

Hrvoje Keko  
Energetski institut Hrvoje Požar  
[hkeko@eihp.hr](mailto:hkeko@eihp.hr)

Kristina Perić  
Energetski institut Hrvoje Požar  
[kperic@eihp.hr](mailto:kperic@eihp.hr)

Viktorija Dudjak  
Energetski institut Hrvoje Požar  
[vdudjak@eihp.hr](mailto:vdudjak@eihp.hr)

Ilja Drmač  
Energetski institut Hrvoje Požar  
[idrmac@eihp.hr](mailto:idrmac@eihp.hr)

## ENERGETIKA U KONTEKSTU PAMETNIH GRADOVA

### SAŽETAK

Tema pametnih gradova obuhvaća uporabu digitalne i informacijske tehnologije za opće podizanje kvalitete i efikasnosti gradskih službi, te za smanjenje troškova i efikasnije korištenje resursa. Europska unija u posljednje vrijeme snažno podržava razvoj pametnih gradova i tema pametnih gradova identificirana je kao jedna od strateških tema za istraživanje i razvoj. Energetika je infrastrukturno, resursima i troškovno iznimno značajna djelatnost, a u kontekstu pametnih gradova postaje isprepletena s informacijskom tehnologijom i mobilnošću. Novi izvori podataka dostupni u pametnim gradovima mijenjaju pristup energetici – kako u planskom smislu gdje donose nove ulazne podatke i iz sektora naizgled nevezanih za energetiku, tako i u operativnom smislu gdje se velika količina dostupnih aktualnih podataka može koristiti za proaktivno upravljanje u operativnom pogonu energetske infrastrukture, čineći tako upravljanje energetskim sustavima učinkovitijim. U referatu će se obraditi pristup energetici i energetske učinkovitosti uz postojanje temeljne platforme pametnog grada, kao i izazovi koje izgradnja pametnih gradova postavlja pred sektor energetike u cjelini i specifično elektroenergetike. Bit će prikazana i vizija za razvoj budućih aplikacija za javno korištenje temeljenih na ovoj infrastrukturi. Prikazana vizija dio je projekta razvoja Centra kompetencija za pametne gradove čija je uspostava u tijeku.

**Ključne riječi:** pametni gradovi, energetska infrastruktura, informacijsko-komunikacijske tehnologije, informacijske platforme, big data, Internet stvari, centri kompetencije

## ENERGY IN SMART CITIES

### SUMMARY

Smart cities encompass the usage of information technologies in the overall improvement of quality of city services, as well as cost controlling and efficient resource usage. The topic of smart cities has become prevalent and is definitely one of key topics in European Union – the smart cities are notably prioritized in the recent EU research calls. The services related to energy sector within a city are infrastructure, resource and capital-heavy. In a fully deployed smart city, the energy infrastructure becomes interspersed with information technology and mobility. The new data sources available to the city possessing the so-called smart city infrastructure directly influence the energy sector. This is true in planning sense where the usable data can arrive from a diverse set of sources and analyses, previously unaccounted for or even from other sectors. This is also true in the operational sense where the communication and sensor platform based on the Internet of Things paradigm enables a wider access to

operational data, enabling more efficient and proactive management of energy systems within the city. This paper illustrates the approach to energy sector within the smart cities platform as well as the challenges that the energy sector is facing within smart cities. A vision for the development of future end-user applications based on the proposed smart city infrastructure will be given. This vision is an essential part of Smart Cities Competence Center whose establishment is currently underway.

**Key words:** smart cities, energy infrastructure, information and communication technology, big data, information platforms, big data, competence centres

## 1. UVOD

Širom svijeta, gradovi se suočavaju s velikim izazovima: na svjetskoj razini urbanizacija ubrzano raste. Procjena je kako svakog dana, urbana područja rastu za više od 120 tisuća ljudi na svjetskoj razini, zbog migracija i zbog rađanja novih stanovnika-građana. Procjenjuje se da će urbana populacija do 2050. godine narasti za preko 70% u odnosu na 2012. godinu i da će udio stanovnika u gradovima narasti od 52% u gradovima na 67% u 2050. godini [1]. Megalopolisi s milijunima i desecima milijuna stanovnika više nisu posebnost i u takvoj situaciji korištenje resursa i infrastrukture u gradovima postaje sve veći problem. Sve je veći pritisak prema učinkovitijem i pametnijem kao boljem gospodarenju resursima.

U sklopu ovog uvoda bit će prikazana vizija pametnog grada u najširem smislu, te prikazana današnja točka razvoja te teme.

Prije svega nameće se pitanje što to uopće znači Smart City odnosno pametni grad. Konceptualno, mnogo tema veže se za pametne gradove, uglavnom vezano za proliferaciju širokopojsnih mrežnih tehnologija kao podloga za elektroničke usluge. Međutim, Smart City primarno se veže uz gradove koji preuzimaju ključnu ulogu kao *pokretači* inovacija u područjima poput zdravstva, inkluzivne socijalne politike, gospodarenja resursima i poslovanja [2].

Uvriježena definicija iz [2] je kako se grad može smatrati pametnim kada investicije u ljudski i socijalni kapital, potom tradicionalnu prometnu infrastrukturu kao i modernu ICT infrastrukturu podržavaju i potiču održivi ekonomski razvoj i održavanje visoke kvalitete života, uz mudro i umjereno gospodarenje prirodnim resursima i inkluzivno upravljanje. Drugim riječima, ovo je široka, gotovo bi se moglo reći holistička definicija i Smart City kao tema teži balansu između ekonomskih i socijalnih ciljeva. Često se moderne komunikacijske tehnologije kao ključna infrastruktura za izgradnju servisa pametnog grada koriste kao osnovna značajka pametnog grada. Moderna ICT infrastruktura izravno je uključena u definiciju pametnog grada, no stvarno pametni grad ne završava samo infrastrukturom koja nema primjenu. Nadalje, razvoj i izgradnja pametnog grada nije tema samo za gradove čiji je stupanj razvoja već sada vrlo visok odnosno ne radi se o nečemu što samo vrlo dobro stojeći gradovi mogu priuštiti. Upravo suprotno: razvoj pametnog grada usmjeren je na pametnije, efikasnije, usmjereno upravljanje *razvojem* grada i to u punom smislu riječi „grad“. Još preciznije, cilj razvoja pametnih gradova nije učiniti ih pametnim samo za malu bogatu većinu na uštrb većine populacije grada.

Konačno, može se ukratko reći kako Smart City nije samo pitanje polaganja nove širokopojsne infrastrukture: Smart City je platforma s puno širim zahvatom i ICT tehnologije pametnog grada nisu same sebi svrha, već su dio ispunjenja ključnog prioriteta: povećanja kvalitete života građana.

## 2. PERSPEKTIVA I ODRŽIVOST RAZVOJA GRADSKIH OKRUŽENJA

O važnosti teme pametnih gradova govori i koliko je u trenutnim istraživačkim pozivima europskih programa za financiranje znanstvenih projekata prominentna tema pametnih gradova. Početkom 2016. velik dio otvorenih poziva unutar programa Obzor 2020. izravno je vezan za teme pametnih gradova. Takvo snažno financiranje razvojnih znanstvenih projekata je jedan od načina kroz koji se gradi *inovacijski ekosistem* temeljen na gradovima. Naime, pored eksplicitnih ciljeva za uspostavu infrastrukture pametnih gradova, implicitni cilj je i podizanje razine „demokratske inovacije“: na izgrađenoj infrastrukturi pametnog grada mogu se formirati nova partnerstva i inovacijske strategije i novi proizvodi koji bez te infrastrukture nisu mogli postojati. Još jednom, *smart city* je daleko više od toga da bude sam

sebi svrha. Gradovi tako više nisu čisti objekt inovacije već oni sami postaju inovacijski drajver, pokretač za stvaranje novih radnih i životnih okruženja.

Sljedećom tablicom prikazane su perspektive koje oblikuju razvoj Interneta budućnosti i razvoja gradskih okruženja u jednom: razvoj Interneta budućnosti neodvojiv je od razvoja gradova kao i od korisnika (građana) pokrenutih inovacija koje kao podlogu i temelj imaju infrastrukturu pametnog grada.

**Tablica 1 – Tri perspektive za izgradnju krajobraza budućnosti Interneta i gradskog razvoja**

	<b>Razvoj Interneta budućnosti</b>	<b>Gradovi i urbani razvoj</b>	<b>User-driven inovacijski ekosistemi</b>
Sudionici	Istraživači ICT kompanije Nacionalne i EU institucije	Gradska politika Građanske platforme Poslovne udruge	<i>Living Lab</i> , građani, vlade, poduzetnici, istraživači: kao koautori
Prioriteti	Tehnički aspekti razvoja Interneta budućnosti (upravljanje prometom, skaliranje, mobilnost..)	Urbani razvoj Razvoj temeljne infrastrukture Razvoj poslovanja	Korisnički pokrenute inovacije  Izravno uključivanje građana u procese u gradu
Resursi	Eksperimentalna infrastruktura Pilot projekti i okruženja	Urbana politika (upravljanje urbanim razvojem) Upravljanje imovinom Razvojni planovi	<i>Living Lab</i> okruženja, metodologije i alati, fizička infrastruktura
Ciljevi	Razvoj naprednih i testnih okruženja Zajednički kooperativni razvoj Eksperimentalni razvoj	Gradska politika koja stimulira inovaciju, razvoj poslovanja i urbani razvoj, inovativna nabava resursa	Korisnički pokrenuti inovacijski projekti  Otvorena i kolaborativna inovacija

Izvor: [2]

Tri su glavna stupa na kojima počiva **infrastruktura** pametnog grada:

- **Internet of Things (IoT)** ili Internet stvari: globalna mrežna infrastruktura zasnovana na standardima i interoperabilnim komunikacijskim protokolima, u IoT fizičke i virtualne „stvari“ su uključene u sveobuhvatnu informacijsku mrežu;
- **Internet of Services (IoS)** ili Internet usluga: fleksibilni, otvoreni i standardizirani sustav koji omogućava harmonizaciju i udruživanje više vrsta aplikacija, kao i korištenje semantike za razumijevanje, sklapanje i obradu podataka iz više različitih izvora, od više različitih pružatelja i u više različitih formata; putem Interneta usluga postaje moguća takva „konsolidacija“
- **Internet of People (IoP)** ili Internet ljudi: gdje ljudi postaju neizostavan dio sveprisutne (engl. ubiquitous) inteligentne mreže i mogu bez problema i prepreka komunicirati, razmjenjivati informacije i podatke o svom socijalnom okruženju i kontekstu.

Smart City je, međutim, značajno širi pojam od puke izgradnje infrastrukture i podloge. Ne postoji sveprisutan i na sve gradske sredine jednako primjenjiv pristup u izgradnji pametnih gradova, ali tri su glavna stupa održivosti na kojima bi se izgradnja pametnog grada trebala zasnivati [3]:

- **Ekonomska održivost** podrazumijeva da građani mogu razviti vlastiti ekonomski potencijal i privući poslovanje i kapital unutar grada; pametno upravljanje gradskim financijama moralo bi pomoći u izbjegavanju slabosti i problema (posebno izraženim u vremenima krize);

- **Socijalna održivost** podrazumijeva da grad ostaje atraktivan i zadržava kvalitetu života, poslovne prilike i sigurnost odnosno stabilnost – upravo zbog toga grad ne smije zanemariti inkluzivnu politiku;
- **Održivi pristup korištenju resursa** podrazumijeva da gradovi, kao gusto naseljene sredine s velikim utjecajem na okoliš upravljaju i umanjuju svoj utjecaj kroz efikasno gospodarenje resursima.

Sva tri stupa održivosti pametnih gradova imaju jednu zajedničku vodilju – zahtijevaju više uz korištenje manje ulaznih resursa, odnosno traže povećanje efikasnosti – pri čemu treba težiti efikasnosti kroz povećanje sudjelovanja građana u cijelom procesu. Upravo je zato inkluzivnost i socijalna tematika jedan od središnjih točaka u razmatranju pametnih gradova. Da bi se takav ideal mogao ostvariti, nužno je poštivanje otvorenih standarda i interoperabilnosti, i integracija će na kraju morati doseći razinu „meta sustava“, ili sustava sastavljenog od sustava. Bez interoperabilnosti i udruživosti (kompatibilnosti), razvoj pametnog grada povećat će neefikasnosti umjesto da je smanji.



Slika 1. Arhitektura pametnog grada budućnosti, izvor: IDC Government Insights [4]

Današnja točka razvoja pametnih gradova još je uvijek usredotočena na klasične vertikale gradskih sustava i cilja na povećanje efikasnosti pojedinih infrastrukturnih djelatnosti i sljedeći će korak biti horizontalna integracija i razvoj „metasustava“ pametnog grada, kao što to ilustrira prethodna slika.

Primjerice, kroz dostupnost velikih skupova podataka na transparentan i otvoren način, građani se mogu izravno uključiti u procese u gradu. Taj skup podataka (*big data*) predstavlja tek tehnološku podlogu, koja se potom kroz poslovne procese usmjerava prema stvaranju dodatne vrijednosti. Na taj način tehnologija oplemenjena zajedničkim djelovanjem svih povezanih sudionika postaje dio rješenja, i djeluje u smjeru podizanja kvalitete i efikasnosti gradskih servisa, odnosno djelovanje je usmjereno prema ciljevima pametnog grada (ekonomski razvoj i održivost uz visoku kvalitetu života). Kroz analitiku na istim podacima može se proaktivno predvidjeti i djelovati u gradskim procesima poput prometa, što izravno i neizravno djeluje na smanjivanje ukupnog socijalnog troška i podiže održivost s povećanjem kvalitete života. Primjerice – u slučaju problema u prometu ili zahvata na infrastrukturi, unutar pametnog grada može se proaktivno djelovati i izbjeći kumulativni gubitak vremena u prometu – što sve zajedno ima utjecaja na povećanje produktivnosti. Korištenjem takvih sustava svaki građanin i implicitno djeluje na njihovo ponašanje, budući da i njegovo ponašanje implicitno utječe na rezultate analitike.

Širina tema koje zahvaćaju pametni gradovi nedvojbeno je šira od energetike. Ovaj dio teksta samo je djelomični pokušaj prikaza koliko životnih tema dotiču pametni gradovi. U nastavku članka fokus

će biti usmjeren na kontekst energetike, s posebnim primjerima kroz planirani razvoj projekata vezanih za energetiku unutar Centra kompetencije za pametne gradove, čija je uspostava u tijeku.

### 3. ENERGETIKA U PAMETNOM GRADU

Energetika je nedvojbeno jedna od najznačajnijih infrastrukturnih djelatnosti u gradovima. Na svjetskoj razini, u gradovima se danas troši više od tri četvrtine potrošnje i emitira se jednako toliko emisija ugljičnog dioksida. Energetika i energetska učinkovitost zato su neodvojive od gradova.

Pojam koji se nameće u razmišljanju o pametnim gradovima i energetici su – pametne mreže, pojam koji je tijekom posljednjih godina detaljno istraživao u nizu europskih i svjetskih razvojnih projekata i uspješno izgrađen s različitim razinama implementacije.



Slika 2. Europska vizija pametne mreže budućnosti, izvor: <http://smartgrids.eu>

Slika 2 prikazuje službeni europski viziju izgleda i obuhvata pametne mreže budućnosti. Teme pametnih mreža u posljednjih desetak godina istraživane su u nizu istraživačkih i implementacijskih projekata, što ne iznenađuje budući da su nekoliko godina bile stožerna tema niza poziva na prijavu projekata u okviru Šestog i Sedmog okvirnog programa (Framework Program 6 i 7) Europske unije. Štoviše, međunarodni program European Research Area Smart Grids (i kasnije Smart Grids Plus) posebno je dizajniran upravo za poticanje tema vezanih za pametne mreže pa i u 2016. godini ERA-Net SG+ ima otvorene pozive za razvoj takvih projekata. Što se situacije u Hrvatskoj tiče, postoji i udruga Smart Grid Hrvatska, koja okuplja znanstvene institucije, kompanije i druge čiji se interesi vežu za temu pametnih mreža. Više hrvatskih znanstvenih institucija sudjelovalo je u istraživačkim i razvojnim projektima kroz ove programe. Popis uspješnih projekata i projekata koji su još u tijeku vjerojatno bi bio dulji od cijelog članka (primjerice, UpGrid, SuSAINABLE, evolvdSO, Grid4EU, Stabalid, Grid+, MeterON, TClouds, MICROGRIDS...)

Pored cijelog niza uspješnih razvojnih i pokaznih projekata, teme pametnih mreža širom EU nisu ostale samo na papiru, već su i implementirane sve do razine široke implementacije (*rollout*). Cijeli je niz je primjera, no primjer izravno poznat autorima je projekt portugalskog operatora distribucijskog sustava EDP Distribuição. Riječ je o projektu InovGrid [5] koji je započeo 2007. godine, 2010. rezultirao prvim pilot



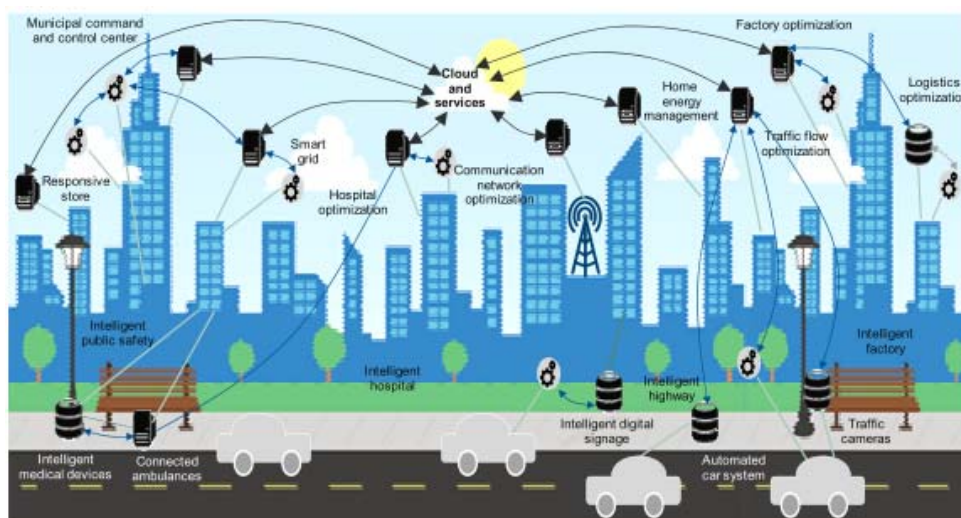
projektima u portugalskom gradu Évori u regiji Alentejo i nastavio se kroz šire pilot projekte kroz 2013. godinu. Od 2015. godine EDP razmatra taj projekt kao implementacijski, spreman za široku implementaciju. Ovaj projekt je široko prepoznat kao vrlo uspješan: primjerice, evropski Zajednički istraživački centar (JRC – Joint Research Centre) je odabrao projekt InovGrid među 220 projekata pametnih mreža za testiranje metodologije za cost-benefit poslovnu analizu razvijene u američkom institutu Electric Power Research Institute (EPRI). Temeljem EPRI-jeve metodologije i projekta InovGrid u Évori JRC je izradio svoje smjernice za izradu analiza troškova i dobiti za projekte pametnih mreža [6] [7].

I u Hrvatskoj se kreće prema implementaciji pametnih mreža: primjerice, hrvatski operator distribucijskog sustava, HEP ODS d.o.o., kao tvrtka čija je regulirana djelatnost upravljanje distribucijskom mrežom, logično je zainteresiran za razvoj pametnih mreža i unutar tvrtke pokrenuto je nekoliko inicijativa i implementacijskih projekata. Tema pametnih mreža strateški je prisutna i na višoj razini u HEP Grupi d.d. Također, niz je i jedinica lokalne samouprave koje pokreću inicijativu na ovu temu. Pametne mreže nedvojbeno su dio energetike u pametnom gradu, međutim ono što je već na prvi pogled vidljivo (a i jasno iz samog imena) je kako pametna mreža predstavlja *infrastrukturnu podlogu* dok je kontekst pametnog grada značajno širi. Drugim riječima, pametne mreže omogućavaju niz novih tehničkih i tehnoloških politika u smislu upravljanja i planiranja mrežom – no energetika u kontekstu pametnog grada je značajno šireg zahvata.

Za bolju ilustraciju, sljedećom slikom prikazan je grad u kojem funkcionira Internet svega (*Internet of Everything*) kao temelj pametnog grada. U tom kontekstu vidljivo je kako izvori podataka (i posljedično, po hijerarhiji znanja, izvori informacija i znanja) postaju puno širi od mrežnih inteligentnih senzora: izvor podataka su inteligentni medicinski uređaji, gradske kamere, prometnice, vozila, digitalni znakovi, svi senzori iz pametne mreže... drugim riječima, pametna mreža je dio senzora, no u pametnom gradu se u sve infrastrukturne djelatnosti pa tako i u energetiku uključuju i dostupni podaci iz drugih izvora.

Ti podaci mogu biti od izravnog značaja za energetiku: primjerice, s povećanjem udjela elektromobilnosti, promet i energetika konvergiraju u kontekstu upravljanja elektromobilnošću i korištenjem baterijskih spremnika u vozilima kroz sustave za upravljano punjenje baterija i kroz *vehicle to grid* sustave spajanja koji omogućavaju dvosmjerni tok energije [8], [9].

Nasuprot tome drugi tip podataka ima neizravan utjecaj – kroz analitički pristup temeljen na prikupljenim podacima, pristupanje kako planskim tako i operativnim zahvatima u energetske infrastrukturu može biti cilj i tempiran tako da negativni utjecaj i neraspoloživost bude što manji – dakle, tako da socijalni trošak tih zahvata bude minimalan. Primjer može biti koordinirano i konsolidirano polaganje mrežnih kabela u vrijeme kad je korištenje određenih prometnica minimalno, i automatsko djelovanje na sustave za upravljanje prometom i povezane sustave u vozilima da se pritisak na prometnicu van funkcije svede praktično na nulu.



Slika 3. Grad s implementiranim „Internetom svega“ i ilustracijom izvora podataka koji postoje u takvom gradu; izvor: IDC Government Insights

Poznavanje i praćenje ulaznih energetske karakteristika pametnog grada služi efikasnijem i bolje usmjerenom odabiru aktivnosti pametnog grada s ciljem povećanja energetske učinkovitosti, primjene OIE, smanjenje potrošnje energenata te općenitog povećanja kvalitete života stanovnika grada.

Međutim, preduvjet za to je da podaci postoje i da su dostupni. Zbog toga je dio ciljeva Centra kompetencije za pametne gradove izgradnja moderne podatkovne podloga za upravljanje energetikom u okruženju pametnog grada.

Cilj prve faze izrade podatkovne podloge je razvoj kompletne metodologije i implementacija softverske infrastrukture za integrirani odabir, prikupljanje, spremanje i analizu svih dostupnih podataka izravno vezanih za potrošnju pojedinih energenata u kućanstvima, industriji i uslužnim djelatnostima. Softverska podloga temeljit će se pritom na zajedničkoj informatičkoj infrastrukturi koju gradi Centar kompetencija, a koja je temeljena na otvorenim i jasnim standardima.

Nakon izrade baze podataka potrošnje energenata (električne energije, plina, toplinske energije, naftnih derivata, te vode) izravno slijedi mogućnost vizualizacije tih podataka u prostoru putem geografskih informacijskih sustava, te posljedična ocjena energetske karakteristike stanja grada i dijelova grada. Izgradnjom ovakve baze u platformu pametnog grada izravno se uključuju podaci iz energetske djelatnosti što ima izravne operativne koristi. U planskom smislu, sustavno praćenje podataka omogućava *praćenje učinka* mjera i intervencija, kroz izravnu usporedbu stanja prije i poslije intervencije. Drugim riječima, sustavno prikupljanje energetske podataka može pratiti životni ciklus svakog energetskog projekta i kroz životni vijek infrastrukturnih projekata u gradu, praćenje podataka služi i za kontrolu učinkovitosti primijenjenih rješenja. Na taj se način energetska infrastruktura može razvijati ciljano i stratificirano, uz posljedično povećanje učinkovitosti u upravljanju imovinom.

Pritom, je od samog početka dizajna i razvoja jedno od temeljnih načela je poštivanje privatnosti i vlasništva nad podacima: tijekom razvoja baze podataka definirat će se vlasnička struktura, razgraničenje ovlasti i zaštita podataka sa svim distributerima umreženih energenata, s posebnim naglaskom na djelatnosti koje su regulirane na državnoj razini kao infrastrukturni monopoli i nisu u nadležnosti gradskih tvrtki (primjerice, distribucija električne energije).

Potpuno u skladu sa smjerovima razvoja pametnih gradova, u narednim fazama razvoja, zahvat ove baze širit će se u horizontalnom smjeru pa će se u energetske pokazatelje moći uključiti i podaci koji na prvi pogled nisu izravno vezani za energetiku poput korištenja javnog prijevoza, zagušenja u prometu, korištenja parkirališta i slično. Također, vizija horizontalnog širenja zahvata ove baze podataka predviđa i korištenje neortodoksnih izvora podataka poput automatske analize slika, računalnog vida i podataka prikupljenih s mreže autonomnih redundantnih senzora. Na taj se način mogu prikupiti veliki skupovi podataka koji potom kroz analitiku mogu postati korisne informacije za potporu odlučivanju u energetici. Sve to postaje moguće kroz razvoj odgovarajućih programskih sučelja i standardiziranih pristupa raznorodnim skupovima podataka.

Pitanje energetske infrastrukture zadire i u promet odnosno mobilnost [10] [11]. Teme mobilnosti povezane s energetikom odnose se na mobilnost korištenjem električnih osobnih automobila, no nije ograničeno samo na tu vrstu mobilnosti. Potreba građana za energetske efikasnom mobilnošću unutar urbane sredine je u žarištu ovog dijela razvoja energetike unutar pametnog grada. Ispravan pristup je integralno pokrivanje i razvoj podrške svim oblicima mobilnosti dostupnih u urbanoj sredini, kao što su javni prijevoz, taksi, biciklistička infrastruktura, podrška shemama za dijeljenje električnih vozila i bicikala i slično. Uspješan razvoj takve multimodalne platforme za mobilnost zahtijevat će i razvoj informatičke potpore, koja je svojevrsni komplement informatičkoj podlozi za praćenje utroška energenata unutar grada. Planirana softverska infrastruktura izravno će slijediti rezultate i zaključke iz trogodišnjeg razvojnog projekta MOBINCITY: Smart Mobility in Smart City [11] (financiran kroz Sedmi okvirni program Europske unije, u razvoju od 2013. do 2016. godine). Poveznica mobilnosti s energetikom i uštedama, kao i s komplementarnom informatičkom infrastrukturom za praćenje utroška energije je očita. Efikasniji i brži sustav podrške mobilnim građanima s jedne strane ima potencijal uštede ukupnu utrošenu energiju po građaninu i po prijašnjem putu, a s druge strane ima velik potencijal uštede vremena čime izravno podiže kvalitetu života u gradu. Izgradnja ove potpore u planskom smislu pruža podršku ciljanom infrastrukturnom planiranju i razvoju prometne infrastrukture. Kroz analizu uzoraka mobilnosti (*mobility patterns*) postaje moguć efikasniji i proaktivni planski razvoj prometne infrastrukture, izravno temeljen na obradi „živih“ prikupljenih podataka.

#### 4. ZAKLJUČAK

Pametni gradovi nedvojbeno su široka tema i energetika, kao jedna od ključnih infrastrukturnih djelatnosti i ključnih pitanja u održivosti života u velikim gradovima nezaobilazan je dio te teme. Uspostavom informatičke podloge u pametnom gradu i njenim kasnijim širenjem u horizontalnom smislu, dio danas ustaljenih zatvorenih i sektorski odijeljenih paradigmi doživjet će promjene. Energetski sektor u tome nije iznimka. Širok je spektar dionika koji sudjeluju u okviru pametnog grada i jedna od ključnih stavki za razvoj i uspjeh pametnih gradova je uspješna suradnja između dionika koji prethodno nisu surađivali („horizontalna“ suradnja). Suradnja i zajednički razvoj otvorene i proširive infrastrukture je važna već u „vertikalnim“ počecima razvoja, jednako kao i kreiranje i pronalaženje prikladnih ekonomski održivih modela financiranja razvoja – što ovisi o suradnji financijskih institucija, lokalne vlasti, regulatornih tijela i potencijalnih vanjskih investitora.

Potencijalna dobit pritom je značajno veća od jednostavnog povećanja efikasnosti postojeće infrastrukture: prava vizija pametnog grada predviđa i nadgradnju i širenje podatkovne kralježnice grada, kroz pružanje javne podloge - javne infrastrukture koja će izravno uključiti i građane. Svojevrsna analogija može se povući s razvojem aplikacija za pametne telefone: aplikacije za pametne telefone doživjele su renesansu tek po uspostavi kompletne infrastrukturne „kralježnice“: nakon izgradnje mobilnih mreža sposobnih za brzi prijenos podataka, te nakon brzog razvoja pametnih telefona. Kao današnji korisnici pametnih telefona i aplikacija na njima rijetko razmišljamo o tehnologijama i informacijskoj podlozi koja ih omogućava. U budućnosti, može se očekivati slično i u pametnim gradovima: razvijena gradska infrastruktura pametnog grada poslužit će kao podloga za razvoj novih operativnih i planskih modela, novih djelatnosti i novih poslovnih modela koje se danas teško mogu predvidjeti.

#### 5. LITERATURA

- [1] I. Celino and S. Kotoulas, "Smart Cities [Guest editors' introduction]," *IEEE Internet Comput.*, vol. 17, no. 6, pp. 8–11, Nov. 2013.
- [2] H. Schaffers, N. Komninos, M. Pallot, B. Trousse, M. Nilsson, and A. Oliveira, "Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation," in *The Future Internet*, J. Domingue, A. Galis, A. Gavras, T. Zahariadis, D. Lambert, F. Cleary, P. Daras, S. Krco, H. Müller, M.-S. Li, H. Schaffers, V. Lotz, F. Alvarez, B. Stiller, S. Karnouskos, S. Avessta, and M. Nilsson, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 431–446.
- [3] "IEC - White Paper > Orchestrating infrastructure for sustainable Smart Cities." [Online]. Available: <http://www.iec.ch/whitepaper/smartcities/>. [Accessed: 16-Mar-2016].
- [4] "IDC Government Insights: Smart Cities Strategies - Factsheet - IDC\_P23432." [Online]. Available: [https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC\\_P23432](https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P23432). [Accessed: 16-Mar-2016].
- [5] "inovgrid." [Online]. Available: <http://www.inovgrid.pt/>. [Accessed: 05-Apr-2016].
- [6] J. Teixeira, "EDP Energy / Smart Grids Digitalisation Strategy," Brussels, Belgium, 24-Nov-2015.
- [7] "Smart grid cost-benefit analysis | JRC Smart Electricity Systems and Interoperability." [Online]. Available: <http://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-grid-cost-benefit-analysis>. [Accessed: 05-Apr-2016].
- [8] W. Kempton and J. Tomic, "Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy," *J. Power Sources*, vol. 144, no. 1, pp. 280–294, Jun. 2005.
- [9] A. T. Al-Awami and E. Sortomme, "Coordinating Vehicle-to-Grid Services With Energy Trading," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 3, no. 1, pp. 453–462, 2012.
- [10] N. Hatziaargyriou, J. A. Peças Lopes, F. J. Soares, D. Rua, P. M. Almeida Rocha, N. Downing, E. Bower, K. Strunz, M. Ferdowsi, E. Abbasi, and V. Lioliou, "Mobile Energy Resources in Grids of Electricity: the EU MERGE Project," presented at the submitted to the "2nd European Conference SmartGrids & E-Mobility," 2010.
- [11] "www.mobincity.eu | SMART MOBILITY IN SMART CITY." [Online]. Available: <http://www.mobincity.eu/>. [Accessed: 16-Mar-2016].