru grada. U zonama grada sa malom gustinom toplotnog opterećenja predviđen je razvoj individualnih sistema grejanja. Očekivana potrošnja energije za grejanje 2030. godine je 644 GWh. Projekcija finalne potrošnje energije za grejanje do 2030. godine za BAU i izabrani scenario je predstavljena na slici 5. Struktura goriva/energenata je prikazana na slici 6.



Slika 5: Projekcija potrebe finalne energije za grejanje

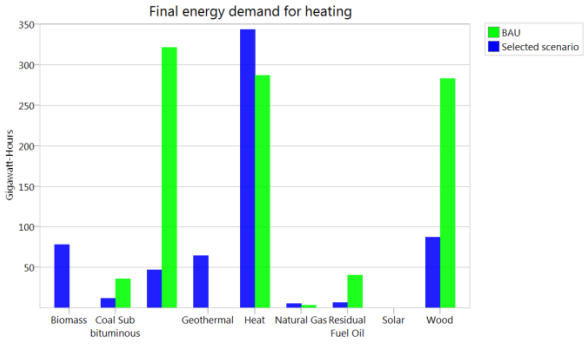


Figure 6: Projekcija potrebe finalne energije za grejanje, po energent/izvor energije

U cilju povećanja samodovoljnosti, smanjenja uvozne zavisnosti i ublažavanja negativnog uticaja na životnu sredinu, predlaže se da lokalno dostupni neiskorišćeni energetski izvori toplote (otpadna toplota, biomasa, komunalni otpad, geotermalna energija) budu iskorišćeni za proizvodnju toplotene energije. Iako u baznoj godini u sistemu daljinskog grejanja nije bilo korišćenja OIE za proizvodnju toplotne energije, u 2030. godini bi moglo 63% toplotne energije da bude proizvedeno korišćenjem OIE.

Određivanje podkriterijuma u 2030. godini za izabrani scenario, praktično vodi ka određivanju ciljanih (engl. "target") vrednosti koje treba dostići (Tabela 6).

Tabela 6: Vrednosti podkriterijuma u 2030. godini

Energetska sigurnost	Procenat goriva iz domaće proizvodnje u energetskom miksu	83,7%
Energetska sigurnost	Procenat lokalno dostupnih izvora energije u energetskom miksu	71,4%
Efikasnost transformacije	kWh primarne energije/ kWh toplotne energije	0,632
Efikasnost objekta	kWh t/m^2 godišnje	62,75
Ekološka prihvatljivost	kg CO2/kWh	0,201
Ekološka prihvatljivost	kg CO_2/m^2	11,58

Određivanjem vrednosti podkriterijuma za 2030. godinu stvorena je osnova za sistematsko praćenje pomenutih vrednosti iz godine u godinu, čime se jasno može prikazati i meriti napredak ka cilju. Svi podkriterijumi koji se odnose na energetsku sigurnost, efikasnost i zaštitu životne sredine, imaju poželjnije vrednosti u odnosu na baznu godinu i u odnosu na BAU scenario, čime potvrđuju pomak ka održivijem sistemu grejanja.

V. Zaključak

U radu je prikazana backcasting metodologija energetskog planiranjw kao koncept koji se bazira na integraciji kvalitativnih i kvantitativnih metoda. Rezultati određenih koraka backcasting metodologije poslužili su kao ulazni podaci za izradu energetskog modela, dok su odgovarajući rezultati dobijeni modeliranjem pružili dodatne informacije za backcastng postupak, omogućivši bolje sagledavanje i razumevanje predloženih opcija, mogućnosti i ograničenja.

Dobijeni rezultati ukazuju da će uloga sistema daljinskog grejanja biti od značaja za budući održiviji sistem grejanja. Izabrano rešenje podrazumeva proširenje toplovodne mreže daljinskog grejanja u kombinaciji sa uštedama energije. Širenjem mreže daljinskog grejanja, lokalni obnovljivi izvori mogu se koristiti efikasnije, kao i otpadna toplota. Na taj način daljinsko grejanje ima značajnu ulogu u smanjenju uvozne zavisnosti, smanjenju emisije CO_2 i drugih zagađivača, kao što su ugljen- monoksid, azotni oksidi, sumporoksidi, pepeo i čađ.

Promene vrednosti podkriterijuma za izabrani scenario mogu se tumačiti u širem kontekstuu u skladu sa energetskim indikatorima održivog razvoja [15]. Smanjenje uvozne zavisnosti i energetskog intenziteta u domaćinstvima, povećanje udela obnovljivih izvora energije, smanjenje emisije gasova staklene bašte i koncentracije zagađujućih materija u vazduhu u urbanim sredinama karakterišu izabrani scenario kao održiv.

VI. Literatura

[1] Vergragt, P.J., Quist J., Backcasting for sustainability: Introduction to the special issue, Technological Forecasting and Social Change. 78(5), 2011, str. 747-755.

[2] Quist, J., Vergragt, P., Past and future of backcasting: the shift to stakeholder participation and a proposal for a methodological framework, Futures 38(9), 2006, str. 1027- 1045.

[3] Green, K., Vergragt, P., Towards sustainable households: a methodology for developing sustainable technological and social innovations, Futures 34, 2002, str. 381-400.

[4] Milestad, R., Svenfelt, A., Dreborg, K.H., Developing integrated explorative and normative scenarios: he case of future land use in a climate-neutral Sweden, Futures, Vol 60, 2014., str. 59–71

[5] Svenfelt A. i ostali, Decreasing energy use in buiding by 50% by 2050 - A backcasting study using stakeholders group, Technological Forecasting and Social Change 78, 2011, str. 785-796.

[6] Doyle, R., Davies, A. R., Towards sustainable household consumption: exploring a practice oriented, participatory backcasting approach for sustainable home heating practices in Ireland, Journal of Cleaner Production, 2013, str. 1-12

[7] Mirakyan A., Guio, R.D., Modelling and uncertainties in integrated energy planning, Renewable and Sustainable Energy, Reviews 46, 2015., str. 62–69

[8] Quist J., Backasting for a sustainable future: impact after 10 years, PhD thesis, TU Delft, Eburon Academic Publishers, 2007.

[9] Živković, M., Exploring solutions for more sustainable heating in Niš, Serbia, zbornik rezimea *The 10th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, The International Centre for Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems Dubrovnik, Hrvatska, 2015.

[10] Electric Power Industry of Serbia, Price list for electricity sale to Tariff Customers, 2013., available at: http://www.aers.rs/FILES/Odluke/OCenama/Eng/2011-04 01_CenovnikEPSProdajaTarifniKupci.pdf

[11] ***, Energetski bilans, Zavod za statistiku Republike Srbije, Beograd, Srbija, 2012

[12] ***, Nacrt Strategije razvoja energetike Srbije do 2025. godine, Vlada Republike Srbije, 2013., dostupno na: http://www.srbija.gov.rs/vesti/dokumenti_sekcija.php?id=45678

[13] ***, Akcioni plan održivog energetskog razvoja (Sustainable Energy Action Plan – SEAP), Gradska uprava grada Niša, 2014.

[14] ***, CENSUS, Zavod za statistiku Republike Srbije, Beograd, Srbija, 2013.

[15] Brkić D., Serbian gas sector in the spotlight of oil and gas agreement with Russia, Energy Policy, Vol. 37, Issue 5, 2009., str. 1925–1938