

UTICAJ CIJENE ENERGENATA I ENERGETSKE EFIKASNOSTI STAMBENIH JEDINICA NA DISTRIBUTIVNU MREŽU

Siniša Zubić, Čedomir Zeljković, Petar Matić, *Elektrotehnički fakultet u Banjoj Luci*, Vladimir Radusinović, *Elektrokrajina Banja Luka*

Sadržaj – Niska cijena električne energije u odnosu na cijene drugih energenata u posljednjim godinama rezultuje isključenjem određenog broja korisnika sa toplovodne mreže gradske toplane i prelaskom na električno grijanje. Na povećanje potrošnje električne energije značajno utiču stanje energetske efikasnosti stambenih objekata i tehnologija u kojoj je izvedeno električno grijanje. Postavlja se pitanje koliko povećanje potrošnje može da podnese distributivna mreža. U radu je prikazana analiza prelaska na električno grijanje na primjeru dva reprezentativna stambena bloka u Banjoj Luci.

1. UVOD

Prema podacima IEA (eng. *International Energy Agency*) za period između 2005. i 2030. godine potrošnja energije u svijetu će rasti stopom od 2% godišnje, pri čemu zastupljenost fosilnih goriva kao primarnih energenata iznosi oko 80% [1]. Rezerve fosilnih goriva se neprestano smanjuju, posebno se to odnosi na naftu čija zastupljenost u primarnim energentima iznosi oko 35% [2]. Time se otvara problem sve težeg zadovoljenja energetske potreba na svjetskom nivou. Proizvodnja energije unutar Evropske unije zadovoljava manje od 50% sopstvenih potreba pa je zavisnost od uvoza u 2006. godini iznosila 54% [2]. Jedini izuzetak je Danska koja je energetski potpuno nezavisna. U cilju smanjenja zavisnosti EU od uvoznih energenata jedan od osnovnih energetske zadatka je da se do 2020. godine poveća udio obnovljivih izvora energije na 20%, smanji emisija CO₂ za 20% i poboljša energetska efikasnost za 20% [2].

Pod mjerama za poboljšanje energetske efikasnosti se podrazumijevaju sve mjere koje dovode do smanjenja utroška energije bez narušavanja komfora, standarda života ili kvaliteta finalnih proizvoda. Međunarodna agencija za energiju (IEA) je 2008. godine razvila skup preporuka o politici energetske efikasnosti za prioritetne oblasti [1] (zakonodavna tijela, zgrade, uređaji i oprema, osvjetljenje, prevoz, industrija i elektroenergetski sistemi).

U ovom radu akcenat je na udjelu zgrada u ukupnoj potrošnji energije i njihov uticaj na distributivnu mrežu. Prema IEA potencijalna ušteda energije u zgradama može da ide do 25% u odnosu na njihovu ukupnu potrošnju što otvara velike mogućnosti za primjenu različitih mjera za poboljšanje energetske efikasnosti [1]. U zgradama starije gradnje na području BiH godišnja potrošnja energije za zagrijavanje ide i preko 200 kWh/m² [3], dok bi u zgradama izgrađenim po evropskim normama potrošnja energije bila svedena na 40 do 60 kWh/m². Zbog toga poboljšanje termičke izolacije objekata predstavlja najznačajniju mjeru za poboljšanje energetske efikasnosti.

Novoizgrađeni objekti su energetski mnogo efikasniji od većine objekata starije gradnje pošto se izvode sa dodatnom termičkom izolacijom. Poboljšanje energetske efikasnosti

nekeog objekta na prvi pogled ne utiče direktno na distributivnu mrežu (ili bi trebalo da vodi smanjenju električne energije koja se uzima iz distributivne mreže), ali kada se osim energetske efikasnosti sagledaju i cijene pojedinih energenata na tržištu dolazi se do drugačijih podataka.

U drugoj glavi opisano je grijanje stambenih zgrada u Banjoj Luci i razlozi sve veće upotrebe električne energije za zagrijavanje stanova.

2. GRIJANJE STAMBENIH JEDINICA U BANJOJ LUCI

Stambene zgrade u Banjoj Luci najčešće su priključene na sistem grijanja gradske toplane (Toplana ad). Novoizgrađeni objekti su energetski mnogo efikasniji od većine objekata starije gradnje pa se u radu razmatra jedan stambeni blok starije gradnje i jedan stambeni blok novije gradnje. Korisnici mogu da biraju da li će ostati priključeni na sistem grijanja gradske toplane ili će preći na neki drugi sistem grijanja, koji je po pravilu u gradskim stambenim blokovima baziran na električnoj energiji.

Korisnici Toplane grijanje plaćaju prema kvadraturi stana po cijeni 1,65 KM/m² na mjesečnom nivou, tokom cijele godine [4]. Toplana pruža mogućnost da se cijena formira prema utrošenoj toplotnoj energiji pa u tom slučaju 1 kWh toplotne energije košta 0,1338 KM. Ovaj vid obračuna zahtijeva ugradnju kalorimetra što praktično nije isplativo u mnogim objektima starije gradnje jer je instalacija izvedena tako da bi svaki radiator zahtijevao poseban uređaj za mjerenje utroška toplotne energije. U zgradama novije gradnje je moguće priključenje kalorimetra u samoj jednoj tački odakle se mjeri potrošnja cijelog stana. U praksi se pokazalo da korisnici koji pređu na kalorimeterski obračun bilježe značajne uštede u odnosu na plaćanje po 1 m². Razloge treba tražiti u distributivnim gubicima i nastojanju da se dovoljno zagriju i objekti starije gradnje sa lošijom termičkom izolacijom. To povećava cijenu korisnicima koji stanuju u termički bolje izolovanim stanovima pa se može usvojiti da ovaj način obračuna često dovodi do toga da je cijena 1 kWh preuzete toplotne energije značajno veća 0,1338 KM.

U slučaju isključenja korisnika sa sistema gradskog grijanja najčešća alternativa je grijanje na električnu energiju. Cijena 1 kWh električne energije zavisi od toga da li se vrši obračun po jednotarifnom ili dvotarifnom sistemu. U slučaju dvotarifnog sistema električna energija je skuplja u dnevnom periodu radnim danima, ali je jeftinija vikendom i nakon 22h, tako da možemo usvojiti da je u prosjeku cijena približno ista kao u slučaju jednotarifnog obračuna i iznosi 0,1371 KM/kWh. Razlika ide na stranu dvotarifnog obračuna jedino kod korisnika koji bi akumulirali toplotnu energiju u noćnom periodu radnim danima, ali to nije predmet analize u ovom radu. Cijena 1 kWh električne energije je samo 2,5%

viša u odnosu na 1 kWh toplotne energije preuzete iz Toplane, pri čemu se tvrdi da je cijena grijanja iz Toplane 80% niža od ekonomske i dijelom je pokriva grad Banja Luka.

Korisnici koji pređu na sistem baziran na električnom kotlu ili pojedinačnim električnim radiatorima za 1 kWh preuzete električne energije dobijaju 1 kWh toplotne energije, što znači da praktično nema uštede u odnosu na grijanje iz Toplane u slučaju da se mjeri preuzeta toplotna energija. Korisnici koji koriste neki od sistema baziranih na toplotnim pumpama, npr. invertorski klima uređaj, za 1 kWh preuzete električne energije dobijaju u prosjeku između 2 i 3 kWh toplotne energije, zavisno od vrste klima uređaja i vanjskih temperatura. Time se cijena 1 kWh toplotne energije spušta u opseg između 0,045 KM i 0,069 KM, što je znatno niže od cijene 1 kWh iz Toplane (tabela 1). Nedostatak ovih sistema je u tome što im efikasnost opada pri nižim temperaturama pa je najbolje ako postoji i dodatni sistem grijanja koji će služiti za dogrijavanje u periodima kada se klima uređajima ne može postići željena temperatura.

Tabela 1 – Cijene toplotne energije

	Cijena kWh električne energije	Cijena kWh dobijene toplotne energije
Toplana (m ²)	-	> 0,1318 KM
Toplana (kWh)	-	0.1318 KM
Električni kotao	0,1371 KM	0,1371 KM
Klima uređaj	0,1371 KM	(0,045-0,069) KM

Ne ulazeći u opravdanost trenutnih cijena toplotne i električne energije korisnici traže ekonomski najisplativije rješenje za svoje potrebe. Energetski efikasniji stanovi novije gradnje postaju mnogo pogodniji za primjenu sistema na bazi klima uređaja zbog manjih potreba za toplotnom energijom, pa se ovakvi korisnici najlakše odlučuju za objavljivanje sa sistema Toplane.

U radu [3] je izvršena komparativna analiza troškova grijanja dvije stambene jedinice istih termičkih karakteristika. Prvi stan za grijanje koristi sistem na bazi toplotne pumpe, odnosno invertorskog klima uređaj AQV12ABA, proizvođača *Samsung*, dok drugi stan koristi električni kotao eBLOCK proizvođača *Vaillant* snage 9 kW. Na osnovu analize računa za električnu energiju u toku skoro tri sezone grijanja došlo se do zaključka da je sistem baziran na toplotnoj pumpi koristio oko 2,5 puta manje električne energije za zagrijavanje prostora od sistema baziranog na električnom kotlu. U poređenju sa troškovima grijanja koje bi stanovi imali da su priključeni na gradsku toplanu (bez kalorimetarskog mjerenja utrošene toplotne energije), stan sa invertorskim klima uređajem ima oko 5 puta manje troškove, dok stan sa električnim kotlom ima oko 2 puta manje troškove grijanja izražene u novčanim jedinicama.

Zaključak je da korisnici koji žive u starijim objektima kod kojih nije moguće preći na kalorimetarski obračun utrošene toplotne energije, a poboljšali su energetsku efikasnost stanova dodavanjem dodatnog sloja termičke izolacije, ostvaruju veliku uštedu prelaskom na bilo koji sistem grijanja na električnu energiju. Korisnici koji žive u stanovima novije gradnje imaju i mogućnost prelaska na kalorimetarski obračun utroška toplotne energije pa uštedu ostvaruju jedino ako ugrade sistem sa toplotnom pumpom.

Najbolje rješenje je postojanje oba sistema tako da se pri najnižim spoljašnjim temperaturama kada efikasnost klima uređaja opada vrši dogrijavanje iz drugog sistema.

Korisnicima koji stanuju u slabije izolovanim starijim objektima, i nemaju mogućnost ugradnje kalorimetra, a zadovoljni su gradskim grijanjem, manje se isplati prelazak na grijanje na električnu energiju jer imaju povećane potrebe za toplotnom energijom. Međutim, u zgradama udaljenim od Toplane korisnici često nisu zadovoljni kvalitetom grijanja, pa uz visoku cijenu za tu uslugu moraju i da dodatno zagrijavaju stanove plaćajući električnu energiju. Oni se u nemogućnosti da pređu na kalorimetarski način obračuna sve više odlučuju na potpuni prelazak na grijanje na električnu energiju. Sa aspekta distributivne mreže ovaj scenario je najnepovoljniji jer ovi korisnici za zagrijavanje stanova koriste mnogo više električne energije nego korisnici u novijim stanovima pa to može dovesti do preopterećenja distributivne mreže.

Sve veći broj korisnika je svjestan činjenice da je u ovom trenutku najekonomičnije grijanje stanova upravo na električnu energiju čak i kod stanova starije gradnje sa slabijom termičkom izolacijom. Dokaz toj činjenici je i podatak da se iz godine u godinu povećava broj korisnika koji se objavljuju sa Toplane. U 2013. godini je objavljeno oko 900 korisnika, 2012. oko 600 korisnika, a u 2011. godini blizu 500 korisnika [5]. Ukupan broj korisnika grijanja Toplane posljednjih godina ostaje približno isti, oko 22.000, jer se priključuju i novoizgrađeni objekti, ali samo u prethodne tri godine između 8 i 9% korisnika Toplane prešlo je na neki drugi vid grijanja. Pošto se radi o urbanoj sredini očekivati je da se velika većina njih grije nekim sistemom baziranim na potrošnji električne energije. Postavlja se pitanje da li električna mreža može izdržati ovakav trend posebno sa aspekta kapaciteta srednjenaponskih kablovskih vodova i distributivnih transformatora.

3. METODOLOGIJA PROCJENE MAKSIMALNOG OPTEREĆENJA POSMATRANIH DIJELOVA MREŽE

Za procjenu moguće opterećenosti distributivne mreže u slučaju masovnijeg prelaska građana na grijanje na električnu energiju koristi se sljedeća metodologija:

1. Bira se reprezentativni dio distributivne mreže na kome se detaljno analiziraju opterećenja;
2. Bira se najkritičniji period u godini sa aspekta grijanja objekata kako bi se utvrdilo referentno opterećenje posmatranog dijela distributivne mreže;
3. Utvrđuje se koliko slobodnog kapaciteta napojnih vodova i transformatora postoji koji bi mogli biti korišćeni za napajanje korisnika koji bi se grijali na električnu energiju;
4. Procjenjuje se snaga dodatne potrošnje električne energije prosječnog korisnika u slučaju njegovog prelaska na grijanje na električnu energiju;
5. Određuje se nivo opterećenosti napojnih vodova i transformatora u funkciji povećanja broja korisnika koji se griju na električnu energiju;
6. Utvrđuje se koji procenat novih korisnika može preći na grijanje na električnu energiju, a da to postojeća distributivna mreža može podnijeti.

Analiza tačaka 1, 3, 5 i 6 data je u poglavlju 4. U nastavku ovog poglavlja komentarišu se tačke 2 i 4.

3.1. Najkritičniji period u godini

U posljednjih nekoliko godina najhladniji mjesec na području Banja Luke bio je februar 2012. godine. U tabeli 2 date su satne temperature zabilježene u toku tri najhladnija dana u mjesecu. Ovaj mjesec je izabran kao period najvećih opterećenja u distributivnoj mreži, pa samim tim je i najkritičniji sa aspekta mogućeg dodatnog opterećenja mreže od strane novih korisnika koji bi za grijanje koristili električnu energiju.

Tabela 1 – Temperature u Banjoj Luci u najhladnijim danima februara 2012. godine

	4 [h]	8 [h]	12 [h]	16 [h]	20 [h]	24 [h]
8.2.	-10°	-10°	-5,7°	-5,4°	-13,1°	-17,4°
9.2.	-20,4°	-20,6°	-10,2°	-7,9°	-12,5°	-13,1°
10.2	-14,5°	-17,9°	-9,2°	-7,9°	-9,8°	-10,8°

3.2. Procjena utroška električne energije za zagrijavanje prosječnog stana

Postavlja se pitanje koji element distributivne mreže prvi dostiže nominalno opterećenje u funkciji broja stanova koji umjesto gradskog uvedu grijanje bazirano na utrošku električne energije. Osim polaznog nivoa opterećenosti mreže najvažnije pitanje je kolika je prosječna snaga potrebna da se zagrije prosječan stan koristeći električnu energiju. Ovdje možemo da damo samo grube procjene jer odgovor na ovo pitanje zavisi od termičkih karakteristika objekata, koje nisu iste čak ni u istoj zgradi, zatim od stanja stolarije, primjenjenog sistema grijanja i nivoa komfora koji izabere svaki korisnik. U najgrubljoj procjeni na bazi iskustva korisnika koji su isti objekat grijali istim sistemom prije i nakon ugradnje dodatne termičke izolacije, usvajamo da objekti sa dodatnom termičkom izolacijom u prosjeku troše dva puta manje toplotne energije za postizanje istog nivoa komfora.

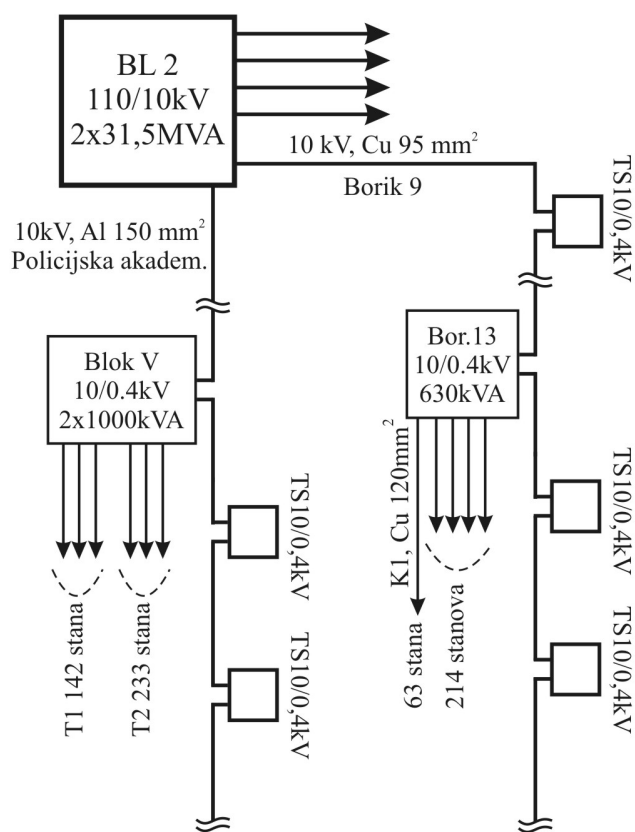
Dva granična slučaja grijanja na električnu energiju su korišćenje klima uređaja i električnog kotla (ili električnih radijatora). Pošto nas zanima samo kritični scenario najvišeg opterećenja u najhladnijim danima, usvajamo da klima uređaji u tim uslovima imaju sniženu efikasnost tako da daju 2 kWh toplotne za 1 kWh utrošene električne energije. U slučaju manje instalisane snage klima uređaja potrebno je i dodatno dogrijavanje električnim grijačima pa ovaj koeficijent može biti i niži, ali usvajamo vrijednost 2. U najhladnijem periodu usvajamo da u prosječnom stanu starije gradnje električni grijači rade prosječnom snagom od 6 kW kako bi se postigla ugodna temperatura. U tom slučaju usvojena snaga klima uređaja je 3 kW. Shodno tome, u stanovima novije gradnje čije su potrebe za toplotnom energijom dvostruko manje, usvajamo dvostruko manje prosječne snage klima uređaja i električnih grijača date u tabeli 2.

Tabela 2 – Prosječne snage grijanja prosječnog stana u najhladnijem periodu godine

	Starija gradnja	Novija gradnja
Električni grijači	6 kW	3 kW
Klima uređaji	3 kW	1,5 kW

4. ANALIZA OPTEREĆENJA NA PRIMJERU DVA STAMBENA BLOKA U BANJOJ LUCI

Na slici 1 je prikazan dio distributivne mreže koji se analizira. Za procjenu opterećenja distributivne mreže analizirana su dva srednjenaponska izvoda, Borik 9 i Policijska akademija i na njima po jedan stambeni blok. Prvi stambeni blok odlikuje slaba termička izolovanost objekata (TS Borik 13). Drugi blok je izgrađen prije nekoliko godina i posjeduje dobru termičku izolaciju objekata (Aleja Sv. Save Blok V). Svi stanovi su u početku bili priključeni na gradsku toplanu, ali u međuvremenu je jedan dio korisnika objavljen i grije se na struju. Nije nam poznat broj takvih korisnika, osim na jednom dijelu TS Borik 13, gdje je njihov udio približno 10%. Oba bloka su smještena u dijelu grada u blizini gradske toplane gdje nije zabilježen veći broj korisnika koji se žale na usluge grijanja. U bloku starije gradnje postoje stambene jedinice koje u periodu nižih temperatura moraju dogrijavati prostor tako da dogrijavanje uz korisnike koji se kompletno griju na struju značajno povećava potrošnju električne energije u periodu najnižih temperatura.



Sl. 1. Analizirani dio distributivne mreže.

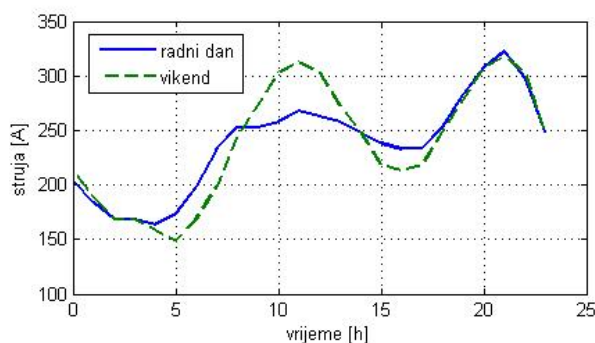
Za procjenu opterećenosti mreže u posmatranom periodu na raspolaganju su mjerenja opterećenja srednjenaponskih vodova kojima se napajaju analizirani potrošači, utrošena električna energija pojedinih korisnika u posmatranom mjesecu i dijagrami opterećenja posmatranog tipa korisnika. Detaljna procjena opterećenja mreže data je u narednoj glavi.

4.1. Analiza vršnog opterećenja voda Borik 9

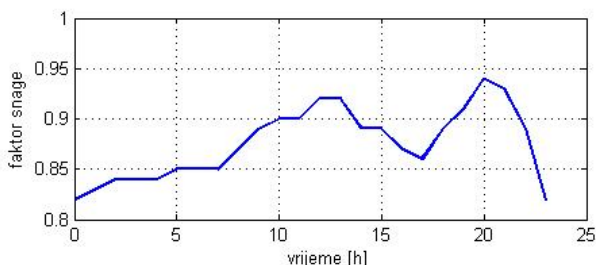
Iz TS Banja Luka 2 (110/10 kV) polazi više 10 kV kablovskih vodova. Na jednom od njih (Borik 9) priključeno je 13 TS 10/0,4 kV, od kojih detaljnije razmatramo samo TS Borik 13. Ona napaja 277 stanova u stambenom bloku starije gradnje i slabe termičke izolacije. Jedan od niskonaponskih izvoda je bakarni kablovski vod presjeka 120 mm² koji napaja 63 stana. Na tom izvodu je oko 10% korisnika odjavljeno sa Toplane. Prvi zadatak je da se odredi maksimalno satno opterećenje u februaru 2012. godine i da se utvrdi procentualna opterećenost:

1. kablovskog voda K1,
2. transformatora T1 nazivne snage 630 kVA,
3. srednjenaponskog voda Borik 9.

Za procjenu maksimalne opterećenosti koristi se zbirna utrošena aktivna energija svih 277 stanova priključenih na TS Borik 13. Pošto u TS ne postoji mjerenje maksimalne snage, maksimum opterećenja je procijenjen na osnovu poznatog dijagrama opterećenja za taj tip potrošača koji koristi distributivno preduzeće u prognozama potrošnje. Dijagram opterećenja je nastao na bazi brojnih mjerenja u mreži, a razlikuje radne i neradne dane, kao i zimski i ljetni period. Na slici 2 prikazani su dijagrami opterećenja zimskog radnog dana i vikenda. Dijagrami su skalirani tako da se sumiranjem utrošene energije u toku 21 radnih i 8 dana vikenda u februaru 2012. dobije izmjerena utrošena aktivna energija koja je obračunata korisnicima za naplatu, a iznosi 95206 kWh. Prilikom procjene korišćen je i poznati dijagram faktora snage za taj tip potrošača (slika 3).



Sl. 2. Opterećenje transformatora u kritičnom periodu najnižih temperatura.



Sl. 3. Faktor snage u toku zimskog dana.

Ovom procjenom je dobijena maksimalna struja opterećenja od približno 325 A na nivou cijele TS. Na kabl K1 su priključena 63 stana čiji udio u ukupnoj struji iznosi približno 74 A, a dozvoljeno opterećenje kabla K1 prema proizvođačkim podacima iznosi oko 350 A, zavisno od

tačnih uslova polaganja. Kabl K1 je u posmatranom slučaju maksimalno bio opterećen 21,14%. Maksimalna snaga opterećenja u posmatranom mjesecu iznosi približno 200 kW, a uzevši u obzir i faktor snage za taj sat dobija se opterećenje od 215 kVA, što iznosi 34,12% nominalnog opterećenja transformatora T1. Ukoliko posmatramo srednjenaponski vod Borik 9 mjerenjem u najhladnijim danima u februaru 2012. godine je dobijeno maksimalno strujno opterećenje od 201,6 A. Dozvoljena struja srednjenaponskog voda Borik 9, uzevši u obzir način polaganja kablova i proizvođačke specifikacije iznosi 180A, a ako se uvaži i dozvoljeno preopterećenje u periodima niskih temperatura do 20%, maksimalna vrijednost iznosi 216 A. Pokazuje se da je srednjenaponski vod Borik 9 u februaru 2012. godine bio maksimalno opterećen 93,3%, što je vrlo blizu granica njegove prenosne moći. Posmatrano preko snage opterećenja dobija se vrijednost od približno 3,3 MW vršne snage na vodu 10 kV.

4.2. Analiza vršnog opterećenja voda Policijska akademija

Drugi 10 kV vod koji se analizira je vod pod nazivom Policijska Akademija na koji je priključeno 5 TS 10/0,4 kV. Detaljnije se razmatra TS Aleja sv. Save Blok V sa 376 stanova novije gradnje koje odlikuje dobra termička izolovanost. Napajanje je izvedeno sa dva transformatora 10/0,4 kV po 1000 kVA. U februaru 2012. godine najveće opterećenje jednog od transformatora je bilo približno 175 kW, a najveća fazna struja je bila 308 A, pri čemu su na taj transformator priključena 142 stana. Kada se uračuna i faktor snage dolazi se do opterećenja transformatora od 18,82%, što je značajno ispod nominalne vrijednosti.

Prema mjerenjima u februaru 2012. godine maksimalno opterećenje srednjenaponskog voda Policijska akademija iznosilo je 80 A. Dozvoljeno opterećenje voda (aluminijumski vod 150 mm²) je približno 200 A, pa je maksimalno zabilježeno opterećenje iznosilo 40% dozvoljenog opterećenja.

Zaključak je da je u posmatranom kritičnom periodu procentualno opterećenje voda koji napaja novije stambeno naselje znatno niže od opterećenja voda koji napaja stambena naselja starije gradnje. U narednoj glavi se analizira mogućnost distributivne mreže da podnese dodatno opterećenje uzrokovano korisnicima koji se odjavljuju sa Toplane i prelaze na sistem grijanja baziran na potrošnji električne energije.

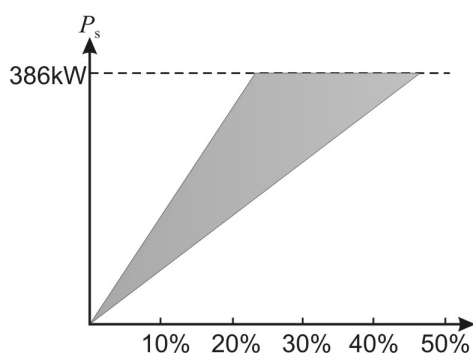
5. PROCJENA DODATNOG OPTEREĆENJA DISTRIBUTIVNE MREŽE

Na osnovu izmjenog i procijenjenog opterećenja srednjenaponskih vodova i distributivnih transformatora u izabranom intervalu vremena potrebno je procijeniti koliko stambenih jedinica može preći na grijanje na električnu energiju, a da neki od elemenata mreže ne bude ugrožen.

Na srednjenaponski vod Borik 9 u uklopnom stanju tipičnom za zimski period priključeno je 13 transformatorskih stanica 10/0,4 kV, od kojih su na tri priključeni nestambeni potrošači (zatvorena fabrika, robna kuća i pošta). Prvo posmatramo uticaj dodatnog opterećenja na TS Borik 13 na koju je priključeno 277 stambenih jedinica starije gradnje. U prvom scenariju izabrani procenat

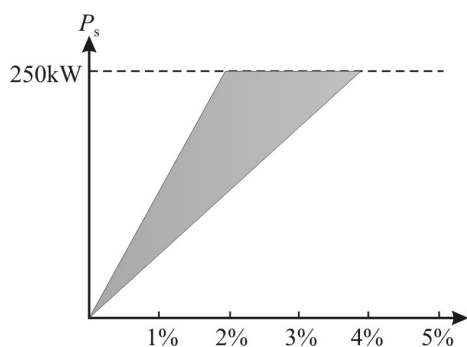
potrošača za grijanje koristi sistem na bazi klima uređaja, dok u drugom scenariju koriste električni kotao, pa očekivani porast opterećenja leži negdje između ta dva slučaja. Polazno opterećenje TS Borik 9 je 215 kVA, a nazivna snaga je 630 kVA, što znači da preostaje razlika od 415 kVA, odnosno približno 386 kW slobodne snage (na dijagramu označena sa P_s) kada se u obzir uzme i faktor snage. Na slici 4 je prikazano dodatno opterećenje transformatora u funkciji procenta stambenih jedinica koje prelaze na grijanje na električnu energiju.

Sa slike 4 se može uočiti da TS Borik 13 može podnijeti između 23,2% i 46,4% novih korisnika grijanja na električnu energiju prije nego transformator u najkritičnijem zimskom periodu dostigne nazivni nivo opterećenja.



Sl. 4. Dodatno opterećenje distributivnog transformatora u funkciji broja stanova koji koriste električnu energiju za grijanje

Za procjenu dozvoljenog dodatnog opterećenja sredjenaponskog voda Borik 9 potrebno je uzeti u obzir ukupan broj stambenih jedinica priključenih na svim TS na tom vodu. Procjena je da je na vod Borik 9 priključeno približno 2000 stanova starije gradnje i 200 stanova novije gradnje i da je vod u kritičnom periodu bio opterećen 93,3% od dozvoljenog opterećenja. Na slici 5 je prikazano dodatno opterećenje voda u funkciji procenta novih korisnika koji koriste električnu energiju za grijanje stanova. Na raspolaganju stoji snaga P_s od 250 kW.



Sl. 5. Dodatno opterećenje sredjenaponskog voda Borik 9 u funkciji broja stanova koji koriste električnu energiju za grijanje

Sa slike 5 se vidi da 10 kV vod Borik 9 u periodu najviših zimskih opterećenja može podnijeti između 1,98% i 3,96% stambenih jedinica koje prelaze na grijanje na električnu energiju.

U stambenom bloku novije gradnje opterećenje transformatora u posmatranom periodu bilo je 18,82%. Na ovom transformatoru snage 1000 kVA čak i prelazak svih 142 stanova na grijanje na električnu energiju ne izaziva preopterećenje transformatora ili niskonaponskih vodova. Razlog tome su instalisane snage transformatora i kablovskih vodova, kao i dobra termička izolacija objekata. Što se tiče napojnog 10 kV voda (Policajska akademija) on napaja ukupno 5 TS 10/0,4 kV na koje je priključeno 930 stanova novije gradnje. Prema tabeli 2 dobija se da 10 kV vod može podnijeti da približno 70% stanova pređe na grijanje na električni kotao, dok bi svi stanovi mogli biti grijani klima uređajima bez opasnosti od preopterećenja voda i u najkritičnijem periodu godine.

6. ZAKLJUČAK

U radu je analiziran uticaj nivoa energetske efikasnosti u stambenom sektoru i trenutnih cijena energenata na opterećenje pojedinih dijelova distributivne mreže. Povećanje energetske efikasnosti u stambenom sektoru se ostvaruje na više načina, ali sa aspekta ukupnog utroška energije najznačajnija mjera je poboljšanje termičke izolacije objekata. To dovodi do značajnog smanjenja energije potrebne za grijanje i hlađenje objekata. Pošto su stambene zgrade u Banjoj Luci većinom priključene na mrežu Toplance, nivo energetske efikasnosti ne bi trebalo da ima značajan uticaj na distributivnu električnu mrežu. Međutim, povećanje energetske efikasnosti omogućava korisnicima da ostvare značajne uštede koristeći toplotne pumpe male instalisane snage, što dovodi do povećanog broja korisnika koji se odjavljaju sa Toplance i griju se potpuno na električnu energiju.

Trenutne cijene energenata su takve da je 1 kWh toplotne energije iz Toplance samo neznatno jeftiniji od 1 kWh električne energije. Uzevši u obzir činjenicu da postoje korisnici Toplance koji ne mogu preći na obračun po utrošenoj količini toplotne energije, a nisu zadovoljni uslugom grijanja, ili bi željeli da naprave uštedu ne grijući pojedine prostorije ili cijeli stan u periodima dok u njemu ne borave, oni se sve češće odlučuju da stanove griju na električnu energiju. Zbog toga je u prethodne tri godine oko 8% korisnika odjavljeno sa Toplance. To stvara dodatno opterećenje na distributivnu mrežu.

Analiza je pokazala da u dijelu grada sa stambenim objektima starije gradnje posmatrani transformator 10/0,4 kV može podnijeti između 23,2% i 46,4% novih korisnika koji se odjavljaju sa Toplance i griju na električnu energiju. Mnogo kritičniji je napojni 10 kV vod koji napaja 13 distributivnih transformatora. U periodu maksimalnog opterećenja u februaru 2012. godine vod je bio opterećen sa 93,3% dozvoljenog opterećenja. To ostavlja prostora za napajanje samo još 1,98% do 3,96% stambenih jedinica koje bi prešle na grijanje na električnu energiju. Uzevši u obzir da je u 2012. i 2013. godini sa Toplance odjavljeno 1500 korisnika, odnosno oko 6,8%, dovodi se u pitanje mogućnost napajanja svih korisnika na ovom vodu ukoliko se ponove periodi veoma niskih temperatura iz februara 2012. godine. Situacija sa napajanjem korisnika u stambenom bloku novije gradnje je mnogo bolja zbog velikih nazivnih snaga transformatora i vodova, kao i bolje termičke izolacije objekata.

Generalni zaključak je da vod Borik 9 radi u režimu bliskom maksimalnom opterećenju koji prijete da prede u preopterećenje koje vodi brzom starenju izolacije i pojavi kvarova koji korisnike ostavljaju bez napajanja. Vod Policijska akademija je mnogo manje opterećen i posmatran zasebno nije u opasnosti od preopterećenja u bliskoj budućnosti.

Potrebno je naglasiti da u analizi nije uzet u obzir stepen sigurnosti (n-1) koji treba biti ostvaren u mreži. U slučaju kvara na susjednomvodu, posmatrani vodovi bi trebali biti sposobni preuzeti i njegovo opterećenje kako snabdijevanje potrošača ne bi bilo ugroženo, a to pri ovom nivou opterećenja nije moguće kod voda Borik 9. Postavlja se pitanje da li bi pri ovom nivou opterećenja vod Borik 9 mogao ispuniti taj zahtijev i kada bi se prešlo na naponski nivo 20 kV. Za odgovor na ovo pitanje i prijedlog najboljih pravaca za razvoj distributivne mreže potrebno je uraditi detaljnu analizu uklopnih stanja i opterećenja svih sredjenaponskih vodova i napojnih transformatora. Uz to je potrebno na bazi prognoziranih cijena energenata uraditi prognoze porasta opterećenja kako bi se mogle formirati buduće tarife kojima bi se spriječilo nekontrolisano korišćenje električne energije u svrhu grijanja stambenog prostora.

7. ZAHVALNICA

Rad je finansijski podržan od strane Ministarstva nauke i tehnologije Republike Srpske u okviru projekta EEECRS.

Autori se takođe zahvaljuju predstavnicima kompanija ZP Elektrokrajina a.d. Banja Luka i Republičkom Hidrometeorološkom zavodu Republike Srpske na saradnji tokom cjelokupnog trajanja projekta.

8. LITERATURA

- [1] "25 Energy Efficiency Policy Recommendations - 2011 Update," International Energy Agency, www.iea.org/publications/freepublications/publication/25re-com_2011.pdf, November 2012.
- [2] http://www.mf.untz.ba/Dokumenti/Predmeti/Okolinski_razvoj/aktuelna_energetska_slika_svijeta.pdf
- [3] Željko Ivanović, Mladen Knežić, „Korišćenje toplotnih pumpi u niskoenergetskim zgradama“, Infoteh, Vol.12, pp. 266-270, March 2013., Jahorina
- [4] http://www.bltoplana.com/index.php?option=com_content&view=article&id=74%3Astambeni&catid=43%3Apostroi&Itemid=69&lang=Lat
- [5] <http://www.klix.ba/vijesti/bih/cijena-grijanja-u-banjoj-luci-za-sada-ostaje-ista/130924035>

Abstract – In recent years, the price of electric energy is lower than the prices of alternative fuels. This fact encourages the customers to disconnect from the public heating network and to switch to electrical heating. The increase of electrical consumption is significantly influenced by the level of housing energy efficiency as well as the technologies used for electrical heating. It is required to determine which level of the increase can be withstood by the distribution network. This paper presents the analysis carried out on two housing blocks in Banja Luka.

The Impact of Energy Prices and Housing Energy Efficiency on Electric Distribution Network
Siniša Zubić, Vladimir Radusinović, Čedomir Zeljković,
Petar Matić,