Obilježja pametnih gradova i prilike za grad Pulu

Marcan, Monika

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:184764

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet informatike

MONIKA MARCAN

Obilježja pametnih gradova i prilike za grad Pulu

Završni rad

Pula, 2020.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet informatike

MONIKA MARCAN

Obilježja pametnih gradova i prilike za grad Pulu

Završni rad

JMBAG:0303069435, redovita studentica

Studijski smjer: Informatika

Kolegij: Programsko inženjerstvo

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Informacijske i komunikacijske znanosti

Znanstvena grana: Informacijski sustavi i informatologija

Mentor: izv. prof. dr. sc. Tihomir Orehovački

Pula, 2020.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Monika Marcan, kandidat za prvostupnika informatike, ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Studentica:

Monika Marcan

U Puli, 2020. godine

IZJAVA
o korištenju autorskog djela

Ja, Monika Marcan dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „Obilježja pametnih gradova i prilike za grad Pulu“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu sa Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 2020. godine

Potpis:
Monika Marcan

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Pregled literature 2

3. Internet stvari 7

3.1. Povijest Interneta stvari 8

3.2. Način na koji IoT funkcionira 9

4. Što je pametni grad? 12

4.1. Svrha pametnog grada 12

4.2. Prikupljanje informacija 12

4.3. Pametni gradovi kao temelj budućeg razvoja 16

4.3.1. Komponente pametnih gradova 16

4.4. Pametne kuće kao komponente pametnih gradova 19

5. Primjeri primjene koncepta u svijetu 21

5.1. Masdar – prvi svjetski eko grad 21

5.2. Najpametniji grad na svijetu 24

5.2.1. Smart Nation – pametna nacija 25

5.2.2. Transportni sustav 27

5.3. Fujisawa – održivi pametni grad u Japanu 27

6. Pametni gradovi u Hrvatskoj 30

6.1. Pula kao pametan grad 31

6.2. Prilike za grad Pulu 33

7. Zaključak 36

8. Popis slika 37

9. Literatura 38

Sažetak

Internet stvari glavna je komponenta koja čini sve „pametne stvari“. Bez Interneta stvari daljnji razvoj pametnih stvari i njihova integracija u svakodnevni život ne bi bila moguća. Najjednostavnije rečeno, Internet stvari važan je za ispravno funkcioniranje pametnih gradova. Glavni je cilj pametnih gradova olakšanje/pojednostavnjenje svakodnevnog života stanovnika. Pametni se gradovi svakim danom sve više razvijaju i napreduju u tom smjeru. Gradove pametnima čini mnogo „pametnih“ čimbenika, među kojima su i pametne kuće. Svojim pametnim rješenjima pametne kuće uvelike pridonose gradskoj financijskoj uštedi. Takav primjer slijedi i grad Pula u kojem se sve više pažnja obraća na pametne stvari. Nastoji se pridonijeti većem tehnološkom napretku grada Pule tako da se sve više financija ulaže u pametna rješenja te planove za napredak i razvoj.

Ključne riječi: Internet stvari, pametni grad, pametna kuća, prilike za grad Pulu

Abstract

The Internet of Things is the main component that makes all "smart things" and without it their further development and integration into everyday life would not be possible. In short, the Internet of Things is an essential item for the proper functioning of smart cities. The main goal of smart cities is to facilitate / simplify the daily life of residents and they are increasingly developing and advancing in this direction. It is worth mentioning that smart cities are made up of many “smart” factors, and one of them is smart homes. With their smart solutions, smart homes greatly contribute to the financial savings of the city. This example is followed by the City of Pula, which is paying more and more attention to smart things and strives to contribute to greater technological progress of the City by investing more and more in smart solutions and plans for future progress and development.

Keywords: Internet of Things, smart city, smart house, opportunities for the city of Pula

1. Uvod

Ovaj završni rad bavi se opisom, karakteristikama i idejama pametnog grada. Glavna motivacija za pisanje završnog rada, čija su tema obilježja pametnih gradova i prilike za grad Pulu, jest to što razvoj tehnologije i pametnih gradova svakim danom rapidno napreduje. To je područje neiscrpan izvor novih i zanimljivih informacija, pa se zbog toga javlja interes za istraživanje i učenje na tu temu.

Treba biti svjestan da je tehnologija budućnost i da sve više stvari poprima naziv „pametno“. Prije desetak godina bilo je gotovo nemoguće zamisliti da će automobili moći voziti bez čovjekova upravljanja, a danas je to gotovo „normalno“. Pametni su se gradovi do danas toliko razvili da se stvarnost ponekad čini nemogućom.

Međutim, sve te „pametne“ stvari olakšavaju i pojednostavljuju svakodnevni život. Pametni su se gradovi razvili kako bi ljudi što jednostavnije i sigurnije živjeli te koristili obnovljive izvore energije, odnosno kako bi sa što manje ispušnih plinova zagađivali i uništavali mjesto stanovanja.

Kako bi razumjeli cijeli taj princip prvo je potrebno shvatiti elemente nužne za djelovanje bilo koje „pametne“ stvari. Jedna od tih stvari jest Internet stvari. Riječ je o konceptu koji podrazumijeva spajanje bilo kojeg uređaja na internet i/ili s drugim uređajima. Ilustrativno se Internet stvari može zamisliti kao divovska mreža koja uključuje milijardu uređaja koji prikupljaju i međusobno razmjenjuju informacije.

Sam proces urbanizacije zahvatio je većinu svjetskih gradova. To je dovelo do povećanja gustoće naseljenosti unutar gradova i potrebe za pametnim rješenjima. Prioriteti su uvijek osnovne stvari za život kao što su voda, struja i hrana. Naglasak je na smanjenju potrošnje tih resursa ili na pokušaju da se određeni resursi ponovno upotrebljavaju. Primjeri takvih pametnih rješenja jesu pročišćivači vode, solarni paneli te električni automobili.

2. Pregled literature

Pametni gradovi su novo područje koje treba istražiti. Autori Brohi, Bamiah i Brohi proveli su 2018. godine detaljno i opsežno istraživanje „Veliki podatci u pametnim gradovima“ u kojem su primjenjivali primarnu formulu metode istraživanja u okviru sustavnog mapiranja. Njihovo je istraživanje usmjereno na detaljnu analizu stručnih i znanstvenih izvora o pametnim gradovima. Utvrđeno je da su 2013. godine časopisi *IEEE Access* i *IEEE Smart CITIES* objavljivali podatke o održavanju Konferencije o pametnim gradovima. Predmet te konferencije bio je usmjeren na pametni prijevoz, pametni okoliš, pametno upravljanje, pametno zdravlje, pametnu energiju, pametno obrazovanje i pametnu sigurnost. Na temelju navedenoga predmet istraživanja usmjeren je na potencijale pametnih gradova (Brohi i sur., 2018: 2247).

Spomenute karakteristike pametnih gradova usmjerene su na veliku količinu podataka kojima raspolažu pametni gradovi. Pri tome su temeljne odrednice sustav za pozicioniranje (GPS), pametni telefoni te pametno upravljanje otpadom, prijevozom i sl. Naglasak je na pametnoj zdravstvenoj zaštiti koja olakšava nadzor u stvarnom vremenu. Naime, taj sustav funkcionira na principu prikupljanja i analize podataka sa senzorom po pacijentovu zdravlju. Sustav otkriva potencijalne zdravstvene probleme i upućuje na poduzimanje adekvatnih mjera.

Isto tako, studija je usmjerena na istraživanje ekoloških uvjeta koji mogu uvelike pomoći poboljšanju poljoprivrede i iskorjenjivanju onečišćenja. Prema autorima Brohi, Bamiah i Brohi prisustvo pametnog prijevoza usmjereno je na identificiranje novih obrazaca mobilnosti putem analiziranja podataka u stvarnom vremenu prikupljenih putem uređaja u vozilu, pametnih semafora, pametnih telefona i drugih komunikacijskih uređaja za smanjenje zagušenja i prometnih nezgoda (Brohi i sur., 2018: 2247).

Pametno obrazovanje podrazumijeva analizu velikih podataka koji omogućuju praktično korištenje i otkrivanje osnovnih metoda za poboljšanje učenja. Pametno upravljanje namijenjeno je vladi i usmjereno je na identificiranje zabrinutosti građana vezano za socijalnu skrb, obrazovanje, stanovanje i sl. Sve navedeno širi pametnu energiju koja omogućuje vladi nadgledanje razine potrošnje energije. S obzirom na to da je sigurnost problem suvremenog doba, pametni su gradovi usmjereni i na

pametnu sigurnost koja pomaže u predviđanju prirodnih katastrofa poput poplava, potresa, zagađenja itd.

Tijekom provođenja studije Brohi, Bamiah i Brohi utvrdili su kako se pretraživanjem publikacija uz pomoć pretraživača kao što su IEEE Xplore, Springer Link, ACM Digital Library, Web znanost, Scous, Google Scholar itd. dolazi do istraživanja koja su do sada provedena i koja se temelje na časopisima i konferencijskim publikacijama, a koji su već uspoređeni s drugim sličnim izvorima i recenzirani. U fokusu ovog kritičnog osvrta jest pretraga Google Scholar (Google Znalac), a prikupljeni izvori ukazuju na to kako su pametni gradovi novo interdisciplinarno područje koje zahtijeva posebno istraživanje, primjenu statističkih metoda, analitiku teksta i podataka, pametnu inteligenciju te donošenje automatiziranih odluka (Brohi i sur., 2018: 2250).

Istraživanje autora Moustaka, Vakali i Anthopoulos koja je također provedeno 2018. godine ukazuje na to kako pametni gradovi postaju vrlo sofisticirani ekosustavi u kojima su inovativna rješenja i pametne usluge raspoređene. Pametni gradovi kao sofisticirani ekosustavi mogu razmjenjivati podatke, postavljati nove izazove, procjenjivati učinak dotadašnjih pametnih odluka itd. Drugim riječima, pametni su gradovi industrije s vodećom ulogom informacijsko-komunikacije tehnologije koja ujedno definira novo tržište za koje se procjenjuje da će postati dominantno do 2030. godine. Znanstvenici su usmjereni na istraživanje područja poput pametnog inženjerstva, informacijsko-komunikacijske tehnologije, pametne etike i sl. Tome valja dodati i činjenicu kako je Međunarodna organizacija za standarde glede pametnih gradova usmjerena na pružanje alternativnih definicija, konceptualnih metoda i arhitekture za pametne gradove. Osnovna je uloga pametnih gradova prepoznavanje pametnog i održivog razvoja u pametnim gradovima koji služe kao sredstvo za poboljšanje kvalitete života, učinkovitosti urbanog rada i usluga te konkurentnosti. Takvim pristupom pametni gradovi poboljšavaju uvjete života za sadašnje i buduće generacije.

Također je važno istaknuti kako pametni gradovi imaju definirane indekse koji se mogu mjeriti urbanom inteligencijom, a koji počivaju na pametnoj ekonomiji, pametnoj mobilnosti, pametnom okolišu, pametnom životu i pametnom upravljanju. Na temelju istaknutoga može se zaključiti da su pametni gradovi višeslojne cjeline za

koje je potrebna posebno dizajnirana arhitektura koja podržava pametne usluge. Te usluge podrazumijevaju nadogradnju tipične gradske komunalne usluge poput vode, energije i plina, ali i poboljšanja sadržaja (optimalna sredstva za prijevoz) i druge vrste usluga kao što su zdravstvo, obrazovanje i turizam.

Pametni gradovi proizvode velike količine podataka koje neprestano evoluiraju, a ti se podatci obrađuju senzorima, uređajima, aplikacijama te društvenim i digitalnim platformama. Učinkovito i pažljivo rukovanje informacijama od presudne je važnosti za poboljšanje pametnih gradova te njihovu zaštitu i dinamiku.

Moustaka i suranici navode da velika količina gradova koju obrađuju pametni gradovi ima vrijednost imovine, a ona se obrađuje u okviru podatkovne ekonomije. U tom kontekstu treba istaknuti kako se dobiveni podatci obrađuju i analiziraju s ciljem unapređivanja budućnosti pametnih gradova. Prikupljeni podatci u pametnim gradovima utječu na više usluga u različitim interdisciplinarnim domenama kao što su pametni prijevoz te učinkovitost resursa i usluga utemeljenih na mnoštvu izvora. Autori kao primjer navode upravljanje prometom, a za njihov je rad potrebno temeljito korištenje podataka u stvarnom vremenu.

Važan segment pametnih gradova jesu i usluge inteligentnog transportnog sustava. U tom kontekstu treba istaknuti kako su rezultati nedavnog istraživanja inteligentnog transportnog sustava pokazali da je 4,9 milijardi objekata u 2018. godini bilo povezano u tom segmentu, dok je u 2020. godini bilo povezano čak 50 milijardi objekata. Statistički podatci ukazuju na to da se 1,8 milijardi povezanih objekata nalazilo u domeni pametnih gradova u 2015. godini, dok se u 2018. godini taj broj povećao na više od 3,3 milijarde objekata. Predviđa se kako će ti podatci nuditi neograničene mogućnosti za stjecanje dubokih uvida u pametne gradove. Potpuni potencijal pametnih gradova još uvijek nije iskorišten, ali stručnjaci u Amsterdamu, Dublinu, Singapuru, Chicagu i Los Angelesu ističu važnost prepoznavanja urbanih podataka u njihovim gradovima, a te podatke nastoje usmjeriti na cikličko i nadzorno upravljanje pametnih gradova.

S obzirom na brojne definicije pametnih gradova pokrenut je standardizirani koncept faze razvoja pametnih gradova te standardizacija radnih skupina koje definiraju model za donošenje koncepta pametnih gradova odgovarajućim dionicama poput vlade, zajednice, tehnoloških tvrtki, pružatelj usluga, programera itd.

Važno je istaknuti i normu ISO 37120 kojom se uvodi nekoliko standardnih mjerila urbanih performansi, a koje se mjere na temelju prikupljanja podataka iz nekoliko alternativnih izvora. Tom se normom prepoznaje važnost podataka kao bitnog čimbenika pametnih grafova. British Standard Institution pametne gradove doživljava kao sustave koji se sastoje od nekoliko podsustava, tzv. infrastruktura i usluga koje se temelje na sektorima, gdje se podatci proizvode i prikupljaju putem različitih senzora.

Pametni su gradovi postali stvarni podatkovni mehanizmi koji neprestano proizvode i troše podatke. Karakteristika je pametnih gradova velika količina senzora, mobilne opreme i aplikacija koje djeluju kao izvor podataka koji bilježi višestruke svakodnevne aktivnosti te proizvodi velike razmjere heterogenih skupova podataka. Ti se podatci proizvode izravno tijekom svakodnevnih aktivnosti na temelju pametnih uređaja i aplikacija te se prikupljaju senzorima koji mogu biti fiksni i prijenosni. Diferencijacija izvora podataka pametnih gradova obično uključuje dvije glavne razine podrijetla podataka kao što su:

- izrada internetskih podataka prikupljenih putem senzora i aktuatora ugrađenih u predmete povezane žičnim i bežičnim mrežama
- proizvodnja podataka osjetljivih na gužvu koja proizlazi iz skupa podataka definiranog kao „gomile“, a koji se koriste za dobivanje potrebnih usluga, sadržaja te ideja povezanih s pametnim gradovima.

Kritičkim osvrtom i analizom spomenutih istraživanja može se zaključiti da su pametni gradovi novo, interdisciplinarno područje koje je predmet proučavanja brojnih stručnjaka, autora i znanstvenika. Svi su autori u svojim istraživanjima pretežno koristili dostupne *online* izvore koje su pronašli putem internetskih platformi (Moustaka i sur., 2018: 216).

Prema Moustaki i suradnicima (2018) pametni gradovi postaju vrlo sofisticirani ekosustav koji ima inovativna rješenja za prikupljanje velike količine podataka. Od svojih početaka pa sve do danas pametni gradovi su se značajno mijenjali, a od 1990. godine provodi se neometani razvoj digitalne tehnologije na temelju koje pametni gradovi funkcioniraju.

Analizom predmetne literature zaključuje se kako svi autori navode iste karakteristike pametnih gradova, odnosno navode kako pametni gradovi posjeduju ogromnu količinu podataka koji se prikupljaju putem različitih senzora i aplikacija te se objedinjuju kao informacije od velike važnosti za funkcioniranje pametnih gradova. Nadalje, karakteristika pametnih gradova jesu sustavi pametnog zdravstva, pametnog obrazovanja, pametnog prometa i sl. Pametno zdravstvo izuzetno je važan segment, a temelji se na prikupljanju podataka o pacijentu pri samom kontaktu s njime. Ono daje informacije o zdravstvenom stanju pacijenta i mjere koje treba poduzeti za njegovo ozdravljenje. Pametno školstvo je također važan segment pametnih gradova, a usmjereno je na prikupljanje podataka o učenicima preko aplikacija i senzora te obradu tih podataka s ciljem poboljšanja učenja i stjecanja znanja. Pametni promet temelji se na prikupljanju podataka o mogućim prometnim nezgodama i sl. Isto tako, bitan segment pametnog sustava predstavlja moguće previđanje prirodnih katastrofa kao što su potresi, poplave, uragani i slično.

Pametni gradovi funkcioniraju na principu informacijsko-komunikacijske tehnologije. Predviđa se da će do 2030. godine pametni gradovi dosegnuti svoj vrhunac, odnosno da će mobilna telefonija, aplikacije i senzori koji prikupljaju velike količine podataka postati toliko napredni da će predviđati i druge stvari, poput odabira proizvoda prilikom kupnje.

3. Internet stvari

Moderan način života usmjerava pojedinca na 24-satnu povezanost sa suvremenim svijetom. Pojam Internet stvari pojavio se gotovo četrdeset godina nakon pojave „mreže svih mreža“. Drugim riječima, internet sadrži mnoštvo aplikacija i protokola izgrađenih na vrhu mreže računala (Alam i sur., 2020: 3).

IoT je koncept koji podrazumijeva spajanje bilo kojeg uređaja na internet i/ili s drugim uređajima. Ilustrativno se može zamisliti kao divovska mreža koja uključuje milijardu uređaja koji prikupljaju i razmjenjuju informacije. Takvi uređaji imaju novu razinu digitalne inteligencije koja im omogućuje komuniciranje i razmjenu podataka u realnom vremenu bez ljudske uključenosti u tu komunikaciju.

Kupaonica opremljena pametnim uređajima pomoći će pri uštedi vode. Sustav će smanjiti pritisak na slavinu pri brijanju ili pranju zuba i pružit će punu snagu pri tuširanju ili kupanju. U Japanu i Kini već su razvijeni pametni toaleti koji mogu provoditi testove za praćenje zdravlja vlasnika, primjerice, za otkrivanje dijabetesa ili određivanje rizične skupine.

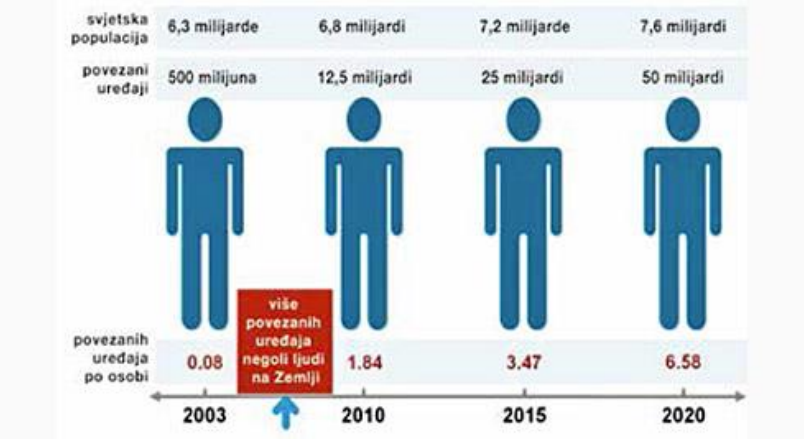
Sljedeće područje korištenja Interneta stvari jesu sustavi za nadzor voznog parka koji pridonose uštedi financija tvrtkama. Instalacija nekoliko senzora i navigacijske opreme GPS-a eliminira zlouporabu službenih vozila (krađu goriva i sl.). Takav je sustav sposoban kontrolirati svako kretanje vozača: rutu kretanja, prijeđeni put, mjesta za punjenje vozila gorivom, količinu punjenog i potrošenog goriva, parkiranje i njegovo trajanje te poštivanje ograničenja brzine. Sve što se događa na ulicama gradova snima se pomoću video kamera postavljenih gotovo posvuda.

U budućnosti se može očekivati da će se videozapisi sa svih tih uređaja automatski prenositi u oblake i analizirati pomoću super računala. Umjetna inteligencija osposobljena za prepoznavanje lica moći će trenutno prepoznati tražene kriminalce u masi i prenijeti informacije o njihovom nalazištu najbližoj policijskoj upravi. Neuronske mreže moći će identificirati ilegalne radnje, utvrditi identitet sudionika i spremiti sve povezane videozapise – u slučaju potrebe dokaza.

3.1. Povijest Interneta stvari

IoT je kao i mnogi drugi znanstveni koncepti nastao na Institutu za tehnologiju Massachusetts (engl. *Massachusetts Institute of Technology* – MIT). Na MIT-u je 1999. godine osnovan Auto-ID centar koji je bio usredotočen na RFID i nove senzorske tehnologije. Za njega je koncept i termin prvi formulirao osnivač istraživačke skupine Kevin Ashton na prezentaciji tvrtke Procter & Gamble. Na toj se prezentaciji uvidjelo na koji bi način uvođenje RFID oznaka moglo transformirati korporativni sustav upravljanja lancem opskrbe.

Godine 2003. na Zemlji je živjelo oko 6,3 milijarde ljudi, a na internet je bilo povezano 500 milijuna uređaja. Ako se broj uređaja povezanih na internet podijeli s ukupnom svjetskom populacijom, vidljivo je da je svaka osoba na Zemlji te godine imala 0,08 uređaja, kako je prikazano na slici 1. Prema definiciji Cisco IBSG-a IoT nije postojao sve do 2004. godine, a pametni telefoni tek su ulazili na tržište (Lueth, 2014).



Slika 1: Prikaz povezanih uređaja po osobi (Evans, 2011)

Godine 2004. znanstveni časopis *Scientific American* objavio je članak na temu IoT-a. U tom je članku prikazana ilustracija iz koje je vidljivo kako kućanski uređaji (budilica, klimatizacija), kućni sustavi (vrtni sustav za navodnjavanje, sigurnosni sustav, rasvjetni sustav), senzori (senzori topline, svjetlosti i pokreta) i razne „stvari“ (primjerice, lijekovi opremljeni identifikacijskom oznakom) međusobno komuniciraju putem komunikacijskih mreža (infracrvene mreže, bežične mreže, napajanja i slabe struje) te omogućuju potpuno automatsko izvršavanje procesa (uključivanje aparata za kavu, promjene osvjetljenja, podsjetnika za uzimanje lijekova, održavanje

temperature, zalijevanje vrta, uštedu energije). Predstavljene mogućnosti za automatizaciju kuće same po sebi nisu bile nove, ali je u članku naglasak bio na kombiniranju uređaja i „stvari“ u jedinstvenu računalnu mrežu koju opslužuju internetski protokoli.

U 2010. godini je zbog brzog širenja pametnih telefona i tableta broj povezanih uređaja porastao na 12,5 milijardi, dok je svjetska populacija iznosila 6,8 milijardi. Dakle, prvi put u povijesti postojalo je više povezanih uređaja po osobi (1,84 uređaja po glavi stanovnika). Nakon preciziranja tih brojeva istraživači Cisco IBSG-a zaključili su da je IoT „nastao“ između 2008. i 2009. godine. Ciscovi analitičari to razdoblje smatraju stvarnim nastankom IoT-a jer je, prema njihovom viđenju, u tom razdoblju broj uređaja povezanih na globalnu mrežu premašio populaciju Zemlje, čime je „Internet of people“ postao „Internet of things“ (Rouse, bez dat.).

3.2. Način na koji IoT funkcionira

Stvari koje se mogu ubrojati pod IoT su beskrajne. Međutim, moraju sadržavati određene komponente koje omogućuju pravilno funkcioniranje. Komponente su sljedeće:

Senzori: Da bi se mogli prikupiti i obraditi određeni podatci iz okruženja potrebni su senzori. Oni mjere pojave ili promjene u okolini. Vrsta podataka ovisi o samoj namjeni uređaja.

Povezivanje i identifikacija: Da bi sami podatci koji su prikupljeni senzorima imali neku svrhu, moraju se poslati s uređaja na ostatak IoT sustava (računalo ili neki drugi uređaj). Uređaj na koji se šalju podatci treba imati jedinstvenu prisutnost na internetu koja se može identificirati. U trenutku povezivanja s IoT-om svaki će se uređaj trebati identificirati. Kao sredstvo identifikacije mogu se koristiti razni vizualno prepoznatljivi identifikatori – crtični kodovi i QR kodovi (primjer kodova prikazan je na slikama 2. i 3.) te sredstva za lociranje predmeta u stvarnom vremenu. Izuzetno je važno osigurati jedinstvenost svakog identifikatora koji izravno upućuje na stvaranje standarda u tom području. Danas se za to tradicionalno koristi MAC adresa mrežnog adaptera. MAC adresa jedinstveni je hardverski alfanumerički broj koji proizvođač trajno dodjeljuje svakom proizvedenom mrežnom uređaju: mrežnim karticama, usmjerivačima, Wi-Fi adapterima i drugima. To se događa u fazi proizvodnje – MAC adresa je ušivena izravno u sam mrežni uređaj te se ne može mijenjati.



Slika 2: Crtični barkod (vlastiti rad)



Slika 3: QR kod (vlastiti rad)

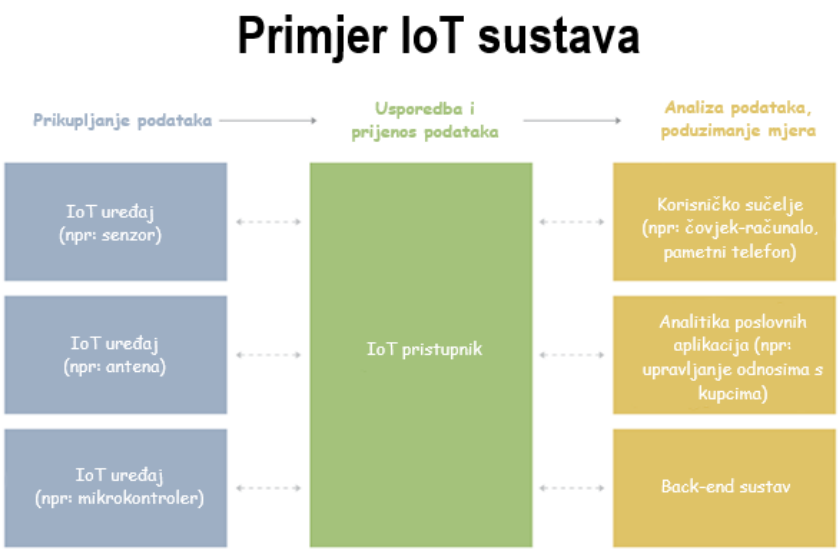
Aktuator: na temelju podataka prikupljenih senzorima i iz povratnih informacija s mreže IoT uređaji trebali bi moći djelovati za određene radnje te obavljati osnovne funkcije bez čovjekova djelovanja (Anna, 2019.). Primjerice, dvorišna vrata mogu se automatski otvoriti ili zatvoriti na temelju podataka prikupljenih senzorima.

IoT pristupnik: služi kao poveznica između podataka i oblaka. Omogućuje da svi potrebni podatci stignu do oblaka te filtrira nepotrebne podatke. Također služi kao „prevoditelj“ različitih protokola u samo jedan standardni protokol. Spektar mogućih tehnologija prijenosa podataka obuhvaća sva moguća sredstva bežičnih i žičanih mreža. U današnje je vrijeme standard IEEE 802.15.4 najzanimljiviji standard na području bežičnog prijenosa. Taj standard pruža maksimalnu jednostavnost instalacije i naknadnog održavanja. Na toj su osnovi izgrađeni mnogi protokoli, a svaki od njih može postati budućnost IoT-a. Među žičanim tehnologijama u razvoju IoT-a važnu ulogu igra PLC (engl. *power line communication*). To je tehnologija izgradnje dalekovoda za pametne stvari koji trebaju napajanje (bankomati, pametna brojila, kontroleri svjetline, automati itd.).

Oblak: u oblaku se pohranjuju svi prikupljeni podatci iz različitih uređaja. Sam softver ima pristup oblaku kako bi mogao nesmetano obrađivati podatke. Pohranjivanje i obrada u oblaku uvelike olakšava posao računalima.

Korisničko sučelje: komunicira s korisnicima, prikazuje podatke koje uređaji prikupljaju te omogućuje korisnicima izvršenje potrebnih naredbi.

Cijeli sustav prikazan je na slici 4.



Slika 4: Skica sustava Internet stvari (Rouse, bez dat.)

IoT će na svojem putu razvoja naići na probleme te će u bliskoj budućnosti biti potrebno riješiti dva najvažnija problema. Razvoj jedinstvenog jezika trebao bi olakšati komunikaciju između senzora i uređaja. Bez toga međusobna komunikacija jednostavno nije moguća. Drugi je problem razvoj jedinstvenih standarda u tom području. Bez njihovog stvaranja međusobno povezivanje mreža postaje nemoguće.

Zaštita podataka ključna je u cijeloj priči. Ako nova mreža nije potpuno sigurna, nitko je neće koristiti. Primjerice, nitko zasigurno ne želi da njegove pametne papuče provalnicima prikažu vrijeme kada odlaze u krevet ili na posao. Uz to, upotreba bežične tehnologije za komunikaciju između pojedinih uređaja kriminalcima može pružiti beskrajne mogućnosti. Stoga je vrlo važan razvoj prikladnih metoda za zaštitu informacija.

4. Što je pametni grad?

„Pametni grad“ u ovom trenutku nije samo skup visokotehnoloških elemenata, ni život okružen robotima i automatiziranim informacijskim sustavima, već svojevrsna sinergija tehnologije i prirode. Glavni je cilj usklađivanje tehnologije i prirode kako bi se stvorilo ugodno okruženje za život modernog društva.

Pametni grad koncept je integracije informacijskih i komunikacijskih tehnologija za upravljanje gradskom imovinom. Takvi su gradovi osmišljeni kako bi život ljudi učinili boljim i prikladnijim: povećali razinu udobnosti, kvalitetu i učinkovitost usluga te smanjili troškove i potrošnju resursa. Dio komponenta pametnog grada prikazan je na slici 5.



Slika 5: Komponente pametnog grada (Sorri, 2019)

4.1. Svrha pametnog grada

Svrha je pametnog grada sljedeća:

1) prikupljanje i prijenos podataka predstavnicima uprave
2) uspostavljanje povratnih veza i informacija između uprave i građana te poboljšanje okoliša.

Svijet postaje visoko urbaniziran, što rezultira brojnim problemima u stvaranju ugodnih životnih uvjeta u megalopolisima. Gradovi postaju gušće naseljeni. Prema podatcima Odjela za stanovništvo UN-a u posljednjih 50 godina gustoća naseljenosti

na svijetu se gotovo udvostručila. Točnije, tijekom pola stoljeća udio urbanih stanovnika u svijetu narastao je s 36,7 na 54,7 % od ukupnog broja stanovnika. Na kraju 2018. godine na svijetu je već bilo 4,2 milijarde gradskog stanovništva. Uz tako visoku stopu urbanizacije opterećenje gradskih službi često je preveliko te ujedno teško za praćenje i održavanje. Kako bi se svi ti problemi lakše riješili izumljen je koncept „pametnog grada“ (Ritchie, 2018). Cilj je tog koncepta poboljšati učinkovitost svih gradskih usluga. Koncept je postao prilično raširen: trenutno se Smart City projekt provodi u 2500 gradova širom svijeta.

Danas se diljem svijeta razvijaju desetci aplikacija koje gradskim vlastima pomažu u izravnoj komunikaciji sa zajednicama te u nadziranju događaja u gradu i razvoja grada. U stvarnom vremenu obrađuju se i analiziraju podatci gradskog stanovništva i posebnih uređaja prikupljenih korištenjem senzora.

Tako odmah postaje jasno gdje i kako je točno moguće povećati učinkovitost gradskih usluga, upravljati gradskom prometnom mrežom, racionalno koristiti energetske resurse, ekonomično zbrinjavati otpad, pa čak i razvijati inovativnu poljoprivredu u gradu.

Teško je dati jasnu definiciju pametnog grad.a Općenito, bi to bio sustav u kojem se postojeći resursi gradskih službi koriste na najbolji mogući način te se osigurava maksimalna sigurnost gradskog života. To zahtijeva usku povezanost projekata pametnih gradova (video nadzor, vladine usluge, inteligentni prometni sustav itd.) na gradskoj ili regionalnoj razini.

Na temelju navedenoga za učinkovit rad pametnog grada potreban je duboko integrirani sustav koji se sastoji od mnogih podsustava. Nema smisla djelomično provoditi takve projekte. Potrebno je razviti opći koncept pametnog grada koji će uzimati u obzir trenutne potrebe različitih gradskih usluga i izglede za razvoj, uzimajući u obzir sve vanjske čimbenike. Stoga projekti pametnog grada zahtijevaju integrirani pristup, što je glavna poteškoća u provedbi koncepta.

Koncept je vrlo relevantan sa stajališta globalnih planova UN-a: jedan od ciljeva održivog razvoja do 2030. godine. Na 70. zasjedanju Generalne skupštine UN-a koja je bila posvećena gradovima i ljudskim naseljima bilo je navedeno da bi grad trebao:

1) Ostati produktivan: ljudi moraju pronaći pristojan posao u gradovima, poduzeća u gradovima mogu učinkovito proizvoditi i trgovati, a to zahtijeva uspješnu infrastrukturu, što znači da su potrebni mreža cesta, javni prijevoz, energija, vodoopskrba i kanalizacija, sustavi za recikliranje otpada, učinkoviti pravosudni sustav za izvršenje ugovora i drugi elementi.

2) Osigurati socijalnu uključenost: grad ne bi trebao biti mjesto koje povećava jaz između bogatih i siromašnih. Učinkovito urbano planiranje i politika trebali bi graditi gradove u kojima ljudi različitih rasa, klasa i etničkih skupina djeluju produktivno, žive mirno i s visokim stupnjem socijalne mobilnosti i povjerenja.

3) Biti ekološki održiv: zbog velike gustoće naseljenosti gradovi su ranjivi u uvjetima okoliša. Stoga gradovi moraju provoditi dvije vrste ekoloških aktivnosti: smanjenje ekološkog otiska te osigurati otpornost na promjene uvjeta okoliša.

Dakle, koncept pametnog grada pretpostavlja određenu ravnotežu između visoko učinkovitih suvremenih tehnologija, ekološke prihvatljivosti i ugodnih životnih uvjeta u jednakim pravima i mogućnostima za sve kategorije građana, promatrajući njihove potrebe i uzimajući u obzir povratne informacije. Blagodati pametnog grada leže u poboljšanju životnog standarda građana i smanjenju troškova radnih procesa automatiziranjem aktivnosti koje ne zahtijevaju analitičke vještine. Štoviše, svaki grad koristi individualni skup tehnologija i fokusira se na najtraženiji smjer razvoja, ovisno o potrebama određene zajednice. Međutim, stručnjaci se slažu da su glavni izvor upravljanja pametnim gradovima podatci o stanovništvu. Digitalni gradovi neprestano poboljšavaju svoje funkcije kontinuiranom obradom i ažuriranjem informacija.

4.2. Prikupljanje informacija

Integrirani senzori prikupljaju informacije izravno od stanovnika grada putem elektroničkih uređaja. Nakon analize prikupljenih podataka vrši se optimizacija za rješavanje neučinkovitosti.

Prema Institutu za naprednu tehnologiju i komunikacije pametni grad je sustav koji koristi informacijske tehnologije koje se temelje na analizi podataka za pružanje usluga za upravljanje prirodnim, energetskim i urbanim resursima, pridonoseći

održivom gospodarskom razvoju i osiguravajući visoki životni standard. Pametni grad uključuje široku upotrebu informacijskih i telekomunikacijskih tehnologija u svim područjima gradskog upravljanja, uključujući promet, stambene i komunalne usluge, sigurnost, zdravstvenu zaštitu, ekologiju, gospodarstvo, obrazovanje, turizam itd.

Pojam pametni grad odnosi se na analizu podataka iz raznih urbanih sustava neophodnih za donošenje upravljačkih odluka, održivi gospodarski razvoj i osiguravanje visoke distribucije privatnih dobara i usluga, što omogućuje održavanje određene razine kvalitete potrošačkog tržišta. Javne vlasti zauzvrat nastoje smanjiti troškove i povećati produktivnost usvajanjem sličnih pristupa u pružanju javnih usluga građanima.

Međutim, koncept „pametnog grada“ daleko nadilazi tržišni odnos između građana i pružatelja usluga. Načela tog pristupa omogućuju i potiču građane da postanu aktivniji članovi zajednice, odnosno predlažu njihovo sudjelovanje u obliku pružanja povratnih informacija o kvaliteti usluga, stanju na cestama i okolišu. Istovremeno, građani postaju sudionici održivijeg i zdravijeg načina života te pokazuju više inicijative u društvenim aktivnostima. Osim toga, ljudi trebaju posao, a pametni gradovi privlačna su mjesta za život, rad, ali i posjete turista.

Pet je ključnih aspekata pametnih pristupa utemeljenih na informacijama:
1) moderna digitalna infrastruktura, u kombinaciji sa sigurnim, ali besplatnim pristupom javnim podatcima za višekratnu upotrebu koja građanima omogućuje dobivanje potrebnih informacija u bilo kojem trenutku
2) prepoznavanje poboljšanja pružanja usluga usredotočenjem na građane: to uključuje isticanje potreba građana, dijeljenje upravljačkih informacija radi pružanja dosljedne usluge umjesto pojedinačnog rada više izoliranih servisnih točaka (primjerice, učinkovitije dijeljenje informacija o promjenama adrese) i uvođenje internetske dostave usluga gdje god je to moguće (uz malu naknadu)
3) inteligentna fizička infrastruktura („pametni“ sustavi ili Internet stvari) koja pružateljima usluga omogućuje svakodnevnu upotrebu niza podataka za njihovo pružanje i informiranje o strateškim mogućnostima ulaganja u zajednicu (primjerice, prikupljanje i analizu podataka o radu javnog prijevoza)
4) otvorenost za proučavanje iskustva drugih i eksperimentiranje s novim pristupima i novim poslovnim modelima

5) transparentnost rezultata/izvedbe (primjerice, nadzorne ploče gradskih službi kako bi građanima omogućili usporedbu i procjenu njihove izvedbe u institucijama i područjima).

4.3. Pametni gradovi kao temelj budućeg razvoja

Urbanizacija i ekonomski razvoj dva su međusobno povezana aspekta koja karakteriziraju život moderne civilizacije. Predviđena razina urbanizacije svjetskog stanovništva do 2030. godine iznosi 60 %, a do 2050. godine 70 do 75 %. Usporedbe radi, 1800. godine bilo je urbanizirano samo 2 % svjetske populacije, do 1900. godine 13 %, a 2000. godine 47 %, dok je 2008. godine bilo urbanizirano više od 50 % svjetske populacije. Gotovo sav predviđeni rast bit će u zemljama u razvoju jer te države nastoje držati korak sa zapadnom Europom i Sjevernom Amerikom. Prema opsežnoj studiji globalnih gradova koju je proveo Globalni institut McKinsey 80 % globalnog BDP-a generira se u gradovima, od čega 50 % u 380 većih gradova u razvijenom svijetu, a 10 % u 220 najvećih gradova u svijetu u razvoju. Godine 2025. tih 600 gradova i dalje će generirati 60 % rasta BDP-a, ali sastav popisa gradova dramatično će se promijeniti s vektorom na istoku. Procjenjuje se da će 100 mjesta na toj ljestvici zauzeti gradovi iz Kine, gdje će urbano stanovništvo narasti za 200 milijuna te premašiti 800 milijuna.

Oko 235 milijuna kućanstava koja zarađuju više od 20 000 američkih dolara godišnje (uz paritet kupovne moći, tj. uzimajući u obzir različite životne troškove) živjet će u gradovima s ekonomijama u usponu, u usporedbi s 210 milijuna kućanstava u gradovima u razvijenim regijama. Taj rast globalne urbane srednje klase, s odgovarajućim visokim očekivanjima o kvaliteti javnih usluga, urbane infrastrukture i okoliša, uvelike će utjecati na tržište pametnih gradova.

4.3.1. Komponente pametnih gradova

Većina istraživača slaže se oko temeljnih elemenata koncepta pametnog grada. Savjetodavna agencija Navigant Research u generaliziranom obliku identificira šest glavnih komponenti „pametnog“ grada (koje su prikazane na slici 6.):

1) Smart Economy – „čimbenici koje pametna ekonomija treba uključivati su poduzetništvo, inovacije, zaštitni znakovi, fleksibilnost tržišta rada, produktivnost, integracija na međunarodno tržište itd.“ (Ejaz i Anpalagan, 2018: 3).
2) Smart Water – upravljanje vodama: modernizacija vodnih sustava, praćenje potrošnje, sigurnosni sustavi zaštite okoliša i upravljanje poplavama.
3) Smart Building – zgrade u kojima su svi inženjerski i informacijski sustavi integrirani u jedinstveni sustav upravljanja (engl. *building management system* - BMS). Zahvaljujući tome moguća je međusustavna interakcija. Primjerice, priprema sustava grijanja zgrade za početak radnog dana, kontrola snage ventilacijske jedinice ovisno o temperaturi, broju ljudi u sobi i kvaliteti zraka, automatsko prebacivanje u način uštede energije kada u zgradi nema ljudi itd.
4) Smart Government – uporaba informacijske tehnologije za pružanje javnih usluga širokom krugu ljudi i optimizaciju rada različitih odjela.
5) Smart Mobility – inteligentni transportni i logistički sustavi, odnosno kontrola prometa, naplata cestarine, pravovremeno reagiranje, pametno parkiranje i integrirano upravljanje semaforima, izgradnja „pametnih“ logističkih mreža i sl.



Slika 6: Komponente pametnog grada (Vilas, 2020)

Mogu se izdvojiti neke uže komponente sustava pametnog grada:

1) video nadzor i fotografsko snimanje
2) inteligentni transportni sustavi (ITS)
3) objedinjeni sustav hitnih poziva (primjer je sustav 112)
4) objedinjena nadzorna služba i situacijski centri
5) Internet stvari (IoT).

Ti alati za prikupljanje i analizu informacija koriste se za poboljšanje funkcioniranja prometnog sustava, medicine, industrije, socijalne sfere i ostalih sektora koji čine digitalni model grada.

Svjetska praksa omogućuje da se izdvoje tri uvjetne faze formiranja pametnih gradova, što odražava promjenu ključnih tehnologija i vrsta projekata koji se provode. Kratke karakteristike analizirane su u nastavku:

SMART CITY 1.0 grad je tehnološki orijentiran. Karakterizira ga uporaba tehnologije za povećanje stabilnosti, održivosti i upravljivosti. Fizička infrastruktura se elektrificira, uvode se izolirana IT rješenja i formira se poluautomatizirana infrastruktura. Glavni su sudionici tvrtke koje pružaju tehnološka rješenja i usluge.

SMART CITY 2.0 grad je visoke tehnologije. Obilježja su primjena tehnologije za poboljšanje kvalitete života i rješavanje problema u području zdravstva, prijevoza, okoliša i ekologije. Primarna digitalna infrastruktura pametnog grada formira se uvođenjem tehnologija Internet of Things, 3G/4G te širokopojasnog i mobilnog pristupa internetu. Sami tijek razvitka grada prepušten je gradskim vlastima, a stanovnici su uključeni na ograničeni način.

SMART CITY 3.0 jest izuzetno inteligentan integrirani grad. Karakterizira ga kombinacija tehnologija koje potiču razvoj socijalne uključenosti i poduzetništva. Pojava naprednih digitalnih usluga (digitalna transformacija sektora) i formiranje potpuno integrirane inteligentne infrastrukture koja omogućuje prikupljanje i analitiku podataka u stvarnom vremenu te upravljanje svim procesima u svim područjima infrastrukture. Postoji preorijentacija urbanih procesa u odnosu na protoke podataka. Takav

jedinstveni ekosustav promiče angažman građana čineći ih sudionicima u razvoj vlastitog grada.

Sam koncept pametnog grada nije do kraja definiran. Točnije, mobilan je i promjenjiv, baš kao i tehnologije koje se koriste u njegovoj provedbi. Različiti istraživači nude svoje verzije dijelova koncepta. Ne postoji precizna i ujednačena definicija te odobreni sastav elemenata svojstvenih „pametnom gradu“. Oni se mogu razlikovati ovisno o uvjetima okoliša i potrebama svake određene urbane zajednice.

Međutim, bitno je napomenuti da različite zemlje, vodeće međunarodne organizacije i tvrtke dijele viziju koncepta pametnog grada. Prema toj viziji grad:

1) postaje stabilan i fleksibilan
2) uključuje javnost, njeguje dijalog između vlasti i stanovništva, primjenjuje metode zajedničkog vođenja
3) radi na sjecištu različitih sfera života i urbanih podsustava
4) učinkovito koristi prikupljene podatke
5) ima za svrhu unaprijediti životni standard stanovnika i svih ostalih sudionika.

4.4. Pametne kuće kao komponente pametnih gradova

Koncept pametne kuće može ne samo poboljšati troškove i učinkovitost ljudi koji grade i projektiraju kuću, već i ljudi koji u njoj žive. Danas postoje razni načini da pojedinac sam unaprijedi svoju kuću. Uz minimalne troškove pojedinac može promijeniti ili staviti adaptere na utičnice te tako može kontrolirati razne kućanske aparate pomoću mobilne aplikacije, kao što je prikazano na slici 7.



Slika 7: Ilustracija aplikacije kojom se upravlja pametnom kućom („Smart house“, 2014)

Također može klasičnu bravu zamijeniti pametnom koja se može otključavati pomoću aplikacije ili otiska prsta. Ako se svemu tome doda još jedan uređaj kao što je AmazonEcho (virtualni asistent koji naredbe pretvara u radnje), može se sve zajedno povezati tako da se glasovnim naredbama upravlja uređajima u kući.

5. Primjeri primjene koncepta u svijetu

Kako bi se jasnije mogao prikazati pametni grad u nastavku se analizira nekoliko primjera. Masdar je idealni i za sada jedini primjer samoodrživog eko grada. Treba spomenuti i Singapur koji je 2019. godine izabran za najpametniji grad na svijetu.

5.1. Masdar – prvi svjetski eko grad

Originalni i futuristički projekt eko naselja Masdar (što na arapskom jeziku znači „izvor“) razvijen je u Ujedinjenim Arapskim Emiratima u okolici Abu Dhabija. Unatoč činjenici da je projekt zamišljen prije više od deset godina, njegova provedba još nije dobila puni zaokret. Odluka o gradnji donesena je 2006. godine, dok su dvije godine kasnije započeli glavni građevinski radovi. Autori su planirali dovršiti prvu fazu do 2009. godine, no provedba je odgođena do 2015. zbog globalne financijske krize. Plan je da se potpuna provedba programa provede do 2030. godine. Međutim, prve kuće i glavni elementi gradske infrastrukture pojavili su se već 2018. godine.

Prema zamisli dizajnera Masdar bi trebao postati potpuno autonoman grad i primiti do 100 tisuća stanovnika. To je prvi svjetski zeleni gradski projekt. Proračun tog projekta iznosi 22 milijarde dolara. Taj grad, čiji će sustavi raditi isključivo na Sunčevoj energiji i drugim obnovljivim izvorima (vjetar, voda), bit će prvi eko-grad na svijetu i uzor stotinama drugih autora koji će svoje ideje tek započeti provoditi u djelo.

Unatoč vrućoj klimi u UAE-u unutar Masdara je planirano održavati ugodnu temperaturu. Ulice grada projektirane su uzimajući u obzir položaj Sunca i smjer prevladavajućih vjetrova. Električni, samovozeći automobili moći će voziti kroz naselje, dok će konvencionalnim vozilima biti zabranjena vožnja na udaljenosti manjoj od dvije milje od grada – što je rješenje za smanjenje emisije ugljika. Minimalne emisije ugljika u Masdaru dovode do velike podrške raznih svjetskih organizacija za zaštitu okoliša poput WWF-a, BioRegionala itd. Grad je promoviran kao „životna zajednica jednog planeta“. Osim toga, Savez za uštedu energije je 2012. godine nagradio Masdar s EE Visionary nagradom.

Masdar potpuno ovisi o Sunčevoj energiji i drugim obnovljivim izvorima energije. U tu svrhu ima 21 hektar polja od 87 777 solarnih panela instaliranih uz krovne solarne panele u cijelom gradu. U gradu budućnosti štedi se i voda. Vlasti očekuju da će

stanovnici Masdara moći smanjiti potrošnju vode za polovicu u usporedbi s običnim zajednicama. Visoko učinkoviti dijelovi cjevovoda, pametni vodomjeri koji će korisnike informirati o njihovoj potrošnji vode te pametni sustav mjerenja (koji će omogućiti „uživo“ praćenje koliko se vode koristi u gradu) trebali bi pomoći u postizanju spomenutih vrijednosti. Uz to, u Masdaru će se pojaviti postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda – membranski bioreaktori. Dnevno će moći pročistiti do 1500 m^3 otpadnih voda. Korištene tekuće i kanalizacijske vode moći će se pročistiti i preusmjeriti na zalijevanje biljaka.

Za razvrstavanje i recikliranje otpada u Masdaru izgradit će se cijelo poduzeće, točnije Centar za recikliranje resursa (CRC). Smeće će biti podijeljeno u tri kategorije: suho (limenke, plastika, papir, karton), mokro (hrana i ostale organske tvari) i „rezidualno“ (cijevi paste za zube, spremnici za hranu – ukratko, sve ono što se ne može nazvati ni suho ni mokro). U kuće će biti postavljeni trostruki kontejneri za smeće kako bi sami stanovnici mogli postati prva karika u procesu razvrstavanja otpada. Uz to, DMC će identificirati otpad četvrte kategorije: glomazan (primjerice, slomljeni namještaj) i opasan (primjerice, baterije). Suhi, „zaostali“ i opasni otpad u centru će moći sortirati i odnijeti u centre za reciklažu ili odlaganje u Abu Dhabiju i drugim gradovima UAE, dok će se mokri otpad pretvarati u kompost za gnojidbu drveća i cvjetnjaka.

Još jedna nevjerojatna stvar je da u gradu ne postoje električni prekidači i slavine za vodu. U tu svrhu prisutni su senzori pokreta koji umjesto stanovnika grada obavljaju te funkcije i tako uštede oko 50 % energije i resursa. Uz planove za uštedu energije Masdar će težiti recikliranju i ponovnoj upotrebi.

Kada se govori o tome što je provedeno, može se primijetiti promjena u planovima u odnosu na izvornu ideju. Tako se inovativni autonomni transportni sustav, koji se prvotno trebao protezati na 100 stanica, proteže na samo dvije, dok su ostale postaje eliminirane. Do 2018. godine, odnosno u 12 godina od početka projekta izgrađen je samo dio grada – provedena je prva faza, a to je manje od 5 % od prvotno projiciranih šest četvornih kilometara zelene oaze u pustinji. Datum završetka pomaknut je na 2030. godinu. Trenutno je teško procijeniti ukupno ulaganje u projekt. Naime, nakon gospodarske krize 2008. godine revidiran je model

razvoja grada, a Masdar je napustio mogućnost punog samofinanciranja i počeo privlačiti investitore treće strane (Goldenberg, 2016).

Prvotni je cilj bio stvoriti grad bez ugljika, ali su autori projekta Masdar zaključili da to neće biti moguće. Godine 2016., kada je Masdar bio predviđen za završetak, menadžeri su napustili temeljni cilj projekta izgradnje prvog grada na svijetu s nula ugljika. Prema Anthonyju Mallowsu, direktoru dizajna i konstrukcije za Masdar, o temi nulte emisije ugljika zaista se razgovaralo, ali je 2009. godine postalo jasno da to nije moguće postići. Bilo je nadahnjujućih ideja, ali kada su autori projekta počeli ulaziti u detalje o tome kako i što će se graditi, ideja za grad bez ugljika odbačena je kao neostvariva. Trenutno se raspravlja o načinima kako smanjiti ugljične plinove za 50 % u odnosu na druge gradove. Poznato je da su zgrade glavni izvor ugljika u gradovima, a slijedi ih infrastruktura. Stoga su autori odlučili usredotočiti se na to kako izgraditi kuće koje emitiraju najmanje ugljičnog dioksida, a zatim kako potrošiti manje vode i energije u njima.

Vlada Abu Dhabija nadala se da će ovim projektom riješiti tri problema:

1) stvoriti profitabilno poslovanje
2) izvore energije
3) pokazati kako bi mogao izgledati održivi grad budućnosti.

Kritika tehnološkog viška u Masdaru naglašava da nitko na svijetu ne zna kako izgraditi potpuno održiv autonomni alternativni grad u realnom vremenskom i financijskom okviru, ali UAE barem pokušava i demonstrira taj proces svijetu. Unatoč tome što je Masdar pretrpio mnoge promjene u odnosu na izvornu ideju, i dalje je glavni cilj izgraditi potpuno održiv autonomni alternativni grad, a rezultati provedbe u Masdaru uzet će se u obzir prilikom planiranja sličnih naselja širom svijeta. Autori tvrde da razvoj grada tu ne završava. Iskustvo stečeno tijekom gradnje može se koristiti u drugim projektima u UAE, na cijelom Bliskom Istoku, ali i na drugim tržištima. Grad Masdar mjerilo je održivog razvoja. To je mjesto gdje se rađaju znanje i tehnologije koje se mogu prilagoditi i gdje se postavljaju mjerila održivog razvoja za gradove budućnosti.

5.2. Najpametniji grad na svijetu

Singapur je već nekoliko godina lider na ljestvici svjetskih pametnih gradova koju formira tvrtka Juniper Research na temelju studije utjecaja informacija i drugih visokih tehnologija na život stanovništva u različitim gradovima svijeta. Analizirajući urbanu infrastrukturu i učinkovitost procesa u kojima stanovnici sudjeluju stručnjaci daju ocjenu najpametnijih naselja.

Prema Institutu IOT studija je pokrivala mnoga područja, uključujući pametnu rasvjetu, širenje pametnih telefona, pristup internetu i internetske usluge s otvorenim podatcima. Stručnjaci su u svojoj ocjeni posebnu pozornost posvetili procjenama prometnog i energetskog sustava. Među čimbenicima za koje je Singapur postigao visoke ocjene bile su bežične mreže i tehnologije upravljanja gradskim prometom.

Prema IDC-ovim analitičarima Singapur će 2020. godine zauzeti prvo mjesto među gradovima na svijetu po ulaganju u projekte pametnih gradova. Više od milijardu američkih dolara također će biti dodijeljeno za takve projekte u New Yorku, Tokiju i Londonu.

Općenito, u svijetu će ulaganja u projekte pametnih gradova narasti za 17,7 % u odnosu na 2019. godinu i doseći će 95,8 milijardi američkih dolara. Više od 40 % tog iznosa odnosi se na države azijsko-pacifičke regije. Većina sredstava odlazi na projekte u području javne sigurnosti, upravljanja podatcima, pametnog prijevoza te održive energetske mreže i infrastrukture. Čak 34 % sredstava ići će za izgradnju fiksnih nadzornih sustava, javnog prijevoza, pametne rasvjete i kontrole prometa, kao i stvaranje umreženih pozadinskih ureda.

Jedna od stvari koje je Singapur kao najpametniji grad na svijetu uveo jest robotska policija. Naime, Singapur je počeo koristiti posebne dronove koji patroliraju gradom, a koji sadrže reflektore, sirene i kameru. Primjer drona prikazan je na slici 8.



Slika 8: Policijski dron u Singapuru (Douglas, 2019)

Nadalje, u radnu snagu spadaju i roboti, kojih je oko 490 na 10 000 zaposlenih. Industrijski roboti većinom obavljaju manje i jednostavnije zadatke. Na ulicama je postavljena javna rasvjeta opremljena senzorima koji skupljaju podatke o temperaturi, količini kiše te vlažnosti zraka.

Brojni nacionalni projekti provode se u Singapuru od 2014. godine kao dio programa stvaranja „intelektualne zemlje“. Cilj je programa poboljšati interakciju između vlade, poslovanja i građana te povećati produktivnost uz racionalno korištenje resursa.

5.2.1. Smart Nation – pametna nacija

Vlasti u Singapuru su 2014. godine pokrenule program urbanog razvoja Smart Nation. U njezinom okviru država sa stanovništvom razvija i provodi visokotehnološke projekte za poboljšanje kvalitete života svih kategorija stanovništva. Državni akcelerator Singapura Infocomm Investments Pte Ltd stvara povoljan ekosustav za brzo uvođenje inovacija u zemlju. Organizacija njeguje interakciju između vlade, *startupa*, pojedinaca, korporacija i investitora. Rješenja koja zajednički stvaraju, bilo da se radi o službama za praćenje općinskih problema ili prikupljanju medicinskih podataka, naknadno se nadopunjuju korisničkim informacijama. Stoga svi sudionici u procesu daju vlastiti doprinos i dobivaju određene koristi od toga (Hoe, 2016).

Dio programa Smart Nation uključuje instaliranje kamera i senzora po cijelom gradu koje će omogućiti vladi da nadgleda čistoću javnih površina, broj ljudi na ulicama i točno kretanje svih vozila registriranih u gradu. Vlasti već razvijaju i koriste sustave koji mogu otkriti pušenje na zabranjenim područjima ili bacanje smeća s prozora

visokih zgrada. Međutim, podatci koji će se prikupiti u sljedećoj fazi projekta puno su veći. Većina informacija prenijet će se u virtualni singapurski sustav.

Platforma će omogućiti državi da u realnom vremenu vidi i analizira život zemlje i predvidi, primjerice, širenje zaraza. Prema vlastima je program osmišljen za korištenje tehnologije za poboljšanje kvalitete javnih usluga, povezivanje sa stanovništvom i poticanje inovativnih projekata u privatnom sektoru. Primjerice, senzori koje su privatne tvrtke instalirale u vladine domove za starije osobe upozorit će obitelj ako se osoba prestane kretati. Uz dopuštenje članova obitelji njegovatelji mogu pristupiti podatcima koje prikupljaju senzori u domu starije osobe koju njeguju. S obzirom na to da se još testira, sustav je trenutno besplatan za sve sudionike, ali se planira naplaćivati građanima.

Vlasti su također objavile 2D internetsku kartu Singapura. Ona omogućuje da stanovnici pristupe određenim podatcima iz nadzornih sustava (primjerice, da nadgledaju razinu poplave i traže slobodna parkirna mjesta). Koristeći 2D internetsku kartu Singapura dužnosnici kažu da će moći mijenjati autobusne rute analizom mjesta prijevoza ili mapirati širenje zaraznih bolesti.

Također, sustav koristi pametne telefone građana za mjerenje razine turbulencije u autobusnom prometu, što može biti korisno za cestovne usluge. Uz to, satelitski komunikacijski uređaji instalirani su u sva vozila registrirana u Singapuru, što će pomoći vladi optimizirati cestarinu na temelju prijeđenih kilometara. Također će pomoći u uspostavljanju dinamičke tarife, ovisno o gužvi u prometu tijekom dana.

Stručnjaci kažu da je s toliko prikupljenih i obrađenih podataka vrlo teško predvidjeti svaku moguću primjenu sustava. Ne preciziraju gdje će se senzori nalaziti jer gradske vlasti veliku pozornost pridaju sigurnosti i privatnosti. Prema Vivianu Balakrishnanu, ministru vanjskih poslova Singapura i voditelju projekta Smart Nation, informacije će biti što je moguće anonimnije, a mjere zaštite podataka već su na snazi.

Stanovnici Singapura ne vjeruju da široko uvođenje senzora i kamera narušava njihovu privatnost i pozitivno reagiraju na uvođenje tog sustava. Prema časopisu *The Wall Street Journal* Singapurci vjeruju državi i prihvaćaju politike nadzora (uključujući

ograničenja javnog nastupa i medijsku cenzuru) u zamjenu za bolje upravljanje. Zbog toga je projekt popularan u Singapuru.

5.2.2. Transportni sustav

Velika gustoća naseljenosti u Singapuru zahtijeva ogromne vladine napore u borbi protiv zagušenja na prometnicama. S 5,4 milijuna stanovnika grad ima oko milijun vozila, dok ceste zauzimaju oko 12 % otočne površine. Odgovor na taj izazov bio je državni sustav kontrole prometa koji koristi senzore i usluge u oblaku. Primjerice, aplikacija MyTransport informira korisnike o rasporedu i dostupnosti autobusa te dostupnosti taksija. Drugi projekt omogućuje slanje javnog prijevoza na nestandardne rute čim se prikupi dovoljan broj zahtjeva građana. Putovanje se može platiti s mobitela. Vlada Singapura pokazuje interes za dronove kako bi se još bolje optimizirao promet.

NuTonomy, novoosnovana tvrtka koju vlada podržava, planira pokrenuti samostalnu električnu taksi službu u Singapuru. Komercijalni početak projekta bio je zakazan za 2018. godinu. Prema Emiliju Frasoliju, jednom od osnivača nuTonomy, algoritmi će omogućiti strojevima da međusobno komuniciraju kako bi se učinkovito distribuirali po gradu. Očekivano je da tehnologija za izračunavanje optimalnih ruta smanji gužvu u prometu te uštedi vozačima troškove putovanja, a samim time i da smanji emisije štetnih plinova i pozitivno utječe na okoliš.

Za razliku od Masdara Singapur je gusto naseljena metropola u kojoj se tehnologija zapravo koristi, a nije dizajnirana izvan kontakta sa stvarnošću. Projekti koje provode vlasti u Singapuru pomažu u optimizaciji opterećenja urbane infrastrukture i poboljšanju udobnosti i životnog standarda stanovništva.

5.3. Fujisawa – održivi pametni grad u Japanu

Japan se već dugi niz godina smatra svjetskim liderom u tehnološkim inovacijama. Japanci pametnim gradovima nazivaju one u kojima se zahvaljujući inovacijama poboljšava stanje okoliša, društva i gospodarstva te postiže maksimalna razina svakog od tih pokazatelja. Ta je definicija pametnog grada usvojena vezano za glavne izazove za Japan – starenje stanovništva i potrebu zaštite od prirodnih katastrofa koje se često događaju u toj državi.

Za testiranje novih tehnologija mnoge velike japanske tvrtke koriste Tokio koji ima ulogu velikog testnog poligona, dok Panasonic teži ka stvaranju „pametnog“ grada 50 kilometara dalje od Tokija, točnije u Fujisawi. Nekoć je na tom teritoriju bila stara tvornica korporacije Panasonic, a sada je tu poligon za tehnologije zaštite okoliša. Solarni paneli nalaze se na krovovima kuća, kao što je prikazano na slici 9. Uz sam rub naselja nalazi se solarna farma koja u slučaju nužde pohranjuje Sunčevu energiju za tri dana autonomnog rada.

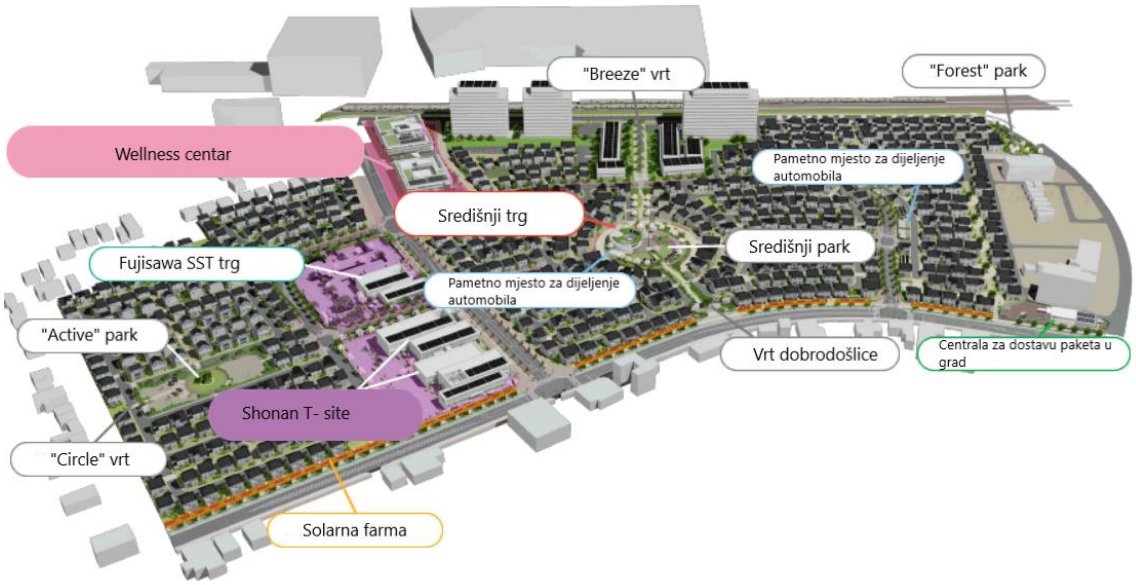


Slika 9: Prikaz solarnih panela na krovovima kuća u pametnom gradu Fujisawi (Haslam, 2015)

Ulična rasvjeta koristi se LED diodama. Svjetla na solarnu energiju opremljena su sustavom koji omogućuje automatsko isključivanje kada u blizini nema nikoga, odnosno da se svjetla upale kada se na deset metara približe pješak, biciklist ili automobil.

Planirano je da Fujisawa troši 30 % manje električne energije i da smanji emisiju ugljičnog dioksida za 70 %. Potrošnja vode također bi se trebala smanjiti za 30 % zbog aktivne upotrebe kišnice za potrebe kućanstva i tehnologije uštede vode. Vodu i kanalizaciju za „pametni grad“ i dalje osigurava obični grad Fujisawa na čijem se teritoriju nalazi eksperimentalno naselje. Japanske tvrtke razvijaju svoje tehnologije na tom poligonu kako bi ih poslije mogli uspješno primjenjivati u cijelom svijetu, modernizirajući infrastrukturu i poboljšavajući ekološku prihvatljivost svjetskih centara. Službena ceremonija otvaranja pametnog grada Fujisawa održala se 2014. godine („Sustainable Smart Town“, bez dat.).

Fujisawa SST (engl. *Sustainable Smart Town*) arhitektonski je kompleks smješten na središnjem gradskom trgu. Od tamo se upravlja infrastrukturnim objektima. Koncept cijelog grada prikazan je na slici 10.



Slika 10: Koncept pametnog grada Fujisawe (Town map, bez dat.)

Općenito, grad je predviđen za 2 000 stanovnika. Planirani radovi u Fujisawi trebali su biti završeni 2018. godine, ali je rok produžen na još četiri godine. No, Fujisawa je već naseljena prvim stanovnicima.

U gradu je razvijena mreža popravaka električnih automobila. Građani bez vlastitih vozila mogu unajmiti električna vozila, električne skutere, bicikle i druga ekološka vozila. Javna sigurnost provodi se na javnim mjestima pomoću video nadzora i senzorskih sustava.

Ukupni trošak projekta iznosi 500 milijuna američkih dolara, iako taj inovativni, ekološki grad tek započinje svoju aktivnu fazu života. Cilj tvrtki – autora projekta jest masovno širenje modela Fujisawa, što znači autonomni i pouzdani razvoj grada tijekom stogodišnjeg razdoblja. Izgrađujući infrastrukturu sljedeće generacije od nule tvrtke planiraju pokazati koliko grad može biti zelen kada različite tehnologije rade zajedno i kada su dobro podešene. To neće biti neke nove tehnologije, već jedinstvena kombinacija i objedinjavanje onih tehnologija koje su stvorene i razrađene, ali se praktički ne provode iz mnogih razloga, uključujući i to da ih je

neisplativo uvesti u stare zgrade. Stoga Panasonic predstavlja novo rješenje – stvoriti prostor zajednice s jedinstvenim sustavom svih tehnologija.

Gradski prometni sustav osmišljen je za putovanja električnim vozilima. Svi gradski krovovi opremljeni su ugrađenim solarnim pločama – kako bi kuću opremili energijom i „ispraznili“ višak energije u osobni akumulator.

Mrežni senzori u cijelom gradu nadgledaju svu električnu opremu u gradu – njegova razina prikazana je na središnjem gradskom trgu.

U osnovi se Fujisawa SST vidi kao obrnuti sustav energetske učinkovitosti – zelena metropola izgrađena od nule modernim ekološkim tehnologijama. Panasonic ga želi koristiti kao predložak za druge veće projekte u Japanu i drugim zemljama.

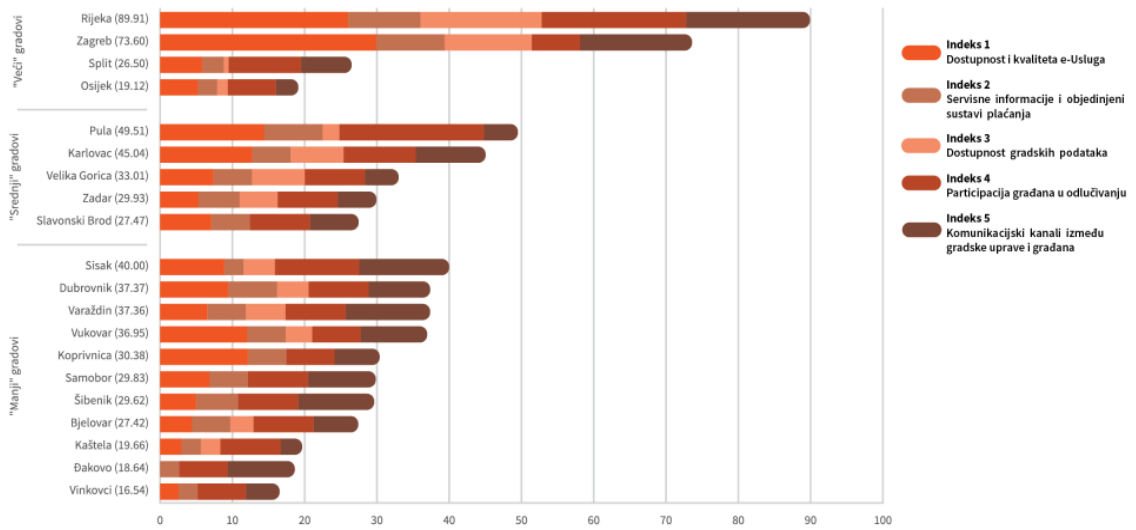
Treba napomenuti da diljem svijeta postoji puno projekata pametnih gradova, a oni su svakim danom sve raznolikiji i donekle veći. Analizirani slučajevi samo su primjeri globalnog iskustva u korištenju načela koncepta pametnog grada, ali oni odražavaju razliku u pristupima, uvjetima okoliša, opsegu provedbe i izvorima financiranja u različitim zemljama i gradovima. Pametni grad kao sustav principa prilično je fleksibilan i univerzalan, odnosno može se prilagoditi i primijeniti u bilo kojem gradu. Glavni je zadatak uzeti u obzir karakteristike područja i potrebe svakog određenog društva.

6. Pametni gradovi u Hrvatskoj

Hrvatska se proteklih godina poprilično poboljšala po pitanju pametnih rješenja u gradovima. Prema posljednjem istraživanju koje je provedeno 2018. godine u Hrvatskoj je bilo više od 40 gradova koja koriste pametna rješenja. Gradovi koji se trenutno najviše ističu jesu Rijeka, Zagreb, Osijek, Pula, Karlovac, Dubrovnik i Sisak. Potencijal među gradovima u Hrvatskoj za buduće razvijanje pametnih rješenja uistinu je velik. Kako bi uopće postojala mogućnost za realizaciju potrebna su velika financijska sredstva. Veliki udio sredstava dolazi iz fondova Europske unije koji kroz razne natječaje i projekte malim i velikim gradovima olakšavaju realizaciju njihovih ideja.

6.1. Pula kao pametan grad

Grad Pula u posljednjih nekoliko godina pokazao se kao pravi primjer ulaganja u sam koncept pametnog grada. Pula je jedan od prvih gradova u Hrvatskoj koji je uveo elektronsko upravljanje dokumentima u gradsku upravu. „Prema studiji o digitalizaciji urbanih usluga među građanima konzultantska tvrtka Apsolon provela je istraživanje (2019. godine) između 20 najvećih hrvatskih gradova. Istraživanje je provedeno u pet kategorija: dostupnosti servisnih informacija na stranicama grada, dostupnosti kvalitete e-usluga, participaciji građana u odlučivanju te komunikacijskim kanalima između gradske uprave i građana i razvijenosti objedinjenih servisa za plaćanje u gradu, potom dostupnosti gradskih podataka. Budući da je metoda rangiranja u Hrvatskoj još uvijek u početnoj fazi, kada se govori o digitalnoj spremnosti, rangiranje se vrši prema pojedinačnim uspješnim primjerima i projektima. U tom istraživanju Pula je proglašena digitalno najnaprednijim gradom u kategoriji srednjih gradova (50 000 – 100 000 stanovnika)“ („Pametni gradovi“, 2019). Grafički prikaz nalazi se na slici 11.



Slika 11: Ukupni indeks digitalne spremnosti gradova (Ukupni indeks, 2019)

Elementi koji grad Pulu čine pametnim gradom jesu sljedeći:

e-poslovanje: 2007. godine počeo je proces uvođenja elektroničkog poslovanja, a od tada se korak po korak cijeli sustav proširuje i nadograđuje. Time se smanjila papirnata birokracija te su se uštedjeli vrijeme i novac građana.

e-Vrtić: elektronski način upisa djece u vrtić uključuje tri javna i 22 privatna vrtića. Na taj se način uvelike pojednostavio proces upisa te su same liste za upis djece transparentne i pravednije.

e-Konzultacije: omogućuju građanima da se uključe u proces donošenja odluka bez osobnog dolaska u gradsku upravu. Tako građani od doma putem obrasca mogu odgovornim institucijama poslati komentare i sugestije o određenom problemu.

e-Račun: omogućuje mjesečno plaćanje računa za struju, komunalnu naknadu, vodu, dječji vrtić, plin te za otplatu stanova koji u vlasništvu grada Pule.

e-Predmet: Građani u svakom trenutku mogu provjeriti u kojoj je fazi rješavanje njihovog predmeta.

Pula na dlanu: *web* aplikacija u kojoj se može pronaći sve u vezi grada Pule na jednom mjestu, poput informacija o stanovništvu, proračunu i turizmu.

Pametna ruta 308: proteže se na Valkani, Valsalinama, placu u Štinjanu, Zlatnim stijenama, Stoji te na šetalištu Lungo mare. Na nekim lokacijama postavljene su pametne klupe, a negdje i pametne nadstrešnice na kojima su postavljeni priključci za punjenje elektronskih uređaja i električnih bicikla.

Nadalje, u centru grada i na nekim frekventnim lokacijama dostupan je besplatan gradski internet pod nazivom „PulaFreeAir“ koji se i dalje razvija i širi. Besplatni internet također je dostupan u svim autobusima javnog gradskog prijevoza.

Na tri lokacije u gradu, točnije na Giardinima, pored Gradske tržnice Pula (pored restorana Markat) te na području autobusnog kolodvora može se naći mjesto s električnim biciklima. Prije preuzimanja bicikla potrebno se zaustaviti u EDIC centru i pokazati dokument poput osobne iskaznice. Nakon toga bicikl se može preuzeti i koristiti najviše dva sata te je samo korištenje besplatno.

Nadalje, nedavno je grad bogatiji za nekoliko novih autobusa koji su pogonjeni stlačenim prirodnim plinom. Koristeći plin kao pogonsko gorivo štiti se okoliš i dobiva se ekološki prihvatljiviji oblik prometa.

Treba spomenuti i pilot projekt *Pula SPARK Sense* koji je započeo na dva parkirališta krajem 2015. godine. Parkirališta su opremljena senzorima za prikupljanje podataka o zauzetosti vozila. Podatci se prenose u središnji sustav upravljanja. Svaki senzor prenosi podatke o statusu pojedinog parkirnog mjesta u stvarnom vremenu i nadgleda druge važne parametre kao što su status baterije, temperatura tla itd.

6.2. Prilike za grad Pulu

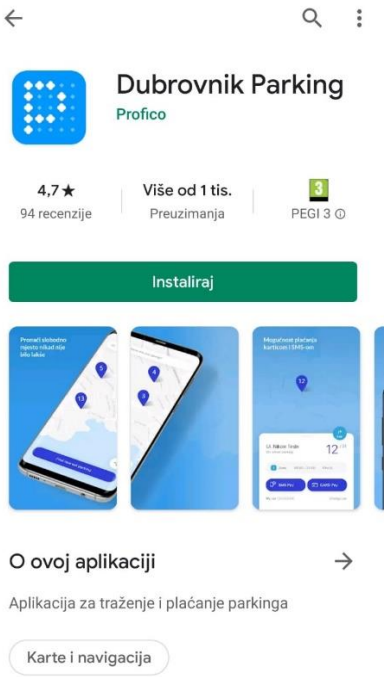
Iako Pula ima dobru podlogu za sam razvoj pametnog grada, ostaje puno mjesta za razvitak i implementaciju novih pametnih rješenja. Međutim, jedan od glavnih izazova je financiranje. Učiniti gradove pametnima znači postavljati pametnu i složenu infrastrukturu za primjenu digitalnih tehnologija. Osim toga, potrebno je puno pametnih uređaja koji moraju biti povezani za prikupljanje informacija. Samim time potrebni su i tehnološki stručnjaci koji su sposobni cijeli taj sustav imati pod kontrolom. Veliki je izazov i mrežna povezanost.

Za pametno upravljanje gradom potrebno je postaviti bezbroj senzora, kamera i aktuatora. Ti senzori prikupljaju i šalju velike količine podataka u stvarnom vremenu. Analiza i obrada prikupljenih podataka trebale bi se odviti gotovo trenutno radi učinkovitog upravljanja gradskim operacijama. Za trenutnu obradu obvezna je brza internetska povezanost. Trenutno su dostupni 4G sustavi mobilne pokrivenosti koji nisu dovoljno učinkoviti za brzi prijenos podataka. Stoga bi to pitanje također trebalo uzeti u obzir. Unatoč navedenome, mogućnosti za razmatranje su sljedeće:

- Mobilna aplikacija kojom bi se mogao imati u uvid raspoloživa parkirališta i slobodna mjesta na parkiralištima. To bi uvelike olakšalo pronalaženje slobodnog parkirališnog mjesta i uštedjelo vrijeme s obzirom na to da u Puli, posebno tijekom ljetnih mjeseci, postoji problem pronalaženja slobodnog parkirališnog mjesta.
- Uvođenjem LED rasvjete u gradu Pula bi postala energetski učinkovitija, a ugradnjom senzora mogla bi se kontrolirati jačina svjetla. U vrijeme kada nema prometa tijekom noći svjetlina bi bila slabija sve dok senzor ne primi informaciju o vozilu ili pješaku.

- Unaprjeđenje autobusnih stanica – dodavanjem LCD zaslona koji u stvarnom vremenu pokazuje preostalo vrijeme do dolaska autobusa.
- „Pametne kante“ – imale bi senzor koji bi davao informaciju koliko je kanta puna. Komunalni radnici ne bi trebali svaki dan obilaziti i prazniti sve kante, već samo određene i kada za to dobiju informaciju.
- Video nadzor na semaforima i raskrižjima – u slučaju prometne nezgode takav bi nadzor riješio problem tko je zapravo skrivio nesreću. Kako u Puli ima mnogo nepreglednih raskrižja i samim time mnogo prometnih nesreća, video nadzor na semaforima i raskrižjima riješio bi ili barem minimalizirao taj problem.

Neke od spomenutih ideja za grad Pulu već su uspješno realizirane u pojedinim hrvatskim gradovima. Dubrovnik je riješio probleme s parkirališnim mjestima implementirajući mobilnu aplikaciju pomoću koje se može pronaći i platiti parkirališno mjesto u gradu. Izgled aplikacije prikazan je na slici 12.



Slika 12: Mobilna aplikacija za pametan parking u Dubrovniku prikazana na pametnom telefonu

Nadalje, otok Krk glasi kao prvi pametan otok, a u nizu pametnih rješenja na tom se otoku našla i pametna kanta. Pametne kante imaju senzor koji prikazuje razinu punoće, ali one i komprimiraju otpad i samim time povećavaju kapacitet.

U Zagrebu postoji nekoliko video nadzora na određenim prometnicama i parkiralištima koji detektiraju nepropisna parkiranja i prekršaje u prometu.

Dobar primjer pametnog rješenja ima i grad Rijeka koji je uveo pametnu karticu, točnije „Rijeka City Card“ (RCC). S tom je karticom jeftinije i jednostavnije koristiti gradske usluge. Karticu je moguće koristiti za vožnju gradskim prijevozom i parkiranje na određenim parkiralištima, a ona ima i platnu funkcionalnost. Primjer RCC kartice, prikazan je na slici 13.



Slika 13: Primjer RCC kartice (Kartica, 2018)

7. Zaključak

Pametni grad koncept je integracije informacijskih i komunikacijskih tehnologija za upravljanje gradskom imovinom. Takvi su gradovi osmišljeni kako bi život ljudi učinili boljim i prikladnijim, točnije kako bi se povećala razina udobnosti, kvalitete i učinkovitosti usluga i kako bi se smanjili troškovi i potrošnja resursa.

Svaki pametni grad sastoji se od nekoliko komponenti, a to su pametna ekonomija, pametna voda, pametne zgrade, pametna vlada te pametni transport. Sve to treba biti usklađeno kako bi grad dobro funkcionirao.

Na nekoliko svjetskih primjera može se vidjeti kako funkcioniraju pametni gradovi. I u Hrvatskoj ima gradova koji svakim danim sve više napreduju u razvoju. Nema sumnje da će pametni gradovi potpuno promijeniti život mnogih ljudi. Kakav će život biti za pet godina? Osobi koja se probudi rano ujutro kuća će reći najnovije vijesti, pripremiti ukusan doručak i podsjetiti je na planirane stvari. Kućni medicinski sustav prikupit će pokazatelje pacijenta i automatski se posavjetovati s liječnikom koji dolazi, a zatim naručiti potrebne lijekove u najbližoj ljekarni. Po ulasku u trgovinu, sustav će vam reći gdje se nalaze potrebne namirnice koje osobi nedostaju u hladnjaku. Pametna tehnologija može gradovima pomoći uštedjeti novac, smanjiti emisiju ugljika i upravljati protokom prometa, pružajući tako pametna rješenja za gradove.

Svaka stvar ima pozitivne i negativne stvari, pa tako i one „pametne“. Pametni gradovi olakšavaju svakodnevni život. Međutim, informacije koje takvi gradovi prikupljaju mogu biti zloupotrebljene. Tu je i pitanje privatnosti jer mnogo toga što pojedinac čini ostaje zabilježeno. Jedno je svakako jasno: tehnologija polako, ali sigurno ulazi u svakodnevni život.

8. Popis slika

Slika 1: Prikaz povezanih uređaja po osobi (Evans, 2011)..... 8
Slika 2: Crtični barkod (vlastiti rad) 10
Slika 3: QR kod (vlastiti rad)……..……10
Slika 4: Skica sustava Internet stvari (Rouse, bez dat.) 11
Slika 5: Komponente pametnog grada (Sorri, 2019) 12
Slika 6: Komponente pametnog grada (Vilas, 2020) 17
Slika 7: Ilustracija aplikacije kojom se upravlja pametnom kućom („Smart house“, 2014)..... 20
Slika 8: Policijski dron u Singapuru (Douglas, 2019) 25
Slika 9: Prikaz solarnih panela na krovovima kuća u pametnom gradu Fujisawi (Haslam, 2015) 28
Slika 10: Koncept pametnog grada Fujisawe (Town map, bez dat.) 29
Slika 11: Ukupni indeks digitalne spremnosti gradova (Ukupni indeks, 2019) 31
Slika 12: Mobilna aplikacija za pametan parking u Dubrovniku prikazana na pametnom telefonu..... 34
Slika 13: Primjer RCC kartice (Kartica, 2018)..... 35

9. Literatura

1. Ejaz W. i Anpalagan A. (2018). „Internet of Things for Smart Cities“. Springer International Publishing. Cham, Švicarska
   DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-95037-2

2. Dustdar S., Nastić S. i Šćekić O. (2017). „Smart Cities“. Springer International Publishing. Cham, Švicarska
   DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-60030-7

3. Alam M., Skahil A. K., Khan S. (2020). „Internet of Things (IoT)“. Springer International Publishing. Cham, Švicarska
   DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-37468-6

4. Lueth K .L. (2014). „Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation“
   Dostupno na: https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/ (20. 7. 2020.)

5. Rouse M. (bez dat.). „internet of things (IoT)“
   Dostupno na: https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT (20. 7. 2020.)

6. Anna (2019). „How Internet Of Things (IoT) and Actuators Are Related“
   Dostupno na:https://12vactuators.com/blog/how-internet-of-things-iot-and-actuators-are-related/ (20. 7. 2020.)

7. Ritcie H. (2018). #How urban is the world?“
   Dostupno na: https://ourworldindata.org/how-urban-is-the-world (30. 7. 2020.)

8. Goldenberg S. (2016). „Masdar's zero-carbon dream could become world’s first green ghost town“
   Dostupno na: https://www.theguardian.com/environment/2016/feb/16/masdars-zero-carbon-dream-could-become-worlds-first-green-ghost-town (16. 8. 2020.)

9. Hoe S. L. (2016). „Defining a smart nation: the case of Singapore“, Journal of Information, Communication and Ethics in Society, Vol. 14 No. 4, pp. 323-333.
   DOI: https://doi.org/10.1108/JICES-02-2016-0005

10. Pametni gradovi. (bez dat.). „Rijeka i Pula šampioni digitalizacije među hrvatskim gradovima“
    Dostupno na: http://arhiva.gradonacelnik.hr/vijesti/rijeka-i-pula-sampioni-digitalizacije-me%C4%91u-hrvatskim-gradovima (25. 8. 2020.)

11. Evans D. (2011). „How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything“ Dostupno na: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (20. 7. 2020.)

12. Sorri A. (2019). „What is a smart city?“ Dostupno na: https://www.axis.com/blog/secure-insights/what-smart-city/ (20.07.2020.)

13. Villas (2020). „Povećani fondovi jačaju tržište pametne vlade“ Dostupno na: https://communalnews.com/hr/augmented-funds-strengthens-smart-government-market/ (20. 7. 2020.)

14. Smart house (2014). „Smart house flat illustration concept“ Dostupno na: https://www.broadband4europe.com/unwired-smart-home/smart-house-flat-illustration-concept/ (30. 7. 2020.)

15. Douglas A. (2019). „Singapore Police deploys drone-equipped surveillance vehicles“ Dostupno na: https://www.commercialdroneprofessional.com/singapore-police-deploys-drone-equipped-surveillance-vehicles/ (16. 8. 2020.)

16. Fujisawa snart town (bez dat.). „Project overview – Town concept“ Dostupno na: https://fujisawasst.com/EN/project/ (25. 8. 2020.)

17. Town map (bez dat.). „Project overview – Town concept“ Dostupno na: https://fujisawasst.com/EN/project/ (25. 8. 2020.)

18. Haslam C. (2015.). „Welcome to Fujisawa, the self-sufficient Japanese smart town“ Dostupno na: https://www.wired.co.uk/article/smart-town (25. 8. 2020.)

19. Ukupni indeks (2019). http://smart-ri.hr/rijeka-najnapredniji-digitalni-grad-u-hrvatskoj/ (22. 8. 2020.)

20. Kartica (2018). „Obavijest korisnicima Torpedo i DC RCC kartica za gradski prijevoz“ Dostupno na: https://www.rijeka-plus.hr/obavijest-korisnicima-torpedo-i-dc-rcc-kartica-za-gradski-prijevoz/?cookie-state-change=1600121037241 (22. 8. 2020.)

21. Ranger S. (2020). „What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now“
Dostupno na: https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/ (20. 7. 2020.)

22. Burgess M. (2018). „What is the Internet of Things?“
Dostupno na: https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot (20. 7. 2020.)

23. „IoT ili Internet stvari“. (2019)
Dostupno na: https://www.ofir.hr/iot-ili-internet-stvari-2/ (20. 7 .2020.)

24. Morgan J. (2014).“ A Simple Explanation Of 'The Internet Of Things“
Dostupno na: https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#70a894001d09 (21. 7. 2020.)

25. „What is a smart city?“. (2019)
Dostupno na: https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/inspired/smart-cities (30. 7. 2020.)

26. Anna. (2019). „What Exactly is a Smart City“
Dostupno na: https://blog.bismart.com/en/what-is-a-smart-city (15. 8. 2020.)

27. „How Smart Homes Can Connect To Smart Cities“. (2019)
Dostupno na: https://axiomq.com/blog/how-smart-homes-can-connect-to-smart-cities/ (16. 8. 2020.)

28. Campbell W. J. (2020). „What smart homes can teach us about smart cities“
Dostupno na: https://www.smartcitiesworld.net/opinions/opinions/what-smart-homes-can-teach-us-about-smart-cities (16. 8. 2020.)

29. „Smart City Indicators“. (2019)
Dostupno na:https://hub.beesmart.city/en/smart-city-indicators (16. 8. 2020.)

30. Lumsatwbcsd. (2019). „Smart City – The Shape Things To Come“
Dostupno na: https://lumsatthewbcsd.wordpress.com/2019/04/05/smart-city-the-shape-things-to-come/ (16. 8. 2020.)

31. „3 reasons why Singapore is the smartest city in the world“. (2019)
Dostupno na: https://www.weforum.org/agenda/2019/11/singapore-smart-city/ (20. 8. 2020.)

32. „Asia's testbed for smart cities". (2017)
Dostupno na: https://www.edb.gov.sg/en/news-and-events/insights/innovation/asia-s-testbed-for-smart-cities.html (20. 8. 2020.)

33. „What we can learn from Singapore's Smart Nation initiative". (2020)
Dostupno na: https://www.telecomreviewasia.com/index.php/news/featured-articles/1963-what-we-can-learn-from-singapore-s-smart-nation-initiative (20. 8. 2020.)

34. „Smart Nation Initiatives" (bez dat.)
Dostupno na: https://www.strate.education/gallery/news/smart-nation-singapore-smart-city (22. 8. 2020.)

35. „Pula među TOP 5 hrvatskih gradova s najvišim indeksom urbanog razvoja u državi". (2018)
Dostupno na: https://www.pula.hr/it/novita/detail/18130/pula-medju-top-5-hrvatskih-gradova-s-najvisim-indeksom-urbanog-razvoja-u-drzavi/ (25. 8. 2020.)

36. Brohi, S.N., Bamiah, M.,Brohi, M.N. (2018): „BIG DATE IN SMART CITIES: A SYSTEMATIC MAPPING REVIEW", Journal of Engineering Science and Technology, Vol.13, No.7.
pp. 2246-2270
Dostupno na:
https://www.researchgate.net/profile/Sarfraz_Brohi/publication/326860866_Big_Data_in_Smart_Cities_A_Systematic_Mapping_Review/links/5b6977f745851546c9f69860/Big-Data-in-Smart-Cities-A-Systematic-Mapping-Review.pdf
(11.09.2020)

37. Moustaka, V., Vakali A., Anthopoulos L. G. (2018): „A Systematic Review for Smart City Data Analyticx", ACM Computing Surveys, Vol. 51. No 5. Article 103, 41 pages
DOI: https://doi.org/10.1145/3239566