

IoT sistemi na primeru LoRa mreže u Kruševcu

Nikola Jovanović
Fakultet tehničkih nauka, Čačak
Informacione tehnologije, 2014/2015
jnikola81@gmail.com
prof. dr Danijela Milošević

Abstrakt – Internet of Things koncept je već godinama unazad sastavni deo čovekovog života. IoT sistemi mogu pomoći čoveku u obavljanju svakodnih rutina, zdravlju, upravljanju gradovima, kontroli životne sredine... Ovo je jedan od najbrže rastućih aspekata informacionih tehnologija i budućnost interakcije između čoveka i računara. Savremene tehnologije omogućice u budućnosti povezivanje čak 340 sekstioliona (10 na 36.) novih uređaja. Posebnu pažnju treba obratiti samostalnim sistemima koji mogu pokriti velike površine uz minimalnu infrastrukturu i poseduju mnogo raznovrsnih senzora. Jedan od takvih sistema je Long Range (LoRa) WAN. LoRa mreže omogućava priključenje beskonačnog broja krajnjih uređaja, pokriva velike površine, ima minimalnu potrošnju električne energije, a ćelijska struktura omogućava lako proširenje mreže. U uvodnom delu rada autor upoznaće čitaoca sa pojmom IoT-a, njegovim razvojem i primenom u savremenom društvu sa konkretnim primerima. U drugom delu je analizirana je Long Range (LoRa) tehnologija koja je najpodesnija za izradu gradske IoT mreže. U trećem delu rada opisana je praktična instalacija LoRa mreže u Kruševcu kao zajednički projekat firme Optical i udruženja građana Kruševac Open. Zaključna razmatranja se odnose na IoT, LoRa tehnologiju i probleme sa kojima smo se susretali. Ovaj rad može poslužiti kao osnov za dalje unapređenje i primenu ovakve mreže i u drugim gradovima.

Ključne reči: Internet of things, interakcija čovek računar, LoRa WAN, računarske mreže

1. UVOD

Pojam „Internet of Things“ (IoT) pokušali su da definišu mnogi relevantni stručnjaci, ali još uvek ne postoji tačna definicija ovog termina. Skraćenica IoT se često upotrebljava u neformalnoj komunikaciji na Internetu, ali i kao dobra marketinška strategija za prodaju različitih IT proizvoda. Među stručnjacima koji se bave razvojem IoT-a najprihvaćenija definicija je ta da je Internet of Things mreža fizičkih uređaja, sa odgovarajućim elektronskim sklopom, programiranih tako da sakupljaju i razmenjuju različite podatke. Među naučnicima koji se bave ovom tematikom se ustalio i pojam IoT paradigme (IoT paradigm) kao iskoraka u razvoju Interneta i IT tehnologija uopšte. Međutim, sve su snažniji glasovi naučnika koji IoT ne doživljavaju kao paradigmu, već kao logičan korak u evoluciji Informacionih tehnologija i Interneta kao njihovog sastavnog dela. [1]

Internet of Things ima mnogo činilaca, podjednako važnih za njegovo postojanje, a to su:

- **Servisi:** obezbeđuju integraciju i implementaciju delova IoT projekata.
- **Softver:** firmver i aplikativni softver omogućavaju rad IoT hardvera, kako između sebe, tako i sa krajnjim korisnikom.
- **Hardver:** obuhvata GPS čipove, RFID senzore, i druge uređaje koji komuniciraju između sebe, kao i spoljne uređaje koji komuniciraju sa krajnjim korisnicima, senzore i module krajnjih korisnika.
- **Mreža:** pristupne tačke, sateliti i druga infrastruktura koja omogućava povezanost hardverskih komponenti i korisnika. U najvećem broju slučajeva kao mreža se koristi Internet, ili je mrežna struktura IoT sistema povezana na Internet.
- **Analitička rešenja:** veštačka inteligencija i analitička softverska rešenja kao što su data mining i intuitivna analitika, analiza slika, prepoznavanje obrasca i drugi algoritmi koji odlučuju da li treba postupiti ili odustati od nekog procesa.

Internet of Things danas ima široku primenu, od lične upotrebe pa do kontrole čitavih gradova. Pojedini proizvodi su toliko uspešni da su postali sinonim za sve kasnije slične uređaje. IoT se najčešće primenjuje za:

Ličnu upotrebu: zdravlje, podsetnik za upotrebu lekova, lični treneri, nega starih osoba, monitoring novorođenčadi;

Domaćinstvo: energetska efikasnost, kontrola uređaja, čuvanje stvari, kontrola osvetljenja, osiguranje doma, polivanje biljaka;

Grad: kontrola otpada, rasterećeni saobraćaj, praćenje zagađenosti, efikasno korišćenje električne energije, efikasno ulično osvetljenje, deljenje sa zajednicom;

Industriju: održavanje i servis, kupovina, građevinarstvo, poljoprivreda, bezbednost, kontrola kvaliteta;

Životnu sredinu: kontrola emisije CO₂, praćenje nivoa voda, zaštita ugroženih životinjskih vrsta, javljanje u slučaju pomeranja tla, proučavanje insekata, zaštita životne sredine. [2]

2. LORA

LoRa (**Long Range**) je fizički sloj ili bežična modulacija koja se koristi za stvaranje komunikacione veze dugog dometa. LoRa je razvijena za dizajn uređaja male potrošnje, povezanih u WAN mreže za potrebe komunikacije među mašinama (M2M) ili za Internet of Things. [3]

Mnogi nasleđeni bežični sistemi koriste digitalnu frekvencijsku modulaciju (FSK) kao fizički sloj, jer je to veoma efikasna modulacija za postizanje male snage. LoRa se zasniva na čirp modulaciji spektra širenja, koja održava iste niske karakteristike snage kao FSK modulacija, ali značajno povećava domet komunikacije.

Low Power WAN mreže mogu da pruže veću pokrivenost u odnosu na standardni WiFi (2,4 GHz), a u nepristupačnim i na lokacijama gde je snabdevanje strujom loše koriste se i kao alternativa za GSM mreže. Pored toga što pokriva veliku površinu i ima malu potrošnju električne energije, LoRa ima i duboku pokrivenost unutar objekata i zaštićenost prenosa podataka.

Ovu tehnologiju je razvio američki Semtech, koji je postavio standarde i pokrenuo LoRa industriju, a i danas proizvodi hardver za nju. Upravljanje u kom pravcu će se dalje razvijati LoRa prepušteno je neprofitnoj organizaciji LoRa Alijansa (LoRa Alliance). LoRa Alijansa je pokrenuta na Mobilnom Svetskom Kongresu 2015. godine. Članovi Alijanse su poznate kompanije kao što su Actility, Cisco, Eolane, IBM, Kerlink, IMST, MultiTech, Sagemcom, Semtech, i Microchip Technology, kao i veliki telekomunikacioni operateri: Bouygues Telecom, KPN, SingTel, Proximus, Swisscom, i FastNet.

Prednost LoRa WAN-a je u dugom dometu. Jedan gateway ili bazna stanica može da pokrije cele gradove ili stotine kvadratnih kilometara. Domet veoma zavisi od okruženja ili prepreka u datoj lokaciji, ali LoRa i LPWAN imaju jačinu linka veći od bilo koje druge standardizovane komunikacione tehnologije. Jačina linka, obično izražena u decibelima (dB), je primarni faktor u određivanju dometa u datom okruženju. Sa minimalnom količinom infrastrukture, čitave zemlje mogu lako biti pokrivena.[4]

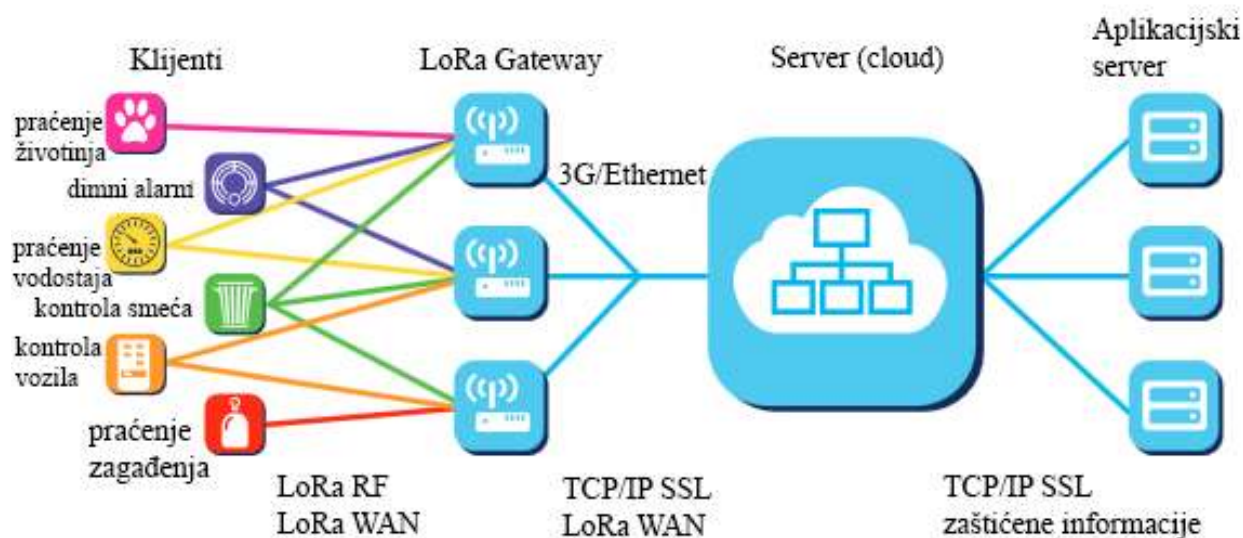
LoRa mreža se sastoji od nekoliko elemenata:

- **Krajnje tačke:** Krajnje tačke su elementi LoRa mreže u kojoj se preduzima očitavanje ili kontrola. [5]
- **LoRa gateway:** Gateway prima komunikacije iz LoRa krajnjih tački, a onda ih prenosi na prenosne sisteme. Ovaj deo LoRa mreže može biti ethernet, mobilni GPRS ili bilo koja druga telekomunikaciona veza žičana ili bežična. Gateway-i su povezani sa mrežnim serverom koristeći standardne IP konekcije. Na ovaj način, podaci koriste standardni protokol, ali se mogu povezati sa bilo kojom telekomunikacionom mrežom, javno ili privatno. S obzirom na sličnost LoRa mreže sa čelijskom, LoRa gateway-i često mogu biti ko-locirani sa čelijskom baznom stanicom. Na ovaj način oni su u mogućnosti da koriste rezervni kapacitet na prenosnoj mreži.
- **Server:** Server LoRa mreže upravlja mrežom. Mrežni server deluje tako da eliminiše duple pakete, rasporedi potvrde, i prilagodi brzine prenosa podataka. S obzirom na način na koji može biti raspoređen i povezan, vrlo je lako primeniti LoRa mrežu.
- **Daljinski kompjuter:** daljinski kompjuter onda može da kontroliše postupke krajnjih tačaka ili prikuplja podatke od njih - LoRa mreža je skoro transparentna.

Bežični sistem LoRa koristi nelicencirane frekvencije koje su dostupne širom sveta. Najrasprostranjenije frekvencije/opsezi su:

- 868 MHz za Evropu
- 915 MHz za Severnu Ameriku
- frekvencije na drugim kontinentima definiše tehnički komitet

Korišćenje nižih frekvencija od onih od 2.4 ili 5.8 GHz ISM opsega omogućava mnogo bolju pokrivenost koju treba postići, posebno kada se čvorovi nalaze u zgradama. Iako se obično koriste pod-1GHz ISM opsezi, tehnologija je u suštini frekvencijski-agnostička i može da se koristi na većini frekvencija bez fundamentalnog prilagođavanja.



Slika 1: Dijagram LoRa WAN-a

LoRaWAN specifikacija varira malo od regiona do regiona, na osnovu različitih izdvajanja regionalnih spektra i regulacionih uslova. LoRaWAN specifikacija za Evropu i Severnu Ameriku je definisana, ali drugi regioni se još uvek definišu od strane tehničkog komiteta. Ulazak u LoRa Alijansu kao članice i učešće u tehničkom komitetu može doneti značajne prednosti kompanijama koje imaju za cilj rešenja za tržište Azije.

LoRa bežična tehnologija ima idealne uslove da se koristi u širokom spektru aplikacija. Niska snaga i dugi domet znače da krajnje tačke mogu biti raspoređene u raznim mestima, u zgradama i izvan i da i dalje imaju sposobnost da budu u stanju da komuniciraju sa gateway-om. Kao takav sistem je jednostavan za primenu i može se koristiti za veliki broj aplikacija za IoT, i M2M.[6]

3. PROJEKAT IMPLEMENTACIJE LORA MREŽE U KRUŠEVCU

U poslednjih nekoliko godina u svetu raste popularnost tzv „pametnih gradova“. To su gradovi koji imaju autonomnu IoT infrastrukturu koja im omogućava rešavanje aktuelnih problema, a građanima čini život udobnijim. Na osnovu studija slučaja pametnih gradova dostupnih na sajtu Semtecha, odlučili smo da postavimo LoRa infrastrukturu u Kruševcu i da povežemo tri vrste senzora. Prvi je sistem za gradsko osvetljenje, drugi je senzor koji prati vodostaj reke Rasine i javlja u slučaju opasnosti od poplava a treći je sistem za pametno parkiranje.

Za LoRa gateway odlučili smo da koristimo uređaje Conduit poznatog američkog proizvođača Multitech. To je jedan od uređaja koji su najjednostavniji za konfiguraciju i podešavanje od svih dostupnih rešenja na tržištu. Za daljinsko konfigurisanje uređaja postoji i posebna aplikacija koju su razvili programeri Multitech-a. [7]

Sistem za kontrolu gradskog osvetljenja bi uštedom na električnoj energiji vrlo brzo otplatio ceo projekat. Prema podacima kruševačke Elektrodistribucije i Direkcije za urbanizam i izgradnju, na ulično osvetljenje se mesečno utroši oko 110000kWh struje. Po cenovniku od 1.10.2016. godine to je trošak od oko 55000 evra na mesečnom nivou. Godišnje se na ulično osvetljenje potroši oko 1320000 kWh, što je trošak od oko 660000 evra.

Za gradsko osvetljenje, koje manjim delom čine i bilbordi, svetleće reklame i druga svetlosna signalizacija, koristi se oko 6800 bandera sa različitim tipovima sijalica. Koriste se sijalice najnovije LED generacije, ali je najviše klasičnih, sa volframskim vlaknom jačine do 400W. Većina sadašnjih uličnih lampi morala biti zamenjena novim tipom štedljivih ili LED sijalica. Sa promenom uličnog osvetljenja se već počelo prošle godine u centralnim ulicama

u gradu, i za sada se samo tu nalaze LED sijalice. Tokom naredne godine planirana je zamena na još nekim lokacijama, što će doprineti manjoj potrošnji i efikasnijoj upotrebi InteliLIGHT sistema.

Zbog toga smo odlučili da na LoRa infrastrukturu uradimo implementaciju InteliLIGHT sistema za pametno gradsko osvetljenje rumunskog proizvođača Flashnet SRL. Sadašnji sistem radi tako što se ručno podesi vreme kada se ulično osvetljenje pali i gasi. Ovaj sistem nije toliko efikasan jer se tokom meseca ti termini menjaju. Ideja je da se primenom pametnog sistema uštedi električna energija tako što sistem pomoću senzora očitava spoljno osvetljenje, i shodno tome pali gradske svetilje. U toku noći, ovaj sistem vrši monitoring gradske mreže i u zavisnosti od potreba određene tačke „dimuje“, tj smanjuje osvetljenje i štedi na potrošni električne energije.

Na sajtu InteliLIGHT postoji kalkulator koji vrši procenu uštede na osnovu unetih podataka. U formulu se ubacuju podaci o broju uličnih lampi, tipu i potrošnji, i na osnovu geografske širine program po mesecima izračunava potrošnju. Postoje 3 moda u kojima sistem radi: economic (ekonomski, u kome je ušteda najveća), balanced (balansirani, u kome potrošnja malo veća) i intense (intenzivni, kada je ušteda najmanja jer se i sijalice slabije „dimuju“).

Intense

Ovaj mod omogućava maksimalno osvetljenje sa minimalnom uštedom. U našem konkretnom slučaju uštedeli bismo oko 1500000kWh na godišnjem nivou, odnosno 77320 evra pri sadašnjoj ceni struje.

Balanced

Ovaj mod kao što mu samo ime kaže balansira između osvetljenosti i uštede električne energije, i pri tome pravi uštedu oko 25%. Potrošnja električne energije bi sa sadašnjih 13200000kWh pala na 9785000kWh. Ovog meseca bi dimeri već u 20h postepeno smanjivali potrošnju do ponoći kada bi ona iznosila oko 50%. Zatim bi se od 3h ubrzano vraćala na normalu, pošto već od 5 sati ljudi kreću na posao.

Economic

U idealnim uslovima InteliLIGHT sistem bi napravio uštedu od 38,37%. U ovom modu rada, nazvanom economic, bi u ovom mesecu već u 20h svetiljke radile smanjenim kapacitetom za 10%, a u ponoć bi radile kapacitetom od 30 procenata. To bi potrajalo do 4 časa, pa bi se intezitet osvetljenja pojačavao, ali najviše do 80%. Po procenama ljudi iz Flashnet SRL, celokupan projekat sa svim troškovima otplatio već posle prvog meseca po uvođenju ovog sistema. Treba, ipak, imati na umu da je potrebno naći odgovarajući odnos između utrošene električne energije i kvalitetne osvetljenosti, jer manjak noćnog osvetljenja nosi određene rizike, npr bezbednosni. [8]

Sistem za praćenje vodostaja je koristan za stanovnike na istočnom delu grada pošto se reka Rasina gotovo svake godine izliva iz svog korita i dovodi u opasnost živote i imovinu ljudi i pravi materijalnu štetu.

Sistem za parkiranje će koristiti građanima u užem gradskom jezgru pošto je saobraćaj gust a problem parkiranja u Kruševcu postaje sve izraženiji.

Nosioci projekta biće udruženje građana Kruševac Open zajedno sa firmom Optical DOO iz Kruševca u saradnji sa Opštinskom upravom koja će obezbediti logističku podršku.

Udruženje građana Kruševac Open postoji od 2007. godine kao registrovano udruženje građana. To je neprofitno i nekomercijalno udruženje, projekt grupe entuzijasta koje ima za cilj popularizaciju informacionih tehnologija i edukaciju građana o najnovijim tehnologijama vezanim za računare.

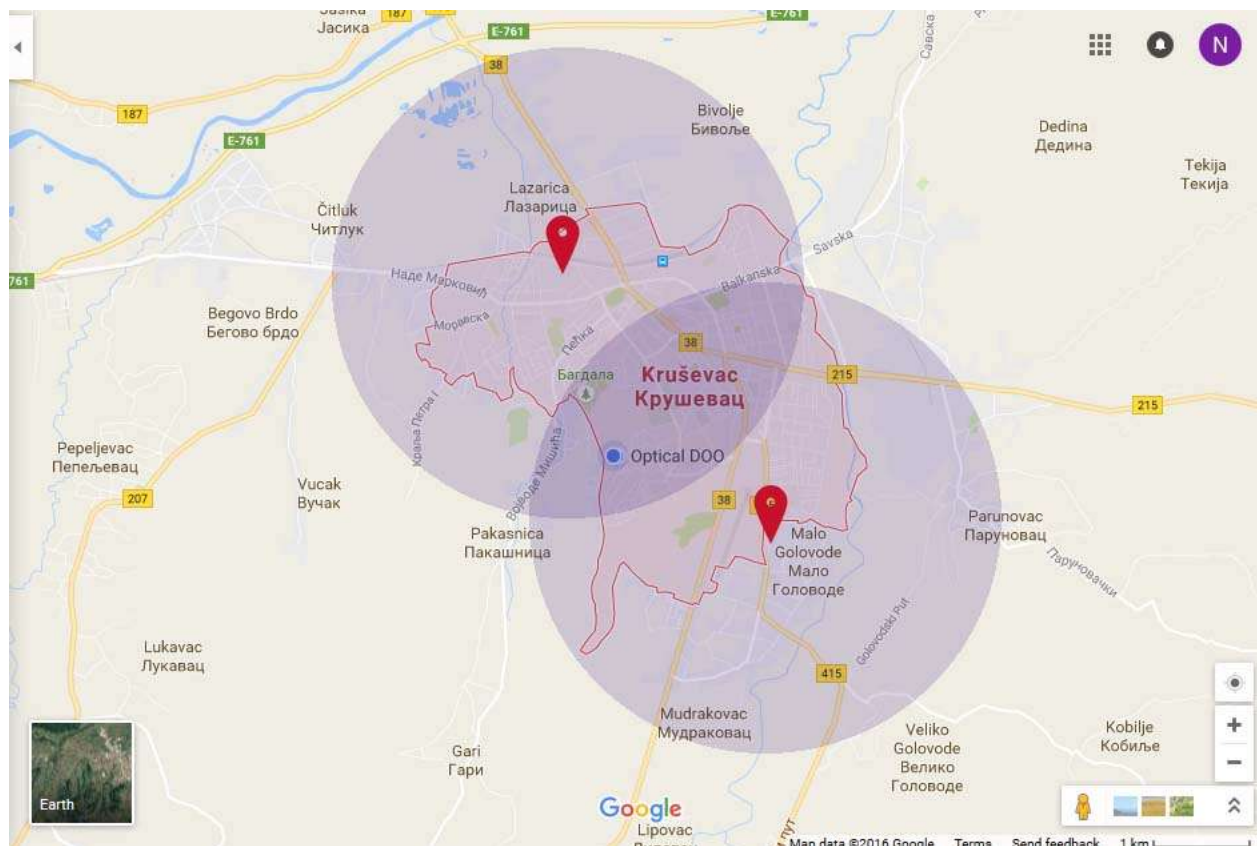
Optical DOO se bavi internet provajdingom i za to poseduje odobrenje RATEL-a pod brojem 1000-234/1. Osim toga, delatnosti Opticala su i projektovanje i instalacija računarskih mreža, izrada web sajtova i prodaja računarske opreme.

Projekat ima podršku i opštinske uprave Kruševca, koja nema sredstava za finansiranje projekta, ali će na njenu preporuku pristup objektima, računarima i drugoj potrebnoj opremi dozvoliti Direkcija za urbanizam i izgradnju grada Kruševca, Uprava za vode i Poslovni centar koji je nadležan za parkinge u gradu. Ove ustanove koje posluju u sastavu lokalne samouprave daće svoj doprinos realizaciji ovog projekta.

Kruševac je grad u Rasinskom okrugu u centralnoj Srbiji. Grad i opština Kruševac, koja zahvata površinu od 854 kvadratnih kilometara nalazi se između $43^{\circ} 22' 29''$ i $43^{\circ} 42' 17''$ severne geografske širine i $21^{\circ} 09'$ i $21^{\circ} 34' 08''$ istočne geografske dužine.

Prema popisu iz 2011. godine u opštini živi 128752 stanovnika, a u samom gradu 58745. Najviše ljudi živi u širem centru grada (do 2 km u prečniku od centra). Samo 500 metara od centra grada počinje brdo Bagdala koje je fizička prepreka između severozapadnog i jugoistočnog dela grada. Zbog toga smo odlučili da u svakom od ova dva dela grada postavimo po jedan LoRa gateway. Prvi gateway bi bio montiran na lokaciji sportskog aerodroma i radijus od 5 kilometara u urbanoj sredini u okviru koga je sistem pouzdan je prikazan na slici 9. Drugi gateway bi bio instaliran u naselju Lazarica.

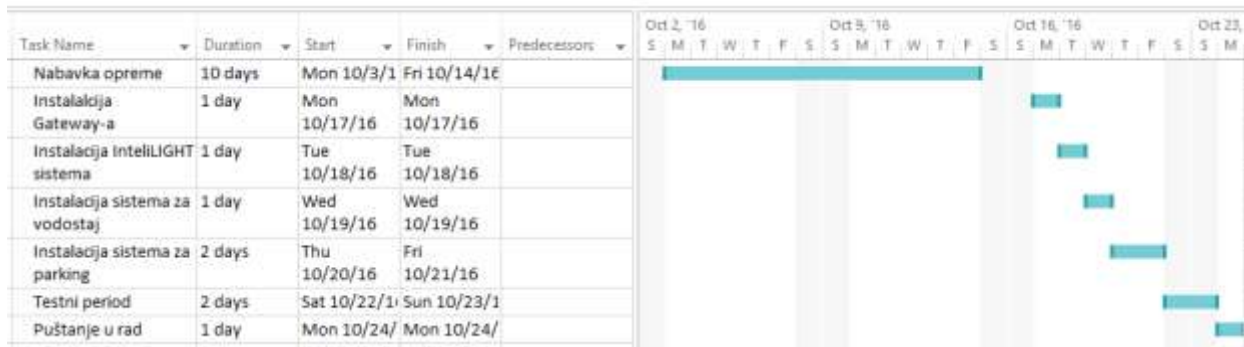
Senzor za sistem pametnog osvetljenja bi se montirao na zgradi Direkcije za urbanizam i izgradnju Kruševca u čijoj je nadležnosti ulično osvetljenje.



Slika 11: Prikaz gateway-a 1 u naselju Malo Golovode i gateway-a 2 u naselju Lazarica, sa radijusom od po 5km koji u gradskoj zoni efikasno pokrivaju

Senzor za kontrolu vodostaja bi se montirao na samoj reci, oko 500m uzvodno od prvog ugroženog područja gde se već nalazi merač vodostaja, a senzori za kontrolu parkinga na 4 parkinga u centru grada.

Prema gaant dijagramu ukupna realizacija projekta trajala bi 18 dana, a instalacija gateway-a, senzora za gradsko osvetljenje i visinu vodostaja sa testiranjem trajeće po jedan radni dan, dok će instalacija i testiranje senzora za parking trajati 2 radna dana. Pošto se oprema nabavlja iz inostranstva planirali smo 10 radnih dana za nabavku, a instalacija će trajati 5 radnih dana, u intervalu ponedeljak-petak, dok će sistem preko vikenda uz nadzor inženjera imati probni rad. Zvaničan rad LoRa mreže i pratećih servisa počinje sledećeg ponedeljka (7. dan po početku instaliranja opreme).



Slika 17: Gaant dijagram realizacije projekta

Po nabavci opreme, **prvog dana** se vrši instalacija gatewaya broj 1 u prigradskom naselju Malo Golovode i drugog gatewaya u naselju Lazarica.

Uređaji se moraju smestiti u vodonepropusne plastične kutije kako bi bili zaštićeni od atmosferskih uticaja. Kablovi se provode kroz posebne uvodnike koji sprečavaju ulazak vlage i kondenzaciju.

Za postavljanje uređaja potrebno je po 2 sata, a kasnije bi se instalirao softver i vršila konfiguracija i testiranje.

Prvi gateway bi pokrio naselja: Malo Golovode, Prnjavor, Pejton, Bivolje, deo Centra, Koloniju, Šumice, Pakašnicu i Bagdalu 3, kao i prigradska naselja Parunovac, Veliko Golovode i Mudrakovac. Radijus od 20km na u okviru koga je sistem van urbane zone efikasan bi obuhvatio još dvadesetak sela, a pokrio bi i deo do izletišta Jastrebac, jezera Čelije i deo regionalnih puteva Pojate-Kruševac i Kruševac-Kopaonik koje su među najvažnijim saobraćajnicama.

Drugi gateway bi pokrio naselja Lazarica, Ujedinjene nacije, Bare, Bagdalu 1 i 2, Centar, deo Bivolja i celu industrijsku zonu. Van grada bi obuhvatao sela na obali Morave sve do Opštine Trstenik, zaobilaznicu oko Kruševca i deo regionalnog puta Kruševac-Kraljevo.

Velika pokrivenost bi kasnije omogućila i dodavanje novih senzora i modula uz minimalna ulaganja.

Instalacija softvera bi bila prepuštena inženjerskom delu tima, koji bi započeo konfiguraciju odmah po instalaciji uređaja.

Uz svaki uređaj ide i detaljno uputstvo za podešavanje, a na sajtu proizvođača se mogu naći i video tutorijali.

Drugog dana se vrši postavljanje senzora i instalacija softvera za sistem InteliLLIGHT. Za monitoring gradskog osvetljenja je zadužena Direkcija za urbanizam i izgradnju Kruševca koja je u nadležnosti Opštinske uprave.

Uz dozvolu Direkcije na krovu upravne zgrade, u kojoj se nalaze i serveri i računari za monitoring gradskog osvetljenja, biće postavljen senzor FRE-220.

Na jednom od servera biće instaliran softver InteliLIGHT-a kojim će se vršiti upravljanje gradskog osvetljenja.

U studijama slučaja dostupnim na sajtu InteliLIGHT-a dati su primeri da se ovaj senzor može montirati na svaku banderu sa osvetljenjem ponaosob, pošto je u Kruševcu ovaj sistem centralizovan biće dovoljan 1 senzor za praćenje osvetljenja i upravljanje sistemom.

Ljudi iz Direkcija za urbanizam i izgradnju Kruševca su dužni da nam obezbede server na kome će softver biti instaliran. I uz dogovor sa njima potrebno je prepoznati tačke u kojima će sistem da više ili manje “dimuje” određeno osvetljenje kako bi se dobilo na uštedi.

Trećeg dana se vrši postavljanje senzora koji meri visinu vodostaja na reci Rasini kod naselja Malo Golovode. Ostatak dana se instalira softver i vrši testiranje.

Postoje četiri kritične tačke u kojima Rasina izliva kada je visok vodostaj i može poplaviti kuće ili naneti materijalnu štetu. To su dve kritične tačke u naselju Malo Golovode, jedna u Bivolju i park/šetalište na obali u Parunovcu.

Smart water firme Libelium je sistem za nadzor protoka, zagađenosti i vodostaja kako na otvorenim vodama, tako i u zatvorenim sistemima (vodovodna infrastruktura, cevi, cisterne...). Libelium, između ostalog pravi i slične module za monitoring uslova životne sredine. Postoji 10 različitih modela na koje se može nadograditi ukupno 60 senzora različite namene.[9]

Senzor za praćenje vodostaja postavio bi se ispred (uzvodno) od kritične tačke 1, na već postojećem mestu za kontrolu vodostaja.

Uprava u čijoj je nadležnosti praćenje vodostaja će na preporuku lokalne samouprave obezbediti pristup meraču vodostaja kako bi se namestio Smart Water modul i dati drugu pomoć ako je potrebno.

Izlivanje na ovom delu toka Rasine je često pošto reka Rasina dobija vodu iz Čeljijskog jezera koje mora ispustiti višak vode u kratkom vremenskom periodu, a na vodotoku u dužini od 25 kilometara ima još pritoka. Najkritičnije

je bilo 2016. i 2014. godine za vreme majskih poplava. Na 3 tačke je pričinjena veća materijalna šteta na domaćinstvima uz obalu. Srećom ljudskih žrtava nije bilo zahvaljujući blagovremenoj evakuaciji. Na šetalištu pored Rasine (tačka 3) pričinjena je materijalna šteta.

Četvrtog dana je planirana montaža dva senzora na parkinzima u centru grada.

Saobraćaj u samom centru Kruševca je vrlo frekventan, a manjak mesta za parkiranje hronično muči Kruševljane. Kruševac ima 4 veća parkinga u centru grada, na kojima je u intervalu od 08h-15h gotovo nemoguće naći parking mesto. Često su vozači primorani da se parkiraju i po 500 metara od centra grada u čijem jezgru se nalaze sve važne institucije.

Na ovim parkinzima ne postoje parking mesta za osobe sa specijalnim potrebama, invalidima, itd... što predstavlja problem za ove grupe, koji će sistem za pametno parkiranje probati da reši.

Prvo bi se postavili senzori na dva parkinga na koje se ulazi iz Kosančićeve ulice.

Pirio senzori prate zacetost parkinga, i u realnom vremenu šalju podatke na server, koji ih obrađuje i dostavlja aplikaciji za mobilne telefone. Aplikacija će u realnom vremenu prikazivati izveštaje zacetosti parkinga.

Allora Factory je firma koja je zvanični partner LoRa Alijanse i koja izrađuje rešenja za smart parking. Pomoću njihovog sistema se može pratiti stanje na parkinzima, meriti frekvencija saobraćaja, smanjiti zagađenje efikasnom primenom saveta i planirati budući razvoj saobraćajnica. [10] **Petog dana** je planirana montaža preostala 2 parking senzora i povezivanje na mrežu. To su parkinzi u Čolak-Antinjoj ulici. Time bi instalacija opreme bila okončana. Posle povezivanja i testiranja ovih senzora ceo sistem bi bio pušten u probni rad koji bi trajao preko vikenda. Za vreme probnog rada inženjeri bi vršili nadzor celog sistema. U ponedeljak bi bilo priređeno zvanično puštanje u rad ovog projekta.

Poslovni centar u čijoj je nadležnosti parkiranje u gradu i koji radi kao organ lokalne samouprave obezbediće neophodnu pomoć za realizaciju dela projekta koji se tiče pametnog parkiranja.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Po predviđanjima stručnjaka iz silicijumske doline, tačnije iz gradića Paolo Alto (koji je sedište svetski poznatih IT firmi Hewlett-Packard, Tesla Motors, Amazon i drugi) mi smo još uvek na početku zlatne ere IoT sistema. U periodu od 2017.-2022. godine rast ovog tržišta povećaće se za 59%, a narednih 8 godina još 22% kada će 2030. dostići gotovo pun potencijal.

Samo tržište IoT-a 2020. godine činiće 6% svetske ekonomije. Ako se uzme u obzir strategija IT giganta Cisca da u sledećih 5 godina u IoT uloži jednu milijardu dolara, pa i američke vlade da u narednim godinama u ovo tržište investira po 100 miliona dolara godišnje, a britanska 45 miliona jasno je u kom pravcu će se razvijati IT sektor. Vreme glomaznih desktop mašina sa čijih se monitora iščitavaju Internet portali neumitno prolazi. Informacija je neophodna odmah, i to na telefonu, ručnom satu ili naočarima.

U ovom radu sam pokušao da se osvrnem na delić trenutno dostupnih tehnologija i iskoristim ih u datim okolnostima na najbolji mogući način. Možda grad veličine Kruševca i ne može u ovom trenutku da iskoristi pun potencijal LoRa WAN infrastrukture, ali sam naveo tri aspekta koja bi odmah donela dobrobit njegovim građanima. Jedan se tiče ekonomske isplativosti, drugi kao pomoć ugroženim građanima i treći koji bi učinio život komfornijim.

LoRa mreža je takva da će se u budućnosti lako proširiti i nadograditi senzorima kako bi osim ova tri opisana u radu, donela još mnogo koristi lokalnoj zajednici. Oni bi bili samo polazna tačka za dalje proširenje mreže i servisa na njoj. U slučaju povećanja obima saobraćaja dodao bi se sistem koji pomaže vozačima da izaberu rasterećenije pravce, mogao bi se kontrolisati otpad, vršio monitoring zagađenosti vazduha, građani poboljšali energetske efikasnost svojih domova, osigurali ih od krađe, kontrolisali različite uređaje iz daljine, nadzirali i lečili bolesne i stare, pratili svoje ljubimce, kupovali iz udobnosti svog doma, gradsko komunalno kontrolisalo razvoj biljaka u svom rasadniku, kruševački vodovod pratio kvilitet vode na čelijskom jezeru...

Kada postojeće tehnologije dostignu svoj maksimum zameniće ih nove i doneće nam mogućnosti o kojima još uvek i ne razmišljamo.

LITERATURA

1. Raiwani Y.P., (2013), *Internet of Things: A New Paradigm*, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 4, str. 2
2. Grupa autora, (2012), *Internet of Things beyond the Hype: Research, Innovation and Deployment*
3. Semtech, http://www.semtech.com/wireless-rf/internet-of-things/what_is_lora.html, pristupljeno 23.08.2016
4. Reportsn Reports market research, <http://www.reportsnreports.com/reports/435673-the-lpwa-low-power-wide-area-networks-ecosystem-2015-2030-opportunities-challenges-strategies-industry-verticals-forecasts.html>, pristupljeno 01.09.2016
5. Business Wire, Kevin A. Schader, <http://www.businesswire.com/news/home/20150616006550/en/LoRaWAN-R1.0-Open-Standard-Released-IoT>, pristupljeno 04.09.2016
6. Open LORA forum, <http://openlora.com/forum/viewforum.php?f=15>, pristupljeno 04.09.2016
7. Multitech, <http://www.multitech.com/documents/publications/data-sheets/86002170.pdf>, pristupljeno 10.09.2016
8. InteliLIGHT, http://intelilight.eu/implementations/#_case_studies, pristupljeno 13.09.2016
9. Libelium, <http://www.libelium.com/new-ion-sensor-probes-pro-ammonia-magnesium-nitrite-sodium-nitrate-lithium-fluoride-chloride-iodide-cupric-bromide-silver-smart-water/>, pristupljeno 13.09.2016
10. Allora factory, <http://allorafactory.com/pirio/>, pristupljeno 20.09.2016
11. Internet of Things 2020: A Glimpse into the Future, https://www.atkearney.com/documents/4634214/6398631/A.T.+Kearney_Internet+of+Things+2020+Presentation_Online.pdf/af7e6a55-cde2-4490-8066-a95664efd35a , pristupljeno 20.09.2016