

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/329906295>

Simpozijum o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2005 IZBOR CENTRALIZOVANOG SISTEMA SNABDEVANJA ENERGIJOM DEMO NASELJA CENTRALISED SYSTEM OPTIONS OF DEMO SETTLEMENT ENERGY SUPPLYING

Conference Paper · January 2005

CITATION

1

READS

4

2 authors:



Marija Živković

University of Belgrade

34 PUBLICATIONS 70 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Dejan Brkić

VŠB-Technical University of Ostrava

147 PUBLICATIONS 1,015 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Training Courses for Public Services in Sustainable Infrastructure Development in Western Balkans (TEMPUS SDTRAIN) [View project](#)



Flow friction calculation - Colebrook equation [View project](#)



IZBOR CENTRALIZOVANOG SISTEMA SNABDEVANJA ENERGIJOM DEMO NASELJA

CENTRALISED SYSTEM OPTIONS OF DEMO SETTLEMENT ENERGY SUPPLYING

Marija Živković, Dejan Brkić
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET, Đušina 7, Beograd

Rezime: U uslovima stanovanja u gradu najpovoljnija opcija za podmirivanje grejnih potreba stanovništva je primenom centralizovanog sistema. U Beogradu, već 50% stanova se snabdeva toplotnom energijom iz toplana ili u manjoj meri iz lokalnih kotlarnica. Alternativa ovom sistemu uz zadržavanje istog komfora je priključenje na gasnu distributivnu mrežu. Ova opcija pruža dodatnu prednost obezbeđenjem jeftije energije za kuvanje supstitucijom skuplje električne energije. Određivanjem graničnih parametara upotrebe prirodnog gasa dobija se kao praktičan rezultat rešenje o načinu grejanja pojedinih naselja (opcija: toplifikacija ili gasifikacija) u zavisnosti od urbanističkih uslova, cena elemenata pojedinih sistema (toplovoda ili gasovoda), cene gasa itd. Model vrednovanja varijanata za toplifikacioni i gasovodni sistem razvijen je na uslovnim građevinskim površinama hipotetičkog grada. Rezultati su primenjeni na demonstraciono (model) naselje na Karaburmi.

KLJUČNE REČI: OPTIMALAN SISTEM, TOPLIFIKACIJA, GASIFIKACIJA

Abstract: In city conditions, the most appropriate option for serve of heating demands are by utilization of central system. In Belgrade, almost 50% of flats are appended on district heating system from central heating plant or less from local boiler-rooms. An alternative for that system is appending on gas distribution network. This option implies additional advantages by providing cheaper energy for cooking by substitutions of expensive electrical energy. By determination of restricted parameters for usage of natural gas in Belgrade operative solutions of heating mode for individual settlements (option: district heating or gasification) depend on urban conditions, prices of system elements (district-heating pipeline or gas pipeline), gas price etc. are made. The evaluation model for options of district-heating or gas-distribution system was developed on conditional urban area of a hypothetical town. Consequences are applied on demonstrative (model) settlement of Karaburma.

KEY WORDS: OPTIMAL SYSTEM, DISTRICT-HEATING, GASIFICATION

1. UVOD

Potrebna energija za široku potrošnju u gradovima zavisi od karakteristika područja, od strukture energetskih izvora i od strukture potrošača. Kod široke potrošnje od 70% do 90% dovedene energije, zavisno od klimatskih uslova, čini energija za grejanje prostorija, a ostatak za kuvanje, pripremu tople vode, za rasvetu, za mehaničku energiju, za aparate komunikacije. Za rasvetu, mehaničku energiju i komunikacione aparate služi samo električna energija, pa se svi ostali dovedeni oblici transformišu u toplotu kao korisni oblik energije, ili su u tom obliku dovedeni. Obezbeđenje potrebnih oblika energije za posmatrano područje ostvaruje se proizvodnjom energije na sopstvenom području i/ili snabdevanjem energije iz centralizovanih sistema.

Rešavanje niskotemperaturnih toplotnih potreba u sektoru široke potrošnje u gradovima moguće je pomoću centralizovanih sistema: toplifikacije ili gasifikacije, imajući u vidu probleme vezane za skladištenje goriva,

probleme zagađenja okoline, bezbedosne kriterijume itd. U velikom broju slučajeva postoji mogućnost izbora i opredeljenja za jedan od ovih sistema. U cilju racionalne potrošnje energije, ali i izbora ekonomski opravdanog rešenja formiran je model tehnokonomske vrednovanja rešenja [1], koji bi određena naseljena područja opredeljavao za jedan od ovih sistema-optimalan sistem snabdevanja energijom. Model poređenja opcija razvijen je na modelu veće građevinske površine, uvažavajući moguće tipove naselja, varirajući broj objekata na uslovnoj građevinskoj površini i broj stanova po objektu, odnosno toplotno opterećenje [2]

2. DEMO NASELJE

Za aplikaciju i testiranje razvijenog modela za demo naselje izabran je deo naselja Karaburma površine 0.47km² (Slika 4)

Odabrano model (demonstraciono) naselje može se smatrati karakterističnim naseljem šireg centra Beograda, odnosno urbanijeg predgrađa. Urbanistički gledano model naselje se sastoji iz više zona: starijih višespratnica, novijih višespratnica i zone sa individualnim kućama za stanovanje kako starije, tako i novije izgradnje. U okviru model naselja objekti nisu projektovani za toplifikaciju ili gasifikaciju (osim desetak zgrada u Prominskoj ulici-toplifikacija i par novijih zgrada u ulici Dr Drage Ljočić-gasifikacija).

Posmatrano područje Karaburme se nalazi neposredno uz glavni gasovod, a nešto je udaljenije od većih toplotnih izvora, odnosno od gradskih toplana koje su u sastavu JKP "Beogradske Elektrane".

Prosečan stan na širem području naselja Karaburma ima 47,22m² i pripada grupi manjih stanova u srednjoj kategoriji stanova koji su prosečno dvosobni [3].

Izbor optimalnog sistema na model naselju zasniva se na identifikaciji parametara naseljene površine: broja objekata na određenoj površini i toplotnog opterećenja [2], izabranih tako da obuhvate uticaj različitih karakteristika naselja.

Karakteristike realnih urbanističkih površina: broj objekata, raspored, veličina i tip gradnje su uticajni faktori koji određuju: dužinu mreže, strukturu mreže, toplotno opterećenje, potrošnju goriva, odnosno investicione i eksploatacione troškove centralizovanih sistema snabdevanja. Ovi troškovi su od uticaja pri opredeljenju za jedan od sistema kao optimalnog za dato područje. Pretpostavljajući da postoji mogućnost priključenja posmatranog područja na oba sistema, izbor optimalnog bio bi određen urbanističkim karakteristikama područja. Zbog toga treba težiti podeli naselja na homogene celine sa sličnim urbanističkim karakteristikama.

Na demo naselju izvršena je identifikacija osam zona sličnih urbanističkih karakteristika. Urbanistička celina br. 8 obuhvata objekte individualne izgradnje i objekte koji su toplificirani iz lokalne kotlarnice, dok celina br. 3 obuhvata objekte koji nisu namenjeni za stanovanje (škola, obdanište, centar mesne zajednice, tržni centar). Izdvojene celine odgovaraju modelima građevinskih površina koje su razmatrane pri modelskoj analizi) a njihove karakteristike prikazane su u tabeli 1.

3. IZBOR PREMA REZULTATIMA MODELA

Zbog heterogenosti objekata prema, pri određivanju toplotnog konzuma razmatrana su dva granična slučaja:

- Maksimalan toplotni konzum, svi objekti su stare gradnje (projektno toplotno opterećenje 144 W/m²),
- minimalan toplotni konzum, svi objekti su nove gradnje (projektno toplotno opterećenje 95 W/m²),

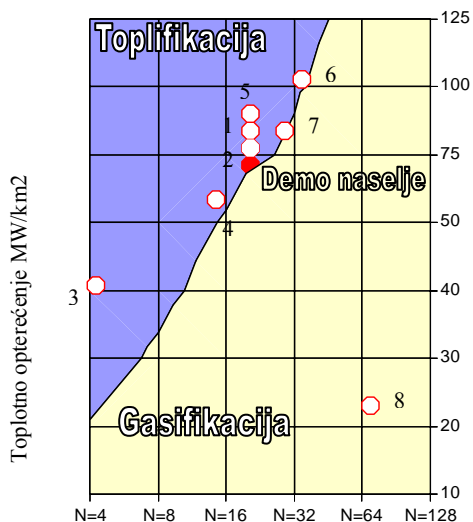
Stvarno stanje toplotnog opterećenja demo naselja nalazi se između ovih graničnih slučajeva.

Karakteristike identifikovanih zona svode se na uslovnu građevinsku površinu (5 ha) što omogućava lociranje tačaka ovih realnih površina na opcionom dijagramu razlika neto sadašnjih vrednosti dobijenih uvažavajući investicione i eksploatacione troškove oba sistema posmatrano u odnosu na stan od 60m² [2].

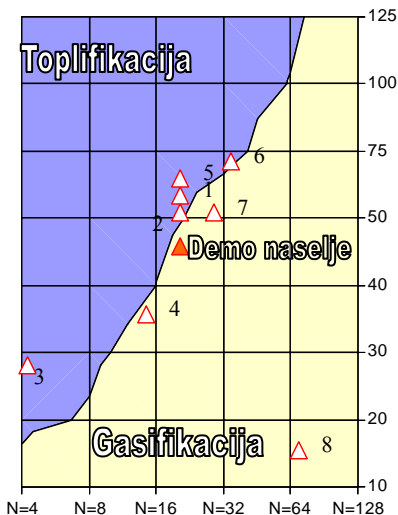
Položaj karakterističnih tačaka na dijagramima (Slika 1 i 2) ukazuju na optimalan izbor sistema za datu zonu: toplifikaciju ili gasifikaciju. Treba primetiti da tačka, koja je dobijena ucrtavanjem prosečnih vrednosti za broj objekata i toplotno opterećenje celog demo naselja, pada u zonu toplifikacije u slučaju stare gradnje, dok je za slučaj nove gradnje u oblasti gasifikacije. To jasno pokazuje da se izbor optimalnog sistema ne može postići posmatrajući celo naselje integralno, već problem treba rešavati podelom na homogene zone.

Tabela 1 Karakteristični parametri na realnim urbanističkim zonama naselja Karaburma

Urbanistička zona	Površina km ²	Broj objekata	Broj stanova	Toplotno opterećenje $\frac{MW}{km^2}$ Stara gradnja	Toplotno opterećenje $\frac{MW}{km^2}$ Nova gradnja	Broj objekata na uslovnoj urbanistič. celini
1.	0,055	24	654	80,5	53,1	22
2.	0,071	31	801	77,14	50,7	22
3.	0,045	4	272*	40,84	26,9	4
4.	0,068	20	562	56,58	36,0	15
5.	0,07	30	951	93,60	60,7	21
6.	0,046	30	680	100,3	65,0	33
7.	0,07	36	823	80,49	52,7	26
8.	0,047	63	153	7,28	14,5	32



Slika 1 Izbor optimalnog sistema-svi objekti stare gradnje



Slika 2 Izbor optimalnog sistema-svi objekti nove gradnje

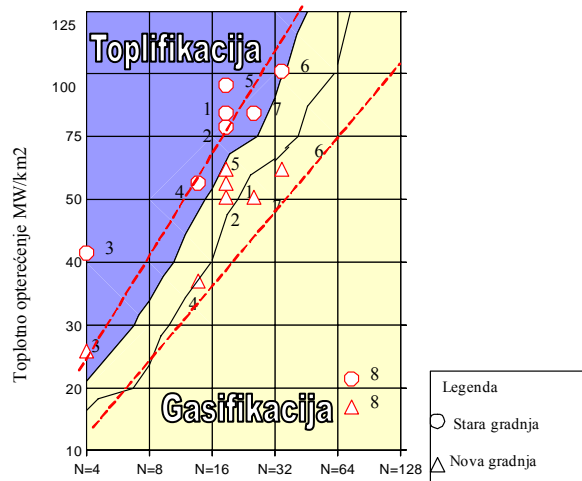
Pozicioniranjem tačaka karakterističnih 8 zona i sagledavanjem značajnog odstupanja tačaka pojedinih zona od prosečne tačke naselja, pokazuje se uticaj različitih urbanističkih karakteristika, što potvrđuje da razmatranje na osnovu parametara celog demo naselja nije pravi put za optimalan razvoj toplifikacionog i gasifikacionog sistema (Slike 1 i 2).

Tačke zona 3 i 8 su za oba granična slučaja ostale u istoj oblasti: zona 3 u oblasti toplifikacije, a zona 8 u oblasti gasifikacije, značajno udaljene od granične linije.

Izuzev ovih jasnih slučajeva sve ostale zone nalaze se blizu granične linije i njihov položaj unutar jedne od ovih zona ne treba shvatiti kao opredeljujući za izbor jednog od sistema, već ih treba posmatrati kao "sivu" zonu. U toj zoni je moguće preklapanje sistema i izbor optimalnog sistema se ne može izvršiti pozicioniranjem tačaka na dijagramu dobijenom analizom na model naselju.

Promenom karakteristika tipa gradnje menjaju se ulazni parametri za tehnokonomski model, u prvom redu godišnja potrošnja goriva, pa se i položaj granice ovih sistema menja u opcionom dijagramu (Slika 3). U isto

vreme menja se i položaj tačaka određenih zona na dijagramu na osnovu manjeg toplotnog opterećenja posmatrane površine, dok broj objekata na 5 ha (N) ostaje nepromenjen. U konkretnom razmatranom slučaju, za slučaj nove gradnje pomeranje granice je manje u odnosu na pomeranje tačaka karakterističnih zona, uslovljavajući pri tome različiti izbor optimalnog sistema.



Slika 3 Uticaj karakteristika naseljene površine na izbor – analiza na rezultatima modela

Ovakav pristup (analiza na rezultatima modela) može poslužiti za identifikaciju "čistih" slučajeva (kao što su zone 3 i 8), gde promena ulaznih parametara ne menja oblast u kojoj se nalazi tačka posmatrane zone.

Kako je za ostale zone ulazni parametar-tip gradnje, uticao na promenu položaja tačka unutar zona, očigledno je da je za odabir optimalnog sistema potrebno bliže poznavati karakteristike naseljene površine. U graničnim slučajevima izbor optimalnog sistema trebalo bi izvršiti na osnovu poređenja oba sistema na realnoj površini uvažavajući njihove specifičnosti kao i neka odstupanja od pretpostavki usvojenih pri modelskoj analizi (npr. na realnom naselju trase oba sistema ne moraju biti iste).

4. IZBOR PREMA PROJEKTU

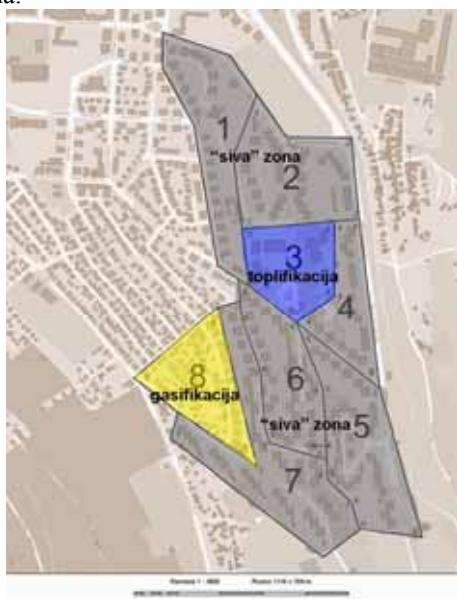
U cilju izbora optimalnog sistema snabdevanja energijom za izabrano demo naselje dimenzionisane su toplovodna i gasovodna mreža i to pretpostavljajući dva moguća granična slučaja: gasifikaciju celog demo naselja ili toplifikaciju celog demo naselja [2]. Projekti mogućih sistema dali su podatke o strukturi stvarnih mreža, što omogućava poređenje sistema na demo naselju.

Za razmatrane uslovne urbanističke celine u tabeli 2 prikazani su ukupni investicioni troškovi za oba sistema, a ranije razvijeni softverski alat je poslužio za određivanje razlike neto sadašnje vrednosti što je parametar za izbor između dva sistema.

Tabela 2. Investicioni troškovi za demo naselje Karaburma i izbor sistema prema projektu korišćenjem softvera

Zona	Investicije gasifikacija (€/stan)	Investicije toplifikacija (€/stan)	Razlika neto sadašnjih vrednosti (€/stanu)	Izbor prema projektu
1	732	653	-9	Toplifikacija
2	729	675	23	Gasifikacija
3	750	463	-163	Toplifikacija
4	729	642	-21	Toplifikacija
5	725	597	-75	Toplifikacija
6	717	735	110	Gasifikacija
7	733	731	92	Gasifikacija
8	788	1485	945	Gasifikacija

Rezultati dobijeni na osnovu projekta gasovodnog i toplifikacionog sistema za područje demo naselja Karaburma, odnosno njihovo novčano valorizovanje uz uvažavanje vremenske dimenzije investiranja i eksploatacije, ukazuju na visok stepen podudarnosti sa rezultatima dobijenim prilikom korišćenja modela. Dobijena je zadovoljavajuća podudarnost novčanih iznosa, a izvesno neslaganje je posledica ne idealne trase koja je praktično nemoguća u realnim urbanističkim uslovima i nelinearne razlike u cenama pojedinih komponenti (razmenjivači, kotlovi za domaćinstva) u odnosu na njihov kapacitet, tj. razlika nastaje kao posledica korišćenja linearne aproksimacije za nelinearnu funkciju. Razlika u izboru optimalnog sistema za celine 2 (toplifikacija → gasifikacija) i 4 (gasifikacija → toplifikacija) samo na prvi pogled odstupa od ovog zaključka, jer pažljivija analiza ukazuje da je apsolutna promena neto sadašnje vrednosti u ova dva slučaja neznatna.



Slika 4: Podela demo naselja na zone sa izborom najpovoljnije opcije centralizovanog sistema

Zaključci dobijeni na modelu poklapaju se u velikoj meri sa zaključcima na realnoj površini. Izuzev područja 8 koje pripada sigurno gasovodnom sistemu, odnosno područja 3 koje sigurno pripada toplifikacionom sistemu, za sva ostala područja neophodna detaljnija analiza i razmatranje ostalih uticajnih činioca i nakon izvršenog razmatranja ekonomike na osnovu urađenih projektnih rešenja za oba sistema.

U graničnoj oblasti ne bi bilo racionalno izvršiti izbor samo na osnovu razlike neto sadašnje vrednosti, već je neophodno razmotriti i druge parametre (ekološka situacija, socijalno-ekonomska struktura stanovništva, bezbednost i dr.) od uticaja na izbor sistema.

Hipotetički, ukoliko bi u okolini razmatranog područja oba sistema imala raspoložive kapacitete onda bi karta pokrivanja centralizovanim sistemima snabdevanja energijom izgledala kao na slici 4.

5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog rada pokazuju da je postignuta velika podudarnost rezultata dobijenih za model naselje sa rezultatima dobijenim sagledavanjem stvarne situacije na demo naselju. Takođe, pristup podele naselja na homogene zone pokazao se kao opravdan pri izboru optimalnog sistema.

Tehnoekonomski model poređenja sistema razvijen na modelu građevinske površine omogućava identifikaciju zona izrazito pogodnih za jedan od sistema ali i sive zone, kao zone uz graničnu liniju u kojoj se promenom ulaznih parametara menja izborna opcija. Rezultati dobijeni na osnovu projekata pokazali su da je u sivoj zoni razlika neto sadašnjih vrednosti mala, pa su za te zone i toplifikacija i gasifikacija dobar izbor. Konačan izbor treba vršiti ne samo na osnovu rezultata tehnoekonomske analize, već treba u obzir uzeti i kriterijume kao što su bezbedosni, ekološki, socio-ekonomski i dr., ali i zainteresovanost korisnika i raspoloživost kapaciteta oba sistema

LITERATURA

- [1]. B. Prstojević, N. Đajić, T. Tanasković, M. Todorović, D. Ivezić, M. Živković *Metodološki pristup analizi usklađenosti toplifikacije i gasifikacije u našim gradovima*, Termotehnika, broj 1-4-godina XXIX, 49-63 2003
- [2]. ***, *Istraživanje optimalnog razvoja toplifikacionih i gasovodnih sistema u odabranim gradovima Srbije*-Elaborati, Ministarstvo Nauke i zaštite životne sredine NP EE 406-34A, Beograd 2002-2005
- [3]. JKP Infostan, Beograd (dokumentacija)