

# Raziskave in inovacije

Regulatorno obdobje 2019 - 2021

## Prijava projekta

Naslov projekta:	<b>Nadzor transformatorskih postaj za potrebe obvladovanja elektroenergetskih naprav v distribucijskem omrežju</b>
------------------	--

Ta dokument služi kot samostojna predloga oz. obrazec za pripravo prijave projekta, katerega želi elektrooperater vključiti v shemo upravičenja stroškov raziskav in inovacij (v nadaljevanju: RI) v skladu z [1].

Pri pripravi vsebine naj prijavitelji tudi upoštevajo, da postopek kvalifikacije projektov, ki predlagajo uporabo pilotnih mehanizmov v skladu z 72. členom iz [1], vključuje tudi ocenjevanje projektov v skladu s Prilogo 4 iz [1]. Prijava mora vsebovati dovolj informacij, da je mogoče izvesti to ocenjevanje.

Prijavitelj posreduje agenciji izpolnjeno prijavo obvezno v DOCX dokumentu in opsijsko v dodatnem PDF dokumentu po elektronski pošti na naslov [info@agen-rs.si](mailto:info@agen-rs.si). S prijavo prijavitelj in vsi v prijavi navedeni akterji soglašajo z objavo prijavnih dokumentacije na spletni strani agencije v primeru kvalifikacije projekta.

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 za vpis podatkov o projektu s strani prijavitelja.

## Naslov projekta

Navedba naslova projekta, ki se mora razlikovati od obstoječih projektov.

Dovoljenih je največ 200 znakov vključno s presledki.

Podatka ni dovoljeno posodablјati med izvajanjem projekta.

**Nadzor transformatorskih postaj za potrebe obvladovanja elektroenergetskih naprav v distribucijskem omrežju**

## Prijavitelj elektrooperater

Polno ime elektrooperaterja, ki prijavlja projekt za koriščenje RI.

Podatka ni dovoljeno posodablјati med izvajanjem projekta.

Elektro Ljubljana, podjetje za distribucijo električne energije, d.d.

## Kontaktни podatki

Ime, priimek in obvezno naslov e-pošte za primarno kontaktno osebo, ki bo odgovorna za vso komunikacijo v zvezi s projektom.

## Sodelujoči elektrooperaterji

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

V projektu ni drugih elektrooperaterjev.

## Sodelujoči partnerji

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

Izvajalec aplikativne rešitve bo prijavitelj (Elektro Ljubljana), ki bo v primeru potrebe po podrobni specifični metodologiji, le-to izvedel s pomočjo zunanje raziskovalne institucije.

## Vloge sodelujočih elektrooperaterjev in partnerjev

Oprelitev vlog posameznih partnerjev (prijavitelja, sodelujočih elektrooperaterjev in drugih partnerjev) pri izvajanju projekta.

Za opredelitev vloge posameznega partnerja je dovoljenih največ 500 znakov vključno s presledki.

Elektro Ljubljana, d.d.: vodilni partner bo v pilotu razvil analitično rešitev za obdelavo, transformiranje in vizualizacijo podatkov na podlagi naprednih matematičnih algoritmov, ki bo temeljila na različnih podatkovnih virih in strukturah podatkov ter omogočala nadzor transformatorskih postaj distribucijskega omrežja s ciljem izboljšave obratovanja in povečanja razpoložljivosti distribucijskega omrežja. Glavni cilj razvoja analitične rešitve je preizkusiti metodologije in pristope ter jih deliti z ostalimi deležniki v elektroenergetskem sektorju.

EIMV: podporni partner za pripravo specifikacije metodologije za nadzor preobremenjenosti transformatorja in oceno finančnih koristi uvedbe pristopa obvladovanja omrežja z uporabo napredne analitike.

## Pričetek projekta

Datum predvidenega pričetka projekta, pri čemer je treba upoštevati, da ima agencija na voljo največ 60 dni, da pošlje prijavitelju informacijo o kvalifikaciji projekta za koriščenje RI.

1.3.2021

## Zaključek projekta

Datum predvidenega zaključka projekta.

Projekt bo do konca regulatornega okvira oz. do 31.12.2021.

## Identifikacija drugih virov (so)financiranja projekta

Opis drugih morebitnih virov financiranja projekta – ne glede na vrste virov (zasebna, javna, nacionalna, mednarodna ...).

/

## Upravičenost projekta

Utemeljitev elektrooperaterjev, zakaj ne bodo izvajali predvidenega projekta v okviru svojega običajnega poslovanja in zakaj se projekta ne more izvesti brez koriščenja RI.

Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.

Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

S pilotnim pristopom k projektu želimo prikazati uporabnost in nujnost uvajanja napredne analitike v okviru nadzora elektroenergetske infrastrukture srednje in nizkonapetostnega dela omrežja. Uvajanje naprednih merilnih sistemov, pridobivanje merilnih podatkov v podatkovne baze, usmerjenost v centralizirano obvladovanje razpršenih tehničnih podatkov specifičnih zalednih sistemov ter dostopnost odprtokodnih integracijskih in analitičnih orodij za obdelavo kompleksnih, granuliranih velepodatkov, so pospešile digitalizacijo tehničnih podatkov ter omogočile vpeljavo naprednih metod obvladovanja in analiziranja pridobljenih podatkov.

V okviru regulatornega dela uporaba naprednih analitičnih postopkov ni eksplicitno urejena in vzpodbujena, zato je potrebno samo izvajanje in tovrstne pilotno-razvojne projekte podpreti v okviru inovacij ter s tem pospešiti prenos inovativnega pristopa obvladovanja omrežja v redno poslovanje. V praksi na strani elektrodistribucijskih podjetij ni sistematično razvitih in vpeljanih orodij za sočasni nadzor obremenjenosti vseh transformatorjev, predvsem z uporabo zgodovinskih 15 minutnih merilnih podatkov. Ker v primeru prijave tega razvojno-inovacijskega projekta ni predvidena zunanja pomoč pri razvoju analitične rešitve, se s tovrstnim pristopom vzpodbudi upravljalce podatkov, da nadaljnje raziskujejo potencial uporabe napredne analitike ter prenos v redne poslovne procese. Aplikativna rešitev projekta bo temeljila predvsem na izvedbi operativno uporabnih rešitvah, ki bodo omogočale nadzor nad obratovanjem posamezne transformatorske postaje, opredelile kritičnost posameznega transformatorja in omogočale usmerjeno vzdrževanje oz. investiranje v EEI (transformator). Sočasno se bo kader Elektra Ljubljane dodatno izobrazil z orodji

za masovno obvladovanje velepodatkov, razvil in preizkusil različne modele strojnega učenja nad učnimi in novimi podatki ter na podlagi predznanja definiral prostor možnih modelov, kriterije optimalnosti, začetne hipoteze, množice heuristik za izvajanje algoritmov in posledično bo s tem izkazana dodana vrednost za ostale procese v podjetju. Glede na to, da se to vrstni razvojno-pilotni projekti ne izvajajo ali so razviti v ostalih distribucijskih podjetjih, se bo z znanje, metodologije in rešitev lahko prenesla v celotni elektroenergetski sektor.

Dosedanja praksa Elektra Ljubljane kaže, da se s pomočjo dodatnih in usmerjenih analiz za posamezna področja razvoja omrežja, vzdrževanja in obratovanja omrežja, lahko močno pripomore k večji učinkovitosti izvedenih procesov, boljši izrabi omrežja in kvalitetnejšemu procesu vzdrževanja elektroenergetske infrastrukture. S tem se izboljšajo lastnostni omrežja, ki služijo končnemu uporabniku, da prejema storitev koriščenja omrežja v boljši zanesljivosti, večji razpoložljivosti za priključitev novih energetskega naprav ter usmerjenemu investiranju oz. vzdrževanju energetske infrastrukture.

Podpora k razvojno-pilotnemu projektu in podpora k vpeljavi naprednih analitičnih rešitev, ki temeljijo na matematičnih metodah in algoritmih strojnega učenja nad različnimi podatkovnimi tipi in viri, je s ciljem boljše izkoriščenosti omrežja in z namenom spodbujanja inovativnih rešitev v celotnem elektroenergetskem sektorju, saj to vrstne rešitve pripomorejo k nadaljnjemu razvoju distribucijskega sistema.

### **Utemeljitev izpolnjevanja zahtev<sup>1</sup>**

*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 naslednjih štirih tematik: 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; b) specifično novo postavitev ali aplikacijo obstoječe opreme za prenos ali distribucijo električne energije (vključno z opremo za vodenje in/ali komunikacijskimi sistemi in/ali programsko opremo); c) specifično novo izvedbeno prakso, neposredno povezano z delovanjem prenosnega ali distribucijskega sistema ali d) specifično nov poslovni model v korist odjemalcev.*

*Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.*

---

<sup>1</sup> zahteve podane v 1.1. pododdelku priloge 3 iz [1]

V razvojno-pilotnem projektu bomo v izhodiščni fazi raziskali osnovne uporabe različnih podatkovnih tipov in virov, ki samostojno ne tvorijo dodatnih informacij za potrebe nadzora nad SN/NN delom omrežja. Ob ustrezni obdelavi, transformaciji in vpeljavi korelacij s topologijo omrežja, bomo v naslednji fazi razvili in preizkusili različne modele strojnega učenja nad učenimi in novimi podatki z ustreznimi matematičnimi metodami in algoritmi z interpretnim visokoravnim večnamenskim programskim jezikom, kar bo omogočalo spremljanje obremenjenosti transformatorjev, napetostnih profilov transformatorskih postaj, itd. ter bo posledično sprožilo veliko dodano vrednost v procesih dela vzdrževanja, obratovanja, investiranja v omrežje in omogočanje novih priklopov uporabnikov na del distribucijskega sistema, ki bi brez naprednih analiz morebiti bilo onemogočeno. Z razvojem in testiranjem analitične rešitve bomo vpeljali nove napredne tehnike in metodologije analiziranja podatkov, strmeli k usmerjenosti digitalizacije na področju tehničnih podatkov in hkrati sprožili nove izvedbene prakse, ki so neposredno povezane z delovanjem distribucijskega sistema.

V okviru pilotne rešitve bomo na podlagi merilnih podatkov zajetih s sumarnimi merilnimi napravami nameščenimi v transformatorskih postajah, ki bodo oplemenitene s podatki o sredstvih, tipih odjemalcev, številu merilnih mest, tako razvili napredne modele, ki bodo omogočali v analitični rešitvi prikaz obremenitve transformatorjev, njihove napetostne razmere na SN/NN vodih ter omogočali izvajanje analiz posamezne transformatorske postaje ali izkazuje potrebe po investiranju ali vzdrževanju ali celo omogoča priključitev dodatnih energetskih virov/bremen.

V okviru Elektra Ljubljane ocenjujemo, da gre za vpeljavo nove poslovne prakse, ki bo omogočala boljšo uporabo razpoložljivih merilnih podatkov v transformatorskih postajah in na ta način izboljšala delovanje omrežja. Predlagane rešitve v dosednji praksi ni bilo možno celovito vpeljati, saj so bile meritve SN/NN transformatorjev opremljene zgolj na določenih področjih distribucijskega področja. S pospešenim uvajanjem NMS in pridobljenimi zgodovinskimi podatki o delovanju transformatorjev, lahko z uporabo odprtokodnih orodij za masovno obdelavo podatkov celotno množico podatkov obdelamo, transformiramo v obliko primerno za razvoj modelov, ki so izhodišče za napredno analiziranje in s tem pripomoremo k usmerjenemu vzdrževanju oz. investiranju v SN/NN energetsko opremo.

Z vpeljavo novega modela izvajanja operacij ni neposrednih (direktnih) vplivov za končne uporabnike, so pa ključni in bistveni posredni vplivi. Z boljšim nadzorom nad načinom delovanja posameznega transformatorja, pregledom obremenitev glede na letne čase, intervale preobremenitev itd. se za končne uporabnike evidentirajo naslednje izboljšave:

- Pravočasno ukrepanje ob preobremenitvah transformatorja vodi v boljše standarde napetosti in manjše flickerje v omrežju, kar se izkaže kot višja kakovost opravljenih storitev;

- Zamenjava preobremenjenih transformatorjev, navadno s transformatorji z večjo močjo, omogoča uporabnikom dodatne priključitve novih proizvodnih virov (elektrarne) ali dodatnih bremen (električna vozila, toplotne črpalke);
- Zaradi nadzora nad preobremenitvami transformatorjev in pravočasnim ukrepanjem se zmanjšujejo izgube v omrežju, saj preobremenjeni transformatorji poleg pregrevanja, povzročanja dodatnih emisij EMC in hrupa, pomenijo tudi povečane izgube na omrežju;
- Zaradi nadzora nad preobremenitvami transformatorjev lahko določamo intervale preobremenitev in na ta način sledimo dinamični obravnavi posameznega lokalnega napajalnega področja TP. Področja s kratkotrajnimi preobremenitvami (do nekaj ur) lahko z uvedbo fleksibilnost in s pomočjo upravljanja z bremeni aktivnih odjemalcev (povezava na projekt: Razbremenitev distribucijskega dela omrežja s pomočjo aktivnega odjemalca ali Premakni porabo 2.0), ali pa za usmerjeno investiranje v novo EEI, kjer ukrepi fleksibilnosti ne bodo zadoščali.

Vpeljava novega pristopa in poslovnega modela obratovanja in vzdrževanja EEI pomeni za vse udeležence možnost naprednejšega pristopa k obvladovanju distribucijskega omrežja, za končne uporabnike in ostale udeležence na trgu pa priložnost za izvajanje naprednih storitev (aktivni odjem, sončne elektrarne) na področjih, ki pripomorejo k izboljšanju obratovanja omrežja. Brez spoznavnosti stopnje obremenjenosti transformatorske postaje pa bi lahko priključitev novih bremen lahko pomenila možnost okvar oz. slabše kakovosti storitev dobave električne energije za uporabnike na celotnem področju TP.

## Utemeljitev izpolnjevanja pogojev<sup>2</sup>

*Kratka utemeljitev, da projekt izpolnjuje tudi vse naslednje štiri pogoje: a) izkazuje potencial, da razvija znanje, ki ga lahko uporabi vsak elektrooperater, čeprav se projekt ukvarja zgolj s problematiko enega od delov omrežja; b) izkazuje potencial, da omogoča neto finančne koristi za aktivne odjemalce, kjer 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; 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 in 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).*

*Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodabljeni med izvajanjem projekta.*

Projekt izkazuje razvoj novih znanj s področja uvajanja napredne analitike v elektrodistribucijskem podjetju, saj vpeljuje načine uporabe merilnih in drugih podatkov naprednih števecov za izboljšanje uporabe omrežja. Glede na to, da bo projekt izveden z lastnim kadrom Elektra Ljubljane, izkazuje potencial razširljivosti znanja, AI modelov na druga področja delovanja distribucije. Glede na to, da bodo vključeni pridobljeni podatki v okviru projektov naprednega merilnega sistema, se izkazuje tudi potencial prenosa na druga distribucijska podjetja.

Analitična rešitev razvita v razvojno-pilotnem projektu bo zaradi veliko hitrejšega in sprotne nadzora nad delovanjem SN/NN dela elektroenergetskega

<sup>2</sup> pogoji podani v 1.2. pododdelku priloge 3 iz [1]

omrežja povečala aktivnosti pri aktivnih uporabnikih, saj bo s preglednejšim načinom obratovanja omrežja na podlagi relevantnih merilnih podatkov lahko služila kot pripomoček pri usmerjanju investicij ali izvajanju naprednih storitev za končne uporabnike (npr. vgradnja sončnih elektrarn, storitve prožnosti idr.). Inovativnost projekta se kaže predvsem v delu, ko za del omrežja SN/NN dosednji pristopi niso omogočali nadzora in spoznavnosti tega dela omrežja. Velik del gre pripisati uvajanju naprednih merilnih sistemov, ki pripomorejo k pridobivanju podatkov iz delov omrežja, ki do sedaj niso bili opremljeni z naprednimi napravami za merjenje električne energije ter dodatnimi naprednimi napravami, senzorji za merjenje ostalih veličin (npr. temperatura ohišja, temperatura olja, idr). Uporabljali se bodo sumarnih merilni podatki pridobljeni za pretekli dan, saj sproti zajem podatkov tu ni omogočen. Dodatna inovativnost se kaže tudi v delu vpeljave novega pristopa k nadzoru obratovanja in vzdrževanja EEI, kar v sklepnih fazi pomeni naprednejši pristop k obvladovanju distribucijskega omrežja, za končne uporabnike in ostale udeležence na trgu pa priložnost za izvajanje naprednih storitev (aktivni odjem, sončne elektrarne, storitve prožnosti).

Dosednji kvalificirani projekti RI so bili usmerjeni v izvajanje in preverjanje konceptov storitev in aktivnosti pri končnih uporabnikih na omrežju. Projekt nadzora transformatorskih postaj, pa je usmerjen v celovit pregled in spoznavnost, katera področja TP izkazujejo potrebo po vpeljavi novih poslovnih aktivnosti. Na ta način bodo elektrodistribucijska podjetja lažje pristopila k aktivnemu upravljanju komponent EEI, saj bo zavedanje po dejanskih obremenitvah in preobremenitvah transformatorskih postaj veliko večje. Projekt uporabe merilnih podatkov za prikaz spoznavnosti obremenjenosti transformatorskih postaja še ni bil prijavljen v okviru RI ali drugih projektov.

### **Utemeljitev načina in pogojev za deljenje podatkov<sup>3</sup>**

*Kratka utemeljitev, na kakšen način 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 le-teh 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.*

*Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.*

Rezultati in podatki projekta bodo v anonimni obliki dostopni vsem zainteresiranim deležnikom. Prav tako bodo relevantni podatki oz. rezultati projekta lahko objavljeni na portalu »Odprti podatki Slovenije« - OPSI.

<sup>3</sup> skladno s 1.3. pododdelkom priloge 3 iz [1]



## Utemeljitev ureditve pravic intelektualne lastnine<sup>4</sup>

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.

Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.

Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

V okviru izdelave rešitve se bodo uporabljala odprtokodne rešitve (predvidoma Apache fundacije), ki ne zahtevajo dodatnih licenčnih in so namenjene razvojnemu pristopu k obdelavi podatkov, zato ne zahtevajo urejanja pravic intelektualne lastnike.

Strojna oprema, ki se bo uporabila, je predmet zaščite intelektualne lastnine ali avtorskih pravic na strani proizvajalcev, tako da neposredno ne tangira ureditve pravic intelektualne lastnine.

Distribucijsko podjetje bo s lastnimi kadri uredilo pravice intelektualne lastnine na podlagi internega Pravilnika o inovacijah, ne bo pa si pridrževalo ekskluzivne pravice za idejno zasnovo tega projekta.

## Opis problema

Opis problema ali problemov, s katerimi se bodo spoprijeli elektrooperaterji in partnerji v predlaganem projektu.

Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.

Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Področje Elektra Ljubljane na dan 31.12.2020 obsega 5.588 SN/NN transformatorskih postaj, katere z električno energijo oskrbujejo 345.558 končnih uporabnikov distribucijskega sistema. Število končnih uporabnikov se glede na preteklo 5 letno obdobje povečuje za 0,6% letno. Poleg rasti števila končnih uporabnikov, je zaradi spodbujanja uporabe obnovljiv virov energije in priključevanja mikro proizvodnih naprav, število merilnih mest v sistemu samooskrbe v zadnji 5 letih narastlo iz 0 na 2.078 MM.

Največja dosežena konična moč distribucijskega sistema Elektra Ljubljane v letu 2020 je dosegla najvišjo dosedanjo vrednost, kar je 727 MW. V zadnjih 5 letih je v povprečju konična moč rastla 2,6% na leto. Odvisnost toplotnega ogrevanja za stanovanjske objekte se povečuje, saj se vgrajuje in spodbuja uporabo toplotnih črpalk, prav tako pa se v okviru novogradenj vgrajuje vedno večje število električno odvisnih porabnikov.

Uvajanje naprednega merilnega sistema na NN omrežju je skladno z Uredbo o ukrepih in postopkih za uvedbo in povezljivost naprednih merilnih sistemov električne energije (Uredba NMS) je v hitrem porastu. Elektro Ljubljana je do konca leta 2020 opremila 69% merilnih mest na NN omrežju, kar predstavlja preko 230.000 MM. Približno enak odstotek transformatorskih postaj z naprednim števcem električne energije, ki beleži pretoke el.en. preko transformatorske postaje (sumarni števec), kar predstavlja preko 3.000

<sup>4</sup> skladno s 1.4. pododdelkom priloge 3 iz [1]



transformatorskih postaj. Za ta nabor transformatorskih postaj je možno pridobivati za pretekle dneve (D-1) podatke o delovni in jalovi energiji, ki se pretaka preko transformatorske postaje, ter podatke napetostnih razmer na transformatorski postaji. Podatki, ki se zajemajo iz sumarnih števecov so pridobljeni za pretekli dan, saj sprotni zajem podatkov tu ni omogočen.

Zaradi sprememb obratovanja NN omrežja in sprememb končnih uporabnikov pri uporabi omrežja, smo v Elektro Ljubljana zaznali potrebo po masovnem nadzoru in analizi transformatorskih postaj, katere želimo nadzorovati z vidika obremenjenosti in napetostnih profilov. Želja je izboljšati oz. omogočiti boljšo izkoriščenost omrežja ter končnim uporabnikom omogočiti zahtevano storitev uporabe omrežja glede na potrebe vgrajevanja toplotnih črpalk, sončnih elektrarn, novih priključitev idr. Sočasno načrtujemo z uporabo tovrstnega sistema bolj usmerjeno izvajati razvoj in investiranje v SN/NN del omrežja ter za posamezne prehodne pojave načrtovati možnost izrabe novodobnih sistemskih storitev. Kot prehodni pojavi se smatrajo kratkotrajne časovne preobremenitve transformatorja (npr. ob 17h-19h), kateri z ukrepi aktivnega odjema lahko krmilijo in tako zmanjšuje kritičnost posameznega transformatorja. V okviru analitične rešitve bomo raziskali metode določanja preobremenjenosti transformatorskih postaj glede na kriterije proizvajalcev distribucijskih elementov, metode analitične obdelave, potencialne podatkovne vire in izvedli analitično rešitev za obstoječe podatke oz. opremljene transformatorske postaje.

## 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 zahtev<sup>2</sup> morajo elektrooperaterji predstaviti: a) Oceno prihrankov ob rešitvi problema, ki se obravnava v projektu; b) Izračun finančnih koristi projekta; c) Oceno prenosljivosti metode npr.: po celotnem elektroenergetskem sistemu, po njegovem odstotku ali po določenih delih, kjer bi se metodo lahko uporabilo in implementiralo; d) Oceno stroškov za implementacijo metode v celotni elektroenergetski sistem.*

*Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodablјati med izvajanjem projekta.*

V prvem koraku bomo pregledali tehnično vsebinski cilj naloge ter analizirali podatkovne vire, ki bodo služili za obdelavo podatkov, pregledali tehnične karakteristike posameznih transformatorskih postaj in pripravili projekt za izvedbo (PZI) z opisom projekta, metodologijo algoritma za učenje modelov nad učenimi in novimi podatki ter analitični model izvedbe rešitve.

V okviru internih delavnic bomo pripravili vsebinske zahteve in uporabniški primer t.i. Nadzor transformatorskih postaj. Na podlagi modela in izvedbe izračuna za referenčni objekt, bomo metodo nadgradili na celotni nabor transformatorskih postaj, katere so že opremljene s sumarnim števcem. Metoda nadzora TP bo razvita na način, da izkorišča standardne podatkovne vire (oz. vsebinsko primerljive podatke), ki jih uporabljajo v elektrodistribucijskih podjetjih in jo bo tako možno razširiti tudi pri ostalih EDP.

Zaključek projekta bo analitična uporabniška rešitev, bi bo omogočala sproten in neodvisen pregled obratovanja transformatorske postaje in bo služila kot analitično podporno orodje pri postopkih priključevanja končnih uporabnikov,

energetskih virov in izboru objektov oz. področij za izvajanja npr. storitev prožnosti.

Tehnična rešitev bo tako omogočala posredne finančne koristi za podjetje in elektroenergetski sistem v smislu hitrejšega in verodostojnejšega vodenja postopkov ter prednost pri uvajanju postopkov naročanja sistemskih storitev.

Oceno prihrankov ob rešitvi problema, ki se obravnava v projektu in izračun finančnih koristi projekta bomo poskusili izvesti tekom projekta, kar bo izvedel podporni partner.

Ocena stroškov implementacije na celotni elektroenergetski sistem je odvisna predvsem od zrelosti implementacije in uporabe podatkov v posameznem EDP. Uporabljene rešitve in metodologija za izračun preobremenjenosti TP temelji na uporabi obstoječih podatkov, ki pa morajo biti združeni iz različnih podatkovnih virov in z ustrezno uvedenimi platformami za obvladovanje velepodatkov, lahko nudijo dodatne koristi. Ocena stroškov razširitve na celotni elektroenergetski sistem bo opredeljena tekom projekta, kar bo izvedel podporni partner.

## Namen in cilji

*Jasna definicija namena in ciljev projekta, vključno s koristmi (npr. finančne, okoljske ...), ki so neposredno povezane s prenosnim ali distribucijskim sistemom.*

*Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.*

Namen izvedbe projekta je analiziranje operativnega stanja transformatorskih postaj (TP) z metodami in algoritmi za spremljanje spoznavnosti TP. Na podlagi merilnih podatkov o moči in napetosti se razvijejo podrobne analize, ki vključujejo elemente srednje in nizke napetosti. Razvite funkcionalnosti bodo omogočale podrobnejši vpogled v monitoring preobremenjenih transformatorskih postaj. Funkcionalnost bo omogočala nadziranje delovanja transformatorskih postaj in posledično zmanjšanje verjetnosti nepričakovanih izpadov oskrbe z električno energijo ter zmanjšanje življenjske dobe transformatorja. Sočasno bo z vizualizacijo napetostnih razmer na transformatorski postaji možno ocenjevati nesimetričnost priključenih bremen in morebitne nesimetrične napetostne razmere na transformatorju. Enako bo izvedljiv prikaz napetostnega profila na SN strani transformatorja.

Cilj projekta je tako prikaz analize obremenjenosti transformatorskih postaj, dogodkov preobremenjenosti po časovnih intervalih in prikaz napetostnih razmer na transformatorju.

## Kriterij uspešnosti

*Opis načina, kako bo prijavitelj ocenjeval uspešnost projekta.*

*Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.*

Ocena uspešnosti projekta bo temeljila na:

- Analizi obremenjenosti transformatorskih postaj;
- Ažurnosti osveževanja podatkov analize obremenjenosti;
- Analizi napetostnih razmer in simetričnosti obremenitev na transformatorski postaji;
- Analizi razširljivosti modela na celoten nabor merilnih podatkov;
- Študiji razširljivosti projekta novimi podatki in razširljivostjo modela.

## Potencial za učenje in prenos znanja

*Opis pričakovanega novega znanja za elektrooperaterje in druge partnerje ter opis načina razširjanja tega znanja.*

*Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.*

V tem pilotu se bo preizkusilo izvajanje naprednih analitičnih modelov za možnost nadzora nad obratovanjem transformatorskih postaj ter s tem izboljššanega način izvajanja vzdrževanja in razvoja omrežja.

Gre za osnovno aplikativno rešitev, ki bo koristila izvajanju javne gospodarske službe distribucijskega operaterja in omogočala podporo k razvoju novih inovativnih modelov vzdrževanja in razvoja omrežja ter uvajanja novih storitev na distribucijskem sistemu.

Dotični pilot bo primer oz. izkaz uporabe obstoječih podatkov, katere elektrodistribucijsko podjetje že zbira, kateri bodo nadgrajeni z naprednimi matematičnimi algoritmi in s tem iskanja dodane vrednosti med podatki z ustvarjanjem novih relevantnih informacij.

Izkušnje in rezultate tekom pilota se bodo predstavile širši strokovni javnosti, predvsem vsem izvajalcem posameznih nalog v elektrodistribucijskem podjetju. Predstavitve izkušenj bodo predstavljene konferenčnih dogodkih (npr. CIGRE CIRED, Kotnikovi dnevi, strokovni posveti v okviru GIZ združenja, En.grids in drugo). Pripravljeni bodo tudi strokovni prispevki za posamezna gradiva (npr. CIGRE-CIRED Slovenija in mednarodno združenje CIGRE).

Informacije o projektu bodo objavljene tudi na spletni strani Elektra Ljubljane.

## Obseg projekta

*Opredelitev obsega projekta – vključno z investicijami 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.*

*Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.*

*Podatka ni dovoljeno posodabljeni med izvajanjem projekta.*

Projekt bo sprva zajel izbran del omrežja (npr. eno napajalno področje RTP), ki je že opremljeno s napredno merilno infrastrukturo. Analiza podatkovnih virov in tehnične opremljenosti transformatorske postaje s sumarnim števcem in naborom podatkov, ki se zajemajo s števca, bodo podala možnost razvoja naprednega matematičnega algoritma za določanje preobremenjenosti transformatorja in evidenc časovnih intervalov (dogodkov) preobremenitve. Dodatno bo v okviru prikaza in obdelave podatkov možen pregled napetostnih profilov napajalne faze L1, L2 in L3 ter izračun simetričnosti obremenitve.

Zaradi izvedbe pilotnega projekta bo dokazana in potrjena možnost uporabe obstoječih podatkov ter bolj usmerjeno vzdrževanje in razvoj elektroenergetskega omrežja ter izvedba analize upravičenosti storitev prožnosti na posameznem področju.

Na podlagi pilotne izvedbe se bo nato lahko s pomočjo mehanizmov in sistemov za obdelavo velepodatkov pilotna rešitev razširila na celotni nabor transformatorskih postaj, ki so opremljene s sumarnimi meritvami.

Tovrstnega mehanizma nadzora transformatorskih postaj v okviru obstoječih aplikativnih rešitev v podjetju ni. Glede na predpostavko, da prijavitelj Elektro Ljubljana načrtuje izvesti projekt z lastnim, kvalificiranim in namenskim kadrov razvoja napredne analitike, pomeni podpora k projektu tudi razvoj kadra, ki bo v prihodnosti sposoben v okviru rednih delovnih aktivnosti izvajati naloge napredne analitike.

Ker gre za pilotni projekt bo investicija na stani elektrooperaterja na začetku višja, saj se bodo upošteval strošek porabljenih ur za raziskovanje in celoten razvoj projekta, vključno z izdelavo naprednih analitičnih modelov in vizualizacije podatkov. Iskala se bo čim bolj univerzalna rešitev, takšna, ki bo aplikativna za vse tipe merilnih mest in možnost spremljanja posameznih parametrov po merilnih mestih.

V okviru pilota bo izvedena tudi analiza možnosti uporabe naprednih storitev (npr. storitve prožnosti) za aktivnega uporabnika, ki bi lahko z lastno aktivnostjo pomagal pri obvladovanju kratkotrajnih preobremenitev distribucijskega sistema. S tovrstnim pristopom bomo lahko ugotavljali sezonske vplive obremenitev TP-jev, določali časovne produkte za prilagajanje (npr. glede na analizo bo TP1 potrebovala produkt prilagajanja od 18h-20h, druga v drugem časovnem obdobju) ter sprotno iskali potencial fleksibilnosti.

Na podlagi izkušenj iz pilota se bodo podale pobude oz. predlogi za spremembo prihodnjih regulatornih okvirov.

## Opredelitev TRL ob pričetku<sup>5</sup>

Okvirna vsebinska opredelitev in utemeljitev stopnje zrelosti tehnologije (TRL) ob pričetku projekta v skladu s tabelo v prilogi.

Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.

Obstoječa nameščena merilna oprema v transformatorskih postajah je TRL9. Oprema je že v uporabi in ni mišljena kot del upravičenih stroškov RI.

Uvedena so že orodja zajema podatkov v podatkovne baze in evidentiranje sredstev v informacijski sistem Maximo Asset management, zato je tudi ta del ocenjen kot TRL9.

Elektro Ljubljana je v letu 2020 uspešno implementirala razvojno orodje za obdelavo velepodatkov z uporabo odprtokodnih orodij Apache fundacije, zato ocenjujemo, da smo izven prijavljenega projekta RI že uspešno testirali posamezne komponente obdelave podatkov (TRL 4) in ocenjujemo, da je okolje za obdelavo podatkov ocenjeno kot TRL5.

V okviru projekta gre za uporabo in razvoj naprednih analiz na podlagi pridobljenih obstoječih podatkovnih virov in uvedbo na celotnem delu distribucijskega področja, kjer je že uveden NMS.

Ob osnovnem pregledu konkurenčnih orodij ugotavljamo, da sistematičnih obdelav velikih količin podatkov integriranimi z različnimi podatkovnimi viri za področje SN/NN objektov ni. Orodja so v razvoju, vsa potrebujejo velik dodaten angažma na strani naročnika, da v aplikativne rešitve zagotovi ustrezne podatke.

## Opredelitev TRL ob zaključku<sup>5</sup>

Okvirna vsebinska opredelitev in utemeljitev stopnje zrelosti tehnologije (TRL) ob zaključku projekta v skladu s tabelo v prilogi.

Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.

Okolje za obdelavo velepodatkov bomo nadgradili z dodatnimi programskimi orodij za potrebne napredne analize in bo stanje zrelosti tehnologije predstavljeno ob zaključku enako TRL 7 (demonstracija dejanskega prototipa sistema v delovnem oziroma operativnem okolju). Rezultat projekta bo pobuda oz. predlog za spremembo regulatornega okvira in načinov izvajanja operativnih procesov podjetja.

## Geografsko področje

Podrobnosti o lokaciji izvedbe projekta. Če gre za partnerski projekt, je treba opredeliti izvedbena področja elektrooperaterja.

Dovoljenih je največ 2000 znakov vključno s presledki.

Podatka ni dovoljeno posodabljeni med izvajanjem projekta.

Gre za celotno napajalno področje enega RTP na področju Elektra Ljubljane, ki je že opremljeno z napredno merilno infrastrukturo RTP Mengeš. RTP Mengeš napaja 10.090 končnih uporabnikov ter preko 152 transformatorjih postaj. V okviru pilota se bo v primeru zmožnosti in kapacitet programske opreme analiziralo tudi odzivnost sistema za vse transformatorske postaje opremljene s sumarnimi števci, ki jih je preko 3.000.

<sup>5</sup> skladno z II. poglavjem priloge 3 iz [1]

## Ocenjena vrednost projekta

Ocena vseh stroškov, ki bodo nastali z izvedbo projekta in so predmet upravičenja RI.

Dovoljenih je največ 500 znakov vključno s presledki.

Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Delo osebja Elektro Ljubljana, d.d., kot prijavitelja je ocenjeno na:

- v začetku projekta, v prvih mesecih bodo zaposleni Elektra ure dela porabili na pripravah za vzpostavitev pilota, analizo razvojnega okolja, analizo orodij Apache fundacije in analizo obstoječih podatkovnih virov. Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **2 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Sledi analiza zahtev uporabniškega primera in definiranje metodologije načina določevanje preobremenitev in izračuna le-tega. Analiza bo vsebovala več delavnic in prisotnost večja števila kadrov v okviru podjetja, ki pokrivajo procese merjenja el.en., obvladovanja sredstev, vzdrževanja sredstev, razvoja omrežja in skrbnike podatkovnih virov. Cilja analize je priprava projekta za izvedbo (PZI). Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **2 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Načrtovanje in vzpostavitev podatkovne arhitekture in način zbiranja ter obdelave podatkov. Priprava Načrta izvedbe projekta ter načine vizualizacije. Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **2 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Analiza zajetih podatkov, priprave na čiščenje podatkov, dodatno zbiranje podatkovnih atributov in izvedba aktivnosti urejanja podatkovnih virov. Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **1 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Ure strokovnjakov zaposlenih na izvedbi podatkovne analitike, matematičnih modelov in vzpostavitev demo rešitve. Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **3 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Analiziranje pridobljenih rezultatov, testiranje demo aplikacije in izvajanje vsebinsko-tehnično-konstruktivskih popravkov. Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **1 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Predaja aplikacije v širše testiranje ter zbiranje in posodabljanje pridobljenih popravkov. Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **1 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Priprava analize razširljivosti sistema in testiranje zmožnosti uporabe v okviru obstoječega okolja. Ocenjuje se, da se bo za to porabilo **1 MM** (MM pomeni mož mesec, 1 MM=142 ur).
- Vodenje in poročanje o projektu za celoten čas projekta je ocenjen na **1 MM**.

Skupaj to pomeni 14 MM, če delo ocenimo še z urnimi postavkami zaposlenih znaša ocenjen strošek dela 43.000 EUR.

Ocena stroška za nadgradnjo informacijskih sistemov na strani Elektro Ljubljana, d.d. je ocenjena na 15.000 EUR, ocenjeni materialni stroški za instalacijo in

testiranje primernih orodij za obdelavo velepodatkov, analitičnih orodij za prikaz in umestitev orodja v okviru skupne dostopne točke za zaposlene.  
V okviru izvedbe pilotnega projekta se načrtuje priprave metodologije obremenitev transformatorskih postaj oz. njenih izvodov, ki bi jo izvajali s pomočjo zunanjih strokovnjakov in je ocenjena na 20.000 €.

#### Reference:

- [1] Akt o metodologiji za določitev regulativnega okvira in metodologiji za obračunavanje omrežnine za elektrooperaterje, Uradni list RS, 46/18, 47/18 - popr.



## PRILOGA:

Tabela: Stopnje zrelosti tehnologije skladno z RI

TRL	Status tehnologije	Opis
1*	Opazovanje osnovnih principov	Pričetek znanstvenega raziskovanja kot osnova za prehod na aplikativne raziskave.
2*	Formuliran tehnološki koncept oziroma aplikacija	Praktične aplikacije temeljnih principov se lahko identificirajo. Konkretna aplikacija še ni jasna, saj ni eksperimentalne potrditve ali podrobne analize, ki bi to podprla.
3	Analitična in eksperimentalna potrditev koncepta za kritične funkcije in/ali karakteristike	Raziskovanje z izvajanjem analitičnih študij, ki postavljajo tehnologijo v primeren kontekst in izvajanjem laboratorijskega dela za fizično potrditev, da so analitične napovedi pravilne. Navedeno predstavlja potrditev koncepta (angl. Proof of concept).
4	Validacija tehnologije oz. njenega dela v laboratorijskem okolju	Po zaključku dela na potrditvi koncepta na stopnji TRL 3 se osnovni elementi tehnologije integrirajo zato, da se ugotovi, ali posamezni deli delujejo skupaj z namenom doseganja ustreznih rezultatov/dosežkov, ki omogočajo predviden koncept. Validacija tehnologije se izvaja v precej manjšem obsegu/velikosti v primerjavi s predvidenim in se sestoji iz priložnostno dosegljivih ločenih komponent v laboratoriju.
5	Validacija tehnologije oz. njenega dela v delovnem okolju	Na tej stopnji se mora zanesljivost in obseg/velikost testiranih komponent bistveno povečati. Osnovni tehnološki elementi se morajo integrirati z dokaj realističnimi podpornimi elementi, zato da se lahko skupaj testirajo v »simuliranem« ali dokaj realnem okolju (kar je praviloma delovno okolje za energetske tehnologije).
6	Demonstracija tehnološkega modela ali prototipa v delovnem okolju	Večji preskok v zanesljivosti in obsegu/velikosti demonstracije tehnologije sledi ob zaključku TRL 5. Na nivoju TRL 6 se testira prototip v delovnem okolju, ki je sestavljen iz komponent, ki gredo bistveno preko priložnostno dosegljivih ločenih komponent.
7	Demonstracija tehnologije v polnem obsegu/velikosti v delovnem oziroma operativnem okolju	TRL 7 predstavlja bistven preskok preko TRL 6, saj zahteva demonstracijo dejanskega prototipa sistema v delovnem oziroma operativnem okolju. Prototip mora biti blizu ali v obsegu/velikosti predvidenega ciljnega sistema in demonstracija se mora izvajati v delovnem oziroma operativnem okolju.
8	Tehnologija je zaključena in pripravljena za uvajanje skozi testiranje in demonstracijo	V večini primerov predstavlja TRL 8 končno stopnjo eksperimentalnega razvoja sistema za tehnološke elemente. To lahko vključuje integracijo nove tehnologije v obstoječi sistem. Predstavlja stopnjo, na kateri se primer tehnologije testira.
9*	Tehnologija je uvedena	V večini primerov predstavlja TRL 9 zaključek zadnjih vidikov »razhroščevanja« in predstavlja točko, na kateri se tehnologija dokaže, vendar morebiti še ni komercialno vzdržna na prostem ali podprtem trgu. To lahko vključuje integracijo nove tehnologije v obstoječi sistem. Ta TRL ne vključuje načrtovanih izboljšav izdelkov v stalnih ali ponovno uporabljivih sistemih.

Legenda: \* - stroški niso upravičeni v okviru RI