

dr. Zoran Morvaj
UNDP Hrvatska, Zagreb
zoran.morvaj@undp.org

Boran Morvaj
Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
bmorvaj@gmail.com

Luka Lugić
UNDP Hrvatska, Zagreb
luka.lugic@undp.org

PAMETNI GRADOVI, ZGRADE I RAZDJELNE MREŽE – PERSPEKTIVE I ZNAČAJ ZA ODRŽIVU OPSKRBU ENERGIJOM

SAŽETAK

Slijedom međunarodnih sporazuma i nacionalnih strateških okvira za razvoj, gradovi, u kojima živi preko 50% globalne populacije, moraju početi raditi na svojoj transformaciji i aktivnom razvoju infrastruktura za podmirivanje svih potreba stanovništva. Uloga gradova postaje sve složenija zbog rasta populacije, utjecaja na klimatske promjene i potrebe povećanja energetske sigurnosti. Za ispunjenje ovih zahtjeva transformacija gradova mora se započeti u svim aktivnostima gospodarenja resursima i kritičnim infrastrukturama. Gradovi, kao i zgrade, mijenjaju se iz pasivnih potrošača resursa u aktivne sudionike. Pametne zgrade, osim upravljanja uvjetima u interijeru, korištenjem vlastitih obnovljivih izvora mogu zadovoljavati svoje energetske potrebe ili višak proizvodnje prodavati u mrežu.

U radu je opisan strateški i zakonodavni okvir razvoja gradova i konceptualni smjer njihove transformacije u pametne gradove. Proces započinje stvaranjem pametnih zgrada, koje umrežene stvaraju pametnu mrežu, čime se razvija pametan grad.

Ključne riječi: pametan grad, pametna zgrada, pametne mreže, aktivni potrošači, razdjelna mreža

SMART CITIES, BUILDINGS AND DISTRIBUTION GRIDS – PERSPECTIVES AND SIGNIFICANCE FOR SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY

SUMMARY

In accordance with international agreements and national strategic development frameworks, cities, home to over 50% of global population, must begin their transformation and active development of infrastructures to meet all needs of citizens. The role of cities is getting more complex due to growth of population, impact on climate change and the need to increase energy security. To meet these requirements, transformation of cities must be imitated in all resource management activities and critical infrastructures. Cities, like buildings, are changing from passive consumers of resources into active participants. Smart buildings, except managing their internal conditions, use renewable energy sources to meet their energy demands, or sell surplus energy into the network.

The paper describes the policy and legal framework of city development and the conceptual roadmap of transformation to smart cities. The process begins by creating smart buildings which connected together form a smart grid, whereby a smart city is developed.

Keywords: smart city, smart building, smart grid, active consumers, distribution network

1. UVOD

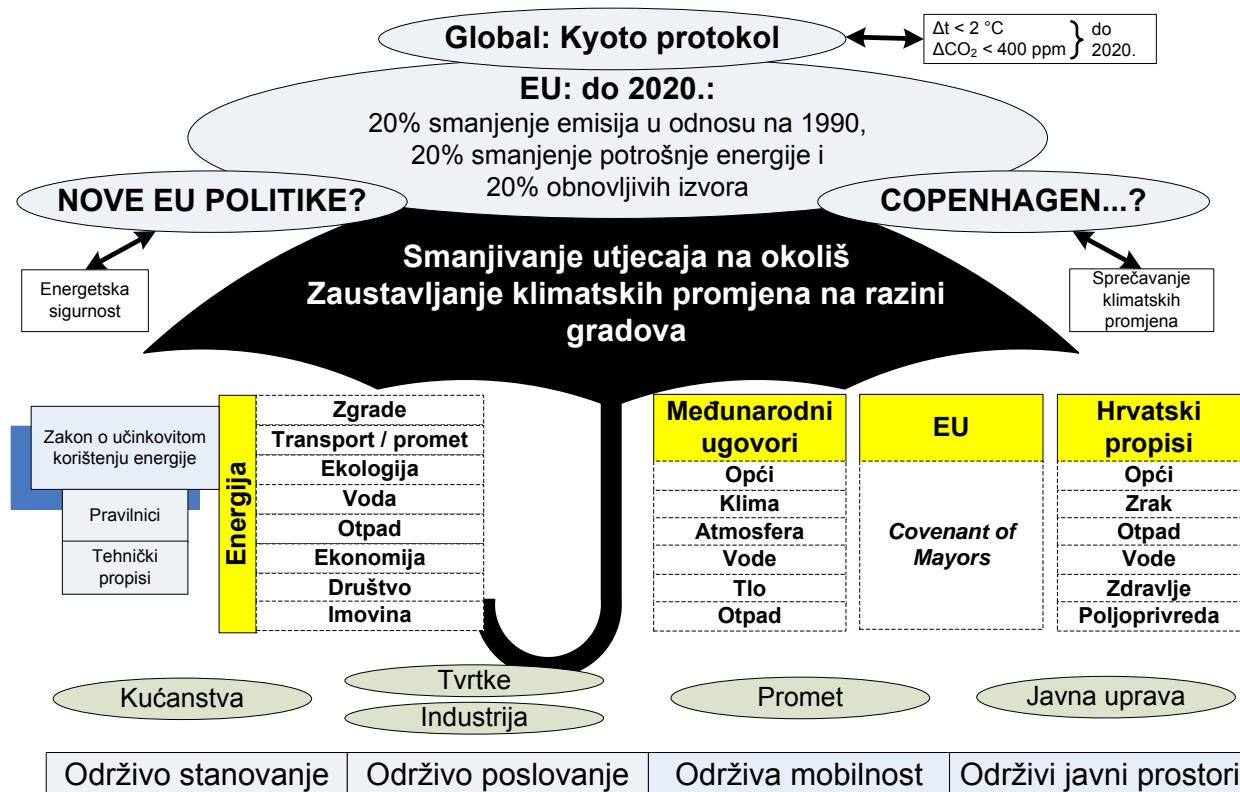
Prema predviđanjima Međudržavnog panela za klimatske promjene [1], između 1990. i 2100. godine predviđa se porast temperature od 1.4 do 5.8 °C, uzrokovan ljudskim djelovanjem. Posljedice ovolikog rasta temperature katastrofalne su i nepovratne za sve žive organizme na Zemlji. Postavljeni cilj zadržavanja porasta temperature ispod 2 °C u ovom periodu potvrdile su gotovo sve zemlje svijeta. Na tim temeljima nastao je Protokol iz Kyota, primarni međunarodni sporazum o smanjenju emisija stakleničkih plinova, potpisnik kojeg su sve zemlje Europske Unije, potpisnik kojeg je i Republika Hrvatska.

Prema podacima UN-a, 50-ih godina prošloga stoljeća samo 29% globalne populacije stanovalo je u gradovima. Danas se ta brojka procjenjuje na 50%, a predviđanja su da će do 2050. godine u gradovima stanovati čak 70% populacije. U Europi, gradovi su dom za 80% populacije, ali i izvori 70% emisija stakleničkih plinova [2]. Gradovi su u jedinstvenom položaju gospodarenja utjecajima na okoliš zbog svoje izravne nadležnosti nad ključnim elementima infrastrukture, uključujući energiju, vodu, transport i otpad. Osim toga, gradovi su vlasnici velikog broja javnih zgrada, gdje mjere povećanja energetske efikasnosti imaju izravan učinak smanjenja emisija stakleničkih plinova ali i pružanja primjera građanima da krenu istim putem. EU je prepoznala činjenicu da gradovi koriste disproporcionalne količine prirodnih resursa i stoga su ključ rješavanja globalnih klimatskih promjena, pa su zadnji postavljeni ciljevi i inicijative poput Povelje gradonačelnika EU [3] upravo usmjereni gradovima. Glavni elementi strateško-zakonodavnog okvira razvoja, osnovne kategorije potrošača te područja u kojima treba osigurati održivi razvoj prikazani su na slici 1.

Temeljni zahtjevi koje Europa postavlja pred sebe do 2020. godine su [4]:

- smanjenje emisija stakleničkih plinova za 20%
- povećanje udjela obnovljivih izvora u proizvodnji na 20%
- smanjenje potrošnje energije za 20%.

Protokolom iz Kyota Republika Hrvatska se obvezala smanjiti emisije u prosjeku za 5% u razdoblju od 2008. do 2012. godine, u odnosu na temeljnu razinu od 36 milijuna tona iz 1990. U skladu s ovim i drugim međunarodnim ugovorima s područja sprečavanja klimatskih promjena, podizanja udjela obnovljivih izvora, povećanja energetske efikasnosti, ali i proaktivnog djelovanja prema zadovoljavanju potreba stanovništva, gradske uprave moraju svoju do sada pasivnu ulogu početi mijenjati u aktivnu.



Slika 1. Politički i pravni okvir razvoja infrastrukture u hrvatskim gradovima

Potreba za smanjivanjem ovisnosti EU o fosilnim gorivima implementirana je kroz Direktivu o promicanju uporabe električne energije iz obnovljivih izvora energije [5]. Traži se pokretanje inicijativa koje će povećati udio obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije na barem 20%, uz 10% udjela u krajnjoj potrošnji u transportu. Osim toga, putem Direktive o energetske uslugama [6] pružateljima usluga električne energije poslan je jasan poziv na proaktivno djelovanje na strani krajnjih potrošača.

Uspostavljanjem ovakvih okvira i mehanizama unutar EU i Hrvatske, gradske uprave postavljene su u glavnu ulogu u provođenju i poticanju mjera povećanja energetske efikasnosti i udjela obnovljivih izvora u proizvodnji energije, što za posljedicu ima smanjenje emisija CO₂ i smanjivanje ovisnosti o uvozu energenata. Europska Unija pri tome ulaže znatne napore za provođenje strategije postizanja održivog urbanog rasta u okvirima mjera za zaustavljanje klimatskih promjena inicijativom stvaranja Pametnih gradova (*smart city*) [7], [8].

2. STRATEŠKI I ZAKONODAVNI OKVIR RAZVOJA ENERGETIKE U HRVATSKOJ

2.1. Pregled

Energetska efikasnost već ima važnu ulogu u energetske politici Republike Hrvatske [9]. Energetska politika, pa tako i politika energetske efikasnosti u Republici Hrvatskoj provodi se prvenstveno putem Strategije energetskog razvitka Republike Hrvatske, usvojene 2009. godine [10], koja energetske učinkovitost prepoznaje kao temeljnu odrednicu te za cilj postavlja maksimizaciju doprinosa ekonomski isplativih mjera energetske učinkovitosti radi povećanja efikasnosti potrošnje energije. Valja istaknuti da i Nacionalna strategija zaštite okoliša [11], prepoznaje energetske učinkovitost kao nacionalni interes.

Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske jasno definira javni sektor kao predvodnika primjene energetske efikasnosti. Proces uspostavljanja sustavnog gospodarenja energijom u javnim zgradama uključuje imenovanje stručnjaka zaduženih za praćenje potrošnje energije u zgradama, pripreme programa energetskih ušteda, pripremu energetskih statistika i suradnju s državnim subjektima u implementaciji programa u relevantnim sektorima.

Na sjednici 15. prosinca 2008. godine, Hrvatski Sabor usvojio je Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji. Ovim se Zakonom uređuje područje učinkovitog korištenja energije u neposrednoj potrošnji, donošenje programa i planova za poboljšanje energetske učinkovitosti te njihovo provođenje, mjere energetske učinkovitosti, a posebno djelatnost energetskih usluga i energetskih pregleda, obveze javnog sektora, energetskog subjekta i velikog potrošača te prava potrošača u primjeni mjera energetske učinkovitosti.

Članak 18. Zakona u učinkovitom korištenju energije postavlja imperativ javnom sektoru u upravljanju neposrednom potrošnjom energije u zgradama javnog sektora i javnoj rasvjeti, na energetske učinkovit način. Osim toga, gradovi moraju periodički, a najkasnije jednom godišnje analizirati potrošnju energije, provoditi energetske preglede, pribavljati energetske certifikate za zgrade javnog sektora.

Gradovi su dužni donijeti program energetske učinkovitosti u neposrednoj potrošnji energije, te provoditi mjere energetske efikasnosti u neposrednoj potrošnji energije utvrđene programom energetske učinkovitosti. Grad mora voditi, održavati i razvijati informacijski sustav za energetske učinkovitost, a posebno za nadzor nad potrošnjom energije te periodički, a najkasnije jednom godišnje dostavljati podatke Ministarstvu i Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost o ukupnoj potrošnji energije, u skladu s pravilnikom o jedinstvenom informacijskom sustavu za energetske učinkovitost.

Da bi uspješno ispunili sve zahtjeve, gradovi moraju početi što prije planirati svoju internu transformaciju od pasivnog potrošača prema aktivnom djelovanju u svojoj domeni – mora postati pametni grad.



Slika 2. Energetska povelja

2.2. Postojeće aktivnosti u gradovima u Hrvatskoj u okvirima europskih ciljeva

Od 2005. godine u Hrvatskoj djeluje zajednički projekt Programa Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) i Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva (MINGORP) „Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj“, koji se provodi u suradnji s Fondom za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i Globalnim

fondom za okoliš. Cilj projekta je podizanje svijesti građanstva o efikasnoj potrošnji energije te poticanje primjene ekonomski isplativih, energetski efikasnih tehnologija, materijala i usluga u Hrvatskoj. Dva projekta putem kojih se implementiraju ovi ciljevi su „Sustavno gospodarenje energijom u gradovima i županijama u Republici Hrvatskoj“ (Projekt SGE) i „Dovesti svoju kuću u red“ (Projekt HIO). Osnovna metodologija provođenja opisana je u [12] i [13].

Projekt SGE je započet pilot projektom u gradu Sisku i Sisačko-moslavačkoj županiji 2006. godine, a 19. prosinca 2007. godine je prerastao u nacionalni projekt koji obuhvaća sve hrvatske gradove i županije. Kao glavni ciljevi SGE projekta ističu se primjena modela kontinuiranog i sustavnog gospodarenja energijom, strateškog planiranja energetike i održivog upravljanja energetskim resursima na lokalnoj i regionalnoj razini, što doprinosi smanjenju potrošnje energenata a s tim i smanjenju emisija štetnih plinova u atmosferu, čime se potiče razvoj novih djelatnosti i poduzetništva. Energetsku povelju gradonačelnika i župana (slika 2) potpisalo je 127 gradova i 20 županija, a Pismo namjere o provedbi projekta sustavnog gospodarenja energijom potpisalo je 97 gradova i sve županije.

3. PAMETNI GRAD

3.1. Novi izazovi i novi odgovori

Grad je naselje s visokom gustoćom populacije, u kojem većina stanovnika živi od industrije, trgovine i usluga, za razliku od sela gdje je većina ekonomskih aktivnosti zasnovana oko poljoprivrede. Između uobičajenog značenja riječi grad i onoga u administrativnoj upotrebi postoji bitna razlika, koja često dovodi do zabuna i nesporazuma. Prema Zakonu o lokalnoj i područnoj (regionalnoj) samoupravi [14], definicija grada jest: *"Grad je jedinica lokalne samouprave u kojoj je sjedište županije te svako mjesto koje ima više od 10.000 stanovnika, a predstavlja urbanu, povijesnu, prirodnu, gospodarsku i društvenu cjelinu. U sastav grada kao jedinice lokalne samouprave mogu biti uključena i prigradska naselja koja s gradskim naseljem čine gospodarsku i društvenu cjelinu te su s njim povezana dnevnim migracijskim kretanjima i svakodnevnim potrebama stanovništva od lokalnog značenja."*

U ovoj definiciji prepoznaje se činjenica da su potrebe stanovništva nužan fokus gradske uprave. Gradska uprava izravno ili neizravno može utjecati na zadovoljavanje svih potreba stanovnika, a osnovni pregled prikazuje slika 3.

MOBILNOST (Promet i ICT) <ul style="list-style-type: none"> Lokalna dostupnost (Inter)nacionalna prometna povezanost Dostupnost i kvaliteta ICT infrastrukture Održivi, inovativni i sigurni sustavi transporta 	GOSPODARENJE OSNOVNIM RESURSIMA <ul style="list-style-type: none"> Energetska efikasnost Gospodarenje energijom Gospodarenje otpadom Zaštita okoliša 	JAVNA UPRAVA (sudjelovanje javnosti) <ul style="list-style-type: none"> Sudjelovanje građana u donošenju odluka Pružanje javnih i društvenih usluga Transparentno upravljanje gradom Političke strategije i perspektive
EKONOMIJA (kompetitivnost) <ul style="list-style-type: none"> Inovativnost Poduzetništvo Ekonomski imidž Produktivnost Fleksibilnost tržišta rada Međunarodna ekonomska umreženost Sposobnost transformacije 	STANOVNIŠTVO (Društveni i ljudski kapital) <ul style="list-style-type: none"> Kvalificiranost Afiniteti prema cjeloživotnom obrazovanju Društveni i etnički pluralitet Fleksibilnost Kreativnost Kozmopolitizam / otvorenost Sudjelovanje u javnom životu 	STANOVANJE (kvaliteta života) <ul style="list-style-type: none"> Kulturne ustanove Zdravstveni uvjeti Sigurnost pojedinca Kvaliteta stambenih građevina Obrazovne ustanove Turistička atraktivnost Društvena kohezija

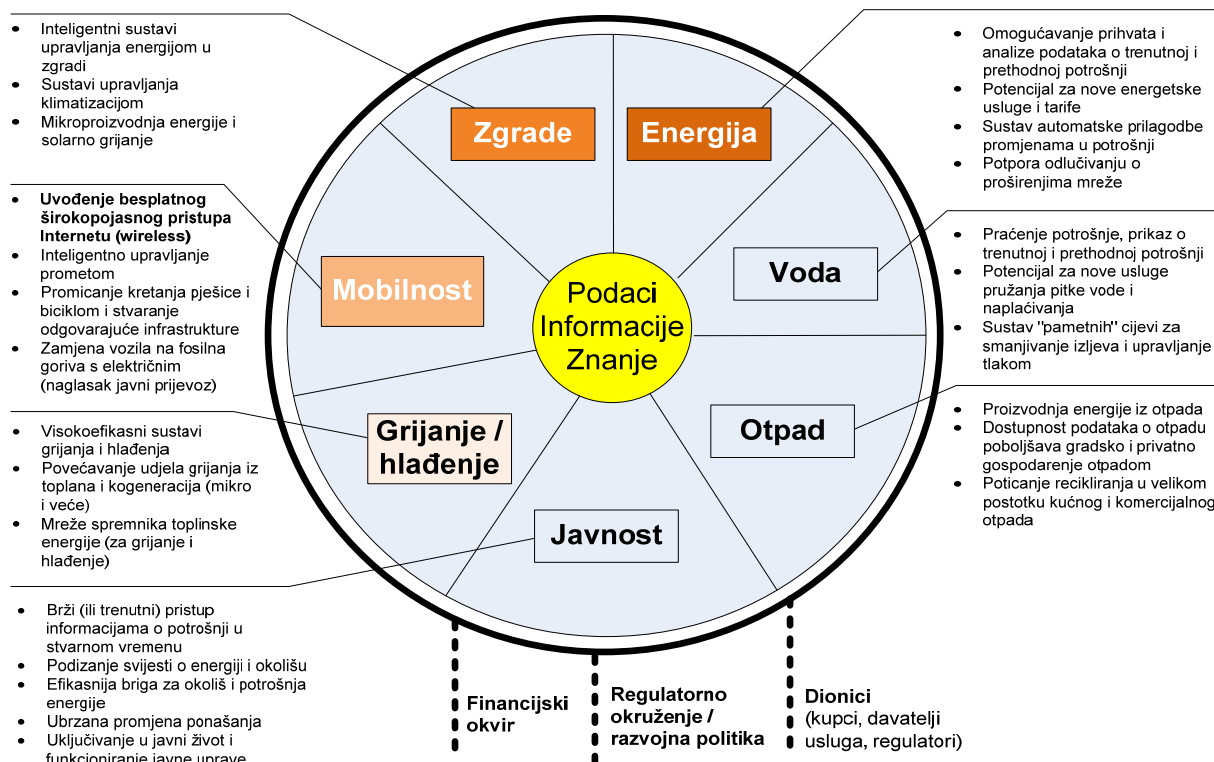
Slika 3. Područja razvoja pametnog grada

Svakodnevica stanovnika grada mora uključivati:

- pouzdanu i sigurnu opskrbu električnom energijom i vodom;
- efikasan unutargradski i međugradski sustav transporta;
- razvijen sustav telekomunikacija sa širokopojasnim vezama;
- efikasnu javnu upravu koja omogućuje jednostavan pristup informacijama 24h dnevno;

- e) visoku kvalitetu znanja i dostupnost intelektualnog i društvenog kapitala;
- f) konkurentnu, produktivnu i otvorenu lokalnu ekonomiju.

Zadovoljavanje ovih potreba zahtijeva novi, proaktivni razvojni okvir gradova - od pasivnih korisnika izgrađene infrastrukture moraju postati aktivni stvaratelj boljih uvjeta za građane. Za zadovoljavanje potreba stanovništva, grad treba aktivno razvijati osnovnu fizičku infrastrukturu. Elementi koje razvoj treba uključivati u pojedinim infrastrukturnim mrežama ilustrira slika 4.



Slika 4. Vizija infrastrukture pametnog grada

Gradska infrastruktura dio je širih infrastrukturnih sustava. No poboljšanja infrastrukture unutar granica grada utječu i na širu okolinu, jer se razvijena iskustva mogu koristiti i u drugim sredinama. Poboljšana infrastruktura lokalno vodi poboljšanju infrastrukture na širem području (regionalno, nacionalno). Pokretanje razvojnih inicijativa može imati sinergijski efekt, jer stvaranje preduvjeta za bolje zadovoljavanje potreba stanovništva kroz unaprijeđenu infrastrukturu privlači ljude i kapital.

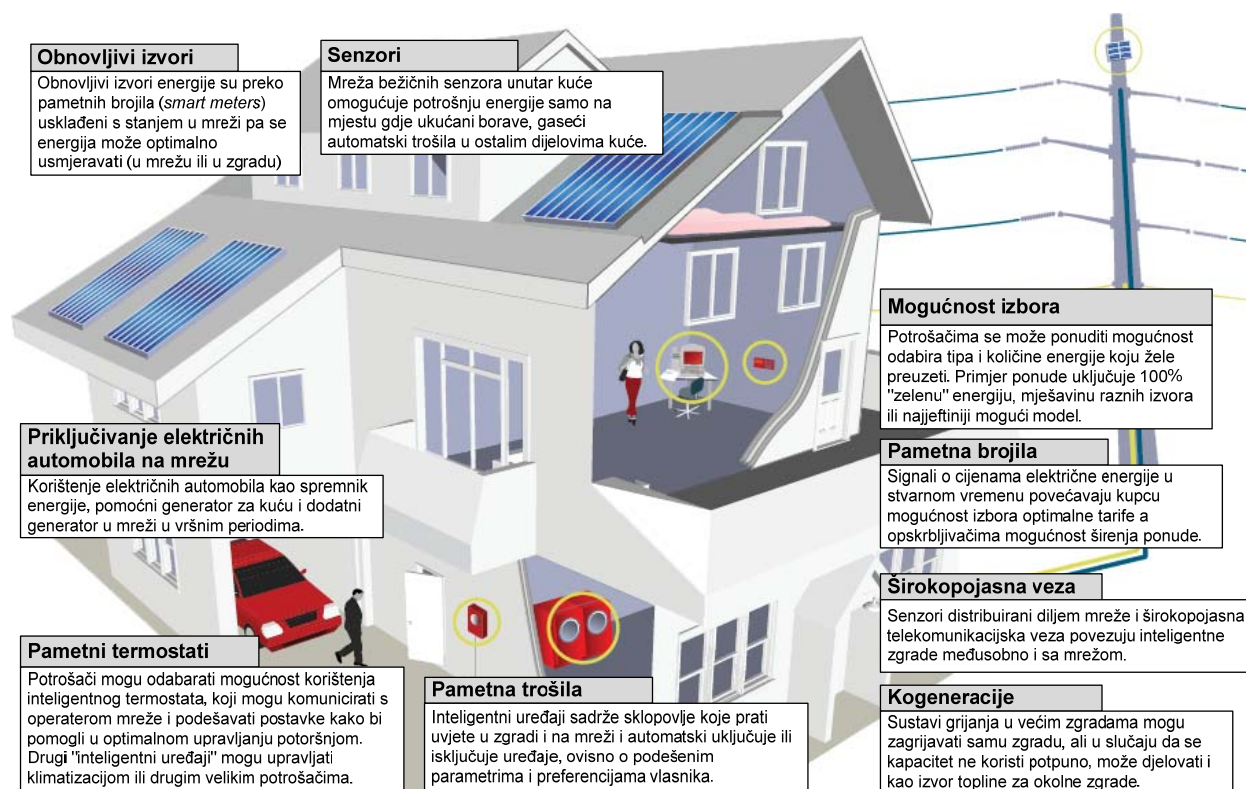
Kako je zgrada temeljna građevna jedinica grada, koja koristi ili obuhvaća više tipova infrastrukturnih sustava, upravo u zgradama treba početi s primjenom novog načina rada - prikupljati podatke i njihovim agregiranjem stvarati nove informacije. Te informacije postaju dijelom našeg znanja o upravljanju opskrnom i potrošnjom. Korištenje tako izgrađenog znanja, kako u zgradama tako i u drugim infrastrukturnim sustavima te njihovo međusobno umrežavanje, osnova je u stvaranja pametnog grada.

4. PAMETNE ZGRADE

Pojam pametne zgrade kontinuirano evoluirao s razvojem sustava automatike u zgradama [15]. U 70-im godinama prošloga stoljeća, pametnom zgradom smatrala se zgrada koja je u svom dizajnu sadržavala primijenjene koncepte povećanja energetske efikasnosti. U 80-im godinama, pametna je bila zgrada u kojoj se svime moglo upravljati s kućnog računala. Danas, pametna zgrada uključuje sve koncepte iz 70-ih i 80-ih uz podsustave zgrade za gospodarenje energijom, utjecajima na okoliš, korištenje telekomunikacija i novih materijala koje proizvođači predstavljaju kao „pametne“, te široka primjena senzorskih sustava. Sustavi se povezuju bežično, čime je implementacija znatno pojednostavljena. Svaki podsustav djeluje s ciljem smanjenja pogonskih troškova uz održavanje maksimalne efikasnosti u skladu s potrebama korisnika. Ilustracija osnovnih funkcija pametne zgrade prikaza je na slici 5.

Osim što optimiraju uvjete u interijeru, ovakve zgrade imaju sposobnost komunikacije sa okolinom (npr. razdjelna mreža) i prilagođavanja svog ponašanja u skladu s mrežnim prilikama. Također, pametne zgrade imaju preduvjete za ostvarivanje međusobne komunikacije, čine se stvaraju aktivne mikromreže koje osim potrošnje mogu uključivati i male obnovljive i klasične izvore energije.

Današnje zgrade su projektirane prema načelima energetske efikasnosti. To se manifestira kroz odabir materijala, arhitekturu, način izgradnje i druge implementirane pasivne i aktivne mjere. Međutim zgrada se i dalje ne može u stvarnom vremenu prilagođavati promjenama u proizvodnji i potrošnji električne energije. Bez funkcionalnog sustava upravljanja trošilima unutar zgrade, nije moguće sustavno implementirati strategije upravljanja potrošnjom. Tek implementacijom sustava pametne koordinacije trošila na razini zgrade, na razini mreže može se predviđati smanjenje potrošnje nužno tijekom vršnih perioda.



Slika 5. Funkcionalnost pametne zgrade, aktivnog sudionika mreže

Priključivanjem obnovljivih izvora situacija se usložnjava jer zgrada postaje aktivni element mreže. Ovisno o mogućnostima i korisničkim postavkama, pametna zgrada može odlučiti hoće li proizvedenu energiju iz obnovljivih izvora usmjeriti u zgradu ili je prodati u mrežu. Zajedničko djelovanje takvih zgrada stvara lokalne mreže koje mogu djelovati i kao distribuirani izvori ali i kao samostojeće zajednice, bez potrebe za vanjskom opskrbom električnom energijom.

Stvaranje pametnih zgrada i njihovo umrežavanje stvoriti će lokalnu mrežu aktivnih potrošača, a međusobno povezivanje takvih lokalnih mreža stvorit će pametnu mrežu.

5. PAMETNA RAZDJELNA MREŽA

Elektroenergetski sustav danas je u osnovi energetske jednosmjerno propustan, od proizvođača prema potrošačima, pri čemu proizvođači većinom nemaju informacije o parametrima individualnih krajnjih potrošača u stvarnom vremenu niti mogu s njima komunicirati. Upravo zbog toga je mreža izgrađena tako da može podnijeti maksimalnu vršnu potrošnju na razini svih potrošača. A obzirom da su procjene da se čak 20% kapaciteta koristi samo u vršnim vremenima, koja čine oko 5% pogonskog vremena, sustav je inherentno neefikasan. Sve veća snaga potrošnje, zajedno sa sve većim pritiskom za konkurentnošću na liberaliziranom tržištu smanjuje investicije u sustav i rezultira smanjenjem stabilnosti sustava, a približavanjem marginama sigurnosti, mreža na svojoj najvažnijoj, razini razdjelne mreže, sve je više podložna raspadu (*blackout*) [16].

Pojam pametne mreže podrazumijeva integriranje aktivnosti proizvođača, operatera prijenosne i distribucijskih mreža, tehničkih centara za upravljanje i mjerenje, opskrbljivača i potrošača kroz razmjenu informacija u stvarnom vremenu. Pametne mreže (engl. *smart grids*) su zajednički naziv za nove tehnologije u modernizaciji elektroenergetskih mreža. Neke od tih inovacija su još u fazi istraživanja i razvoja, dok su neke već započele implementaciju. Veći projekti prikazani su u Tablici I.

Tablica I. Veći projekti stvaranja pametnih mreža u svijetu

Lokacija	Rok	Istaknute značajke
SAD, grad Austin, Texas	do 2011. godine	<ul style="list-style-type: none"> planirano umrežiti 600.000 zgrada [17]
SAD, grad Boulder, Colorado	neodređeno	<ul style="list-style-type: none"> pametna mreža sa 60.000 zgrada [18];
SAD, grad Miami, Florida	dvije godine	<ul style="list-style-type: none"> stvaranje gradske pametne mreže, vrijednost projekta 200 milijuna dolara [19];
Europa, grad Amsterdam	dvije godine	<ul style="list-style-type: none"> cilj kroz više projekata postići smanjenje emisija za 60% u odnosu na očekivane do 2025. godine [20];
SAD, Long Island City, grad New York	18 mjeseci	<ul style="list-style-type: none"> postavljanje demonstracijskog projekta, vrijednost 6 milijuna dolara [21];
Malta - SmartCity Malta	do 2021. godine	<ul style="list-style-type: none"> <i>Greenfield</i> investicija izgradnje pametnog grada, zaposlit će više od 8500 stručnjaka [22];
Australija	-	<ul style="list-style-type: none"> implementacija pametnih mreža kroz pametne gradove, na razini cijelog kontinenta, zasad u fazi pronalaska konzorcija za provedbu [23].

Slika 6 prikazuje rezultat implementacije promjena u mreži i osnovne nove funkcionalnosti pametne mreže.

Razdjelna mreža do sada je uglavnom služila kao veza između prijenosne mreže, na koju su bili spojeni veliki proizvođači, i krajnjih potrošača. Proizvodni kapaciteti priključeni na razdjelnu mrežu bili su zanemarivi. Nova Mrežna pravila elektroenergetskog sustava [24] na niskonaponsku mrežu dopuštaju priključenje izvora ukupne snage do uključujući 500 kW, pa i te mreže postaju aktivne.

Pametne zgrade mogu biti djelomično ili potpuno energetske samodostatne. Više umreženih, pametnih zgrada može međusobno koordinirati proizvodnju i potrošnju putem pametne razdjelne mreže. Ovisno o potrebama, višak proizvedene energije može se prodavati u mrežu, ili u vremenima vršne potrošnje distribuirati prema drugim lokalnim potrošačima.

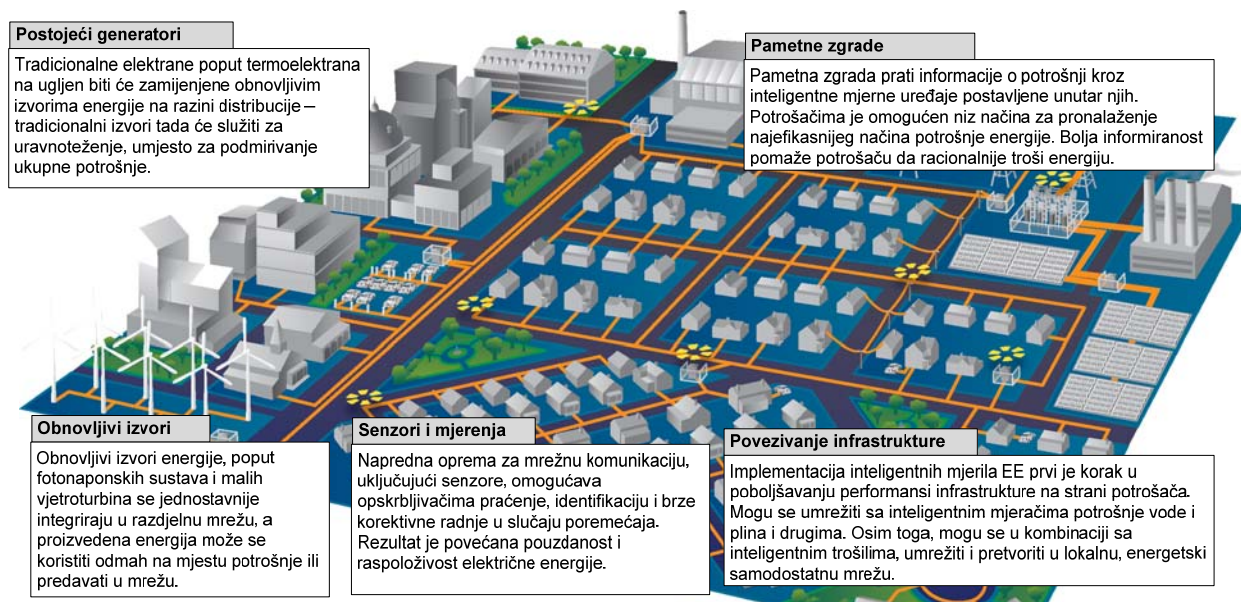
Ograničenja u propusnosti razdjelne mreže rješavala su se isključivo skupim proširenjima ili postavljanjem paralelnih vodova. Ista proširenja i dalje se koriste samo u vršnim vremenima, pa su prema tome neefikasna. Slično tome, problematika zagušenja vodova, eskalirana na razinu prijenosne mreže, i danas predstavlja problem obzirom na potrebna ulaganja, koja su toliko da postaje ekonomičnije tražiti rješenje na strani razdjelne mreže i priključenja distribuiranih izvora. Novi, uglavnom obnovljivi izvori u razdjelnoj mreži, mogu rezultirati tokovima snaga u obrnutom smjeru, čime razdjelna mreža iz pasivne postaje aktivna. Nove tehnologije u pametnim zgradama to omogućavaju, a slično je podržano i umrežavanjem na širem lokalnom području, koje prikazuje slika 6.

Prema tome, pametna mreža je definirana kao mreža koja:

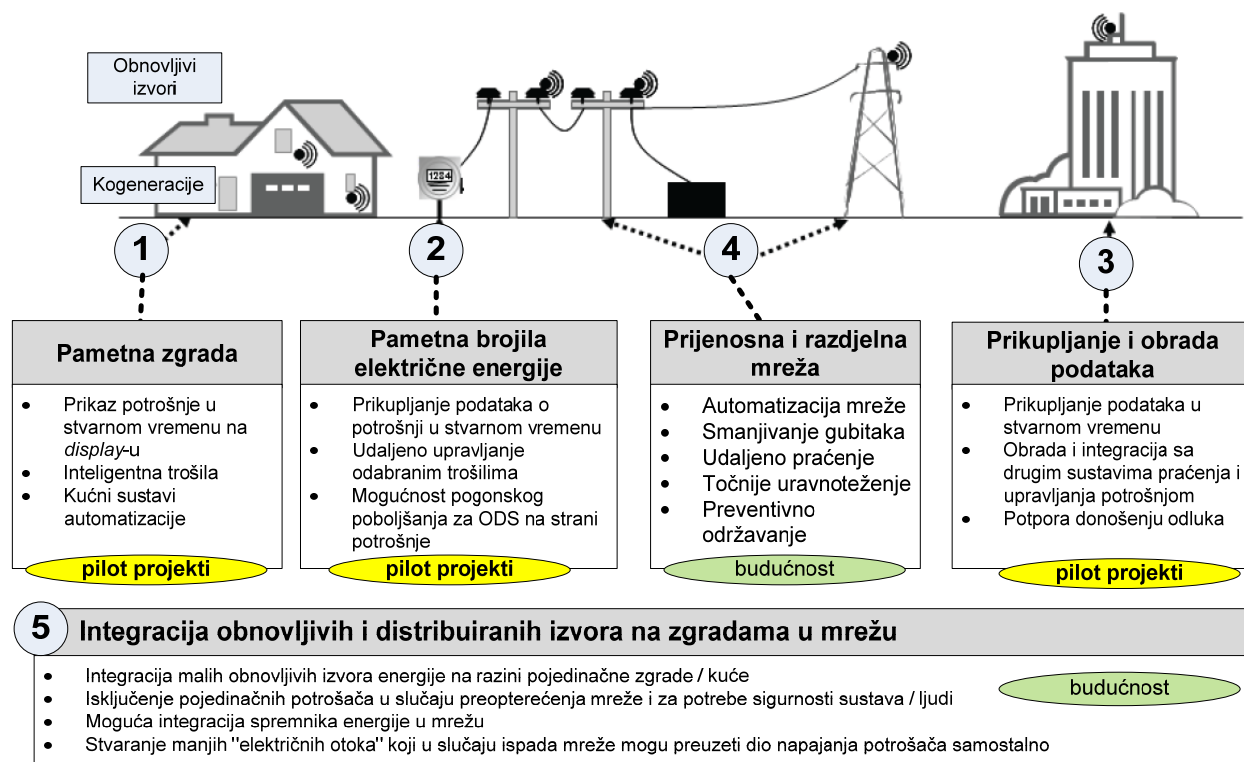
- omogućava potrošačima interakciju sa sustavom upravljanja potrošnjom i prilagodbu vlastite potrošnje u skladu sa prilikama na mreži;
- koristi informacijsko komunikacijske tehnologije u procesu optimiziranja korištenja kapitalnih resursa i opreme uz minimizaciju pogonskih troškova i troškova održavanja;
- spaja razne mogućnosti proizvodnje energije poput centralne, distribuirane, varijabilne i mobilne;
- može sama ispraviti pronađene greške tijekom pogona poduzimanjem automatskih korektivnih radnji.

5.1. Tranzicija razdjelne mreže u pametnu mrežu

Djelovanjem na strani potrošača i uvođenje pametnih brojala prvi je korak k stvaranju pametnih mreža. Troškovi pokretanja ove inicijative su visoki, pa stoga nije moguće obuhvatiti sve potrošače odjednom već implementacija treba teći u fazama i razvijati se kroz više pilot-projekata koji će se, međusobno umreženi, ponašati kao lokalne pametne mreže i usklađivati svoj rad sa radom ostatka mreže. Prijedlog točaka implementacije projekata prikazan je na slici 7.



Slika 6. Pametna mreža i osnovne funkcionalnosti



Slika 7. Osnovne funkcionalnosti pametne mreže i pet točaka implementacije

Najbitnija nova funkcionalnost pametnih mreža – upravljanje potrošnjom u stvarnom vremenu – nije ostvariva bez prethodne uske integracije i umrežavanja pametnih uređaja u zgradama s pametnim brojilima. Na to se nastavlja integracija distribuiranih izvora električne energije čime razdjelna mreža postaje aktivna. Funkcionalno upravljanje potrošnjom od strane opskrbljivača prema potrošaču i mogućnost potrošačevog odabira modela upravljanja potrošnjom ili korištenjem vlastitih izvora dolazi kao krajnja instanca razvoja.

6. ZAKLJUČAK

Briga o klimatskim promjenama zahvaća svakog stanovnika. Gradovi Europe, u kojima živi preko 80% ukupnog stanovništva u posebnom su položaju djelovati izravno na točkama potrošnje i time pružati primjer građanima da čine isto. Međunarodni, europski i hrvatski ciljevi gospodarenja utjecajima na okoliš jasno definiraju potrebu proaktivnog djelovanja gradskih uprava u svojim sredinama. Napredak prema ostvarivanju ovih ciljeva moguć je povećanjem energetske efikasnosti potrošnje, uvođenjem novih tehnologija upravljanja potrošnjom u realnom vremenu i stvaranjem tehnoloških preduvjeta za jednostavno priključivanje obnovljivih izvora električne energije na mrežu. Širi okvir vizije pametnog grada koordinira ove inicijative i kao primarni cilj postavlja zadovoljavanje potreba građana. Potrebe građana pametnog grada zadovoljavaju se ne samo komunalnim sustavima poput vode, struje i grijanja, koji su čvrsta infrastruktura, već se planiraju i šire inicijative za povećanje konkurentnosti grada, produktivniju i fleksibilniju lokalnu ekonomiju i poboljšanje životnih uvjeta za sve građane.

Prvi korak prema pametnim gradovima u Hrvatskoj je podizanje energetske efikasnosti potrošnje te poticanje distribuirane proizvodnje energije. Daljnji razvoj čvrste infrastrukture je u nadogradnji sposobnostima komunikacije i stvaranju informacijskih tokova između pametnih uređaja i pametnih zgrada uz postojeće energetske tokove. Razvoj infrastrukture u sektoru zgradarstva treba uključivati postavljanje pametnih brojila i poticanje ugradnje drugih inteligentnih sustava u zgradarstvu, kako bi nastale prve pametne zgrade. Njihovim umrežavanjem stvorit će se nove, lokalne mreže sa stupnjem samodostatnosti, koje u konačnici formiraju fleksibilan energetski sustav gdje informacije i energija teku u oba smjera između potrošača i mreže – što čini pametnu mrežu. Pametne mreže, zajedno sa informiranim i aktivnim građanima i gradskom upravom su suština pametnih gradova.

LITERATURA

- [1] R.T.Watson, M.C.Zinyowera, R.H.Moss, „The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability“, Cambridge University Press, 1997.
- [2] EurActiv.com, „Cities and climate change“, [Online, 04. travnja 2009.] <http://bit.ly/avsTVB>
- [3] European Commission, Covenant of Mayors [Online, 31. siječnja 2010.] <http://www.eumayors.eu/>
- [4] European Commission, „The Climate action and renewable energy package, Europe's climate change opportunity“, [Online, 31. siječnja 2010.] <http://bit.ly/T7boP>
- [5] Official Journal of the European Union, „Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC“, 05.06.2009.
- [6] Official Journal of the European Union, „Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council on Energy End-Use Efficiency and Energy Services and Repealing Council Directive 93/76/EEC“, 24.04.2006.
- [7] N. Komninos, (2009). "Intelligent cities: towards interactive and global innovation environments", International Journal of Innovation and Regional Development, Inderscience Publishers, 2009., 1 (4): 337–355(19)
- [8] K. Paskaleva, "Enabling the smart city: The progress of e-city governance in Europe". International Journal of Innovation and Regional Development, Inderscience Publishers, 25 January 2009 1 (4): 405–422(18).
- [9] V. Bukarica, Z. Morvaj, Z. Tomsic: Evaluation Of Energy Efficiency Policy Instruments Effectiveness – Case Study Croatia; EuroPES, 2007.
- [10] Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske, Narodne novine 130/09

- [11] Nacionalna strategija zaštite okoliša, Narodne novine 46/02
- [12] Z. Morvaj, V. Zanki, L. Lugarić, G. Čačić, Z. Bogunović, „Energy management in cities: learning through change“, Learning cities in a knowledge-based global society: Conference proceedings, Milano, 2008.
- [13] Z. Morvaj, G. Čačić, L. Lugarić, „Gospodarenje energijom u gradovima“, priručnik za gradonačelnike i župane, Zagreb, 2008.
- [14] Zakon o lokalnoj i područnoj (regionalnoj) samoupravi, Narodne novine 33/01
- [15] B. L. Capehart, W. C. Turner, W. J. Kennedy, „Guide to energy management“, Fairmont Press, , 2008.
- [16] Z. Morvaj, D. Gvozdenac, „Applied Industrial Energy and Environmental Management“, John Wiley & Sons, 2008.
- [17] Austin Energy Smart Grid Program, <http://www.austinenergy.com>
- [18] Smart Grid City, <http://smartgridcity.xcelenergy.com>
- [19] Energy smart Miami, [Online, 31. siječnja 2010.], <http://www.energysmartmiami.com/>
- [20] Amsterdam Smart City, [Online, 31. siječnja 2010.] <http://amsterdamsmartcity.com/>
- [21] Long Island Power Authority Press Release, [Online, 31. siječnja 2010.], <http://www.smartgrid.gov/project/long-island-power-authority-smart-grid-demonstration-project>
- [22] Smart City Malta, [Online, 31. siječnja 2010.], <http://www.smartcity.ae/malta/>
- [23] Smart Grid Australia, [Online, 31. siječnja 2010.], <http://www.smartgridaustralia.com.au/>
- [24] Mrežna pravila elektroenergetskog sustava, [Online, 31. siječnja 2010.], Narodne novine 36/06