

Raziskave in inovacije

Regulatorno obdobje 2019 - 2021

Prijava projekta

Naslov projekta:	MLIN podatkov EG Uporaba »Machine-Learning« metod za Identifikacijo tipičnih uporabnikov, Napovedovanje razmer v omrežju in pred-procesiranje podatkov v podjetju Elektro Gorenjska
------------------	--

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. S prijavo prijavitelj in vsi v prijavi navedeni akterji soglašajo z objavo prijavnne 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 posodabljeni med izvajanjem projekta.

MLIN podatkov EG - Uporaba »Machine-Learning« metod za Identifikacijo tipičnih uporabnikov, Napovedovanje razmer v omrežju in pred-procesiranje **podatkov** v podjetju Elektro Gorenjska

Prijavitelj elektrooperater

Polno ime elektrooperaterja, ki prijavlja projekt za koriščenje RI.

Podatka ni dovoljeno posodabljeni med izvajanjem projekta.

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

Kontaktne 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).

/

Sodelujoči partnerji

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

1 partner s strokovnim znanjem s področja metod strojnega učenja in algoritmov in njihove aplikacije v domeni elektroenergetike. Partner bo izbran naknadno.

Vloge sodelujočih elektrooperaterjev in partnerjev

Opredelevanje 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 Gorenjska – koordinator projekta, izvajalec vseh aktivnosti
- Partner – zagotavljanje strokovne pomoči pri posameznih aktivnostih, kjer Elektro Gorenjska nima dovolj kompetenc.

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.

01.10.2020

Zaključek projekta

Datum predvidenega zaključka projekta.

30.09.2021

Identifikacija drugih virov (so)financiranja projekta

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

Lastni viri, ni drugih virov (so)financiranja.

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 posodablјati med izvajanjem projekta.

V Elektro Gorenjska zajemamo in shranjujemo velike količine podatkov, ki se ne uporabljajo učinkovito pri procesih načrtovanja in obratovanja elektrodistribucijskega omrežja. Akademske raziskave obetajo in nakazujejo bistveno izboljšanje omenjenih procesov, ter posledično končnega poslovanja podjetja v korist končnim uporabnikom. Stopnja zrelosti tehnologij, konceptov in metod, ki se bodo demonstrirale v sklopu tega projekta, trenutno dosega TRL stopnjo 3, kar ne zadošča za obravnavanje potrebnih investicij in angažmaja zaposlenih kot pri običajnem poslovanju.

Vsebina projekta presega trenutno stanje tehnike in znanja, ter predstavlja bistveno nadgradnjo obstoječih procesov znotraj podjetja Elektro Gorenjska, kar zahteva obsežne raziskovalne aktivnosti in posledično stroške, ki presegajo stroške uvajanja tako imenovanih »business-as-usual« tehnologij.

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 naslednjih štirih tematik: a) specifično novo opremo, ki še ni uveljavljena v Republiki Sloveniji (vključno z opremo za vodenje, komunikacijske sisteme in programske 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 programske opremo); c) specifično novo izvedbeno prakso, neposredno povezano z delovanjem prenosnega ali distribucijskega sistema ali d) specifično nov poslovni model v korist uporabnikov.

Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.

Podatka ni dovoljeno posodablјati med izvajanjem projekta.

Projekt naslavlja specifično novo izvedbeno prakso, neposredno povezano z delovanje distribucijskega sistema in sicer na področju obratovanja in načrtovanja omrežja.

¹ zahteve podane v 1.1. pododdelku priloge 3 iz [1]

Nova izvedbena praksa se bo v prvem koraku izrazila preko napredne analitike podatkov iz daljinsko branih pametnih števecov pri končnih odjemalcih, analizatorjev omrežja nameščenih v transformatorske postaje in podatkov zajetih preko sistema SCADA. V sklopu te analitike se bodo namreč koristile metode strojnega učenja, npr. nevronske mreže, metoda podpornih vektorjev in druge, za pred-procesiranje podatkov, njihovo vizualizacijo in v nadaljnjih korakih za identifikacijo tipičnih uporabnikov omrežja (npr. toplotne črpalke, polnilnice za električna vozila, skrita proizvodnja, ipd.). Za potrebe večje spoznavnosti omrežja in natančne opredelitve vpliva zunanjih dejavnikov, npr. vremena, trendov, ipd. se bodo lahko pripravljale kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne napovedi razmer v distribucijskem omrežju.

Projekt bo imel neposredni vpliv na omrežje saj bodo prečiščeni in popravljani podatki kot posledica strojnega pred-procesiranja omogočili uporabo sodobnih rešitev, kot je uvedba ADMS, ki ga predvideva tudi posodobljen Nacionalni program za pametna omrežja, ter bistveno izboljšali način načrtovanja omrežja. Kakovostni podatki so pogoj za delovanje ADMS funkcij, kot so: ocenjevalnik stanja, koordinirana Volt/Var regulacija, FLISR, optimizacija obratovanja omrežja, ipd. Sodobni načini vizualizacije analiziranih podatkov, identifikacija tipičnih porabnikov in skrite proizvodnje omogočajo boljši vpogled v omrežje in pripomorejo k izboljšanju procesa načrtovanja omrežja. Uporaba kakovostni podatkov iz pametnih števecov in drugih merilnikov (npr. v TP) omogoča uporabo sodobnih statističnih metod za načrtovanje omrežja in analizo obratovalnih stanj, kar bistveno izboljša procese načrtovanja omrežja. Algoritmi za kratkoročno, srednjeročno in dolgoročno napovedovanje odjema in proizvodnje po različnih virih omogočajo boljši vpogled v izkoriščenost omrežja, ter identifikacijo kritičnih točk v omrežju. V nadaljevanju bo povečana spoznavnost omrežja omogočila izkoriščanje storitev prožnosti in bolj optimalno načrtovanje investicij v omrežje, potencialni zamik investicij, ter nenazadnje tudi tehnično-ekonomsko primerjavo vpliva tradicionalnih ojačitev omrežja s tehnologijami pametnih omrežij (npr. hranilniki električne energije, krmiljenje odjema in proizvodnje, distribucijski regulacijski transformatorji, ipd.).

Projekt vključuje tudi raziskovanje in demonstracijo specifične nove programske opreme, ki še ni uveljavljena v Republiki Sloveniji. V te demonstracije bodo vključene odprtokodne programske rešitve in algoritmi, ki temeljijo na programskem jeziku Python in bodo prilagojeni za potrebe obdelave podatkov in izdelave napovednih modelov v podjetju Elektro Gorenjska.

Utemeljitev izpolnjevanja pogojev²

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

² pogoji podani v 1.2. pododdelku priloge 3 iz [1]

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 posodabljati med izvajanjem projekta.

Sodobni izzivi s katerimi se soočamo operaterji elektrodistribucijskih omrežij, kot so povečevanje deleža razpršenih virov energije, elektrifikacija ogrevanja in hlajenja, povečevanje števila električnih vozil, idr., ter posledični vpliv na načrtovanje omrežij, investicije v omrežja, ter obratovanje in vzdrževanje omrežja so skupni vsem operaterjem elektrodistribucijskih omrežij. Hkrati na drugi strani nastajajo koncepti, ki temeljijo na metodah strojnega učenja za zaznavo napak v podatkih in njihovo nadomestitev, vizualizacijo teh podatkov, identifikacijo tipičnih porabnikov in skrite proizvodnje, ter algoritmi za kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne napovedi razmer v omrežju, ki temeljijo na odprtokodnih rešitvah in javno dostopnih knjižnicah. Znanje, ki se bo osvojilo z uporabo in adaptacijo navedenih konceptov na realnih podatkih in za specifične potrebe v procesih načrtovanja in obratovanja elektrodistribucijskega omrežja podjetja Elektro Gorenjska bo na podlagi vsega navedenega možno enostavno prenesti tudi na ostale dele omrežja in na druge operaterje elektrodistribucijskih omrežij.

Učinkovita analiza, vizualizacija in poznavanje obdelanih podatkov je pogoj za obratovanje sistema bližje njegovim zmogljivostim, kakor tudi bolj učinkovito načrtovanje omrežij, kar vodi v učinkovitejšo izrabo infrastrukture in posledično višjo možnost sodelovanja aktivnih odjemalcev. Je tudi pogoj za razvoj in implementacijo naprednih storitev.

V tem trenutku se večina procesov povezanih z obdelavo, čiščenjem in interpretiranjem zbranih podatkov izvaja ročno. Zavedati se je treba, da bo potreba po kakovostnih podatkih z uvedbo novih sistemov, kot je ADMS, še bistveno večja in bo ročno obvladovanje zahtevalo preveč človeških virov. Projekt predstavlja bistven odmik od ustaljenih praks in procesov (BaU), saj se bo postopek čiščenja in nadomeščanja (pred-procesiranja) podatkov po novem izvedel avtomatsko s pomočjo metod strojnega učenja, kot je npr. uporaba nevronske mreže ali metode podpornih vektorjev. Prav tako se bodo z navedenimi metodami zaznali tipični večji porabniki in proizvodni viri v omrežju (npr. toplotne črpalke, hišne polnilnice za električna vozila, potencialna skrita proizvodnja, ipd.). Dodatno se bo s pomočjo navedenih metod odjemalce glede na njihov diagram odjema združilo v tipične gruče. Nato se bo s pomočjo rekurenčnih nevronske mreže, Monte-Carlo metode za simuliranje in potencialnih drugih algoritmov izdelalo kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne napovedi razmer v omrežju, na koncu pa se bodo vsi omenjeni sklopi vizualizirali v odprtokodnih rešitvah za lažjo predstavitev in sprejemanje odločanje o nadaljnjem obratovanju in načrtovanju omrežja.

Projekt je edinstven v Sloveniji, saj se obdelave, analize, vizualizacije, in interpretacije podatkov elektrodistribucije loteva na celovit in strukturiran način

z upoštevanjem State-of-the-art akademskih raziskav in izsledkov, ter izkušenj iz drugih domen.

Utemeljitev načina in pogojev za deljenje podatkov³

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 »Odperti 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.

Vsem zainteresiranim deležnikom bodo na voljo vsi podatki, ki bodo zbrani, obdelani in uporabljeni tekom projekta tako v njihovi surovi obliki, kot v obliki izsledkov projekta in nadaljnjih predstavitev in člankov, upoštevajoč zakonske predpise na tem področju (npr. anonimizacija osebnih podatkov, ipd.). Izsledki projekta bodo javno objavljeni preko različnih desiminacijskih aktivnosti, nabori podatkov pa bodo zainteresiranim akterjem na voljo na zahtevo pod pogojem, da dokažejo, da imajo končni odjemalci lahko od tega korist.

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.

Dovoljenih je največ 1000 znakov vključno s presledki.

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.

Pred projektom je točno podano predhodno znanje. 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.

³ skladno s 1.3. pododdelkom priloge 3 iz [1]

⁴ skladno s 1.4. pododdelkom priloge 3 iz [1]

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. S tem je v projektu sprejeto načelo odprtega dostopa do rezultatov.

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Osnovne tehnične težave s katerimi se soočamo operaterji elektrodistribucijskih omrežij so poslabševanje razmer kakovosti distribuirane električne energije, pojav previsokih in prenizkih napetosti pri končnih odjemalcih, termičnih preobremenitev v omrežju in podobnih težav, česar operaterji pogosto ne moremo zaznati pravočasno, oziroma razmer na vseh napetostnih nivojih ne moremo spremljati v realnem času in težav ne moremo napovedovati vnaprej. Vpogled predvsem v razmere v nizkonapetostnih omrežjih operaterji pridobimo šele ob izdaji soglasij za priključitev novih odjemalcev ali proizvodnih virov ali ob pritožbah odjemalcev na kvaliteto distribuirane električne energije, ko je običajno že prepozno. Kot posledica nepoznavanja razmer v celotnem elektrodistribucijskem omrežju tudi investicije v omrežje niso planirane optimalno, saj ne zaznavamo odsekov omrežja, ki že obratujejo na svojem maksimumu, ponekod pa se nadomešča odseke omrežja, ki še niso dosegli svoje optimalne izrabe.

Z vidika tega projekta izziv predstavljajo predvsem surovi oziroma neprečiščeni podatki (iz pametnih števec, merilnikov v TP, idr.), ki bi omogočali večji vpogled v stanje omrežja in posledično naslavljanje navedenih tehničnih problemov, saj so v njih prisotne številne anomalije. Nekaj tipičnih anomalij, ki jih je možno zaznati pri merilnih podatkih so na primer: ekstremno visoke oz. nizke vrednosti (osamelci), vrednosti izven območja značilk (npr. vrednost 30kW pri gospodinjstvem odjemalcu s priključno močjo 10kW), manjkajoče časovne značke, manjkajoče meritve (časovna značka je, meritve ni), podvojene časovne značke (npr. dve časovni znački z različnima vrednostima meritev). V tem primeru se metode strojnega učenja lahko uporabijo za odkrivanje teh anomalij in nadomeščanje manjkajočih in nekakovostnih podatkov.

Naslednjo težavo povzroča uvedba novih porabnikov, ki povzročajo večje obremenitve v omrežju, za katere operaterji distribucijskih sistemov ne vemo (npr. toplotne črpalke, domače polnilnice za električna vozila, klimatske naprave). Metode strojnega učenja lahko zelo učinkovito uporabimo pri preventivnem prepoznavanju teh sprememb v omrežju, lociranju in identificiranju takšnih porabnikov.

Dodatno v podjetju Elektro Gorenjska trenutno ne moremo napovedovati obratovalnih stanj za kratkoročno, srednjeročni in dolgoročno prihodnost. Vse to je ključno za uvedbo in primerjavo delovanja različnih pametnih tehnologij (hranilniki, regulacijski transformatorji, upravljanje s fleksibilnostjo odjema in

proizvodnje, itn.). Prav tako zaradi nezmožnosti napovedovanja obratovalnih stanj ne moremo pravočasno opozarjati na morebitne preobremenitve ali slabšo kakovost distribuirane električne energije. Najsodobnejši pristopi za srednjeročno in dolgoročno napovedovanje temeljijo na simulacijah različnih vremenskih scenarijev z Monte Carlo metodo, pri kratkoročnem napovedovanju pa se bodo v okviru demonstracije koncepta izdelali verjetnostni modeli, ki podajajo negotovost bodočih napovedi v obliki kvantitativ, rezultate algoritmov pa se bo uporabilo za kratkoročno oceno verjetnosti preobremenitev posameznih elementov elektrodistribucijskega omrežja.

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: 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 posodabljeni med izvajanjem projekta.

V okviru projekta se bodo uporabile tehnične metode raziskovanja, razvoj in demonstracije.

Pred pričetkom projekta se je kot najustreznejše območje za obdelavo vhodnih podatkov, ki bodo služili za demonstracijo konceptov temelječih na tehnologiji strojnega učenja, izbralo območje, ki ga napaja RTP Železniki.

Za namene realizacije projekta se bodo uporabili naslednji podatki:

- 15 minutni podatki iz pametnih števecv (sistem SEP2W),
- 15 minutni podatki iz sistema obratovalnih meritev (sistem Mismart),
- 15 minutni podatki iz zaščitnih relejev v RTP Železniki (meritve v sistemu SCADA)

Zbiranje čedalje večjih količin podatkov zahteva ustrezno pred-procesiranje, saj so surovi podatki lahko nekakovostni. Zaradi vedno večje količine podatkov je ročno popravljanje posameznih anomalij časovno dolgotrajno in neučinkovito. S pomočjo uporabe algoritmov kot so tekoče povprečje, izolacijski gozd, determinanta minimalne kovariance, enorazredna metoda podpornih vektorjev in drugih avtomatično zaznamo manjkajoče podatke, ekstremne vrednosti, podvojene časovne značke in drugo. Na podlagi detekcij prej omenjenih algoritmov lahko posamezne anomalije profiliramo in pri njih ustrezno ukrepamo: nadomestimo manjkajoče/napačne podatke, neustrezne podatke izločimo iz kasnejših analiz analize ali jih posebej označimo.

Z naprednimi metodami podatkovne analitike in strojnega učenja je možen razločen prikaz velike količine različnih vrst podatkov. Vizualizacija podatkov igra pomembno vlogo pri spremljanju večjega števila spremenljivk v omrežju in ponuja boljši vpogled v stanje omrežja. Nudi tudi pomoč pri validaciji napovedi

in preverjanju uspešnosti metod pred-procesiranja. S pomočjo gručenja je možno posamezne odjemalce razvrščati v tipične gruče, s pomočjo metod za redukcijo dimenzionalnosti pa obstaja možnost vizualizacije večdimenzionalnih podatkov v 2D prostoru. Demonstracija koncepta bo temeljila na odprtokodnih rešitvah.

Podjetje Elektro Gorenjska potrebuje koncept, ki bo zmožen na podlagi analize podatkov pametnih števec prepoznati kje se dogajajo bistvene spremembe v omrežju. Metode strojnega učenja lahko zelo učinkovito služijo pri prepoznavi obratovalnih stanj v omrežju kot posledica implementacije novih večjih porabnikov ali proizvodnih virov. V okviru tega sklopa se bo izvedlo gručenje odjemalcev glede na njihov dnevni diagram porabe, prepoznavna toplotne odvisnosti s pomočjo strojnega učenja in prepoznavna načina obnašanja odjemalcev (npr. večja poraba zaradi novega načina ogrevanja ali domače polnilnice za električno vozilo, ipd.).

Kratkoročno napovedovanje je pomembno v okviru načrtovanja obratovalnih stanj. S pomočjo pred-procesiranih podatkov lahko uporabimo metode strojnega učenja kot so rekurenčne nevronske mreže, metodo podpornih vektorjev, večplastni perceptron za kratkoročne napovedi na vseh napetostnih nivojih za potrebe vzdrževalnih del, detekcij okvar, preventivnih ukrepov in prenapajanj. Poleg klasičnih točkovnih napovedi, ki podajajo eno točko za vsako prihodnje stanje se bodo v okviru demonstracije koncepta izdelali verjetnostni modeli, ki podajajo negotovost bodočih napovedi v obliki napovednih intervalov. Omogočena bo uporaba rezultatov algoritmov za kratkoročno oceno verjetnosti preobremenitev posameznih elementov v omrežju.

Srednjeročno napovedovanje je pomembno za načrtovanje obratovalnih stanj, rezultate dolgoročnega napovedovanja pa je možno uporabiti pri načrtovanju omrežja. Najsodobnejši pristopi za srednjeročno in dolgoročno napovedovanje temeljijo na simulacijah različnih vremenskih scenarijev z Monte Carlo metodo. Omogočajo simulacijo obremenitev pri različnih vremenskih pogojih. Hkrati omogočajo pravočasno opozarjanje na morebitne preobremenitve in podajajo verjetnost nastanka preobremenitev. Dolgoročno napovedovanje lahko podlaga na vhodu pred-procesiranih podatkov in podobnih metod, kot so omenjene pri kratkoročnem napovedovanju uporabimo za zaznavanje trenda, boljši dolgoročni vpogled v stanje omrežja in kot pomoč načrtovalcem omrežja pri sprejemanju bolj informiranih odločitev na nivoju dolgoročnega načrtovanja omrežja.

Zaradi potencialno vedno večjega vpliva RVE na elektrodistribucijsko omrežje je potrebna analiza RVE. Kljub neposredni povezanosti PV in MHE z vremenom lahko ti viri v določeni meri zmanjšajo konične obremenitve v omrežju. Namen je izračunati dejanski vpliv RVE na omrežje in raziskati kakšen je vpliv na obratovalna stanja v omrežju.

- a) Prihranki izhajajo predvsem iz bistvenega prihranka časa delovnih ur zaposlenih, potrebnih za obdelavo in analizo podatkov za študije in analize

omrežja. Prav tako se bodo v kasnejših fazah prihranki odražali preko boljše izkoriščenosti obstoječe elektroenergetske infrastrukture, optimalnejšim investicijam v omrežje in možnostjo primerjave sodobnih rešitev pametnih omrežij s tradicionalnimi rešitvami.

- b) Nekatero finančno korist bo moč izmeriti ob zaključku projekta, a že iz analize prihrankov je razvidno, da bodo finančne koristi prišle iz manj ročnega dela (stroški dela) ter optimalnejši izkoriščenosti obstoječe infrastrukture in učinkovitejšem investiranju v omrežje.
- c) Ocenjuje se, da se bodo metode, ki se bodo raziskovale in demonstrirale v sklopu tega projekta lahko relativno enostavno implementirale ne samo na ravni celotnega omrežja EG, temveč tudi pri ostalih EDP-jih skozi implementacijske projekte, saj se operaterji elektrodistribucijskih omrežij soočamo s podobnimi izzivi, demonstrirane metode pa so prav tako splošno uveljavljene in priznane.
- d) Pri razvoju modelov za strojno učenje, algoritmov za napovedovanje in identifikacijo različnih porabnikov ali proizvodnih virov se ocenjuje, da se bo na izbranem območju že zajela velika večina tipičnih karakteristik v podatkih (anomalij, porabnikov, vremenskih pojavov, idr.), s čimer bo možno izdelane modele in algoritme brez večjih dodelav razširiti na celotni elektroenergetski sistem.

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 projekta je razviti koncepte in vzpostaviti orodja in procese za zagotavljanje visokokakovostnih podatkov, demonstrirati možnost njihove vizualizacije in na podlagi tega raziskati in demonstrirati algoritme za izdelavo kratkoročnih obratovalnih napovedi, srednjeročnih in dolgoročnih napovedi za potrebe načrtovanja omrežja, zaznavo tipičnih porabnikov v omrežju (toplotne črpalke, domače polnilnice za električna vozila, idr.) zgolj iz merilnih podatkov in ugotoviti vpliv razpršenih virov na omrežje.

Posledično je namen projekta vzpostaviti podatkovno vodene poslovne procese načrtovanja in obratovanja elektrodistribucijskih omrežij, kjer se ključni zaposleni odločajo bolj informirano na podlagi kvalitetnejših podatkov in boljšega vpogleda v obstoječe stanje in kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne napovedi. Namen je uporabnike usposobiti za delo z orodji, ki temeljijo na metodah strojnega učenja.

Cilji projekta so naslednji:

- pričeti z uvajanjem enega zaposlenega v elektrodistribucijskem podjetju Elektro Gorenjska za dolgoročno delo na področju strojnega učenja in umetne inteligence,

- raziskati in demonstrirati koncepte, ki temeljijo na metodah strojnega učenja na sledečih področjih:
 - pred-procesiranje merilnih podatkov do konca novembra 2020,
 - vizualizacija merilnih podatkov do konca leta 2020,
 - analiza podatkov pametnih števecov do konca januarja 2021,
 - kratkoročno napovedovanje obremenitev in proizvodnje do konca aprila 2021,
 - dolgoročno napovedovanje obremenitev in proizvodnje do sredine konca maja 2021,
 - analiza podatkov iz razpršenih virov energije do konca junija 2021,
- izdelati CBA analizo uvedbe AI na raven celotnega distribucijskega omrežja Elektra Gorenjske do konca avgusta 2021,
- uspešno zaključiti demonstracijski projekt in definirati nadaljnje implementacijske projekte do konca septembra 2021,
- pričeti uvajanje zaposlenih za delo s pomočjo preverjenih konceptov od septembra 2021 naprej.

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.

Rešitve razvite v okviru tega projekta se bodo ocenjevale glede na KPI, ki bodo podrobno definirani v prvi fazi projekta. Poudariti je treba, da trenutno ni uveljavljene metrike za nadzor kakovosti podatkov in zato jo bomo v okviru tega projekta definirali. KPI bodo med drugim vključevali število odkritih anomalij v podatkih, kazalnike za kakovost merilnih podatkov, število odkritih tipičnih porabnikov in proizvodnih virov (TČ, domače polnilnice za EV, mFE, ipd.), validacijo rezultatov kratkoročnih napovedi, srednjeročnih napovedi in dolgoročnih napovedi s primerjavo napovedi in dejanskih meritev, itn. Ta metrika ne bo uporabljena le za namen tega projekta, ampak bodo določeni KPIji uporabni za vsakdanji nadzor spremljanja trenda kakovosti podatkov, saj ne gre za le enkratni proces, ampak za stalen proces.

Ekonomska uspešnost projekta se bo ocenjevala na podlagi primerjavi koristi in stroškov uvedbe raziskovanih in demonstriranih konceptov, t.i. CBA analiza na podlagi priporočil evropske komisije za izvedbo CBA analiz v Smart Grid projektih.

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.

Od projekta se pričakuje potrditev teoretičnih konceptov na realnih primerih uporabe in realnih izzivih v elektrodistribucijskih omrežjih. Raziskovani in

demonstrirani koncepti in povezano znanje lahko bistveno pripomorejo k izboljšanju načrtovanja in obratovanja elektrodistribucijskih omrežij, stroškovni optimizaciji poslovnih procesov in splošnega načina delovanja elektrodistribucijskih podjetij in boljšemu investiranju v primarno elektrodistribucijsko infrastrukturo na podlagi kvalitetnejših in prečiščenih podatkov, identificiranih tipičnih porabnikov in proizvodnih virov, odjemalcev razvrščenih v tipske gruče, opredeljene toplotne odvisnosti tipičnih porabnikov, natančneje opredeljene vremenske odvisnosti odjema in proizvodnje izdelanih kratkoročnih, srednjeročnih in dolgoročnih napovedi razmer v omrežju, verjetnostnih modelov in simuliranih scenarijev in drugih rezultatov projekta.

Rezultati projekta bodo uporabni za vse deležnike v elektroenergetskem sistemu, še zlasti pa za preostala elektrodistribucijska podjetja. Rezultati projekta bodo na voljo vsem zainteresiranim deležnikom, prav tako se bo diseminacija rezultatov izvajala na številnih nacionalnih in mednarodnih konferencah in dogodkih, kot so npr. CIGRE-CIRED, PIES in drugi.

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 posodabljati med izvajanjem projekta.

Projekt vključuje dve bistveni predvideni stroškovni postavki in sicer lastne stroške dela, vezane na pripravo in dostavo podatkov za projekt, sodelovanje z izbranim partnerjem pri raziskovanju in demonstraciji opredeljenih aktivnosti za doseg projektnih ciljev, ter kritično preverbo in validacijo rezultatov projekta. Prav tako je del lastnega angažmaja predviden tudi za pripravo poročil in izdelavo CBA analize v skladu s priporočili.

Drug del se nanaša na storitve izbranega partnerja, ki bo projektu pripomogel s specifični domenskimi znanji za raziskovanje in demonstracijo konceptov strojnega učenja na področjih pred-procesiranja merilnih podatkov, vizualizacije merilnih podatkov, analize podatkov pametnih števec, kratkoročnega napovedovanja obremenitev in proizvodnje, dolgoročnega napovedovanja obremenitev in proizvodnje in analize podatkov iz razpršenih virov energije.

Projekt je demonstracijske narave in bo omejen zgolj na podatke, ki izhajajo iz območja, ki ga napaja RTP Železniki. Za uspešno realizacijo projekta so potrebni podatki iz vseh napetostnih nivojev, ter vseh sistemov, ki zajemajo merilne podatke (števci v končnih točkah omrežja, analizatorji omrežja v TP-jih in merilne naprave v RTP-jih). Območje, ki ga napaja RTP Železniki predstavlja najmanjšo zaključeno celoto, ki še zajema podatke iz vseh napetostnih nivojev. Ob manjšem obsegu projekta ne bi izkoristili celotnega potenciala raziskovanih in demonstriranih metod in posledično ne bi dosegli enako kvalitetnih rezultatov.

Opredelitev TRL ob pričetku⁵

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.

Glede na podano prilogo, kjer so opisani TRL nivoji, v Elektro Gorenjska ocenjujemo, da je status tehnologije, ki se bo obravnaval v sklopu tega projekta pred njegovim začetkom okvirno na stopnji 3 – torej na stopnji analitične in eksperimentalne potrditve koncepta (proof of concept).

Opredelitev TRL ob zaključku⁵

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.

Glede na podano prilogo, kjer so opisani TRL nivoji, v Elektro Gorenjska ocenjujemo, da bo status tehnologije ob zaključku tega projekta okvirno na stopnji 6 – torej na stopnji demonstracije tehnološkega koncepta v delovnem okolju, vendar vseeno ne v celotnem obsegu, ki jo zahteva TRL 7.

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Projekt temelji na podatkih zbranih iz območja, ki ga napaja RTP Železniki. Ti podatki obsegajo tako podatke zbrane iz daljinsko čitanih števec, analizatorjev omrežja in zaščitnih relejev v RTP-jih. Fizično se za namen projekta na tem območju ne bodo namestila nobena nova naprava.

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

130.000,00€ (celoten projekt):

- cca. 90.000,00€ storitve zunanjega partnerja s strokovnim znanjem s področja metod strojnega učenja in algoritmov in njihove aplikacije v domeni elektroenergetike.
- cca. 40.000,00€ lastni stroški dela (cca. 12 človek mesecev)

Reference:

⁵ skladno z II. poglavjem priloge 3 iz [1]

- [1] Akt o metodologiji za določitev regulativnega okvira in metodologiji za obračunavanje omrežnine za elektrooperaterje, Uradni list RS, 46/18, 47/18 - popr., 86/18, 76/19, 78/19 - 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