



Daljnji razvoj toplinarstva u Hrvatskoj

PROJEKTI ZA BUDUĆNOST

Usvim važnijim europskim energetske planovima i strategijama ključnu ulogu imaju centralizirani sustavi za opskrbu toplinskom, a i rashladnom energijom. U sve te europske ciljeve itekako se uklapaju projekti i razvojni planovi koje je ostvarilo, ostvaruje i za naredne godine priprema HEP Toplinarstvo, najveća domaća toplinarska tvrtka.



Razvoj i izgradnja CTS-a u Zagrebu	52
Razvojni put toplinskih sustava u Velikoj Gorici, Samoboru i Zaprešiću prema CTS-ovima	55
Priključenje blokovske kotlovnice Jug III na osječki CTS.....	56
Daljinsko očitavanje mjerila topline pomoću tehnologije NBloT	57

RAZVOJ I IZGRADNJA CTS-a U ZAGREBU

Danijel Bizek

dipl. ing.

Jedan od mogućih dijelova Zagreba za razvoj centralnog toplinskog sustava je njegov sjeveroistok. S obzirom na to da u gradu nema zoniranja prema energentu za zagrijavanje stambenih i poslovnih prostora, a HEP Toplinarstvo na području naselja Dubrava, Ravnice i Ferenščica već upravlja kućnim i blokovskim kotlovnica ukupne instalirane toplinske snage veće od 60 MW, upravo je taj dio Zagreba izabran za razvoj CTS-a. Goriwo za pogon tih kotlovnica je prirodni plin. Razvojem CTS-a prema tim naseljima omogućava se opskrba krajnjih kupaca toplinskom energijom iz kogeneracijskih jedinica TE-TO Zagreb koja prvenstveno opskrbljuje istočni dio grada. Zamjena kotlovnica kogeneracijskim sustavom će, s obzirom na to da ih je Europska unija prepoznala kao obnovljive izvore energije, osim podizanja tehnološke učinkovitosti, značajno utjecati i na smanjivanje emisije štetnih plinova u okoliš.

Osim svega toga, izgradnjom novog vrelovoda i spajanjem na postojeći izgradnjom 'kružne veze', dobio se još jedan alternativni pravac napajanja istočnog dijela grada toplinom. Time će se podignuti neophodna sigurnost opskrbe postojećoj mreži, ali i osigurati dodatan kapacitet CTS-a za priključenje novih krajnjih kupaca na novoizgrađeni i postojeći vrelovod. Time se ujedno ostvaruje preduvjet za razvoj u području oko Ulice Vjekoslava Heinzela i Radničke ceste, Donjih Svetica i naselja Borongaj, što je do sada bilo ograničeno tehničkim mogućnostima povećanja opskrbe toplinom i priključenja novih krajnjih kupaca.

PRETHODNO STANJE

Dubrava i Ferenščica građena su kao planska naselja sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća. Istovremeno s njihovom izgradnjom, provedena je i planska toplifikacija, uglavnom manjim toplinskim sustavima (kućnim i blokovskim kotlovnica). Kotlovnice kojima upravlja HEP Toplinarstvo u tim naseljima izgrađene su 1971. - 1995. godine. S obzirom na uobičajeni vijek trajanja kotlovnica i popratne opreme

oko 25 godina, jasno je da bi za te kotlovnice, kojih je bilo 18, u narednom razdoblju trebala značajna ulaganja kako bi mogle nastaviti proizvodnju s obzirom na sve strožu regulativu. Osnova projekta je zakupljena toplinska snaga krajnjih kupaca od 46,18 MW, dok je godišnja isporuka toplinske energije iznosila 67 000 - 74 000 MW h, ovisno o temperaturnim uvjetima sezone, pri čemu se trošilo 10 - 11 milijuna m³ prirodnog plina. Razvodna mreža bila je izgrađena klasičnim načinom, od čeličnih cijevi izoliranih mineralnom vunom i zaštićenih bitumenskim papirom (krovnom ljepenkam). Duljina postojeće mreže iznosila je 5700 m vrelovodnih trasa, a zamijenjeno je i izgrađeno nove razvodne mreže ogranka i priključaka u duljini 7336 m vrelovodnih trasa. Temperaturni režim je kod manjih razvoda bio 90/70 °C, a kod većih 110/70 °C. Sve toplinske podstanice (njih 89) su bile direktnog tipa s centralnim akumulacijskim sustavom pripreme potrošne tople vode.

Uz tehničke prednosti, CTS nudi stabilnost cijena toplinske energije za razliku od cijena plina koje su podložne učestalim promjenama, sukladno tržišnim uvjetima. Cijene toplinske energije proizvedene u velikim kogeneracijskim proizvodnim pogonima povoljnije su u odnosu na cijene za male kotlovnice priključene direktno na plinski distribucijski sustav, a kao takve pružaju krajnjim kupcima sigurnost i stabilnost u planiranju troškova.

TEHNIČKO RJEŠENJE IZGRADNJE CTS-a

Proizvodni pogon TE-TO Zagreb kao polazna točka razvoja CTS-a, po instaliranoj električnoj snazi i zakupljenim snagama toplinske energije krajnjih kupaca, najveća je termoelektrana-toplana u Hrvatskoj. S obzirom na to da je sastavni dio cjelokupnog termoelektralnog segmenta proizvodnje električne energije, uvjeti nabave goriva bitno su povoljniji od onih za kotlovnice. Također, u usporedbi s odvojenim procesima proizvodnje toplinske i električne energije, spojni proces, odnosno kogeneracija postiže bolju

iskoristivost goriva, što za rezultat ima manje emisije tvari koje onečišćuju zrak (ugljičnog dioksida, dušičnih i sumpornih oksida).

Za izgradnju vrelovoda odabran je sada već standardni sustav predizoliranih cijevi, koje se protežu od TE-TO Zagreb do kotlovnica u Dubravi. Vrelovod započinje magistralom dimenzija DN 700, a završava dimenzijom DN 200. S magistrale koja prolazi Ulicom grada Gospića odvaja se ogranak prema Ul. grada Vukovara s kojim se zatvara kružna veza na postojeću vrelovodnu mrežu, a koja se proteže od Avenije Marina Držića kroz Ul. grada Vukovara i završava kod Chromosovog tornja. Maksimalni toplinski konzum novog magistralnog vrelovoda iznosi 170 MW.

Operativna razina projekta započela je 2011. godine donošenjem odluke Uprave HEP-a za realizaciju projekta. Cijeli projekt zamišljen je u šest glavnih dionica, što je realizirano u 17 faza. Zapčinje dionicom D0 u krugu TE-TO Zagreb, a završava dionicom D4 u Dubravi (il. 1, 2 i 3).

Priključenje postojećih krajnjih kupaca koji su do dolaska CTS-a imali samostalne kotlovnice ili manje razvodne mreže provedeno je na mjestima kotlovnica ili u toplovodnim podstanicama. Za samo spajanje izgrađeni su priključci i rekonstruirane su podstanice. Rekonstrukcija je uglavnom provedena ugradnjom nove regulacijske opreme i izmjenjivača topline, koji je tada preuzeo ulogu dotadašnjeg spojenog kotla. U određenom broju podstanica rekonstruiran je i sustav za pripremu PTV-a, ugradnjom vrelovodnog bojlera dovoljnog kapaciteta. U Ferenčšćici su rekonstruirane ukupno 24 podstanice u kojima je zadržan koncept klasične stanice, dok su u Dubravi ugrađene podstanice kompaktne izvedbe u prostor 65 postojećih podstanica. U Ferenčšćici je izgrađeno i rekonstruirano ukupno 2340 m vrelovodnih ogranaka i priključaka radi spajanja postojećih toplinskih podstanica na CTS, dok je u Dubravu za to trebalo 4996 m trase vrelovoda.

Iako se vrelovod gradio u izgrađenim područjima, u kojima je bilo za očekivati tehničke poteškoće, do njih je došlo na području Kampusa Borongaj, iako je ono i dalje neizgrađeno i obraslo. Kako bi se mogla završiti izgradnja vrelovoda, na tri mjesta izrađene su upojne jame ispod donje razine iskopa u kojima se skupljala voda iz iskopa (il. 4). Iz njih su motorne pumpe velikog kapaciteta pumpale nakupljenu vodu na udaljenost od oko 200 m od iskopa, kako se voda u njega ne



◀▶ **Ilustracija 1**
Izgrađeni vrelovod dionice D0



▶▶ **Ilustracija 2**
Radovi na dionici D1, faza 1



▶▶ **Ilustracija 3**
Radovi na tuneliranju na dionici D2, faza 4



bi vraćala jer u blizini nije postojao sustav odvodnje oborinskih voda (kanalizacija). S obzirom na to da se vrelovod polaže u poste-



ljicu od pijeska radi omogućavanja neometane toplinske dilatacije, uz tako funkcionalan drenažni sustav, postojala je opravdana sumnja kako bi se tijekom vremena posteljica mogla isprati. Kako bi se ispiranje spriječilo, odabrano je tehničko rješenje oblaganja posteljice od pijeska u geotekstil.

POTENCIJAL SPAJANJA NA IZGRAĐENI VRELOVOD

Na području Borongaja nalaze se pogoni tvornice Končar, čiji procijenjeni konzum toplinske energije iznosi 2 MW. Kao najznačajniji potencijalni krajnji kupac svakako je Kampus Borongaj. Prema podacima iz 2018. godine, na području Kampusa bilo bi sjedište sedam fakulteta s 1207 stalno zaposlenog osoblja i 7849 redovnih studenata. Smještaj za studente predviđen je s kapacitetom za 8000 osoba. Osim Kampusa, u istom krugu bi bili smješteni različiti centri (Umjetnički inkubator, Centar za malo poduzetništvo i sl.), tehnološki park, popratni sadržaji (ambulanata, tiskara, radionice i sl.), sportski zatvoreni centar i ostali sadržaji kao što su restorani, spremišta, praonice i sl. i znanstveni kam-

pus. Sve to je predviđeno na okvirnoj površini 219 000 m² čija se potreba za toplinskim konzumom procjenjuje na 23 MW.

Prema analizama HEP Toplinarstva, na Ravnicama postoji značajan broj samostalnih kotlovnica ukupnog konzuma 26 MW, u što je uključena procjena toplinskih potreba tvornice Kraš oko 8 MW. S istočne strane Mandlove nalaze se Autokuća Baotić, pogoni ZET-a i Kaufland s procijenjenim konzumom od 6 MW. Za pojedine značajnije objekte, kao što je Klinička bolnica Dubrava, pretpostavljeni potrebni toplinski konzum iznosi oko 10 MW.

Osim tih objekata, na CTS je moguće spojiti i nove, koji se tek trebaju izgraditi, s obzirom na to da vrelovod ima maksimalni kapacitet spajanja krajnjih kupaca u iznosu 170 MW.

ZAKLJUČAK

Na području na kojem je izgrađen vrelovod postoje stambena naselja, tvornice i ustanove koji se toplinom opskrbljuju iz vlastitih kotlovnica. S obzirom na to da je, prema saznanjima HEP Toplinarstva, vijek trajanja većine njih na kraju, vlasnici će uskoro vrijeme morati investirati u modernizaciju. Osim vijeka trajanja tih kotlovnica koji je pri kraju, sve stroži zakonski uvjeti za samostalne kotlovnice, uz trendove kojima se upravljanje energentima za grijanje predaje i ugovara s tvrtkama kojima je to osnovna djelatnost, smatra se da bi alternativno, a ujedno i najpovoljnije rješenje za krajnje kupce sa samostalnim kotlovnica bilo priključenje na CTS. Također, za očekivati je, bez obzira na kretanje cijena prirodnog plina, kako će cijena u proizvodnim pogonima kao što su TE-TO Zagreb i EL-TO Zagreb uvijek biti povoljnija u odnosu na nabavnu cijenu za male kotlovnice priključene izravno na plinski distribucijski sustav. Posljedično to znači i povoljnije cijene topline od onih pri proizvodnji u vlastitim kotlovnica.

Osim na poslovanje HEP Toplinarstva u vidu smanjenja toplinskih gubitaka i snižavanja troškova proizvodnje toplinske energije, koje još treba dodatno analizirati s obzirom na to da su krajnji kupci u Dubravi spojeni na CTS u sezoni grijanja 2020./2021., postoji i pozitivan učinak za širu zajednicu. To su svakako udobnost grijanja modernim sustavom i značajno smanjenje emisije štetnih tvari u zraku (CO₂, NO_x, SO_x).

► **Ilustracija 4**
Gradilište
na području
kampusa
Borongaj nakon
prve obilne kiše





RAZVOJNI PUT TOPLINSKIH SUSTAVA VELIKE GORICE, SAMOBORA I ZAPREŠIĆA PREMA CTS-ovima

Za razliku od Zagreba, Siska i Osijeka u kojima su CTS-ovi planirani i građeni istovremeno s razvojem novih naselja, koncept toplinskih sustava u Velikoj Gorici, Samoboru i Zaprešiću u početku je bio posve drugačiji. Kako u tim gradovima nisu postojale termoelektrane-toplane, koje bi bile centralizirani izvor topline, kao jedino tada moguće rješenje za sustave grijanja u višestambenim zgradama odabrane su kotlovnice. Većina tih kotlovnica početnoj fazi kao energent je koristila loživo ulje, a neke i mazut. S obzirom na promjene koje su se događale na tržištu, ali i sve strože zahtjeve zaštite okoliša, takvi sustavi su postajali sve manje prihvatljivi i sve teže ekonomski održivi. HEP Toplinarstvo je prepoznalo tu problematiku i definiralo planove modernizacije tih sustava.

U prvoj fazi se nastojalo zamijeniti postojeći energent prirodnim plinom, gdje je god bio dostupan i gdje je god njegova primjena bila moguća u odnosu na tehnička i sigurnosna ograničenja. Sljedeći korak bilo je povezivanje pojedinih kotlovnica u veće cjeline vrelovodima.

Nakon toga su i ti veći sustavi međusobno povezani vrelovodima i došlo je do stvaranja CTS-ova u Velikoj Gorici i Samoboru. Kotlovnice koje su zamišljene kao vodeći izvori CTS-a (u Velikoj Gorici je to kotlovnica u Vidrićevoj 1, a u Samoboru u Slavonskoj 6), rekonstruirane su i povećan im je kapacitet pa su zahvaljujući tome pojedine kotlovnice trajno ugašene.

Tako je toplinski sustav u Velikoj Gorici s početnih 14 kotlovnica sveden na svega šest, a u tijeku je daljnje širenje CTS-a i međusobno povezivanje sustava, nakon čega će u CTS-u preostati samo dvije kotlovnice (il. 5). Isti pristup primjenjuje se i u izgradnji CTS-ova u Samoboru i Zaprešiću (il. 6).

Samostalni i zatvoreni toplinski sustavi u Zagrebu također se spajaju na zagrebački CTS.

Razlozi okrupnjavanja manjih toplinskih sustava u CTS-ove su višestruki, a mogu se podijeliti na tehničke (bolje raspolaganje resursima, lakše planiranje proizvodnje, bolja iskorištenost postrojenja i jednostavnije održavanje), ekonomske (niži troškovi održavanja i proizvodnje topline zbog veće iskorištenosti goriva i manja potreba za angažmanom radne snage) i ekološke (lakša kontrola emisija stakleničkih plinova tamo gdje se proces izgaranja odvija u manjem broju ložišta).

Također, izgradnja CTS-ova pruža i razvojne mogućnosti, s obzirom na to da se razgranavanjem vrelovodne mreže omogućava spajanje novih krajnjih kupaca. Uz to, težnja je i prema integraciji obnovljivih izvora u toplinske sustave, a to je lakše i opravdanije gdje postoji CTS.

Mario Marjanović

dipl. ing.



◀ **Ilustracija 5**
Rekonstrukcija CTS-a
u Velikoj Gorici



▶ **Ilustracija 6**
Izgradnja vrelovoda
u Zaprešiću

PRIKLJUČENJE BLOKOVSKKE KOTLOVNICE JUG III NA OSJEČKI CTS

Zlatko Marković

dipl. ing., univ. spec. mech.

Blokovska kotlovnica Jug III namijenjena je za opskrbu krajnjih kupaca toplinom za grijanje (332 stambena i šest poslovnih kupaca) i pripremu PTV-a (333 kupca). U kotlovnici se nalaze tri toplovodna kotla (snaga: 250, 1500 i 2300 kW) sa svim pratećim elementima.

Od kotlovnice do toplinskih podstanica, smještenih u podrumima zgrada, položena je toplovodna mreža (četverocjevni sustav, dva odvojena kruga - jedan za ogrjevnju toplinu, a drugi za pripremu PTV-a) ukupne duljine trase 1260 m. Nazivni temperaturni režimi toplovodne mreže su: 110/70 °C za grijanje i 90/70 °C za pripremu PTV-a.

Toplinske podstanice za isporuku ogrjevnje topline su tipa KOMPAKT, a za pripremu PTV-a indirektnog tipa s izmjenjivačima topline u izvedbi 'shell & tube'. U sekundarnom dijelu podstanice za PTV nalazi se spremnik PTV-a (temperatura vode u spremniku je 45 + 3 °C) s pripadajućom zapornom i mjernom armaturom.

Ukupni toplinski konzum (stambeni i poslovni) za grijanje iznosi 2187 kW, a za PTV je 594 kW i godišnje se ispručuje oko 2500 MW h topline za grijanje i oko 600 MW h za

pripremu PTV-a. Za tu isporuku topline potrošnja plina u kotlovnici iznosi oko 386 000 m³ godišnje.

Za priključenje kotlovnice Jug III na osječki CTS napravljena je 2014. studija opravdanosti (Energetski institut Hrvoje Požar), a 2017. godine i glavni projekt (EKO-ENERG). Prema toj studiji i glavnom projektu, za priključenje kotlovnice treba izgraditi priključni vrelovod do postojećeg magistralnog vrelovoda TE-TO Osijek - Toplana dimenzije DN 550. Ukupna duljina priključnog vrelovoda je oko 2000 m trase, a dimenzioniran je za maksimalni toplinski konzum od 16 MW i s najvećom dimenzijom DN 250 (il. 7).

Postojeći toplovodni razvod kotlovnice Jug III spaja se izravno na priključni vrelovod ispred nje, dok je za spoj toplovodnog razvoda PTV-a i priključnog vrelovoda predviđena ugradnja izmjenjivača s cjelokupnom mjerno-regulacijskom armaturom u prostoru kotlovnice.

Ugradnjom izmjenjivača omogućena je isporuka toplinske energije za PTV iz CTS-a, ali i iz postojećih kotlova, kada je potrebno. Naime, tijekom zimskih mjeseci temperaturni režim ogrjevnog medija CTS-a je dovoljno visok da se mogu osigurati potrebe za grijanjem i za pripremu PTV-a. Međutim, na proljeće i jesen može se dogoditi da temperature medija nisu dovoljno visoke pa se priprema PTV-a mora osigurati pomoću kotlova iz kotlovnice. Isti problem je i tijekom ljeta, kada CTS nije u funkciji i opskrba toplinom osigurava se iz kotlovnice.

Pri utvrđivanju ekonomske opravdanosti ulaganja vrednovali su se troškovi i koristi proizašli iz njih. S obzirom na pokazatelje profitabilnosti za svaki od tri modela scenarija, ekonomski se najviše isplati uložiti prema onom koji podrazumijeva priključenje kotlovnice za sva tri naselja (Jug III, Jug IV i Jug II) na CTS, s time da se Jug IV priključuje pet godina, a Jug II 10 godina nakon izgradnje postrojenja.

▼ **Ilustracija 7**
Prikaz budućeg priključnog vrelovoda za kotlovnice Jug III



DALJINSKO OČITANJE MJERILA TOPLINE POMOĆU TEHNOLOGIJE NBloT

HEP Toplinarstvo održava više od 3870 toplinskih podstanica u Zagrebu, Osijeku, Sisku, Velikoj Gorici, Samoboru i Zaprešiću. U njima se nalazi više od 4150 obračunskih mjerila toplinske energije koja se očitavaju svaki mjesec. Pored obračunskih mjerila, u podstanicama HEP Toplinarstvo očitava više od 10 000 zasebnih mjerila topline.

Od 2018. godine kontinuirano se ugrađuju obračunska mjerila toplinske energije koja imaju mogućnost očitavanja 'walk by' sustavima i dodatni moduli za spajanje na neki od sustava daljinskog očitavanja.

Razvojem tehnologija interneta stvari (IoT) kao što su LoRa, Sigfox, NBloT itd. pojavio se niz mogućnosti za modernizaciju procesa očitavanja mjerila toplinske energije. Zbog toga je početkom 2018. godine proveden pilot-projekt kojim se željela ispitati funkcionalnost i primjenjivost dostupnih tehnologija i utvrditi opravdanost njihovog uvođenja u poslovanje HEP Toplinarstva.

Postojeći sustav očitavanja mjerila ručnim terminalima podrazumijevao je fizički pristup svakom mjerilu, kako bi se prikupili podaci o potrošnji, što je iziskivalo angažman velikog broja ljudi i nije omogućavalo razvoj (il. 8).

Nova tehnologija za očitavanje mjerila toplinske energije morala je omogućiti:

- dobar prodor signala, kako bi uspješnost očitavanja bila što veća jer su ona često smještena u prostorijama ispod razine zemlje, gdje nema signala za GSM/GPRS

- malu potrošnju ('low power') jer mjerila kao izvor napajanja imaju vlastitu bateriju
- očitavanje što više dostupnih informacija s mjerila
- minimalne troškove održavanja.

Uz to, u konačnici je sve to moralo pokazati ekonomsku opravdanost.

Tehnologija prijenosa podataka NBloT zadovoljila je sve tražene kriterije i pokazala se optimalnom za očitavanje mjerila budući da osigurava sljedeće:

- tehnologiju koju u okviru uvođenja 4G mreže omogućuju telekomunikacijski operatori, čime se ostvaruje stabilnost, sigurnost i pouzdanost prijenosa podataka i mnogo niži operativni troškovi u odnosu na vlastitu mrežu za prijenos podataka
- komunikacija u rubnom spektru 4G mreže rezerviranom za industriju, izvrsnu penetraciju signala i pokrivenost čak i najzahvatljivijih lokacija u kojima su smještena mjerila
- očitavanje na satnoj razini više korisnih informacija s mjerila (temperatura polaznog i povratnog voda, trenutne snage i protoka, kumulativa energije i volumena) jer ima malu potrošnju energije
- gotovo 100%-tnu uspješnost očitavanja
- nisku cijenu usluge prijenosa podataka
- mali broj elemenata sustava.

U elemente sustava ubrajaju se komunikator za NBloT s karticom telekomunikacijskog operatora i poslužitelj (il. 9).

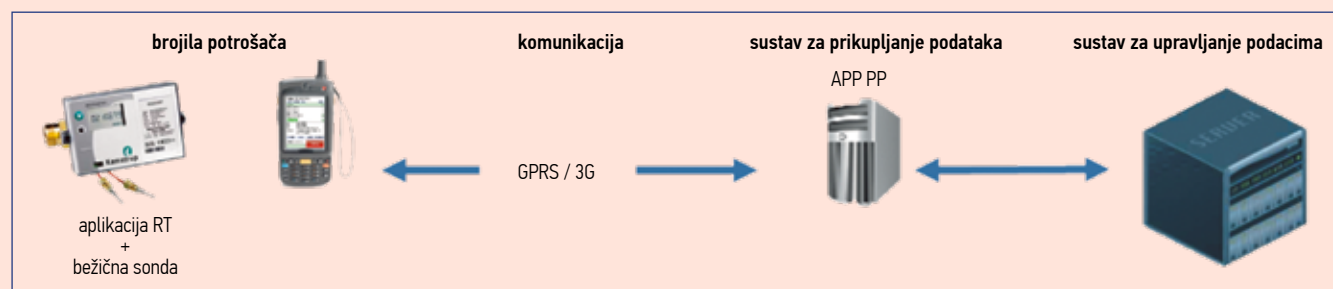
Andrej Majdiš

dipl. ing.

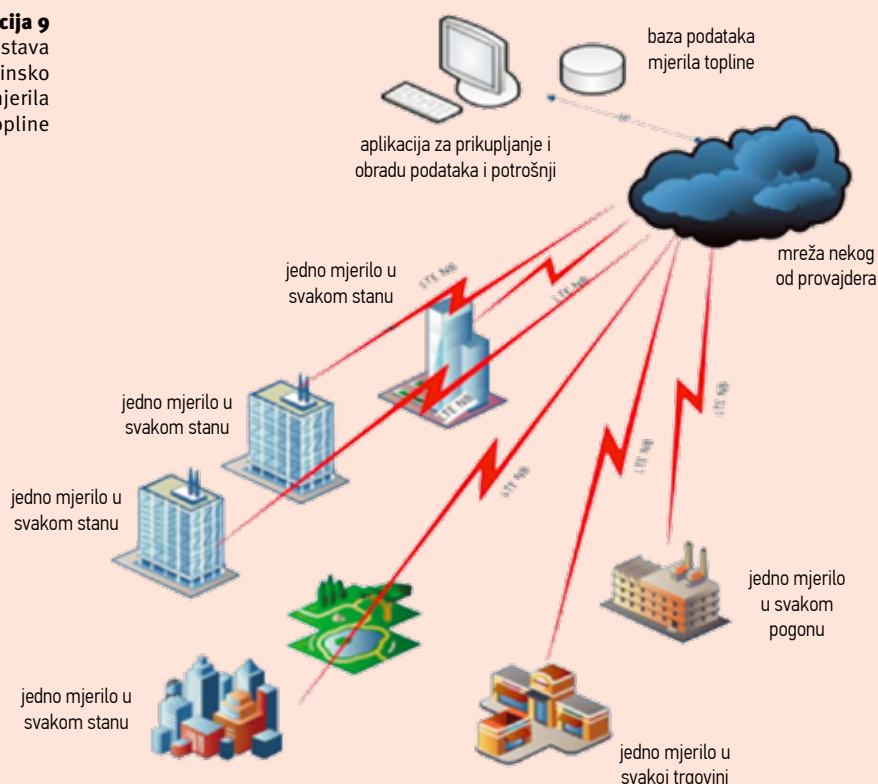
Ivan Majdandžić

dipl. ing.

▼ **Ilustracija 8**
Načelo očitavanja ručnim terminalima



► **Ilustracija 9**
Elementi sustava
NBloT za daljinsko
očitanje mjerila
topline



Primjenom tehnologije NBloT za očitavanje mjerila topline osigurat će se dostupnost bitnih podataka gotovo u realnom vremenu i omogućiti uvid u potrošnju toplinske energije krajnjim kupcima, što može biti stimulirajuće za promjenu navika u korištenju topline, ubrzanje poslovnog procesa očitavanja i smanjenje broja reklamacija jer će krajnji

kupci moći samostalno vidjeti satnu potrošnju u proteklih godinu dana.

Budući da se primjena tehnologije NBloT za očitavanje mjerila topline uvodi etapno, u planu je do kraja 2021. godine završiti sa svim aktivnostima.

Očitavanja svih informacija s mjerila prikupljat će se i obrađivati u aplikaciji ESCO Monitor® (il. 10). Radi se o internetskoj aplikaciji koja se prvenstveno koristi za nadzor potrošnje energije i vode, a korisnicima može služiti kao potpora optimiranju potrošnje energije koja se pruža u okviru usluge sustavnog gospodarenja energijom i koristan je alat kod uvođenja sustava gospodarenja energijom prema ISO 50 001. Sustav je modularan i primjenjiv za javne i privatne korisnike.

Krajnji kupci HEP Toplinarstva će korištenjem aplikacije ESCO Monitor® moći sustavno pratiti dinamiku potrošnje topline, analizirati i planirati potrošnju i dobiti alarme u slučaju promjene potrošnje, čime će se ujedno povećati kvaliteta pružanja usluga. ■

▼ **Ilustracija 10**
Ekranski prikaz
aplikacije ESCO
Monitor®

