

Raziskave in inovacije

Regulativno obdobje 2023 in 2024-2028

Vloga za kvalifikacijo projekta (razširjena prijava projekta)

Akronim ali polni naziv projekta:	PredOkvaro
Povzetek projekta:	Projekt "PredOkvaro" je raziskovalno-demonstracijski projekt, ki se osredotoča na prediktivno zaznavanje fizičnih okvar v elektrodistribucijskem omrežju na podlagi podatkov in dogodkov iz pametnih števec. V projektu bomo razvili model strojnega učenja, ki bo na osnovi tehničnih podatkov iz pametnih števec napovedoval okvare v omrežju preden se zgodijo. Cilj projekta je optimizacija delovanja elektrodistribucijskih podjetij, zmanjšanje časa izpadov in stroškov vzdrževanja ter izboljšanje zanesljivosti omrežja. Projekt predstavlja inovativen pristop k preventivni zaznavi napak v omrežju, ki še ni bil demonstriran v Sloveniji, prinaša pa tudi finančne koristi elektrooperaterjem.

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 opsijsko 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 posodablјati med izvajanjem projekta.

PredOkvaro

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 posodablјati med izvajanjem projekta.

Prediktivno zaznavanje fizičnih okvar v omrežju na podlagi podatkov in dogodkov iz pametnih števcov.

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.

01.01.2024

1.4 Zaključek projekta

Datum predvidenega zaključka projekta.

31.12.2024

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.

Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

1.6 Prijavitelj elektrooperater

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

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

1.7 Sodelujoči elektrooperaterji

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

/

1.8 Sodelujoči partnerji

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

Zunanji partner, z izkušnjami na področju prediktivne zaznave okvar v elektrodistribucijskih omrežjih. Partner bo izbran na podlagi naročila v skladu z ZJN-3.

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.

Elektro Gorenjska ima ključno vlogo v projektu, ki se osredotoča na pridobivanje in obdelavo merilnih podatkov iz pametnih števecov ter izdelavo modela strojnega učenja za napovedovanje okvar v električnem omrežju. Cilj projekta je optimizirati delovanje elektrodistribucijskih podjetij in posledično omogočiti finančne koristi deležnikom na podlagi preprečevanja izpadov in pravočasne detekcije okvar v omrežju, ki bi sicer lahko privedle do okvare.

V prvi fazi projekta se bo Elektro Gorenjska osredotočala na pridobivanje tehničnih podatkov pametnih števecov. Ti podatki vključujejo informacije o porabi električne energije, stanju omrežja ter dogodkih, ki se pojavljajo na elektroenergetskih napravah in pametnih števcih. Elektro Gorenjska uporablja napredne metode pridobivanja podatkov, kot so avtomatizirane poizvedbe in obdelava velikih količin podatkov, da zagotovi celovito zbiranje podatkov in njihovo ustrezno hrambo.

V naslednji fazi projekta bo Elektro Gorenjska uporabila pridobljene podatke za izdelavo modela strojnega učenja. Ta model je zasnovan za napovedovanje okvar v električnem omrežju preden se dejansko zgodijo. Algoritem strojnega učenja bomo izdelali v sodelovanju z zunanjim partnerjem. Algoritem strojnega učenja bo temeljil na eni izmed splošno uveljavljenih tehnologij, kot so nevronske mreže, odločitvena drevesa in regresijski modeli, tako da analizira podatke iz elektroenergetskih naprav, pametnih števecov in njihovih dogodkov. Testirani bodo vsi trije naštetih principi strojnega učenja, kjer bo eden izmed rezultatov projekta izbor algoritma z največjo natančnostjo napovedovanja okvar.

Tretja faza projekta se osredotoča na analizo finančnih koristi, ki jih prinaša uporaba takšnega prediktivnega modela za napovedovanje okvar v distribucijskem omrežju Elektro Gorenjske. Ta analiza bo podala oceno prihrankov ob pravočasni detekciji potencialnih okvar, kot tudi vpliv na druge kazalnike kakovosti oskrbe z električno energijo v nizkonapetostnih omrežjih. Analiza prihrankov bo odvisna od števila zaznanih potencialnih napak v omrežju in potencialna škoda, ki bi jo te napake lahko povzročile, če ne bi bile pravočasno zaznane.

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.

/

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
	<input type="checkbox"/> Veliki (industrijski) odjemalci

<input type="checkbox"/> Prožnost aktivnega odjema	<input type="checkbox"/> Majhni poslovni odjemalci <input type="checkbox"/> Gospodinjstva <input type="checkbox"/> Elektromobilnost <input type="checkbox"/> Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
<input checked="" type="checkbox"/> Masovni podatki	<input checked="" type="checkbox"/> Podatki iz naprednega merilnega sistema <input type="checkbox"/> Podpora načrtovanju in razvoju omrežja <input type="checkbox"/> Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
<input type="checkbox"/> Kibernetska varnost	<input type="checkbox"/> Procesna informatika (vodenje in zaščita / avtomatizacija / IKT) <input type="checkbox"/> Poslovna informatika (IKT) <input type="checkbox"/> Meritve <input type="checkbox"/> Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
<input checked="" type="checkbox"/> Pametna omrežja	<input type="checkbox"/> Omejevanje okvarnega toka <input checked="" type="checkbox"/> Monitoring, vizualizacija in vodenje širokega območja <input type="checkbox"/> Dinamično določanje zmogljivosti <input type="checkbox"/> Vodenje pretokov moči <input type="checkbox"/> Adaptivna zaščita <input type="checkbox"/> Avtomatsko preklapljanje izvodov in vodov <input type="checkbox"/> Avtomatsko otočno obratovanje in ponovno povezovanje <input type="checkbox"/> Avtomatska regulacija napetosti in jalove moči <input checked="" type="checkbox"/> Diagnostika in obveščanje o stanju opreme <input type="checkbox"/> Izboljšana zaščita ob okvarah <input type="checkbox"/> Meritve in upravljanje odjema v realnem času <input type="checkbox"/> Prenos odjema v realnem času <input type="checkbox"/> Optimizacija uporaba električne energije za odjemalca <input type="checkbox"/> Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
<input type="checkbox"/> Drugo – Kliknite tukaj za vnos naziva novega področja.	<input type="checkbox"/> 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.

Tekom raziskovalnega dela smo zaznali, da se dogodki iz pametnih števecv ponekod že uporabljajo za prediktivno vzdrževanje omrežja. Večina rešitev se osredotoča na zaznavanje parcialnih razelektritev v kabelskih vodnikih ali pa spremljanje stanja posameznih kosov opreme kot so transformatorji, izolatorji, stikalni bloki ali drugi kosi opreme. Običajno rešitve temeljijo na dodatni

namenski senzori kot so merilniki temperature, merilniki vibracij ali precizni merilniki električnih veličin.

Ena izmed rešitev^{i,ii,iii,iv} ki smo jo zaznali pa omogoča detekcijo različnih tipov okvar v nizkonapetostnem omrežju zgolj na podlagi dogodkov iz pametnih števec, torej brez vgradnje dodatne opreme in zgolj s podatki, ki so že na voljo, brez dodatnih prenestavitev obstoječe elektrodistribucijske opreme. Okvare, ki jih je možno na takšen način zaznati so med drugim:

- slab spoj nevtralnega/PEN vodnika,
- slab stik na spoju dveh kablovodov,
- slabšanje izolacije na spojih pri odjemalcih in v priključnih omaricah.

Ob podrobni analizi rešitve, ki omogoča detekcijo okvar v NNO se je izkazalo, da le-ta ne daje povsem zadovoljivih rezultatov, ker temelji zgolj na podatkih o dogodkih iz pametnih števec (npr. alarmi o izpadih napajanja, podnapetostih v eni izmed faz, ipd.). Rešitev ne uporablja tudi drugih podatkov, ki so sicer na voljo skozi AMI sistem. Smo pa ravno zaradi tega v Elektro Gorenjska prepoznali potencial rešitve, da se modeli, ki temeljijo na strojnem učenju na novo naučijo s podatki iz pametnih števec (15-minutne meritve obremenitev in 10-minutne meritve napetosti), ki so na voljo v našem podjetju (podobno velja tudi za ostala elektrodistribucijska podjetja), s čimer bi lahko bolj točno napovedali potencialne okvare elektrodistribucijske infrastrukture, predvsem elementov v nizkonapetostnih omrežjih.

Projekt bo raziskovalno-demonstracijske narave in bo prikazal delovanje modela, ki bo temeljil na že obstoječih podatkih našega omrežja. To bi nam omogočilo predhodno saniranje posameznega dela omrežja pred nezaželeno okvaro ter posledično zmanjšanje izpadov elementov v obratovanju. To bi vplivalo na število intervencij, stopnjo zadovoljstva, kvaliteto oskrbe z električno energijo in dodatno izboljšalo natančnost sistema preko zaznavanja vzorcev v omrežju s pomočjo strojnega učenja.

V prvi fazi projekta bo ključno sodelovanje s partnerjem pri razvoju povsem novih algoritmov in modela strojnega učenja. V algoritme bomo vključili anonimizirane podatke merilnih mest in dogodkov na katerih bo temeljil model. V drugi fazi bomo preverili rezultate našega modela ter izvedli validacijo rezultatov s fizičnimi pregledi potencialno okvarjene opreme na terenu (prepoznavanje poškodb v omrežju), s čimer bomo zagotavljali visoko natančnost naučenih modelov. Nato bomo te rezultate primerjali s preteklimi vzdrževalnimi delovnimi nalogi, ki so vezani na t.i. preglede, evidence in pomanjkljivosti v omrežju. Rezultate bomo primerjali tudi s podatki o dogodkih ter izvedli vzporedno analizo, ali je model prepoznal poškodbe pred njihovim pojavom. Prav tako bomo preverili, ali obstajajo trenutni primeri, kjer bi bilo potrebno poseči in zamenjati kakšen element. To bomo preverili tudi s terenskimi ekipami, ob prepoznanih potencialnih skorajšnjih okvarah.

Trenutno zrelost tehnologije ocenjujemo na TRL6 saj modeli naučeni na (po naši oceni) omejenem naboru podatkov sicer že obstajajo. Z našimi podatki in pristopom, ki smo ga definirali bomo tehnologijo pripeljali na nivo TRL8. Metodologija bo prilagojena lokalnem območju in specifikacijam števecov. Razvit model bo predstavljal novo dodatno orodje za nadzorovanje omrežja, ki bi predlagalo preventivne posege na podlagi merjenih podatkov iz pametnih števecov in merilnih mest. Nov model bo kljub temu ostal na nivoju programske skripte (programska koda) in ne bo zrel za neposredno uporabo, v obliki celovite programske rešitve (aplikacije). Za TRL9 bi bila potem naknadno (izven obsega tega projekta) potrebna bolj obsežna sistematična testiranja in razvoj celovitega sistema okrog razvitih algoritmov (grafični uporabniški vmesnik, podatkovna baza, integracijski vmesniki, ipd.). V prihodnosti bo za dokončen razvoj produkta, t.j. za doseg TRL9 (izven obsega tega projekta) programsko rešitev potrebno še oblikovati in realizirati.

Gre za inovativen pristop k preventivni zaznavi napak v omrežju, ki v Sloveniji sploh še ni bil demonstriran, tudi v svetu pa zgolj v zelo omejenem obsegu (poznamo en primer v Estoniji na bistveno manjšem obsegu podatkov). Projekt prispeva h kakovosti, vzdrževanju in dodatni preventivi pred izpadi obstoječega omrežja. Prinaša tudi dodano vrednost pri pridobivanju in zagotavljanju ažurnih podatkov, ki jih že trenutno pridobivamo v velikem obsegu.

Projekt se ne navezuje na nobenega izmed preteklih projektov, ki so se izvajali bodisi v Elektro Gorenjska (MLIN podatkov EG, EKVILIBRIJ, OBETAVEN in DRIFT), bodisi pri drugih elektrooperaterjih (LAMBDA, Metoda za hitro oceno tri-fazne topologije in priključne zmogljivosti dela NNO z uporabo AMI in regulatorjev, Nadzor transformatorskih postaj za potrebe obvladovanja elektroenergetskih naprav v distribucijskem omrežju) v okviru sheme RI.

V sklopu tega projekta je predviden razvoj popolnoma novih funkcionalnosti in novih algoritmov, za katere ni mogoče uporabiti niti rešitev, niti konceptov iz preteklih projektov. Za doseg predvidenih ciljev in koristi se bodo resda uporabile metode umetne inteligence in strojnega učenja, ki so se uporabljale v nekaterih izmed preteklih projektov, vendar gre pri teh metodah za izredno široko področje, kjer projektov med seboj ne moremo enačiti zgolj zaradi uporabe teh metod. Prav tako se bo za ta namen širši nabor podatkov, kot je bil uporabljen pri npr. projektu EKVILIBRIJ. Uporabili bomo vse podatke iz pametnih števecov, ki so na voljo in imajo ustrezno kvaliteto z vidika celovitosti in točnosti podatkov. V primeru tega projekta gre tudi za povsem druge koncepte uporabe računalniških metod in orodij. V primeru projekta EKVILIBRIJ rezultati projekta, na primer, temeljijo na podobnosti napetostnih signalov med različnimi merilnimi mesti, v primeru tega projekta pa iščemo korelacije med zgodovinskimi okvarami in drugimi dogodki v omrežju in vsemi podatki, ki jih zazna pametni števec. Podobnost napetostnih signalov na različnih merilnih mestih v tem primeru zgolj dviguje verjetnost dejanske prisotnosti nekakšne napake v topološko višje ležečih delih v omrežju, kjer pa je brez vzpostavljanja korelacij med dejansko odkritimi napakami iz evidenc vzdrževalnih del in podatki iz

pametnih števecov takšno funkcionalnost nemogoče razviti. Z opisano argumentacijo želimo izpostaviti predvsem, da gre primeru projekta PredOkvaro za učenje povsem drugačnih in novih modelov strojnega učenja, ki iščejo drugačne vzorce v podatkih kot pretekli projekti in dajejo tudi povsem drugačne rezultate kot katerikoli pretekli projekti, ki so se izvajali bodisi na Elektro Gorenjska, bodisi pri drugih elektrooperaterjih.

2.2 Utemeljitev izpolnjevanja zahtev¹

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;

Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

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);

S pomočjo razvitega modela bi dolgoročno lahko razvili prijazno aplikacijo namenjeno vzdrževalnim ekipam za lažji pregled predvidenih okvar, ki bi se jo lahko uporabljajo za pregled nad zaznanimi napakami v omrežju. Prikaz napak bi izgledal tako, nam aplikacija prikaže anomalije v omrežju in nam poda oceno vzroka okvare na podlagi podobnosti s predhodnimi napakami, npr. pri končnem uporabniku je veliko dogodkov podnapetosti, iz česar algoritem sklepa, da je 80% verjetnost, da se napaka nahaja na priključnih sponkah ali PEN vodniku. V sklopu tega projekta končni rezultat sicer še ne bo aplikacija, temveč programska koda, ki bo podajala opisane rezultate v surovi obliki in bo potrebna interpretacija rezultatov s strani IT strokovnjakov za ustrezno ukrepanje.

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

S projektom nameravamo razviti in demonstrirati koncept prediktivnega vzdrževanja nizkonapetostnega omrežja, oziroma posameznih elementov v nizkonapetostnem omrežju, na podlagi naprednih algoritmov za detekcijo okvar v omrežju, preden le te prerastejo v večji defekt in izpad napajanja.

d) specifično nov poslovni model v korist uporabnikov

Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

2.3 Utemeljitev izpolnjevanja pogojev²

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 posodabljeni med izvajanjem projekta.

Pogoj	Utemeljitev
a) izkazuje potencial, da razvija znanje, ki ga lahko uporabi vsak elektrooperater,	V projektu razvit algoritem bi lahko koristili vsi elektrooperaterji, saj bo razvoj algoritma temeljil na podatkih, ki jih v veliki večini

¹ Zahteve, podane v 1.1. pododdelku priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

² Pogoji, podani v 1.2. pododdelku priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

<p>čep rav se projekt ukvarja zgolj s problematiko enega od delov omrežja</p>	<p>zbirajo vsa slovenska elektrodistribucijska podjetja. Edini pogoj je zadostna količina kvalitetnih podatkov iz pametnih števecv.</p>
<p>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</p>	<p>Projekt izkazuje neto finančne koristi tako za aktivne, kot običajne odjemalce predvsem na podlagi preventivne zaznave napak v omrežju, preden te povzročijo večje okvare in izpade napajanja. Projekt predstavlja tudi posredne koristi za odjemalce, saj prinaša neto finančne koristi tudi za sama elektrodistribucijska podjetja, ki se lahko s pravočasnim ukrepanjem izognejo večjim defektom in potrebi bo investicijah ali izdatnejših stroških za vzdrževalna dela v okvarjeni del omrežja.</p>
<p>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</p>	<p>Pri razvoju modela strojnega učenja za odpravo napak gre za inovativen pristop, ki v Sloveniji sploh še ni bil demonstriran, tudi v svetu pa zgolj v zelo omejenem, raziskovalnem obsegu in na precej manjšem naboru podatkov, kot bi bilo željeno. Projekt prispeva h kakovosti električne energije, procesu vzdrževanja EEI in dodatni preventivi pred izpadi obstoječega omrežja.</p>
<p>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)</p>	<p>Nam ni znan noben podoben projekt na temo prediktivne zaznave okvar v nizkonapetostnih omrežjih, ki bi zagotavljala zadovoljive rezultate. Poznan nam je en primer zaznave okvar v nizkonapetostnih omrežjih v Estoniji (referenčni sklici so navedeni na koncu dokumenta), ki analizo izvaja zgolj nad dogodki nad pametnimi števci, ne pa tudi nad merilnimi podatki, ki so dostopni iz pametnih števecv (meritve energije in napetosti). Posledično sistem vrača rezultate z nižjo zanesljivostjo in natančnostjo, kot bi to lahko bilo mogoče, če bi naučeni modeli strojnega učenja ob razvoju upoštevali tudi merilne podatke.</p>

2.4 Utemeljitev načina in pogojev za deljenje podatkov³

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.

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

Vsi podatki, ki so v lasti podjetja Elektro Gorenjska (vključno s podatki o omrežju in/ali podatki o proizvodnji/porabi) in bodo zbrani med trajanjem projekta so kateremukoli zainteresiranemu akterju dostopni na način, da se jih zahteva preko dopisa. Zainteresiranim akterjem se lahko posredujejo tudi časovne serije profilov porabe, kjer bodo seveda podatki predhodno ustrezno anonimizirani, tako da iz podatkov ne bo možno razbrati kateremu merilnemu mestu pripadajo, niti ne bo možno razbrati katerih koli drugih osebnih informacij, hkrati pa bo med strankami sklenjen ustrezen dogovor o nerazkrivanju podatkov (NDA). Glede na obseg in velikost podatkov bo za vsak tak primer definiran najbolj ustrezen način posredovanja teh podatkov zainteresiranim akterjem.

2.5 Utemeljitev ureditve pravic intelektualne lastnine⁴

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.

Splošna strategija intelektualnih pravic na projektu je zasnovana tako, da partnerji v čim večji meri prispevajo svoje znanje k izvedbi projekta in hkrati ohranijo svoje intelektualne pravice.

Partnerji v osnovi sami razpolagajo z individualnim znanjem, ki ni predmet skupnega rezultata. Ko gre za skupne rezultate, imajo partnerji dolžnost, da v primeru kasnejše eksploatacije o tem obvestijo druge partnerje, ki so udeleženi na tem skupnem rezultatu in se z njimi dogovorijo o trženju.

Projekt sledi vzpostavljenim smernicam, ki jih podaja Agencija za energijo, kot tudi smernicam in praksam, ki jih podajajo drugi programi za raziskave in inovacije, kot je na primer Obzorje 2020, oziroma Obzorje Evropa. S tem je v projektu sprejeto načelo odprtega dostopa do rezultatov.

2.6 Opis problema

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

Krovni problem s katerim se bodo partnerji na projektu spoprijeli je nepravčasna detekcija določenih tipov okvar na elektroenergetski infrastrukturi na nivoju nizkonapetostnem omrežju, ki bi jih bilo sicer, z ustrezno obdelavo razpoložljivih podatkov, možno pravočasno zaznati. Okvare na elektroenergetski infrastrukturi, ki se bodo naslavljele v tem projektu, se ne odražajo vedno v dogodkih, ki bi povzročili nepopravljivo škodo na elementih elektroenergetskega omrežja, temveč lahko povzročijo zgolj poslabšanje kvalitete oskrbe z električno energijo ali poslabšanje kakovosti napetosti na posameznih merilnih mestih. Napake, ki se lahko pojavljajo na elektroenergetski infrastrukturi, na nivoju

⁴ Skladno s 1.4. pododdelkom priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

niskonapetostnega omrežja, za katere smatramo, da bi jih bilo možno prepoznati na podlagi podatkov iz pametnih števecov so:

- slab spoj nevtralnega/PEN vodnika,
- slab stik na spoju dveh kablovodov,
- slabšanje izolacije na spojih pri odjemalcih in v priključnih omaricah.

Projekt bo tako v prvi meri naslavljal bolj učinkovito izrabo podatkov iz merilnega sistema. Preko izrabe števnih podatkov, se bodo v sklopu projekta raziskali in demonstrirali inovativni pristopi k monitoringu, vizualizaciji in vodenju niskonapetostnih omrežij. Nenazadnje pa je cilj projekta preko opisanih aktivnosti vzpostaviti bolj učinkovito diagnostiko in obveščanje o stanju opreme.

Ocenjujemo, da se v omrežju podjetja Elektro Gorenjska vsako leto zgodi napaka na 0,1% delu omrežja, ki bi jo bilo možno preprečiti z ustrezno obdelavo podatkov iz pametnih števecov. Letno to predstavlja približno 90 odjemalcev. Z opisanimi pristopi v naslednjem poglavju sicer ni možno preprečiti havarij in okvar, ki so posledica izrednih dogodkov, bo pa na podlagi pristopov, ki bodo raziskani in demonstrirani v projektu, možno dolgoročno prilagoditi strategija vzdrževanja elektrodistribucijskega omrežja, zlasti na nivoju niskonapetostnega omrežja. Trenutno proces predvideva periodične letne preglede in vzdrževalna dela, z uvedbo tega pristopa, pa se zasleduje razvoj konceptov vzdrževanja na podlagi stanja naprave, oziroma t.i. "reliability centered maintenance" pristopa.

S razvojem opisanega pristopa želimo v okviru projekta razviti metode, ki bodo boljše izkoristili obstoječo infrastrukturo, predvsem napredno merilno infrastrukturo in komunikacijsko infrastrukturo, t.j. izkoristiti podatke, ki jih omogoča napredna merilna infrastruktura še za dodatne primere uporabe, kot sicer. Hkrati je ambicija projekta preprečiti neželene dogodke v omrežju, kar bo imelo pozitiven učinek tudi na končne odjemalce in kazalnike kakovosti vezane na kvaliteto oskrbe z električno energijo.

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 zahtev² 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
<p>Metoda ali metode, ki so predvidene za razrešitev ali raziskavo problema</p>	<p>Metoda bo v osnovi temeljila na tem, da se bo pregledalo pretekle okvare v omrežju zabeležene v naših informacijskih sistemih in analiziralo podatke, ki so bili prisotni na pametnih števcih pred okvaro. V podatkih se bo iskalo trende in tipične značilke, ter podobnosti v podatkih med sicer različnimi primeri in lokacijami istega tipa okvare. S takšnim pristopom se bo razvil model strojnega učenja, ki bo lahko v prihodnosti na sprotih podatkih lahko zaznaval napake v omrežju, še preden preidejo v večje defekte. Na podlagi tako identificiranih</p>

kandidatov se bodo izvajale terenske validacije, preko sledečih mehanizmov:

- **Slabi stiki na spoju dveh kablovodov:** Za zaznavanje slabih stikov na spoju dveh kablovodov bomo uporabili metodo merjenja upornosti, ki nam bo pomagala identificirati nepravilnosti v prevodnih povezavah. Metoda bo temeljila na uporabi omrežja in njegovih karakteristik s pripadajočimi časovnimi serijami in dogodki na posameznih merilnih mestih. Za validacijo lahko uporabimo tudi metode za analizo toka in napetosti, da ugotovimo morebitne izgube energije na teh spojih.
- **Slabšanje izolacije na spojih pri odjemalcih in v priključnih omaricah:** Za prepoznavanje slabšanja izolacije na spojih pri odjemalcih in v priključnih omaricah bomo s pomočjo predlagane metodologije zaznavali izolacijske upornosti ter analizirali trende in spremembe skozi čas. Tako bomo lahko zaznali zmanjšanje izolacije, ki lahko vodi do neželenih napak in varnostnih tveganj in hkrati bi uporabili preverjanje izolacije na terenu za validacijo rezultatov.
- **Slab spoj nevtralnega/PEN vodnika:** običajno se defekt pojavi v razdelilnih ali priključnih omaricah, s tem da je najbolj izrazit od lokacije napake naprej po omrežju, zaradi česar je lociranje okvare relativno enostavno. Napaka se lahko odraža tudi preko izrazitih nesimetrij ali preko bistvenega poslabšanja napetostnih razmer že ob minimalnih obremenitvah. Validacija se bo izvedla s terenskimi pregledi na lokacijah potencialnih napak, ki jih bo identificiral sistem.

Tehnična metoda – pri razvoju modela strojnega učenja bomo uporabili različne preglede opisane v prejšnjem poglavju, ki bodo služili kot osnova za razvoj naprednih algoritmov strojnega učenja - nevronske mreže in druge prej omenjene strukture, ki bodo na vhodu dobile podatke o napetostih, porabi in dogodkih. Model nadzorovanega učenja bo iskal korelacije med podatki iz pametnih števec in opravljenimi terenskimi pregledih. Model bomo

	<p>naučili na testni množici podatkov, ki jo bomo potem validirali na ločeni validacijski množici podatkov, kot je običajen postopek pri razvoju modelov strojnega učenja. Nato bomo algoritem zagnali nad končno množico podatkov, ki je predvidena za ta projekt (celotno območje Elektro Gorenjska), kjer predvidevamo zaznavo dodatnih napak v omrežju.</p> <p>Pri razvoju modela strojnega učenja bomo torej kombinirali različne tehnike metode za zaznavanje v toku podatkov in historično analizo slabih spojev, slabšanja izolacije ter optimizacijo napetosti s pomočjo uporabe topologije omrežja in časovnih serij na merilnih mestih z iskanjem korelacij med časovnimi serijami merilnih mest in dogodki na pametnih števecih. S tem bomo omogočili bolj zanesljivo in učinkovito delovanje elektroenergetskih sistemov ter zmanjšali možnost napak, okvar in varnostnih tveganj.</p>
<p>a) Oceno prihrankov ob rešitvi problema, ki se obravnava v projektu</p>	<p>Na podlagi ocene stroškov dela, materiala in nenapajanja odjemalcev, ocenjujemo, da ocena prihrankov znaša približno od 30.000€ do 50.000€ letno, za celotno območje, ki ga pokriva Elektro Gorenjska.</p>
<p>b) Izračun finančnih koristi projekta</p>	<p>Ocenjujemo, da se napake na omrežju dogajajo na okvirno 0.1% omrežja, kar bi pomenilo 90 merilnih mest, za oceno smo vzeli okvirno ceno 350€ na splošen preventiven poseg. V primeru nezaznavanja okvar in posledično dogodka nepričakovane okvare, lahko stroški odprave prekoračijo tudi štirimestno vsoto odvisno od tipa intervencije, dodatnega dela in potrebnega materiala, in odškodnine okvare naprav pri naročnikih. Ocena je bila izvedena za območje Elektro Gorenjske.</p>
<p>c) Oceno prenosljivosti metode npr.: po celotnem elektroenergetskem sistemu, po njegovem odstotku ali po določenih delih, kjer bi se metoda lahko uporabila in implementirala</p>	<p>Analizirali bomo predvsem nizkonapetostno omrežje, vendar pa bomo pri razvoju metode pazljivi, da bo le ta prenosljiva na srednje-napetostno omrežje. Potrebni so le točni in dovolj kvalitetni podatki iz števec na podlagi katerih omogočamo zaznavanje okvar.</p>
<p>d) Oceno stroškov za implementacijo metode v celotni elektroenergetski sistem</p>	<p>Stroški implementacije v celotni elektroenergetski sistem bi obsegali tako povečanje kapacitet za zbiranje in shranjevanje podatkov in obvladovanje teh v sistemu kot tudi večja procesorska moč za ustrezno in časovno smiselno obdelavo. Poleg tega bi ocena stroškov vključevala tudi stroške razvoja produkcijske aplikacije za spremljanje okvar.</p>

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	<p>Namen projekta je razviti popolnoma nov model strojnega učenja za prediktivno detekcijo okvar elementov v nizkonapetostnem omrežju na podlagi podatkov iz pametnih števec (dogodki, meritve obremenitev in meritve napetosti, moči). Načrtujemo, da bomo delovanje novega modela ustrezno demonstrirali, analizirali rezultate, ter opredelili s kakšno natančnostjo ta model prikazuje potencialne okvare v omrežju.</p> <p>Potek projekta bo sledeč:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Priprava podatkov za sodelovanje z zunanjim partnerjem. 2. Prestrukturiranje podatkov v standarden podatkovni model. 3. Razvoj modela strojnega učenja in sprotna analiza izhodnih podatkov iz modela in priporočila o dodatnih pregledih v omrežju. 4. Preverjanje preteklih dogodkov in delovnih nalogov, ali so na teh delih omrežja izvajala vzdrževalna dela, ki so bila predlagana. 5. Na terenu preveriti dele omrežja, kjer je bila zaznana aktualna težava. 6. Po končani primerjavi ovrednotiti korist takega modela za nadaljnjo implementacijo. 7. Presoditi finančno korist med preventivno sanacijo in izpadom preko primerjave med načrtovanim in nenapovedanim saniranjem. <p>Na podlagi teh korakov bomo ocenili ustreznost in koristnost takšnega modela ter načrtali korake nadaljnje implementacije.</p>
Cilji projekta	<p>Cilj projekta bi izhajal iz rezultatov korakov 3-7, in sicer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Določitev natančnosti javljenih podatkov iz modela. • Identifikacija vzorcev poškodb in ocena kakovosti lastnih podatkov. • Finančna primerjava med predhodnim ukrepanjem in poškodbo v omrežju. • Evalvacija zmanjšanja števila izpadov, če bi tak sistem bil uporabljen. • Avtomatizacija dela odločanja o preventivni sanaciji določenih delov omrežja.

	<ul style="list-style-type: none"> • Povzetek dodane vrednosti, ki bi jo takšno orodje prineslo našemu podjetju glede vzdrževanja in zagotavljanja kakovosti omrežja. <p>Cilj je oceniti, kako takšno orodje lahko prispeva k izboljšanju vzdrževanja omrežja in zagotavljanju kakovosti.</p>
<p>Koristi, ki so neposredno povezane s prenosnim ali distribucijskim sistemom</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Finančne koristi (natančneje opredeljene ob zaključku projekta) • Izboljšanje SAIFI in SAIDI kazalnikov • Predčasna odprava napak na omrežju • Izboljšano zadovoljstvo strank

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.

Ključno je, da se zaznani dogodki in delovni nalogi ujemajo. Prav tako želimo, da so napake v omrežju zaznane pred izpadom. Poleg tega bi radi v sistemu identificirali tudi dodatna območja, kjer je potrebno izvesti preglede.

Naš cilj je doseči visoko natančnost zaznave preventivnih okvar v omrežju, nad 90%. Vendar bi bilo sprejemljivo, če dosežemo uspešnost nad 80%, glede na obseg podatkov, ki jih želimo analizirati preko modela. V tem primeru smatramo, da je model še vedno dovolj zanesljiv in izkazuje zadostne finančne koristi v primerjavi z vloženi stroški.

Natančnejša analiza stroškovne učinkovitosti v primerjavi z natančnostjo modela bo izvedena tekom projekta.

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Pri razvoju podatkovnega modela želimo odkriti še nezaznane električne in mehanske okvare v nizkonapetostnem omrežju. Istočasno želimo model izboljšati skozi čas, kar bi privedlo do bolj natančnih napovedi. Pričakujemo, da model strojnega učenja zaznava določene tipe napak samo iz podatkov, ki jih imamo že na voljo iz pametnih števec in preteklih nalogov. Inovativni pristop tega projekta omogoča, da bi vsi elektrooperaterji imeli model in napovedovali okvare na omrežju, ki so včasih geografsko odvisne in specifične glede na posameznega elektrooperaterja.

Širjenje tega znanja bomo širili tudi s članki na znanstvenih konferencah, predstavitevami projekta na energetskih konferencah in skupnim sodelovanjem z drugimi distribucijami ob zanimanju za projekt.

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.

Projekt bo obsegal celotno območje, ki ga pokriva elektrodistribucijsko podjetje Elektro Gorenjska, torej cca. 1500 transformatorskih postaj s pripadajočimi merilnimi mesti v nizkonapetostnem omrežju (okvirno 90.000 merilnih mest).

Izvedba v manjšem obsegu ne bi zadostno pokazala uporabnosti metodologije, obenem pa bi potencialno imeli težavo s premajhnim vzorcem dejanskih napak na terenu, kar bi onemogočilo modelu, da se nauči specifičnih lastnosti posameznih tipov okvar.

2.12 Opredelitev TRL ob začetku⁵

Okvirna vsebinska opredelitev in utemeljitev stopnje zrelosti tehnologije (TRL) ob začetku projekta⁵. Predmet upravičenja RI so aktivnosti TRL 3 do 8. Priporočenih je največ 1000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

TLR6 – Koncept je bil demonstriran v enem izmed evropskih distribucijskih podjetij v Estoniji (sklici podani na dnu dokumenta), pri čemer je bil razvit model na bistveno manjšem obsegu podatkov. Model je bil razvit zgolj na podatkih o dogodkih iz pametnih števec (npr. alarmi o podnapetostih). Model je bil del implementiran v sklopu manjšega demo okolja, iz katerega je bilo mogoče ugotoviti morebitne težave ali izzive. Koncept v nadaljevanju potrebuje številne dodelave, oziroma v primeru tega projekta celo ponovno učenje modela strojnega učenja, tako zaradi večjega obsega razpoložljivih podatkov, ki bodo dali večjo točnost zaznave potencialnih okvar, kot zaradi specifik slovenskega elektrodistribucijskega omrežja (npr. večji delež podzemnega omrežja in okvare povezane s tem).

2.13 Opredelitev TRL ob zaključku⁵

Okvirna vsebinska opredelitev in utemeljitev stopnje zrelosti tehnologije (TRL) ob zaključku projekta⁵. Predmet upravičenja RI so aktivnosti TRL 3 do 8. Priporočenih je največ 1000 znakov vključno s presledki. Podatka ni dovoljeno posodabljati med izvajanjem projekta.

Z izvedbo projekta v Elektro Gorenjska bo zrelostna stopnja tehnologije dosegla TRL8. Končni produkt projekta bo programska skripta (programska koda) s katerim bo možno demonstrirati in validirati model prediktivne zaznave okvar v omrežju na podlagi realnih podatkov. To bi omogočilo oceno, kakšno korist prinaša model, ko ima na voljo veliko število podatkov, po katerih se model ravna. V sklopu projekta bo zajeto tudi celotno elektrodistribucijsko omrežje Elektro Gorenjske. Nov model bo kot omenjeno, realiziran na nivoju programske skripte (programska koda) in ne bo zrel za neposredno uporabo, v obliki celovite programske rešitve (aplikacije). Za TRL9 bi bila potem naknadno (izven obsega tega projekta) potrebna bolj obsežna sistematična testiranja in razvoj celovitega sistema okrog razvitih algoritmov (front-end, podatkovna baza, integracijski vmesniki, ipd.). V prihodnosti bo za dokončen razvoj produkta, t.j. za doseg

⁵ Skladno z II. poglavjem priloge 3 akta za določitev regulativnega okvira za elektrooperaterje.

TRL9 (izven obsega tega projekta) programsko rešitev potrebno še oblikovati in realizirati.

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Projekt bo zajemal celotno geografsko področje, ki ga pokriva Elektro Gorenjska, torej vseh cca. 90.000 merilnih mest in nizkonapetostna omrežja cca. 1500 transformatorskih postaj. Za razvoj natančnih modelov za prediktivno zaznavo potencialnih okvar v omrežju, oziroma na splošno za projekte, ki vključujejo metode strojnega učenja je za zadovoljivo natančnost rezultatov potreben velik obseg podatkov.

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Skupna vrednost projekta: 100.000€

- Ocenjen strošek zunanjega partnerja za pomoč pri razvoju algoritmov: 50.000€
- Lastni stroški dela: 50.000€

ⁱ <https://www.energia.ee/en/netfix>

ⁱⁱ <https://estonianworld.com/technology/estonias-netfix-predicts-electric-grid-faults-before-they-happen/>

ⁱⁱⁱ <https://www.smart-energy.com/regional-news/europe-uk/estonias-unique-technology-prevents-nearly-1000-power-outages-a-year/>

^{iv} Drugi znanstveni ali strokovni članki po zagotovitvi ponudnika rešitve ne obstajajo.