Prilog V.

PROJEKTNI ZADATAK

Instalacija senzora kvalitete zraka

(ev.br. 51/2026)

Sinj, svibanj 2026.

SADRŽAJ:

1. Uvod 3**2.**
Opis tehničkog rješenja za planirani sustav 42.1.
Komunikacijska infrastruktura - IoT LoRaWAN tehnologija 4
2.2. LoRaWAN mreža 5
2.3. Uređaj za praćenje parametara zraka 6
2.4. Obrada prikupljenih podataka 7
3. Aplikacijski sustav za prikaz podataka **Error! Bookmark not defined.**3.1.
Centralizirano upravljanje – LoRa mrežni server 8
3.2. Prikaz podataka praćenja kvalitete zraka 8

1. Uvod

Projektni zadatak obuhvaća opis implementacije naprednih IoT rješenja i aplikacija u sklopu uvođenja digitaliziranih i pametnih javnih usluga za potrebe gradske uprave i građana.

Projektni zadatak je koncipiran prema potrebama grada Sinja te je usklađeno s planom razvoja Sinja u smjeru pametnog grada koji primjenjuje dostupne inovativne tehnologije u svrhu podizanja kvalitete života svojih građana.

Provedbom ovog projekta grad Sinj planira implementirati digitalno rješenje za kontinuirano praćenje parametara kvalitete zraka na području grada.
Uvođenje planiranih digitaliziranih gradskih usluga uvelike će doprinijeti poboljšanju kvalitete građana Sinja.

Planirane pametne gradske usluge baziraju su na primjeni IoT (*Internet of Things*) mrežnih tehnologija i bežičnih senzora, korištenjem jedinstvene IoT mreže za pružanje svih planiranih usluga.

Kao preduvjet za realizaciju navedenih digitaliziranih pametnog grada potrebno je realizirati IoT LoRaWAN mrežu te implementirati senzorski sustav za praćenje kvalitete zraka na LoRaWAN tehnologiji.

Opseg provedbe uključuje navedene komponente:

- **LoRaWAN mreža**
  Komplet uključuje:
  - LoRaWAN pristupnik - 1 kom
  - antenski sustav - 1 kom
  - nosači / mehanički prihvati
  - instalacijski materijal i pribor za montažu
  - instalaciju, konfiguraciju i puštanje u rad LoRaWAN mreže

- **Rješenje za praćenje kvalitete zraka na LoRaWAN tehnologiji:**
  Komplet uključuje:
  - LoRaWAN uređaj za praćenje parametara kvalitete zraka za vanjsku instalaciju - 1 kom
  - instalacijski materijal i pribor za montažu
  - nosači / mehanički prihvati
  - instalaciju, konfiguraciju i puštanje u rad uređaja za praćenje kvalitete zraka
  - integraciju sa softerskim alatima korisnika za prikaz podataka

2. Opis tehničkog rješenja za planirani sustav

2.1. Komunikacijska infrastruktura - IoT LoRaWAN tehnologija

Za uspostavu IoT mreže na području grada predviđena je LoRaWAN tehnologija, koja je idealna za područja koja zahtijevaju veliki domet (područje pokrivanja) te za primjene prikupljanja male količine informacija s velikog broja krajnjih uređaja (senzora).

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) je komunikacijski protokol razvijen za bežičnu komunikaciju na velikim udaljenostima i s niskom potrošnjom energije koja omogućava prijenos podataka na udaljenosti do 15 kilometara u ruralnim područjima i nekoliko kilometara u urbanim sredinama.
Temelji se na LoRa (Long Range) modulacijskoj tehnici koja je namijenjena za realizaciju komunikacijske male snage i velikog dometa, za specifičan nelicencirani bežični pojas prijenosa.
LoRaWAN je standardiziran protokol, dizajniran i održavan od strane međunarodne organizacije LoRa Alliance.

Na području Europske unije, LoRa/LoRaWAN tehnologija se koristi u nelicenciranom frekvencijskom pojasu od 868 MHz.

Ključne značajke LoRaWAN tehnologije uključuju:

- Veliki domet i dobro prodiranje signala unutar objekata
  LoRaWAN uređaji mogu komunicirati na udaljenosti od nekoliko kilometara u ruralnim područjima i prodirati kroz gusto naseljena urbana područja, omogućujući povezivost u različitim okruženjima.
- Visoka energetska učinkovitost
  Uređaje koji koriste LoRaWAN tehnologiju karakterizira niska potrošnja energije (uobičajeno trajanje baterije duže od 10 godina). Dugi vijek trajanja baterije čini IoT uređaje i senzore pogodne za brojne primjene daljinskog mjerenja i upravljanja.
- Mala brzina prijenosa podataka
  LoRaWAN tehnologija je namijenjena za primjene s manjom brzinom prijenosa podataka, odnosno pogodna je za slanje male količine paketa podataka u redovitim intervalima.
- Skalabilnost
  LoRaWAN mreže mogu podržati veliki broj uređaja, što je prikladno implementaciju IoT rješenja u različitim scenarijima i na širim geografskim područjima.
- Velika razina sigurnosti
  LoRaWAN integrirana visoku razinu enkripcije podataka kako bi se osigurala optimalna razina privatnosti i zaštite kod prijenosa podataka.
- Dvosmjerna komunikacija
  Osim prikupljanja informacija s krajnjih točaka, moguće je i upravljanje uređajima ili izmjena konfiguracije.
- Standardizirana tehnologija
  LoRaWAN standard je međunarodno priznati standard koji regulira LoRa Alliance i službeno je odobren kao LPWAN standard od strane Međunarodne telekomunikacijske unije (ITU).

Ovaj otvoreni standard omogućava integraciju postojećih tehnologija, interoperabilnost između različitih aplikacija i lako povezivanje postojećih krajnjih uređaja u LoRaWAN sustav.
Osnovne komponente LoRaWAN mreže su:

- **LoRaWAN krajnji uređaji**
  LoRaWAN krajnji uređaji su razni senzori i uređaji koji za prijenos podataka koriste komunikacijsku tehnologiju LoRaWAN, najčešće baterijski napajani. Neki od primjera uređaja mogu biti:
  - senzori za kvalitetu zraka (plinovi i lebdeće čestice),
  - senzori za temperaturu, vlažnost, tlak,
  - senzori za buku,
  - meteorološke stanice,
  - aktuatori za upravljanje i sl.

- **LoRaWAN pristupnici**
  Svaki pristupnik je registriran na mrežnom poslužitelju te prikuplja poruke od LoRaWAN krajnjih uređaja i preusmjerava ih prema mrežnom poslužitelju. Pristupnici su povezani s mrežnim poslužiteljem preko komunikacijske (tzv. *backhole*) mreže koja je najčešće mobilna (3G/4G/5G), Ethernet, Wi-Fi itd. Pristupnici mogu biti namijenjeni za vanjsku (*outdoor*) i unutarnju (*indoor*) uporabu.

- **LoRa mrežni poslužitelj** (LNS)
  Mrežni poslužitelji upravljaju LoRaWAN pristupnicima, LoRaWAN krajnjim uređajima, aplikacijama i korisnicima unutar mreže LoRaWAN.

- **Aplikacijski poslužitelji**
  Aplikacijski poslužitelj procesira podatke primljene od LoRaWAN krajnjih uređaja te generira poruke koje preko mrežnog poslužitelja šalje prema LoRaWAN krajnjim uređajima. LoRaWAN mreža može imati više aplikacijskih poslužitelja.

2.2. LoRaWAN mreža

LoRaWAN mreže grade se u zvjezdastoj arhitekturi, u kojoj LoRaWAN pristupnici primjenom LoRa radijskog signala dvosmjerno komuniciraju s krajnjim uređajima.

Svaki LoRaWAN pristupnik povezan je s mrežnim poslužiteljem putem standardnih IP veza i djeluju kao most, pretvarajući LoRA radio (RF) pakete u IP pakete i obrnuto. Bežična komunikacija koristi prednosti karakteristika visokog dometa fizičkog sloja LoRa, dopuštajući direktnu vezu između krajnjeg uređaja i jedne ili više LoRaWAN pristupnika.

Za primjenu u sklopu sustava za potrebe pametnog grada Sinja potrebno je predvidjeti implementaciju odgovarajućeg modela LoRaWAN pristupnika za vanjsku instalaciju, koji ispunjava zahtjeve za vrlo pouzdanu i sigurnu komunikaciju.

Povezivanje LoRaWAN pristupnika na LNS putem Internet veze

IP povezivost LoRaWAN pristupnika s centralnim mrežnim poslužiteljem može se ostvariti putem fiksnog pristupa Internetu (lokalne Ethernet/IP infrastrukture) ili primjenom javne mobilne 3G/4G konekcije.

Veza između svakog LoRaWAN pristupnika i LNS-a mora biti uspostavljena putem VPN-a (OpenVPN).

Antenski sustavi i područja pokrivanja

Osim radio uređaja, ključna komponenta LoRaWAN pristupnika je i antenski sustav. Antenskim sustavom utječe se na predajne i prijemne karakteristike LoRaWAN pristupnika i određuju se smjerovi zračenja odnosno područja pokrivanja.

Svaki LoRaWAN pristupnik s odabranima antenskim sustavom pokriva radijskim signalom određeno geografsko područje/zonu. Primjenom više LoRaWAN pristupnika na određenim geografskim pozicijama osigurava se kompozitno pokrivanja cijelog željenog područja.

Radijska mreža projektira se na način da se postigne maksimalna pokrivenost područja koje je predviđeno za postavljanje krajnjih uređaja i senzora, uz korištenje minimalnog broja LoRaWAN pristupnika.

Preliminarnim radijskim planiranjem definiran je potreban broj LoRaWAN pristupnika za realizaciju ovog projekta te pripadajući antenski sustavi kako bi se optimalno i kvalitetno pokrilo područje.

Napajanje električnom energijom

Pristupnici se tipično napajaju istosmjernim naponom napajanja primjenom PoE injektora.

U okviru ovog projekta predviđeno je da se svi pristupnici na lokacijama u vlasništvu grada povezuju na postojeće izvore napajanja na lokacijama (230VAC) primjenom PoE injektora.

Područje pokrivanja i lokacije

Za implementaciju projekta u gradu Sinju planira se postavljanje LoRaWAN pristupnika s vanjskom antenom u centru grada na uzvišenoj lokaciji, prema zajedničkom odabiru predstavnika grada i Isporučitelja.

U sklopu provedbe ovog projekta, Naručitelj (Grad Sinj) će osigurati adekvatnu lokaciju za postavljanje LoRaWAN pristupnika s pristupom Internetu i stabilnom izvoru napajanja.

Prije instalacije opreme Isporučitelj je dužan zajedno s predstavnicima grada obići lokacije koje su predviđene za postavljanje uređaja, kako bi se potvrdila izvedivost i optimalno funkcioniranje sustava.

Planirano područje pokrivanja LoRaWAN signalom koje je potrebno za izvršenje ovog projekta će biti dodatno provjereno uz mjerenja na terenu, kako bi se osiguralo maksimalno pokrivanje područja provedbe projekta.

2.3. Uređaj za praćenje parametara zraka

Za paćenje parametara kvalitete zraka (temperatura, vlažnost, tlak, CO2) u realnom vremenu na području grada Sinja predviđa se koristiti IoT uređaj koji objedinjuje više senzora i radi na LoRaWAN tehnologiji.

Sukladno potrebama grada, propisane su zahtijevane tehničke specifikacije uređaja:

- vlažnost zraka: od 0 do 100% RH (<±3% RH)
- temperatura: od -40 ºC do +125 ºC (±1 ºC)
- ugljični dioksid: 0 – 10000 ppm
- tlak zraka: 300 – 1100hPa

Uređaj koji će se instalirati treba biti namijenjen za vanjsku montažu, s vodootpornim kućištem te uz odgovarajuću IP i UV zaštitu.

U sklopu provedbe ovog projekta, Naručitelj (Grad Sinj) će osigurati adekvatnu lokaciju za postavljanje uređaja za mjerenje kvalitete zraka, u dovoljnoj blizini od mjesta instalacije LoRaWAN pristupnika, kako bi se osigurala zadovoljavajuća pokrivenost signalom.

Prije instalacije opreme Isporučitelj je dužan zajedno s predstavnicima grada obići lokacije koje su predviđene za postavljanje uređaja, kako bi se potvrdila izvedivost i optimalno funkcioniranje sustava.

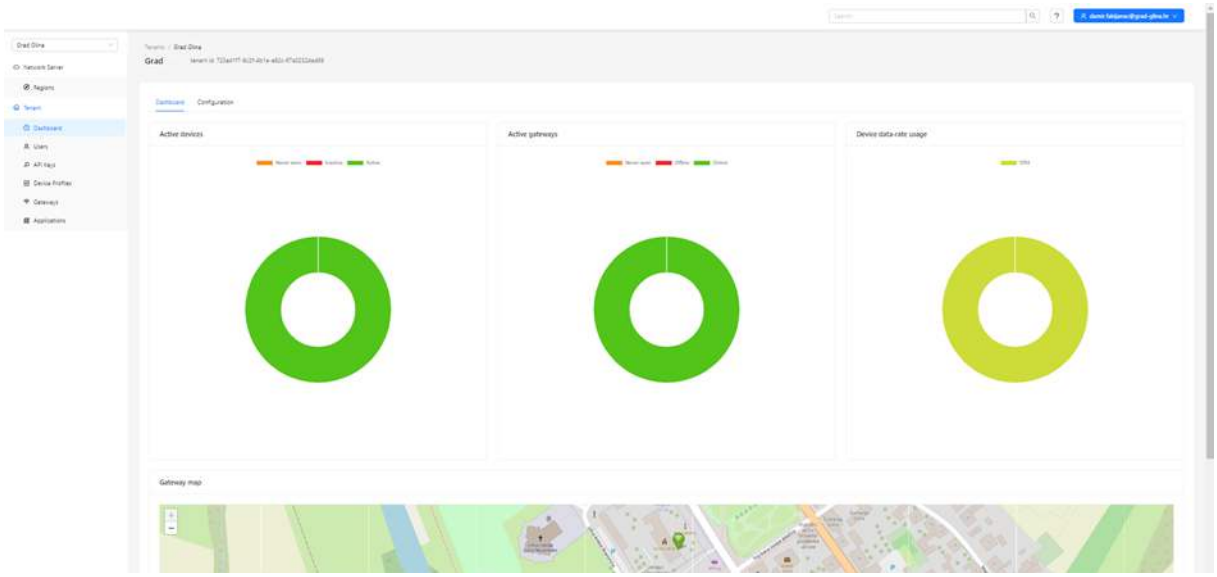
2.4. Obrada prikupljenih podataka

Za obradu i prosljeđivanje podataka predviđeno je korištenje dodatne aplikacije (međuservisa), a podaci se trebaju isporučivati u GIS sustav grada (API sučelje) putem HTTP POST zahtjeva.

3. Aplikacijski sustav za prikaz podataka

3.1. Centralizirano upravljanje – LoRa mrežni server

LoRa mrežni server - LNS (eng. *LoRa Network Server*) je sveobuhvatna, open-source platforma dizajnirana za upravljanje i implementaciju LoRaWAN mreža. Ova platforma omogućava IoT uređajima da bežično komuniciraju na velikim udaljenostima sa niskom potrošnjom energije. LNS se sastoji od nekoliko ključnih komponenti koje zajedno pružaju potpunu podršku za LoRaWAN infrastrukturu.



Slika 6. Sučelje LNS sustava za nadzor i upravljanje LoRaWAN mrežom

LNS se uklapa u širi ekosustav IoT rešenja, pružajući integraciju sa raznim cloud servisima, bazama podataka i aplikacijama za analitiku. Njegova fleksibilnost i modularnost čine ga pogodnim za različite industrijske i komercijalne upotrebe, pružajući robustan okvir za razvoj IoT aplikacija.

LNS je idealan za organizacije koje traže pouzdanu, skalabilnu i prilagodljivu platformu, omogućavajući jednostavno upravljanje uređajima i podacima, kao i integraciju sa postojećim IT infrastrukturama.

3.2. Prikaz podataka praćenja kvalitete zraka

Za potrebe implementacije cijelog rješenja, i vizualizaciju prikupljenih podataka i parametara zraka u gradu Sinju potrebno je napraviti integraciju sa GIS sustavom Naručitelja.