

Raziskave in inovacije

Regulativno obdobje 2023 in 2024-2028

Vloga za kvalifikacijo projekta (razširjena prijava projekta)

Akronim ali polni naziv projekta:	Power grid observability with PMU devices and 5G (EdgePMU-5G IoT)
Povzetek projekta:	Projekt EdgePMU-5G IoT je usmerjen v testiranje napredne merilne opreme EdgePMU (Edge Phasor Measurement Unit) in raziskavo zanesljivosti prenosa podatkov preko 5G omrežja. Hkrati je cilj tudi ugotoviti, kako uporabni so zbrani podatki za analizo motenj v distribucijskem omrežju, kot so harmoniki, flikerji, prenapetosti, podnapetosti in druge elektro fizikalne veličine. Na izbranih transformatorskih postajah z že opaženimi motnjami bo nameščena EdgePMU merilna oprema, ki ima mnogo višjo ločljivost vzorčenja od obstoječih merilnih centrov, zbrani podatki pa bodo omogočili natančnejši vpogled v prisotnost motenj in njihov izvor. Podatki se bodo sproti prenašali v oblak preko 5G mobilnega omrežja, kar bo omogočilo centralizirano obdelavo in analizo v realnem času, brez potrebe po lokalni obdelavi v posameznih merilnih napravah. Tako bomo raziskali primernost 5G omrežja za prenos velikih količin podatkov in kakšne so možnosti hitrega odziva na zaznane dogodke. Hkrati pa je cilj pilotnega projekta tudi ugotoviti katere prilagoditve EdgePMU naprav so potrebne za uskladitev opreme z zahtevami slovenskih elektrodistributerjev, kar posledično vpliva na sam potencial razširitve sistema na več lokacij. Zbrani podatki bodo omogočili globljo analizo, kot je bila do zdaj mogoča, in s tem prispevali k razvoju rešitev za učinkovitejše upravljanje distribucijskega omrežja. Na projektu sodelujemo Elektro Gorenjska (pilotne lokacije) s podjetjem INDIA d.o.o. (vodja ekipe in tehnični vodja 5G komunikacijske rešitve), s poudarkom na praktičnih testih v realnem okolju kot del prizadevanj za pospešeno digitalizacijo evropskih distribucijskih sistemov.

Ta dokument služi kot samostojna predloga oz. obrazec za razširjeno prijavo projekta, ki ga želi elektrooperater vključiti v shemo upravičenja stroškov raziskav in inovacij (v nadaljevanju: RI) skladno veljavnemu aktu za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

Prijavitelj posreduje agenciji izpolnjeno vlogo obvezno v dokumentu DOCX in opcijsko v dodatnem dokumentu PDF po elektronski pošti na naslov info@agen-rs.si. S prijavo projekta prijavitelj in vsi v vlogi navedeni akterji soglašajo z javno objavo prijavne dokumentacije na spletni strani agencije v primeru kvalifikacije projekta.

Agencija si pridržuje pravico zahtevati dodatne dopolnitve prijave oziroma zahtevati dodatna pojasnila v kolikor se za to pokaže potreba. Morebitne dopolnitve vloge morajo biti posredovane prav tako v dokumentu DOCX in z vključenim načinom sledenja sprememb.

V nadaljevanju so najprej na kratko navedene zahtevane informacije v okrepljenem tekstu, ki jim sledi podrobnejša opredelitev kot navodilo za izpolnjevanje obrazca v poševnem zmanjšanem tekstu skupaj z morebitnimi posebnimi omejitvami, ki veljajo za posamezno informacijo. Temu sledi okence ali tabela za vpis prijaviteljevih vsebin o projektu.

1 OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

1.1 Akronim projekta

Navedba akronima projekta (če obstaja), ki omogoča jasno razlikovanje od drugih projektov. Podatka ni dovoljeno posodabljanje med izvajanjem projekta.

Krovni projekta: Target-X

Podprojekt (odprti razpis): **EdgePMU-5G IoT**, prijavljeno pod temo »18_ENERGY_Deployment and data gathering in distribution grids«

1.2 Naslov projekta

Navedba polnega naziva projekta, ki se mora razlikovati od obstoječih projektov. Priporočenih je največ 250 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljanje med izvajanjem projekta.

Power grid observability with PMU devices and 5G

1.3 Začetek projekta

Datum predvidenega začetka projekta, pri čemer je treba upoštevati tudi čas, potreben za kvalifikacijo projekta za koriščenje RI. Projekt mora biti prijavljen pred začetkom izvajanja projekta.

1.10.2024

1.4 Zaključek projekta

Datum predvidenega zaključka projekta.

31.8.2025

1.5 Kontaktni podatki

Ime, priimek, telefonska številka in naslov e-pošte za primarno kontaktno osebo, ki je odgovorna za vso komunikacijo v zvezi s projektom. Kontaktni podatki bodo odstranjeni pred objavo vloge na spletni strani agencije.

1.6 Prijavitelj elektrooperater

Polno ime elektrooperaterja, ki prijavlja projekt za koriščenje RI. Podatka ni dovoljeno posodabljanje med izvajanjem projekta.

Elektro Gorenjska d.d., Podjetje za distribucijo energije.

1.7 Sodelujoči elektrooperaterji

Polna imena elektrooperaterjev, ki sodelujejo v projektu (brez prijavitelja).

Samo prijavitelj - Elektro Gorenjska d.d.

1.8 Sodelujoči partnerji

Polna imena drugih partnerjev, ki sodelujejo v projektu (brez elektrooperaterjev).

EdgePMU-5G IoT (<https://target-x.eu/open-calls/>):

- INDA d.o.o.

Partnerji, ki so del krovnega projekta Target-X (<https://target-x.eu/consortium/>):

- Fraunhofer IPT
- Ericsson GmbH
- RWTH Aachen
- IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY SA
- Center Construction Robotics
- FUNDACIO PRIVADA I2CAT, INTERNET I INNOVACIO DIGITAL A CATALUNYA
- Marposs SpA
- Fundingbox Accelerator
- Ericsson Arastirma Gelirstirme ve Bilisim Hizmetleri ANonim Sirketi
- 5G Communications for Future Industry Verticals SL
- Marposs Monitoring Solutions GmbH
- Neutroon

- Mitsubishi Electric Europe BV
- Fundingbox Communities
- Qualcomm CDMA Technologies GmbH

1.9 Vloge posameznih partnerjev

Vsebinska opredelitev vlog posameznih partnerjev (prijavitelja, sodelujočih elektrooperaterjev in drugih partnerjev) pri izvajanju projekta. Vloge posameznih partnerjev naj bodo podrobneje opisane glede na vsebinski kontekst celotnega projekta (ni dovolj zgolj navedba, npr. član konzorcija, vodja delovnega sklopa, ipd., potrebna je opisna opredelitev). V primeru večjih partnerskih projektov (npr. konzorciji z 10 in več partnerji) je smiselno opredeliti vloge zgolj za najpomembnejše partnerje v navezavi s projektnimi aktivnostmi prijavitelja oziroma elektrooperaterjev iz Slovenije. Za opredelitev vloge posameznega partnerja je priporočenih največ 500 znakov vključno s presledki.

EdgePMU-5G IoT partnerji:

1. **INDA d.o.o.** je prijavitelj podprojekta EdgePMU-5G IoT in vodja projekta. Njihova glavna naloga je koordinacija vseh aktivnosti, vodenje projekta, spremljanje napredka ter zagotavljanje skladnosti z načrtovanimi cilji. INDA bo odgovorna za razvoj komunikacijskih protokolov in implementacijo IoT sistema, ki povezuje PMU naprave z 5G omrežjem ter zagotavlja zbiranje podatkov v realnem času.
2. **Elektro Gorenjska d.d.** je ključni partner in odgovoren za zagotavljanje testnih lokacij ter izvedbo namestitve PMU naprav na namestitve PMU naprav na največ 5 pilotnih lokacijah NN-TP (kritične točke), izbranih med 8 vnaprej identificiranimi kritičnimi točkami v omrežju.. Elektro Gorenjska bo vodila tudi aktivnosti na področju modeliranja obremenitev in analiziranja podatkov, pridobljenih iz PMU naprav. Hkrati bo izvajala tudi spremljanje delovanja omrežja in zagotavljanje tehnične podpore v okviru projekta.

Ključni partner iz krovnega projekta Target-X:

1. **RWTH Aachen University** je partner, ki se posveča tehnološkim raziskavam in razvoju naprednih pristopov za analizo podatkov, zbranih z uporabo PMU-naprav. V okviru podprojekta EdgePMU-5G IoT bodo razvili in prilagodili EdgePMU merilne naprave, ki jih bomo namestili na izbranih lokacijah. Naprave bodo prilagojene tako, da bodo ustrezale tehničnim zahtevam slovenskih elektrodistributerjev. Poleg tega bo univerza partnerjem nudila strokovno znanje in raziskovalno podporo pri izvajanju projekta v sklopu odprtih razpisov.

1.10 Identifikacija drugih virov (so)financiranja projekta

Opis drugih morebitnih virov financiranja projekta – ne glede na vrste virov (zasebna, javna, nacionalna, mednarodna ...). Priporočenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.

Program EU za raziskave in inovacije – Horizon Europe.

1.11 Vsebinska umestitev projekta v področja

Označite za vsebino projekta relevantna področja in podpodročja. Umestitev projekta v področja ni predmet agencijskega pregleda v postopku kvalifikacije projekta.

Področje	Podpodročje
☐ Prožnost aktivnega odjema	☐ Veliki (industrijski) odjemalci ☐ Majhni poslovni odjemalci ☐ Gospodinjstva ☐ Elektromobilnost ☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
☒ Masovni podatki	☒ Podatki iz naprednega merilnega sistema ☒ Podpora načrtovanju in razvoju omrežja ☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

☐ Kibernetska varnost	☐ Procesna informatika (vodenje in zaščita / avtomatizacija / IKT) ☐ Poslovna informatika (IKT) ☐ Meritve ☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
☒ Pametna omrežja	☐ Omejevanje okvarnega toka ☐ Monitoring, vizualizacija in vodenje širokega območja ☐ Dinamično določanje zmogljivosti ☐ Vodenje pretokov moči ☐ Adaptivna zaščita ☐ Avtomatsko preklapljanje izvodov in vodov ☐ Avtomatsko otočno obratovanje in ponovno povezovanje ☐ Avtomatska regulacija napetosti in jalove moči ☒ Diagnostika in obveščanje o stanju opreme ☐ Izboljšana zaščita ob okvarah ☐ Meritve in upravljanje odjema v realnem času ☐ Prenos odjema v realnem času ☐ Optimizacija uporaba električne energije za odjemalca ☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
☐ Drugo – Kliknite tukaj za vnos naziva novega področja.	☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

2 PODROBEN OPIS PROJEKTA

2.1 Upravičenost projekta

Utemeljitev elektrooperaterjev, zakaj ne bodo izvajali predvidenega projekta v okviru svojega običajnega poslovanja in zakaj se projekt ne more izpeljati brez koriščenja RI. Priporočenih je največ 2000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Projekt EdgePMU-5G IoT se osredotoča na integracijo EdgePMU naprav (Edge Phasor Measurement Unit) s 5G komunikacijsko potjo za prenos podatkov v nizkonapetostnih elektroenergetskih omrežjih. Cilj projekta je omogočiti realnočasovno spremljanje in analizo stanja omrežja v oblaku, kar povečuje stabilnost, odpornost in zanesljivost omrežja. Trenutni sistemi spremljanja omrežja temeljijo na nizkofrekvenčnem zbiranju podatkov (vsakih 5 min ali počasneje), kar pomeni, da do nepravilnosti pogosto pride brez pravočasnega zaznavanja in možnosti ustreznega odziva. Na projektu podatkov sicer ne bomo analizirali v realnem času, bomo pa skozi pilotni projekt ugotovili kakšne so možnosti za izrabo sistema v realnem času in to možnost v omejeni obliki tudi preizkusili.

Z uporabo PMU naprav bo omogočeno bistveno hitrejše in natančnejše zajemanje podatkov, kar pomeni, da bodo vidne tudi tiste motnje, ki jih obstoječi sistemi zaradi povprečenja skrijejo. Sodobno 5G omrežje omogoča prenos večjih količin podatkov brez stiskanja, kar je ključno za podrobnejšo analizo v realnem času. Ta pristop zmanjšuje potrebo po lokalnih izračunih na napravah in omogoča, da se obdelava seli v oblak, kjer so možnosti za nadgradnjo in prilagoditev analitičnega sistema bistveno večje.

Projekt presega običajno poslovanje elektrooperaterjev, saj za izvedbo zahteva dodatna sredstva za nakup EdgePMU naprav, oblčnih storitev in dostop do zmogljivih

mobilnih paketov, ki omogočajo neomejen prenos podatkov. Sistem bo omogočil razširitev na kritične točke v omrežju, kjer je potreben boljši nadzor, s čimer bomo lažje razumeli naravo in izvor motenj, hkrati pa povečali operativno učinkovitost in zanesljivost celotnega sistema.

Na projektu bo partnersko podjetje INDA d.o.o. osredotočeno na preizkus zanesljivosti 5G komunikacije, mi (ELGO) pa bomo zagotovili pilotne lokacije, vodili namestitve naprav, usmerjali tehnične prilagoditve PMU opreme in izvajali evalvacijo zbranih podatkov.

Skladnost projekta z RI-shemo glede na Akt o metodologiji za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje¹:

- Projekt je skladen s 1. alinejo 94. člena, saj omogoča razvoj tehnologij, ki povečujejo stabilnost in razumevanje stanja omrežja, s čimer se posledično zmanjšajo tudi sami stroški obratovanja ter stroški, ki bi jih lahko utrpeli odjemalci zaradi motenj.
- Projekt je skladen z 2. alinejo 94. člena, saj je osrednji cilj projekta ravno zviševanje razumevanja omrežja z namenom povečanja izkoriščenosti obstoječe elektroenergetske infrastrukture, kar zajema umeščanje zelenih tehnologij kot so zeleni viri energije ter nizkoogljivi tehnologije kot so toplotne črpalke in električna vozila
- Projekt je skladen s 3. alinejo 94. člena, saj visokofrekvenčni PMU podatki omogočajo visoko-ločljiv vpogled v obremenitve NN-TP in s tem dokazno osnovo za dinamične tarife oz. tarifne signale.
- Projekt je skladen s 4. alinejo 94. člena, saj se z natančnejšimi meritvami in analizami omrežja povečuje možnosti za implementacijo baterijskih hranilnikov ter sorodnih rešitev, ki nudijo potencial za povečanje stabilnosti omrežja (manj izpadov, glajenje špic ipd.). To prinaša koristi in prihranke za končne odjemalce iz več razlogov: zmanjšanje motenj, povečane možnosti za umeščanje zelenih virov energije in nizkoogljivi tehnologij, hkrati pa povečana učinkovitost pri naložbah v omrežje, ki se izrazi z vidika davkoplačevalskega denarja, ki se usmerja v razvoj omrežja.
- Projekt ne podvaja obstoječih RI-projektov, saj gre za povsem nove pristope in tehnologije, ki v takšni obliki še niso bile preizkušene (3. točka 95. člena)
- Stroškovno gledano demonstracijsko-razvojni projekt upošteva vse točke 96. člena, saj so upoštevani vsi stroški prilagajanja in nadgradenj EdgePMU merilne opreme, montaže merilnih naprav, vzpostavitve komunikacijskih poti, zajema podatkov in shranjevanja podatkov v oblak ter stroški analize podatkov. Ti skupno znašajo 60.000 EUR na partnerja.

2.2 Utemeljitev izpolnjevanja zahtev²

Kratka utemeljitev, da projekt izpolnjuje zahteve v nadaljevanju. Projekt mora izkazovati potencial za neposredni vpliv na omrežje ali sistemske storitve in mora vključevati raziskave in/ali demonstracijo najmanj ene od štirih spodaj navedenih tematik a) do d). Prijavitelj označi relevantne tematike na katere se projekt nanaša in za označene poda ustrezne utemeljitve. Podatka ni dovoljeno posodabljeni med izvajanjem projekta.

☒ **a) specifično novo opremo**, ki še ni uveljavljena v Republiki Sloveniji (vključno z opremo za vodenje, komunikacijske sisteme in programsko opremo), ali kjer je določena metoda že bila preskušena zunaj Republike Slovenije, mora elektrooperater upravičiti ponovitev izvedbe v Republiki Sloveniji kot del projekta;

¹ Akt o metodologiji za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje (Uradni list RS, št. 123/22, 2/23 – popr., 49/24, 53/24, 27/25 in 28/25 – popr.)

² Zahteve, podane v 1.1. pododdelku priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

Projekt EdgePMU-5G IoT naslavlja integracijo PMU naprav (Phasor Measurement Units) s 5G komunikacijsko potjo za prenos podatkov v nizkonapetostnih elektroenergetskih omrežjih. Takšne naprave in pristop prenosa podatkov prek 5G omrežja v Sloveniji še niso uveljavljeni. Trenutni sistemi temeljijo na počasnem, povprečenem zajemu podatkov, kjer so meritve omejene na obdobja po več minut, kar onemogoča zaznavanje hitrih motenj in prehodnih pojavov.

V okviru projekta bomo prvič na terenu preizkusili EdgePMU naprave z visoko frekvenco vzorčenja ter prenos zajetih meritev prek 5G mobilnega omrežja neposredno v oblak. S tem bo omogočeno centralizirano spremljanje in analiza omrežja v realnem času. Rešitev se razlikuje od obstoječih pristopov, kjer se podatki lokalno obdelujejo na sami merilni napravi, kar je do sedaj narekovala omejena pasovna širina klasičnih komunikacijskih poti.

Z uporabo 5G tehnologije se odpirajo možnosti za alternativen arhitekturni pristop – z visoko ločljivostjo podatkov, brez lokalnega procesiranja in z bistveno hitrejšo odzivnostjo sistema. To bo omogočilo testiranje zanesljivosti 5G komunikacij na kritičnih točkah distribucijskega omrežja ter oceno, ali je tak pristop primeren za širšo uporabo v Sloveniji. Projekt tako predstavlja pomemben korak k digitalizaciji nadzora nad nizkonapetostnim omrežjem in k uvedbi tehnologije, ki do zdaj na tem nivoju v Sloveniji še ni bila uporabljena.

☒ **b) specifično novo postavitvev** ali aplikacijo obstoječe opreme za prenos ali distribucijo električne energije (vključno z opremo za vodenje in/ali komunikacijskimi sistemi in/ali programsko opremo);

Projekt EdgePMU-5G IoT ne vključuje neposredne postavitve nove stikalne ali energetske opreme za distribucijo električne energije, temveč se osredotoča na preizkus EdgePMU naprav, ki so trenutno v zaključni fazi razvoja. V tej fazi je ključno usmerjati tehnične dovržitve naprave, da bodo skladne z zahtevami slovenskih elektrodistributerjev, tako po funkcionalnosti kot tudi glede načina vključitve v obstoječe sisteme.

Poleg tega projekt preizkuša uporabo 5G mobilne tehnologije za prenos meritev v oblak, kar zahteva zagotovitev stabilne povezljivosti in nizke latence, potrebne za analize v realnem času. Takšna integracija predstavlja novo uporabo obstoječih konceptov PMU merilnih naprav, ki se povezujejo s sodobno komunikacijsko infrastrukturo, kar omogoča nadgradnjo tradicionalnega pristopa spremljanja stanja omrežja. Namesto lokalnega zbiranja in procesiranja podatkov projekt uvaja model, kjer se podatki zbirajo z visoko časovno ločljivostjo in v realnem času prenašajo na centralno lokacijo v oblaku. Takšen pristop omogoča hitrejše in natančnejše odzivanje na dogajanje v omrežju, kar pomeni pomembno izboljšavo glede na trenutne metode spremljanja. Gre torej za novo postavitvev obstoječih merilnih principov v kombinaciji z novimi komunikacijskimi možnostmi, ki do zdaj v distribucijskem okolju v Sloveniji še niso bile uporabljene na tak način.

☐ **c) specifično novo izvedbeno prakso**, neposredno povezano z delovanjem prenosnega ali distribucijskega sistema;

Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

☐ **d) specifično nov poslovni model** v korist uporabnikov

Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

2.3 Utemeljitev izpolnjevanja pogojev³

Kratka utemeljitev, da projekt izpolnjuje vse štiri pogoje a) do d), ki so navedeni v spodnji tabeli. Za vsak pogoj je potrebno podati svojo ločeno utemeljitev. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Pogoj	Utemeljitev
a) izkazuje potencial, da razvija znanje, ki ga lahko uporabi vsak elektrooperater, čeprav se projekt ukvarja zgolj s problematiko enega od delov omrežja	Projekt razvija sistem za spremljanje omrežja z visoko časovno ločljivostjo in uporabo 5G prenosa, kar omogoča centralizirano obdelavo meritev v realnem času. Preiukušen bo celoten proces, ki je potreben za zajem visokofrekvenčnih podatkov. Ti koraki zajemajo: • Prilagoditev EdgePMU naprav našim (elektrooperaterjevim) zahtevam. To pomeni, da napravo dovršimo tako, da jo lahko enostavno namestimo na katerokoli kritično točko (NN-TP). • Prenos podatkov preko javnega 5G mobilnega omrežja. S tem ugotovimo, če je takšen pristop dovolj zanesljiv in hkrati, če so hitrosti prenosa dovolj visoke, da lahko podatke zanesljivo shranjujemo in analiziramo. • Shranjevanje podatkov v oblak. • Analiza historičnih podatkov (tistih, ki bodo shranjeni v oblak). • Raziskava možnosti za analizo podatkov v realnem času. Čeprav je testiranje omejeno na distribucijsko omrežje, je tak pristop po naših ocenah prenosljiv tudi na prenosna omrežja. Rezultati bodo podali konkretne smernice glede tehničnih zahtev za arhitekturo EdgePMU naprav in zanesljivosti prenosa podatkov preko 5G omrežja, kar je uporabno za vsakega elektrooperaterja in hkrati za proizvajalce merilne opreme. Projekt torej razvija znanje, ki ima širšo uporabno vrednost za vse dele elektroenergetskega sistema, še posebej v kontekstu večje digitalizacije in potrebe po hitrejšem odzivanju na motnje v realnem času.
b) izkazuje potencial, da omogoča neto finančne koristi za aktivne odjemalce, pri čemer mora predlagana metoda dati rešitev z bistveno manj stroškov v primerjavi s trenutno najbolj učinkovito metodo, ki je v uporabi v prenosnem ali distribucijskem sistemu	Naša rešitev zagotavlja natančne meritve, na podlagi katerih lahko zmanjšamo tveganje za izpade zaradi različnih motenj omrežja kot so prenapetosti, podnapetosti ali preobremenitev, kar aktivnim odjemalcem posredno prinaša

³ Pogoji, podani v 1.2. pododdelku priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

	večjo zanesljivost in s tem manj stroškov. Takšen merilni sistem povečuje tudi možnost za vključevanje prilagodljivih virov odjema in hranilnikov, kar dolgoročno pomeni optimizacijo obratovanja omrežja in znižanje stroškov za vse udeležence v omrežju. Rešitev omogoča natančnejše spremljanje obremenitev transformatorjev v realnem času, kar povečuje možnosti za bolj dinamično obremenjevanje naprav ter učinkovitejše upravljanje proizvodnih virov, hranilnikov energije in odjema. Poseben pomen ima tudi pri dinamičnem reševanju izzivov, ki jih predstavljajo porast polnilnic za električna vozila in uporaba toplotnih črpalk. Na ta način lahko transformatorje varno obremenjujemo bližje njihovim nazivnim vrednostim, kar pomeni boljšo izrabo obstoječe infrastrukture in odlog večjih investicij v kritične nadgradnje omrežja.
c) je inovativen (tj. ni posel kot običajno) in izkazuje še nedokazan poslovni primer v Republiki Sloveniji, pri čemer tveganja upravičujejo izvedbo omejenega raziskovalnega ali demonstracijskega projekta za dokazovanje uporabnosti tega primera	Trenutno se PMU naprave v distribucijskih omrežjih uporabljajo izredno redko. V primerih koriščenja takšnih merilnih naprav pa gre bolj za pošiljanje povprečnih podatkov v nekajminutnih intervalih ter prednastavljenih alarmov, ki se nato shranjujejo v centralno bazo. Naš projekt pa uvaja napreden pristop – uporabo EdgePMU naprav z milisekundnim zajemom podatkov, ki se v realnem času prenašajo v oblak preko 5G omrežja. Tak pristop še ni uveljavljen v Sloveniji in predstavlja pomemben premik od klasičnega modela delovanja, na samo tehnološko, ampak tudi konceptualno. Nov sistem nam omogoča zaznavanje motenj, natančnejši nadzor nad dogajanjem v omrežju ter odpira prostor za nove rešitve na področju digitalnega upravljanja proizvodnih virov in odjema. Integracija razpršenih proizvodnih virov in pojav električnih vozil ter toplotnih črpalk postavlja elektrooperaterje pred nove izzive. Sistem, ki ga bomo razvili in preizkusili je osnova za prihodnje rešitve na področju dinamičnega krmiljenja virov, hranilnikov in fleksibilnega odjema. Gre za nedokazan, a realno nujen poslovni primer, ki odpira možnosti za digitalno transformacijo elektroenergetskega sektorja in zato upravičuje omejen demonstracijski projekt.

d) ne vodi v nepotrebno podvajanje že izvedenih projektov in aktivnosti ali projektov in aktivnosti v izvajanju (bodisi kvalificiranih za koriščenje RI ali kakršnih koli drugih projektov)	V Sloveniji trenutno ni znanega projekta, ki bi v takšnem obsegu celovito integral PMU merilne naprave, 5G komunikacijsko infrastrukturo in oblačne storitve za potrebe distribucijskega omrežja. Naš projekt ne podvaja obstoječih aktivnosti, temveč uvaja nov pristop spremljanja in upravljanja omrežja v realnem času. Rešitev se neposredno odziva na izzive, ki jih prinašajo razpršeni viri energije, električna vozila, toplotne črpalke in druge zelene tehnologije, ter tako dopolnjuje, ne pa podvaja, druge projekte, ki se v Sloveniji že izvajajo ali so bili že zaključeni.
---	--

2.4 Utemeljitev načina in pogojev za deljenje podatkov⁴

Kratka utemeljitev, kako in pod kakšnimi pogoji lahko zainteresirani akterji zahtevajo ustrezno obdelane podatke o omrežju in/ali podatke o proizvodnji/porabi (če gre za osebne podatke, je treba podatke anonimizirati), ki so bili zbrani med trajanjem projekta. Elektrooperaterji zagotavljajo razpoložljive podatke drugim deležnikom izključno pod pogojem, da posamezni deležnik dokaže, da imajo končni odjemalci lahko od tega koristi. Podatki so sicer lahko predhodno anonimizirani in/ali podvrženi redakciji zaradi občutljivosti samih podatkov ali iz poslovnih razlogov. Elektrooperater mora agregirane podatke, ki so lahko koristni za širšo skupino deležnikov, opredeliti kot odprte podatke, in zainteresiranim omogočiti dostop do njih prek portala Odprti podatki Slovenije – OPSI. Projekt ne bo kvalificiran ali bo izločen iz upravičenja koriščenja RI, če elektrooperater ne želi deliti podatkov, ki so bili zbrani med trajanjem projekta, z drugimi deležniki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Vsi zbrani podatki o omrežju in proizvodnji/porabi, vključno s podatki o fazorskem merjenju, bodo shranjeni v oblaku in bodo dostopni zainteresiranim akterjem na formalni zahtevek. Podatki bodo predhodno anonimizirani, da ne bo mogoče povezati podatkov s specifičnimi transformatorskimi postajami ali posameznimi točkami omrežja. Pred deljenjem bodo podatki primerno obdelani in zaščiteni zaradi občutljivosti informacij in poslovnih razlogov.

Zainteresirani akterji bodo imeli možnost pridobiti časovne serije in druge podatke, vendar bodo ti predhodno obdelani tako, da ne bodo vsebovali osebnih ali občutljivih podatkov. Podatki, ki so koristni za širšo skupino deležnikov, bodo po ustrezni obdelavi in anonimizaciji dostopni tudi prek portala Odprti podatki Slovenije (OPSI), če bodo uporabni za širšo skupino deležnikov.

Dostop do podatkov bo omogočen le tistim akterjem, ki bodo dokazali, da bodo imeli koristi za končne odjemalce. Za specifične primere, ko bo potrebno prenesti večje količine podatkov, bomo določili najprimernejši način dostopa, ki bo zagotavljal varnost in zaščito podatkov, skladno z zakonodajo o varstvu podatkov in notranjimi politikami podjetja Elektro Gorenjska.

2.5 Utemeljitev ureditve pravic intelektualne lastnine⁵

Kratka utemeljitev ureditve pravic intelektualne lastnine (IL). Ker bodo v okviru kvalificiranih projektov za koriščenje RI lahko ustvarjene določene pravice IL za elektrooperaterja oziroma projektne partnerje, je elektrooperater odgovoren za to, da vstopi v pogodbeno razmerja s projektnimi partnerji s ciljem urediti pravice IL. Pogodbeno razmerja morajo zagotavljati: a) prenos in razširjanje znanja (temeljno načelo koriščenja RI), ki je generirano z RI podprtim projektom in b) zaščito končnih odjemalcev, da ne plačujejo preveč za izdelke ali pristope, katerih raziskave so že predhodno podprli s sredstvi za RI. Če elektrooperater tega ne zagotavlja, potem mora: i) demonstrirati, kako se bo znanje iz projekta, ki je kvalificiran za koriščenje RI, uspešno prenašalo na druge elektrooperaterje in druge zainteresirane akterje; ii) upoštevati morebitne omejitve ali stroške, ki so nastali ali so posledica uvedenih ureditev pravic IL; iii) upravičiti, da je predvidena ureditev pravic IL z vidika aktivnega odjemalca stroškovno učinkovita. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

⁴ Skladno s 1.3. pododdelkom priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

⁵ Skladno s 1.4. pododdelkom priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

V projektu bodo vsi rezultati, ki nastanejo v okviru raziskav in razvoja, dostopni partnerjem na brezplačni osnovi, da bi lahko izpolnili svoje naloge v okviru projekta. Zainteresirani partnerji bodo imeli dostop do vseh ustreznih rezultatov in podatkov, potrebnih za izvajanje nalog ali za izkoriščanje lastnih rezultatov. Vse pravice do dostopa bodo urejene v skladu z načeli odprtega dostopa, kar pomeni, da se rezultati delijo znotraj konzorcija, vendar se brezplačno posredujejo zgolj za izvajanje nalog projekta in nadaljnje raziskave znotraj skupnosti partnerjev. Prav tako se zagotovi, da bodo vsi podatki in analize, povezani z projektom, na voljo partnerjem za namene raziskav in nadaljnjih izboljšav.

2.6 Opis problema

Opis problema ali problemov, s katerimi se bodo spoprijeli elektrooperaterji in partnerji v predlaganem projektu. Podatka ni dovoljeno posodablјati med izvajanjem projekta.

Nizkonapetostna elektroenergetska omrežja se danes soočajo z vse večjimi izzivi, ki izhajajo iz pospešene integracije razpršenih proizvodnih virov (npr. sončne in vetrne elektrarne), naraščajočega vključevanja večjih porabnikov (toplotne črpalke in električna vozila) ter vse višjih pričakovanj glede zanesljivosti in odpornosti omrežja.

Raziskava Damianakisa idr. opozarja na negativne vplive vključevanja teh novih virov porabe in proizvodnje v distribucijska omrežja, saj lahko povzročijo lokalne napetostne motnje, preobremenitve ter zmanjšajo kakovost dobave električne energije. Po ocenah pobude Fit-for-55 naj bi število električnih vozil v EU do leta 2030 doseglo 30 milijonov, kar pomeni več kot šestkratni porast glede na trenutno stanje. Tak obseg elektrifikacije zahteva temeljito preobrazbo obstoječih omrežij in nove pristope k njihovem upravljanju.

Obstoječa merilna infrastruktura v distribucijskih omrežjih ni zasnovana za zajem podatkov z visoko frekvenco v realnem času, kar operaterjem distribucijskih sistemov (DSO) močno omejuje možnosti pravočasnega zaznavanja motenj, odzivanja nanje in s tem tudi vzdrževanja stabilnosti omrežja. Posledično prihaja do izpadov zaradi preokorajenih mejnih napetostnih nivojev, preobremenitev transformatorjev ter slabšega razumevanja vplivov zelenih tehnologij in baterijskih hranilnikov na stabilnost omrežja.

Analize, opravljene na transformatorjih v omrežju Elektro Gorenjska, so pokazale več kritičnih točk z visoko vrednostjo THD, flikerjev in števila preobremenitev ali alarmov zaradi prenapetosti in podnapetosti. Naprave, kot so sončne elektrarne, toplotne črpalke in večji industrijski odjemalci povzročajo lokalne nestabilnosti, ki vplivajo na kakovost električne energije podomrežij.

Projekt EdgePMU-5G IoT se neposredno odziva na te izzive z uvedbo naprednih merilnih naprav EdgePMU, povezanih prek javnih 5G omrežij v sodobno IoT arhitekturo. Te naprave bodo strateško nameščene na izbranih transformatorskih postajah, kjer bodo v realnem času zbirale podatke o fazorjih toka in napetosti za vse tri faze nizkonapetostnih (NN) transformatorjev. Zbrani podatki bodo dostopni v oblaku, kar bo omogočilo nadaljnje analize, vključno z uporabo metod strojnega učenja za napovedovanje napetostnih in tokovnih razmer, za zaznavanje anomalij, analizo širjenja motenj ter optimizirano upravljanje distribucijskega sistema. Takšen pristop prinaša novo raven operativne preglednosti in predstavlja ključni korak v smeri digitalne preobrazbe elektroenergetskih omrežij.

Cilj projekta je povečati operativno odpornost elektroenergetskega sistema, izboljšati uporabniško izkušnjo ter omogočiti boljšo vključitev obnovljivih virov, novih porabnikov električne energije ter sodobnih rešitev kot so hranilniki energije ter aktivni odjem. Projekt s tem pomembno podpira digitalizacijo distribucijskih omrežij in omogoča razvoj novih poslovnih modelov v energetskega sektorju.

Predlagani ukrepi sodijo pod pametna omrežja in pametno energetskega infrastrukturo v smislu 2. člena Akta o metodologiji za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje (Uradni list RS, št. 123/22, 2/23 – popr., 49/24, 53/24, 27/25 in 28/25 – popr.). S tem so projektne aktivnosti v celoti znotraj regulativno opredeljenega okvirja raziskav in inovacij.

2.7 Opis metode

Opis metode ali metod, ki so predvidene za razrešitev ali raziskavo problema. Vrsta metode naj bo identificirana kot npr. tehnična ali komercialna. Zaradi zahtev³ morajo elektrooperaterji predstaviti vse štiri vidike a) do d), ki so navedeni v spodnji tabeli. Za vsak vidik je potrebno podati svojo ločeno utemeljitev. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Vidik	Opis
Metoda ali metode, ki so predvidene za razrešitev ali raziskavo problema	Projekt je zasnovan kot tehnična raziskovalno-razvojna rešitev, ki omogoča uvedbo in testiranje naprednega sistema za spremljanje distribucijskega omrežja. V središču projekta so EdgePMU in prenos podatkov preko 5G mobilnega omrežja v oblak. Skozi proces razvoja bo preizkušen tudi potencial za analitično izrabo podatkov ter realnočasovno spremljanje stanja omrežja. Merilne naprave bodo nameščene na transformatorje, kjer so bile predhodno zaznane večje motnje, pri čemer bomo zajemali fazorske meritve toka in napetosti za vse tri nizkonapetostne izhode. Podatki se bodo neprekinjeno pošiljali v oblak, kjer bodo dostopni za nadaljnje analize, tudi z uporabo metod strojnega učenja. Sistem omogoča raziskavo in postopno implementacijo naslednjih ključnih funkcionalnosti: • sprotno spremljanje napetostnih razmer in obremenitev na transformatorjih z visoko časovno ločljivostjo, • prepoznavo motenj in odstopanj v omrežju, ki jih obstoječa merilna infrastruktura pogosto spregleda, • boljše razumevanje izvorov motenj, kar je ključno za načrtovanje ukrepov, • napovedno vzdrževanje na podlagi zaznanih vzorcev v podatkih, • raziskavo možnosti za aktivno vključevanje hranilnikov energije in prilagodljivih virov, • podporo razvoju funkcionalnosti za aktivni odjem in upravljanje z dinamičnimi obremenitvami,

	• testiranje vpliva vključevanja električnih vozil in toplotnih črpalk na stabilnost omrežja. Projekt ne ponuja le tehnološkega preskoka, temveč omogoča tudi boljšo operativno preglednost in ustvari podlago za nadaljnji razvoj digitalnih orodij za distribucijska omrežja. Celoten pristop je zasnovan tako, da operaterjem pomaga bolje razumeti delovanje omrežja in se pravočasno odzvati na motnje, ki so v obstoječih sistemih pogosto zaznane prepozno ali sploh ne.
a) Oceno prihrankov ob rešitvi problema, ki se obravnava v projektu	Prihranki, ki jih projekt omogoča, so posredni. Z namestitvijo naprav, ki nam zagotavljajo natančnejše visokofrekvenčne meritve v realnem času bomo pridobili orodja in podatke, ki nam bodo omogočili boljši vpogled v stanje omrežja ter razvoj rešitev za učinkovitejše upravljanje z njim. Tako bomo naslovili problematike povezane z razpršenimi viri energije, električnimi hranilniki in vse pogostejšimi večjimi bremenami kot so električna vozila in toplotne črpalke. To nam omogoča zanesljivejše načrtovanje obratovanja omrežja in pravočasno odzivanje na spremembe, s čimer se zmanjšuje tveganje za okvare in nepričakovane izpade. Z večjo preglednostjo nad napetostnimi razmerami in obremenitvami transformatorjev bomo lahko na določenih odsekih omrežja odložili neizogibne investicije v kritično infrastrukturo. Tak pristop omogoča bolj ciljno razporejanje sredstev – v primerih, kjer je infrastruktura res na meji zmogljivosti, se izvede fizična nadgradnja (npr. zmogljivejši transformatorji ali vodniki), v drugih primerih pa težave rešujemo z bolj fleksibilnimi ukrepi, kot so hranilniki energije, aktivni odjem ali omejevanje proizvodnje. Tako se večje investicije lahko zakasniijo za nekaj let, kar je z vidika upravljanja sredstev pomembna prednost. Natančnejše meritve omogočajo tudi boljše izkoriščanje obstoječe opreme – transformatorje lahko obremenimo bližje njihovim nazivnim vrednostim, seveda ob sočasni uporabi naprednih funkcionalnosti. Večja stabilnost in preglednost nad omrežjem omogočata bolj predvidljivo delovanje in nižje obratovalne stroške. Poleg tega se olajša integracija novih tehnologij, kot so sončne elektrarne, toplotne črpalke in električna vozila, kar

	dolgoročno dodatno prispeva k optimizaciji omrežja in zmanjšanju stroškov za vse deležnike.
b) Izračun finančnih koristi projekta	Znano je, da se večina okvar kritične elektroenergetske infrastrukture zgodi zaradi nepričakovanih dogodkov kot med drugim tudi preobremenitve transformatorjev in nestabilne napetostne in frekvenčne razmere ⁶ . Finančne koristi tako izhajajo iz zagotavljanja večje stabilnosti omrežja, preventivnega ukrepanja, preprečevanja motenj in zmanjševanja potrebe po odpravljanju posledic izpadov.
c) Oceno prenosljivosti metode npr.: po celotnem elektroenergetskem sistemu, po njegovem odstotku ali po določenih delih, kjer bi se metoda lahko uporabila in implementirala	Metodologija je zasnovana splošno in bo enostavno prenosljiva tako na druge lokacije kot tudi na različna distribucijska podjetja. Razvita in preizkušena rešitev bo tudi enostavna za nadgradnjo in prilagoditev realnočasovnim rešitvam. Z uporabo razvitega orodja za realnočasovno spremljanje omrežja in optimizacijo obremenitev se metoda lahko učinkovito implementira v različnih delih elektroenergetskega sistema, ne glede na specifične značilnosti posameznih omrežij. To omogoča široko uporabo in prilagodljivost rešitve v različnih okoljih in podjetjih.
d) Oceno stroškov za implementacijo metode v celotni elektroenergetski sistem	Ocena stroškov se nanaša na implementacijo razvite metodologije in pilotnega orodja. Predvidevamo, da bo skupni strošek za končni razvoj in implementacijo aplikacije ter njeno širitev na izbrane kritične točke znotraj distribucijskega omrežja Elektro Gorenjska znašal približno 60.000 EUR za ELGO d.d. in dodatnih 60.000 EUR za INDIA d.o.o., skupaj torej 120.000 EUR za razvoj in implementacijo metode.

2.8 Namen in cilji

Jasna definicija namena in ciljev projekta, vključno s koristmi (npr. finančne, okoljske ...), ki so neposredno povezane s prenosnim ali distribucijskim sistemom. V primeru večjih partnerskih projektov (npr. konzorciji z 10 in več partnerji) je opredelitev smiselno postaviti v kontekst projektnih aktivnosti prijavitelja in najpomembnejših partnerjev. Za vse opise skupaj je priporočenih največ 4000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljanje med izvajanjem projekta.

Vidik	Opis
Namen projekta	Namen projekta je razvoj in testiranje naprednega sistema za spremljanje nizkonapetostnega distribucijskega omrežja z uporabo merilne opreme EdgePMU in prenosa podatkov prek javnega 5G mobilnega omrežja. Osrednji cilj je omogočiti natančen zajem visoko frekvenčnih podatkov v realnem času ter proučiti zanesljivost 5G javnega omrežja za tovrstno uporabo. Hkrati nam bo sistem omogočal centralizirano obdelavo meritev v oblaku, kar bo elektrooperaterjem omogočilo boljši vpogled v stanje omrežja in odprlo možnosti za odzivanje na motnje v realnem času.

⁶ Franzen, A., & Bertling Tjernberg, L. (2007). State of the art – lifetime modeling and management of transformers. KTH Royal Institute of Technology.

	Projekt se osredotoča na izbrane NN transformatorske postaje, kjer so bile že identificirane napetostne motnje, preobremenitve in druge motnje kakovosti električne energije. S pomočjo zbranih podatkov analizirali stanje podomrežij in se poglobili v možnosti zaznave motenj in robnih napetostnih razmer. Proučili bomo tudi možnosti za pripravo modelov strojnega učenja za napovedovanje razmer v omrežju in optimizacijo obratovanja omrežja. Takšen sistem omogoča uvedbo naprednih tehnologij kot so npr. aktivni odjem, aktivno krmiljenje baterijskih hranilnikov glede na razmere v omrežju in dinamično krmiljenje proizvodnih virov. S tem se poveča stabilnost in odpornost omrežja, posledično pa lahko elektrooperaterji na določenih območjih odložijo velike investicije v fizično nadgradnjo infrastrukture, saj obstoječo opremo lahko bolje izkoristijo. Neposredne koristi projekta vključujejo: • boljše razumevanje napetostnih razmer in motenj v omrežju, • znižanje operativnih stroškov zaradi zmanjšanja tveganja za nepričakovane izpade in okvare, • učinkovitejšo integracijo novih porabnikov in razpršenih proizvodnih virov (električna vozila, sončne elektrarne, toplotne črpalke, hranilniki), • večjo predvidljivost in prožnost distribucijskega sistema, • podporo digitalni transformaciji elektrodistribucijskih podjetij.
Cilji projekta	• Preizkus zanesljivosti 5G komunikacije za prenos visoko frekvenčnih PMU meritev v oblak v realnem času. • Namestitev in testiranje EdgePMU naprav na več pilotnih lokacijah z znanimi motnjami, z zajemom fazorjev napetosti in toka na vseh treh fazah NN izvodov. • Evalvacija merilne opreme in usmerjanje njenega razvoja, da bo skladna z zahtevami slovenskih elektrooperaterjev. • Analiza zajetih podatkov z vidika zaznave motenj, okvar in možnosti za napovedno vzdrževanje transformatorjev. • Raziskava možnosti uporabe podatkov za aktivni odjem, dinamično upravljanje proizvodnje in vključevanje baterijskih hranilnikov.

	• Primerjava z obstoječimi sistemi meritev, ki temeljijo na povprečenju, ter identifikacija skritih motenj v trenutnih podatkih. • Razvoj osnov za analitična orodja, ki bi omogočila obdelavo in uporabo realnočasovnih meritev v vsakodnevnem upravljanju omrežja.
Koristi , ki so neposredno povezane s prenosnim ali distribucijskim sistemom	• Natančnejši vpogled v realno stanje omrežja s pomočjo milisekundnih meritev omogoča operaterjem hitrejšo in bolj utemeljeno odločitve pri upravljanju omrežja. • Zaznavanje motenj in odstopanj v realnem času omogoča pravočasen odziv in zmanjšuje tveganje za širjenje težav po omrežju. • Zgodnje odkrivanje okvar in napovedovanje kritičnih razmer izboljša načrtovanje vzdrževanja in zmanjšuje število nepredvidenih izpadov. • Zmanjšanje stroškov zaradi izpadov in boljše razumevanje dinamičnega obnašanja omrežja dolgoročno izboljšujeta operativno učinkovitost elektrodistribucijskih podjetij. • Možnost uvedbe naprednih funkcij, kot so aktivni odjem, dinamično omejevanje proizvodnih virov ter vključevanje hranilnikov energije, omogoča boljše uravnavanje obremenitev brez potrebe po dragi širitvi omrežja. • Večja kapaciteta omrežja za vključevanje novih tehnologij, kot so električna vozila, sončne elektrarne in toplotne črpalke, brez ogrožanja stabilnosti sistema. • Podpora vključevanju obnovljivih virov in izboljšani energetske učinkovitosti pripomore k nižjemu vplivu na okolje in večji energetske neodvisnosti.

2.9 Kriterij uspešnosti

Opis načina, kako bo prijavitelj ocenjeval uspešnost projekta. Priporočenih je največ 2000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljanje med izvajanjem projekta.

Kriteriji uspešnosti (KPI-ji) se nanašajo na ključne tehnične kazalnike, ki se nanašajo na tehnične dosežke samega pristopa, ki ga obravnava projekt.		
KPI	Cilj	Namen
Identifikacija kritičnih točk (NN transformatorskih postaj)	8 TP	Identificirali bomo najmanj 8 kandidatov transformatorskih postaj, ki jih lahko opremimo z EdgePMU tehnologijo.

Število opremljenih transformatorskih postaj	5	Planiramo opremo vsaj ene in največ 5 kritičnih točk.
Hitrost prenosa podatkov	5G hitrost prenosa	Namen je ugotoviti, če opremljene lokacije zagotavljajo prenos podatkov po frekvenčnih pasovih 5G in pri hitrostih, ki jih omogoča takšno omrežje.
Primeri uporabe podatkov	2	Če bodo podatki primerni, bomo pripravili dva primera uporabe podatkov. Pričakovana je analiza historičnih podatkov (npr. statistična obdelava časovne vrste in ugotavljanje značilnosti) ter potencialno analiza podatkov v realnem času s podobnimi pristopi.

Število identificiranih kritičnih točk (8) ter najvišje število pilotno opremljenih lokacij (5) sta referenca tudi za vse ostale razdelke prijave.

V okviru analize podatkov želimo zagotoviti boljši vpogled v obratovalno stanje omrežja na kritičnih točkah, kjer bodo nameščene merilne naprave EdgePMU. Najprej bomo analizirali historične podatke (to so časovne vrste fazorjev napetosti in toka) z uporabo metode STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS), ki omogoča razgradnjo signala na sezonsko komponento, dolgoročni trend in šum. Na ta način bomo zanesljivo identificirali motnje in netipična odstopanja v omrežju. Po potrebi bomo uporabili še druge pristope (npr. globoko učenje). Namen druge faze pri analizi podatkov je prenos ugotovljenih vzorcev iz historične analize v realnočasovni okvir, kar bo omogočilo zaznavo kritičnih dogodkov v omrežju v realnem času in s tem povečalo operativno uporabnost rešitve. Na takšen način tudi potrdimo zanesljivost razvitega modela za uporabo v realnem času.

2.10 Potencial za učenje in prenos znanja

Opis pričakovanega novega znanja za elektrooperaterje in druge partnerje ter opis načina razširjanja tega znanja. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Projekt bo Elektro Gorenjski in drugim elektroenergetskim podjetjem omogočil pridobitev novih znanj o uporabi EdgePMU naprav in 5G omrežja za spremljanje stanja omrežja v realnem času. Pridobljeno znanje bo vključevalo razumevanje tehničnih zahtev za integracijo takšne opreme v obstoječo infrastrukturo ter vpogled v zanesljivost in omejitve 5G tehnologije v praktičnem okolju.

V naslednjih letih bo nujno oblikovati učinkovite metodologije za vključevanje zelenih tehnologij, kot so električna vozila, sončne elektrarne, toplotne črpalke in baterijski hranilniki. Podrobnejše meritve, pridobljene s tem projektom, bodo prispevale k bolj informiranemu načrtovanju omrežja in s tem k bolj usmerjeni integraciji teh virov.

Razvoj osnovnih analitičnih orodij za zaznavanje motenj, napovedovanje okvar in podporo napovednemu vzdrževanju bo služil kot izhodišče za nadaljnje digitalne nadgradnje upravljanja omrežja. Projekt bo hkrati proučil tudi teoretične primere uporabe podatkov za pametno upravljanje porabnikov, proizvodnih virov in

hranilnikov, kar se smiselno povezuje z ostalimi aktualnimi slovenskimi in evropskimi pobudami.

Prenos znanja bo potekal preko:

- predstavitev rezultatov na slovenskih in mednarodnih strokovnih dogodkih (npr. CIGRE-CIRED),
- objave ključnih ugotovitev in metodologij v obliki tehničnih poročil,
- priprave zaključnega dokumenta z opisom izkušenj, priporočil in smernic za nadaljnjo uporabo tehnologije.

Tako bo projekt prispeval k postopnemu uvajanju novih pristopov v distribucijskih sistemih in omogočil drugim operaterjem vpogled v možnosti, ki jih ponuja uporaba takšnih rešitev.

2.11 Obseg projekta

Opredelitev obsega projekta – vključno z naložbami v primerjavi s potencialnimi koristmi. Treba je opredeliti razloge, zakaj bi bilo manj potenciala za učenje in prenos znanja, če bi bil projekt izveden v manjšem obsegu. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Obseg projekta je omejen na pet lokacij, saj smo ocenili, da to zadostuje za testiranje ključnih funkcionalnosti, kot so kakovost naprav in uporabnost podatkov ter možnost prenosa podatkov preko 5G omrežja. Ta obseg omogoča zbiranje dovolj razpršenih podatkov, ki zagotavljajo prenosljive rezultate in omogočajo obsežnejšo analizo. Kljub omejenemu številu lokacij bomo zajeli najbolj kritične točke z realnimi podatki.

Če bi projekt izvajali v manjšem obsegu, bi to omejilo zbiranje podatkov z različnih lokacij, kar bi zmanjšalo relevantnost rezultatov in omejilo potencial za prenos znanja na širša omrežja. Širši obseg zagotavlja večjo verodostojnost rezultatov in omogoča bolj celovito razumevanje izzivov ter priložnosti pri integraciji novih tehnologij v elektroenergetski sistem, kar je ključno za širšo implementacijo v drugih omrežjih.

2.12 Opredelitev TRL ob začetku⁷

Okvirna vsebinska opredelitev in utemeljitev stopnje zrelosti tehnologije (TRL) ob začetku projekta⁷. Predmet upravičenja RI so aktivnosti TRL 3 do 8. Priporočenih je največ 1000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Ob začetku projekta je stopnja zrelosti tehnologije ocenjena na TRL 3–4. Potrjeni so osnovni koncepti delovanja PMU naprav in komunikacije preko 5G, izvedeni so bili laboratorijski testi na omejenih sistemih.

2.13 Opredelitev TRL ob zaključku⁷

Okvirna vsebinska opredelitev in utemeljitev stopnje zrelosti tehnologije (TRL) ob zaključku projekta⁷. Predmet upravičenja RI so aktivnosti TRL 3 do 8. Priporočenih je največ 1000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Cilj projekta je doseči TRL 6, kar pomeni demonstracijo delujočega sistema v realnih omrežnih pogojih z validacijo prenosljivosti rešitve na druge lokacije.

2.14 Geografsko območje

Podrobnosti o lokaciji izvedbe projekta. Če gre za partnerski projekt, je treba opredeliti izvedbena območja elektrooperaterjev iz Slovenije. Priporočenih je največ 2000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Projekt EdgePMU-5G IoT bo izveden na območju Slovenije, in sicer znotraj distribucijskega omrežja podjetja Elektro Gorenjska d.d., ki v projektu sodeluje kot

⁷ Skladno z II. poglavjem priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

partner. Lokacije izvedbe vključujejo nizkonapetostne transformatorske postaje na območju Gorenjske, kjer so bile zaznane težave, kot so prenapetosti, harmonične motnje, utripanje napetosti in preobremenitve.

Nabor kritičnih točk za namestitve naprav vključuje pilotne lokacije: Kabinska Žičnica, Jarčk, Laze, Poligon in Golf igrišče. Če bo v času izvedbe projekta na voljo večje število EdgePMU naprav, bodo vključene tudi dodatne kritične točke. To so: Vikrče Kabelska, Mala Mežakla in Zabukovje.

Med širši izbor kritičnih točk sodijo še: Loka, Britof sever ter Farma Hrastje. Te točke služijo kot pomožne lokacije, na katerih prav tako zaznavamo večje število motenj in bi jih lahko opremili v primeru nepredvidenih preobratov tekom projekta.

Vse EdgePMU naprave bodo povezane prek javnega mobilnega omrežja, z osredotočenostjo na čim večjo uporabo 5G povezave, kjer bo to izvedljivo glede na lokalno pokritost in tehnične pogoje. Uporaba mobilnega omrežja omogoča hitro vzpostavitev povezave brez potrebe po dodatni infrastrukturi. Natančen delež 5G povezljivosti bo določen po terenskih meritvah, projekt pa predvideva testiranje delovanja pri več mobilnih operaterjih za doseg maksimalne zanesljivosti in dostopnosti.

Laboratorijsko testiranje ter razvoj sistema potekata v prostorih podjetja INDA d.o.o. v Ljubljani, kjer se preverja delovanje naprav, komunikacijskih vmesnikov ter integracija z oblačno platformo.

2.15 Ocenjena vrednost projekta

Ocena vseh stroškov, ki bodo nastali z izvedbo projekta in so predmet upravičenja RI. Priporočenih je največ 1000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Skupna ocenjena vrednost projekta EdgePMU-5G IoT v okviru razpisa TARGET-X znaša 120.000 EUR. Od tega bo Elektro Gorenjska prejela 60.000 EUR ostalo polovico pa partner INDA d.o.o. Finančna sredstva izvirajo iz sheme HORIZON-JU-IA - HORIZON JU Innovation Actions (<https://cordis.europa.eu/project/id/101096614>) Sredstva bodo namenjena za analizo in izbiro merilnih točk, izvedbo montaže EdgePMU naprav, preverjanje komunikacije prek 5G in sodelovanje pri interpretaciji zbranih podatkov. Znesek 60.000 EUR za Elektro Gorenjska v celoti pokriva načrtovane stroške vseh projektnih aktivnosti Elektro Gorenjska.