

Raziskave in inovacije

Regulativno obdobje 2023 in 2024-2028

Vloga za kvalifikacijo projekta (razširjena prijava projekta)

Akronim ali polni naziv projekta:	OPTI-AI: Optimalno umeščanje elektroenergetske infrastrukture v prostor s pomočjo umetne inteligence
Povzetek projekta:	V okviru predlaganega temeljnega raziskovalnega projekta Optimalno umeščanje elektroenergetske infrastrukture v prostor s pomočjo umetne inteligence (OPTI-AI) bomo razvili inovativen pristop k prostorskemu načrtovanju infrastrukture elektroenergetskega sistema z uporabo umetne inteligence in strojnega učenja. Projekt bo povečal učinkovitost nizkonapetostnih in srednje napetostnih elektroenergetskih omrežij z reševanjem izzivov prostorskega načrtovanja, ki izhajajo iz različnih značilnosti ciljnega geografskega območja, tj., od topologije terena, lastništva zemljišč, dolgoročnih občinskih načrtov in drugih podobnih dejavnikov. Projekt se bo izvajal na podlagi treh ključnih elementov, ki vključujejo: • Scenarije razvoja omrežja: Opredelitev scenarijev, ki izpolnjujejo zahtevano zmogljivost prenosa električne energije na izbranem geografskem območju. • Segmentacijo geografskega območja z uporabo umetne inteligence: uporaba modelov strojnega učenja za segmentacijo in kategorizacijo različnih delov geografskega območja za namestitev infrastrukture. Ta komponenta vključuje postopek segmentacije na podlagi umetne inteligence z uporabo podatkov, kot so prostorski načrti, zemljiški kataster in satelitski posnetki. • Optimizacijske postopke za prostorsko načrtovanje: Optimizacijski algoritem, ki upošteva tako električne lastnosti omrežja kot značilnosti geografskega območja, da se doseže optimalno prostorsko načrtovanje z minimalnimi stroški in vplivom na okolje

	Projekt bo potekal v več fazah, po prvih razvitih algoritmih bo potekala testna faza, v kateri bodo preverjeni prvi algoritmi. Testna faza bo podala pomembne povratne informacije za izboljšavo algoritmov. Po testni fazi, bodo vse povratne informacije uporabljene za ponovno učenje modelov. S tem bomo zagotovili kar se da natančne rezultate algoritmov, ki bodo sledili realnim potrebam.
--	---

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

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

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

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

1 OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

1.1 Akronim projekta

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

OPTI-AI

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 posodabljati med izvajanjem projekta.

OPTI-AI: Optimalno umeščanje elektroenergetske infrastrukture v prostor s pomočjo umetne inteligence

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.

01.01.2025

1.4 Zaključek projekta

Datum predvidenega zaključka projekta.

31.12.2027

1.5 Kontaktni podatki

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

1.6 Prijavitelj elektrooperater

Polno ime elektrooperaterja, ki prijavlja projekt za koriščenje RI. Podatka ni dovoljeno posodabljati 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).

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

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.

Fakulteta za Elektrotehniko:

- **Pregled optimizacijskih algoritmov za razvoj omrežja:** Pregled in analiza naprednih matematičnih in računalniških tehnik, vključno z genetskimi algoritmi, simuliranim ohlajanjem in pristopi, ki temeljijo na strojnem učenju. Identifikacija najučinkovitejših metod za nadaljnji razvoj algoritmov v projektu.

- **Pregled metod za poravnavo in segmentacijo vizualnih podatkov:** Pregled obstoječih metod, idej in konceptov na področju poravnave in segmentacije vizualnih podatkov ter njihova dostopnost celotni projektni skupini. Identifikacija pomembnih vprašanj in ustvarjanje repozitorija obstoječih odprtokodnih modelov in algoritmov za olajšanje kodiranja in prototipiranja.
- **Načrtovanje omrežja na podlagi simulacij:** Modeliranje proizvodnje in porabe na podlagi funkcij gostote verjetnosti za določene ure dneva, dneve v tednu in letne čase. Za izračune pretokov obremenitev bo uporabljen Monte Carlo vzorčenje z neenakimi verjetnostmi, rezultati pa bodo podani kot funkcije gostote verjetnosti pretokov moči in napetosti.
- **Razvoj algoritma za scenarije razvoja omrežja:** Razvoj algoritma za definiranje različnih scenarijev razvoja omrežja, ki ustrezajo identificiranim potrebam po energiji in upoštevajo operativne omejitve omrežja. Izhodni podatki bodo različne topologije omrežja.
- **Razvoj tehnik poravnave vizualnih podatkov:** Razvoj novih tehnik poravnave za vizualne podatke z različnimi in heterogenimi značilnostmi. Raziskava tehnik za ekstrakcijo smiselnih predstavitev podatkov iz heterogenih virov in obravnava izzivov, kot so napake v mejah kartografskih podatkov.
- **Segmentacija heterogenih večkanalnih podatkov:** Oblikovanje novih modelov za segmentacijo heterogenih večkanalnih podatkov z uporabo globokih učnih arhitektur (npr. transformatorji, mehanizmi pozornosti). Cilj je zagotavljanje optimalne uporabe vseh razpoložljivih informacij o ciljnih geografskih območjih.
- **Izpopolnitev modelov poravnave in segmentacije:** Izboljšanje modelov poravnave in segmentacije na podlagi povratnih informacij iz testne faze ter ponovno učenje modelov za doseg višje natančnosti in robustnosti.
- **Implementacija optimizacijskih algoritmov:** Implementacija optimizacijskih algoritmov, kot so genetski algoritmi, simulirano ohlajanje in pristopi na osnovi strojnega učenja, za iterativno izboljšavo prostorske razporeditve elektroenergetske infrastrukture v skladu s scenariji razvoja omrežja in segmenti geografskega območja.

Elektro Gorenjska:

- **Analiza okoljskih in regulativnih vidikov ter določitev primerov uporabe:** Združevanje prostorskega načrtovanja in upravljanja omrežja z vzpostavitvijo skupnega jezika med strokovnjaki z obeh področij. Izvajanje analiz okoljskih in regulativnih omejitev ter določanje primerov uporabe, ki se osredotočajo na načrtovanje omrežja in vključevanje elektroenergetske infrastrukture v prostorsko načrtovanje.
- **Zbiranje in pred obdelava podatkov:** Identifikacija relevantnih podatkov za karakterizacijo izbranega geografskega območja v sodelovanju s tehničnim direktorjem in svetovalnim odborom. Podatki vključujejo satelitske posnetke, zemljiške evidence, dolgoročne občinske načrte in topografske karte. Dodatne informacije, kot so raba zemljišč in vrsta terena, bodo pridobljene iz satelitskih posnetkov z uporabo odprtokodnih modelov. Pred obdelavo bo vključevala postopke za zagotovitev približne skladnosti med različnimi vrstami podatkov,

npr. izrezovanje območij zanimanja in postavitev sidrskih točk. Zbiranje podatkov bo kontinuirano, z rednimi posodobitvami in izpopolnjevanjem.

- **Analiza razširljivosti in ponovljivosti:** Izvajanje obsežnih simulacij na podlagi orodja za optimalno prostorsko načrtovanje za analizo različnih scenarijev razvoja distribucijskega omrežja. Simulacije bodo temeljile na referenčnih modelih slovenskega distribucijskega omrežja. Določitev ključnih kazalnikov uspešnosti (KPI) za oceno in primerjavo različnih rešitev, pri čemer bodo vključeni stroški infrastrukture, okoljski vplivi ipd. Vzpostavitev povratnega mehanizma za vključitev naučenih lekcij iz analiz in spremljanje učinkovitosti prostorskega načrta.
- **Izkoriščanje rezultatov projekta:** Priprava načrta za izkoriščanje projektnih rezultatov in organizacija delavnice na koncu projekta, kjer bodo rezultati podrobno predstavljeni zainteresiranim deležnikom, predvsem DSO in TSO. Načrt za izkoriščanje bo upošteval tudi načrt upravljanja podatkov (DPM), ki bo oblikovan na začetku projekta.

Poleg vseh navedenih aktivnosti bosta oba partnerja sodelovala pri projektne managementu.

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.

Projekt je financiran v okviru razpisa Javni razpis za (so)financiranje raziskovalnih projektov za leto 2024, ki je bil objavljen s strani Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije. Projekt je bil sprejet v okviru razpisa manjših temeljnih projektov z naslovom Optimalno umeščanje elektroenergetske infrastrukture v prostor s pomočjo umetne inteligence.

1.11 Vsebinska umestitev projekta v področja

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

Področje	Podpodročje
☐ Prožnost aktivnega odjema	☐ Veliki (industrijski) odjemalci ☐ Majhni poslovni odjemalci ☐ Gospodinjstva ☐ Elektromobilnost ☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
☒ Masovni podatki	☐ Podatki iz naprednega merilnega sistema ☒ Podpora načrtovanju in razvoju omrežja ☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
☐ Kibernetska varnost	☐ Procesna informatika (vodenje in zaščita / avtomatizacija / IKT) ☐ Poslovna informatika (IKT) ☐ Meritve ☐ Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.
☒ Pametna omrežja	☐ Omejevanje okvarnega toka ☐ Monitoring, vizualizacija in vodenje širokega območja ☐ Dinamično določanje zmogljivosti ☐ Vodenje pretokov moči

	☐ Adaptivna zaščita ☐ Avtomatsko preklapljanje izvodov in vodov ☐ Avtomatsko otočno obratovanje in ponovno povezovanje ☐ Avtomatska regulacija napetosti in jalove moči ☒ Diagnostika in obveščanje o stanju opreme ☐ Izboljšana zaščita ob okvarah ☐ Meritve in upravljanje odjema v realnem času ☐ Prenos odjema v realnem času ☐ Optimizacija uporaba električne energije za odjemalca ☒ Monitoring in vizualizacija distribucijske mreže
☒ Drugo – Kliknite tukaj za vnos naziva novega področja.	☒ Optimizacija načrtovanja omrežja

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Primarna naloga elektrodistribucijskega sistema je, da omogoča čim bolj učinkovito distribucijo električne energije obenem pa zagotavlja priklop vsem odjemalcem. Elektrodistribucijska omrežja gradimo za obdobja 40-50 let. Posledično to pomeni, da je učinkovita distribucija električne energije neposredno povezana z dolgoročnim načrtovanjem distribucijskega omrežja (osredotočeno tudi na nizkonapetostno omrežje). Prav na področju načrtovanja omrežja, pa zaradi sprememb pri profilu porabe in količine porabljene električne energije pri končnih odjemalcih zaradi elektrifikacije sektorja ogrevanja in mobilnosti, prihaja do povečanja kompleksnosti in upoštevanja vseh parametrov. Zaposleni v službi za načrtovanje mora zdaj na podlagi svojega strokovnega znanja in izkušenj odločati na kakšen način načrtovati distribucijsko omrežje v luči vseh teh potencialno prihajajočih sprememb (ob ustreznih zakonodajnih omejitvah in internih pravilnikih/aktih).

Z vpeljavo naprednih algoritmov strojnega učenja, računalniškega vida ter umetne inteligence, lahko preko več parametrov, kot so ortofoto posnetki, prostorski načrti, napovedovanje odjema, simulacijo električnega omrežja, itd. načrtamo različne scenarije omrežja, na podlagi katerih lahko optimalno umeščamo infrastrukturo v prostor, kar omogoča optimalno gradnjo infrastrukture. S tem lahko razbremenimo službo za načrtovanje in samo načrtovanje naredimo bolj učinkovito ter robustno.

Zaradi ciljev projekta, ki presegajo trenutne tehnične zmogljivosti podjetja Elektro Gorenjska, bodo nastali dodatni stroški predvsem zaradi izvajanja analiz in raziskovanja načinov umeščanja in elektroenergetske infrastrukture v prostor s pomočjo umetne inteligence, ki presegajo trenutni »business-as-usual«.

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 posodabljanje 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;

Tekom projekta bo razvit nov algoritem za pametno umeščanje energetske infrastrukture v prostor na podlagi umetne inteligence in računalniškega vida. Takšen pristop v Sloveniji še ni bil preizkušen in izveden, tako bo projekt naslovil do sedaj še neraziskano rešitev, za načrtovanje omrežja.

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

Kliknite tukaj, če želite vnesti besedilo.

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

Tekom projekta bo raziskana nova praksa umeščanja infrastrukture v prostor. Praksa bo nadgradila trenutni ročni pristop umeščanja infrastrukture in ga obogatila z umetno inteligenco ter strojnimi vidom. Tako bo do sedaj ročni pristop pridobil modernizacijo in digitalizacijo, s čimer bomo lahko načrtovanje izpopolnili. Nova praksa načrtovanja bo tako bolj robustna ter vključevala več vhodnih parametrov, s čimer bomo povečali zmanjševali stroške umeščanja ter izgradnje nove infrastrukture.

☐ **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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Pogoj	Utemeljitev
a) izkazuje potencial, da razvija znanje, ki ga lahko uporabi vsak elektrooperater , čeprav se projekt ukvarja zgolj s problematiko enega od delov omrežja	Avtomatizacija umeščanja infrastrukture v prostor je rešitev, ki bo koristila vsakemu elektro operaterju. Z avtomatizacijo do sedaj ročnega dela, lahko razširimo način načrtovanja z vključevanjem več podatkov, ko so hosting capacity, zgodovinski podatki razvoja omrežja, ortofoto posnetki, idr. Novo načrtano omrežje bo tako bolj robustno ter ekonomično. Tako načrtano omrežje bo tako bolj trajno.
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	Kot večkrat omenjeno bo rešitev vsebovala tudi informacije o trenutnem stanju omrežja, hosting capacity-ja, ipd. S tem bo novo načrtano omrežje vsebovalo dovolj kapacitet za priključitev dodatnih sončnih elektrarn na nove objekte ter nekatere obstoječe. S tem bomo aktivnim odjemalcem zagotovili dodatne prikllope obnovljivih virov energije, polnilnic električnih avtomobilov, itd.
c) je inovativen (tj. ni posel kot običajno) in izkazuje še	Projekt OPTI-AI presega posel kot običajno, saj raziskuje in razvija nov inovativen način

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.

nedokazan poslovni primer v Republiki Sloveniji , pri čemer tveganja upravičujejo izvedbo omejenega raziskovalnega ali demonstracijskega projekta za dokazovanje uporabnosti tega primera	načrtovanja omrežja, ki se oddaljuje od dolgo ustaljene prakse. Algoritem tako predstavlja nov korak v načrtovanju distribucijskega omrežja, kar izkazuje še nedokazan poslovni primer v Sloveniji.
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)	Projekt OPTI-AI predstavlja inovativno rešitev, ki do sedaj še ni bila uporabljena v Sloveniji in Evropi.

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.

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 ne razkrivanju 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 razmerje s projektnimi partnerji s ciljem urediti pravice IL. Pogodbena 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 partnerja v čim večji meri prispevata svoje znanje k izvedbi projekta in hkrati ohranjata svoje intelektualne pravice.

Partnerja v osnovi sama razpolagata z individualnim znanjem, ki ni predmet skupnega rezultata. Ko gre za skupne rezultate, imata partnerja dolžnost, da v primeru kasnejše eksploatacije o tem obvestita drugega partnerja, udeleženega na tem skupnem rezultatu in se z njim dogovorijo o trženju.

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

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

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 ARIS. 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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Naraščajoča proizvodnja in poraba električne energije, ki ne potekata nujno sočasno, povzročata preobremenitev distribucijskega omrežja in odstopanje napetosti od zahtevanih vrednosti. To zahteva okrepitev omrežne infrastrukture. Potrebe po okrepitvi omrežja se določajo s študijami pretokov (angl. *loadflow*), kar je računsko intenziven, vendar večinoma avtomatiziran proces. Nasprotno pa načrtovanje tras daljnovodov in umestitev razdelilnih postaj še vedno zahteva ročne, počasne in delovno intenzivne postopke.

Ključni izzivi pri prostorskem načrtovanju omrežne infrastrukture vključujejo:

- **Relief in topografijo:** Naravne značilnosti terena, kot so hribi, doline in reke, vplivajo na stroške in izvedljivost namestitve infrastrukture.
- **Rabo zemljišč:** Obstoječa raba zemljišč določa možne trase daljnovodov.
- **Okoljski vpliv:** Potrebna je ocena vpliva na ekosisteme in občutljiva območja.
- **Razdaljo:** Oddaljenost med proizvodnimi viri in porabniki vpliva na izbiro tras.
- **Gostoto poselitve:** Ta vpliva na vpliv infrastrukture na lokalne skupnosti.
- **Pridobivanje pravice poti:** Zahteva dogovore z lastniki zemljišč in drugimi deležniki.
- **Prihodnji razvoj:** Načrtovanje mora predvidevati rast in povečano povpraševanje po energiji.

Učinkovito načrtovanje zahteva celovit pristop, ki upošteva tehnične, okoljske, socialne in ekonomske dejavnike ter sodelovanje med elektrooperatorji, državnimi agencijami in lokalnimi skupnostmi. Projekt **OPTI-AI** predlaga avtomatizirano orodje za prostorsko načrtovanje infrastrukture, ki temelji na umetni inteligenci in naprednih optimizacijskih metodah za optimalni razvoj omrežja v danem okolju in glede na potrebne energetske potrebe.

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Vidik	Opis
Metoda ali metode, ki so predvidene za razrešitev ali raziskavo problema	Metodologija projekta temelji na iterativnem pristopu, pri čemer se v prvi polovici projekta razvijejo začetne komponente, ki se nato razširijo in izboljšajo na podlagi rezultatov testiranja. Tako bo zagotovljena prilagoditev razvitih rešitev realnim potrebam ter konkurenčnost glede na najnovejša znanstvena dogajanja.

	Vsaka iteracija bo potekala skozi naslednji delovni tok: • Uporaba obstoječega orodja za načrtovanje omrežja za določitev razvojnih scenarijev. • Segmentacija geografskih območij z uporabo sodobnih metod strojnega vida in strojnega učenja • Optimizacijski algoritmi za določitev optimalnega prostorskega načrta infrastrukture Najbolj ključni koraki metodologije bodo tako: • Razvoj algoritma za scenarije razvoja omrežja: Scenariji temeljijo na projekcijah prihodnjega povpraševanja in ciljih za integracijo obnovljivih virov. Upoštevali bodo ojačitev daljnovodov, gradnjo novih linij in postaj MV/LV ter druge možnosti • Razvoj modelov segmentacije z uporabo strojnega učenja: Za avtomatsko ustvarjanje segmentov geografskih območij bo uporabljena metoda <i>Instance Segmentation</i>, ki omogoča natančnejše zemljevid segmentacije. Ključni izzivi so poravnava heterogenih podatkov in razvoj inovativnega pristopa za segmentacijo, ki upošteva različne vire podatkov in pomankanje ustreznih ciljno označenih podatkov • Razvoj optimizacijskega algoritma za prostorsko načrtovanje: Uporabljeni bodo napredni optimizacijski algoritmi, kot so genetski algoritmi, simulirano ohlajanje in metode strojnega učenja, za iterativno izpopolnjevanje postavitve omrežnih komponent in iskanje optimalnih konfiguracij. Cilj je povečati učinkovitost razvoja omrežja ter zagotoviti strateško umeščenost v širši kontekst prostorskega načrtovanja • Primerjava obstoječih orodij z razvitim algoritmom: Razviti optimizacijski algoritmi bodo primerjani z obstoječimi metodami in orodji za načrtovanje omrežja. Po opravljeni primerjavi in testiranju algoritmov, bodo informacije uporabljene za razširitev algoritmov pametnega umeščanja infrastrukture v prostor. Projekt OPTI-AI bo z uporabo teh postopkov in metodologij testiran na različnih omrežjih in geografskih območij, povratne informacije pa bodo uporabljene za nadaljnjo izboljšavo modelov in procesov.
--	--

a) Oceno prihrankov ob rešitvi problema, ki se obravnava v projektu	Točna ocena prihrankov je težko opredeljiva. Vseeno bo rešitev vsebovala tudi analizo glede dodatnih stroškov. Prihranki bodo predvsem vidni v tem, da bo načrtano omrežje tudi glede na stroškov, ki pridejo z načrtovanjem omrežja v težkih terenih, kot so hribi, griči, reke, doline, itd. Rešitev bo tako balansirala med energetskimi potrebami ter minimaliziranjem stroškov.
b) Izračun finančnih koristi projekta	Tako kot opisano že v prejšnjem poglavju je finančne koristi projekta težko izračunati.
c) Oceno prenosljivosti metode npr.: po celotnem elektroenergetskem sistemu, po njegovem odstotku ali po določenih delih, kjer bi se metoda lahko uporabila in implementirala	Metoda se bo navezovala na pametno načrtovanje in umeščanje nove infrastrukture v prostor. Prvo testiranje bo izvedeno na nizkonapetostnem distribucijskem omrežju Elektro Gorenjska. Metoda bo nato kritično ocenjena. Raziskane bodo možnosti implementacije na celotno omrežje. Prav tako bo metoda prenosljiva med distribucijami.
d) Oceno stroškov za implementacijo metode v celotni elektroenergetski sistem	Stroški implementacije v celotni elektroenergetski sistem bi obsegali tako nadgradnjo algoritma za višje napetosti, kot pilotno testiranje in demonstracija te rešitve.

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 posodabljati med izvajanjem projekta.

Vidik	Opis
Namen projekta	V okviru projekta OPTI-AI bomo razvili inovativen pristop k prostorskemu načrtovanju infrastrukture elektroenergetskega sistema z uporabo umetne inteligence in strojnega učenja, s pomočjo katerih bo razvit nov model načrtovanja omrežja, ki predstavlja inovativno rešitev, katera do sedaj še ni bila prisotna v elektro distribucijah. Projekt bo povečal učinkovitost nizkonapetostnih in srednje napetostnih elektroenergetskih omrežij z reševanjem izzivov prostorskega načrtovanja, ki izhajajo iz različnih značilnosti ciljnega geografskega območja (topologija terena, lastništvo zemljišč, dolgoročnih občinskih načrtov in drugi podobni dejavniki). Strojni vid bomo uporabili pri analizi ortofoto posnetkov, kjer bomo iz slik pridobili ključne informacije o terenu. Strojni vid bo namenjen poravnavi heterogenih vizualnih podatkov, kar bo omogočilo natančno postavitev različnih podatkov v ortofoto posnetke, kar je ključnega pomena za natančen model. Te informacije bodo služile kot vhodni podatek pri optimalnem umeščanju elektroenergetske infrastrukture.

	• Podpora načrtovanja in razvoja omrežja: Orodje razvito v projektu bo namenjeno podpori pri načrtovanju in razvoju omrežja, saj bo na podlagi strojnega učenja, računalniškega vida ter umetne inteligence predstavilo rešitev načrtovanja in umeščanja nove infrastrukture v prostor. • Povezovanje in interpretacija podatkov: Pomemben del projekta predstavlja tudi povezovanje in interpretacija različnih podatkov. Eden glavnih ciljev projekta bo natančna povezava ortofoto posnetkov z obstoječim omrežjem, geodetskimi informacijami, dolgoročnimi prostorskimi plani, itd. Povezava podatkov bo ključna za natančno rešitev projekta. • Diagnostika in obveščanje o stanju naprave: Diagnostika in obveščanje o stanju naprave, bo izvedeno ob načrtovanju omrežja. V tem koraku ne bo poudarek na običajnih kazalnikih stanja in vzdrževanju naprav, temveč bo na podlagi različnih parametrov (<i>Hosting capacity, ipd.</i>) ocenjeno stanje omrežja. Načrtana rešitev o potrebah po jačanju / nadgradnji obstoječega omrežja in umeščanja novega v prostor bo tako vsebovala tudi diagnostiko samega omrežja. Rešitev bo eden izmed vhodnih podatkov za algoritem za napredno umeščanje infrastrukture • Optimizacija načrtovanega omrežja: Rešitev projekta bo kasneje implementirana v QGIS, kjer bo vizualizirano novo načrtano omrežje z možnostjo popravkov.
Cilji projekta	Glavni cilji projekta so: • Ocena izvedljivih scenarijev razvoja omrežja. Z uporabo obstoječih orodij za simulacijo elektroenergetskih omrežij bo razvit algoritem za opredelitev različnih scenarijev razvoja omrežja, ki zadovoljujejo prepoznane energetske potrebe ob upoštevanju operativnih omejitev omrežja (obremenitve in napetosti). • Segmentacija geografskih območij z računalniškim vidom.

	Razviti nove modele računalniškega vida in strojnega učenja za poravnavo heterogenih vizualnih podatkov (ortofoto slike, zemljevidi občin, itd.) in nato načrtati ter naučiti segmentacije modele, sposobne opredeliti smiselne segmente opazovanih področij za samodejno prostorsko načrtovanje infrastrukture. Ključ do učinkovitega prostorskega načrtovanja je razumevanje značilnosti določenega geografskega območja. Glavni izziv je v ustrezni združitvi teh informacij in samodejni segmentaciji geografskih področij v segmente, ki so uporabni za optimalno prostorsko načrtovanje infrastrukture elektroenergetskega sistema. Segmentacijski modeli bodo ciljno geografsko območje razdelili na prostorske segmente, hkrati pa bodo zaradi uporabljene metodologije segmentom dodelili smiselne oznake. Optimalno prostorsko načrtovanje infrastrukture elektroenergetskega omrežja. Na podlagi opredeljenih scenarijev razvoja omrežja in prepoznanih segmentov geografskega območja (zgornja cilja) bo razvit napreden algoritem za optimalno integracijo infrastrukture elektroenergetskega sistema v danem okolju. Ciljna funkcija optimizacijskega procesa bo vključevala stroške vzpostavitve in vzdrževanja infrastrukture ter vpliv na okolje kot ključne parametre, pri čemer bodo operativne omejitve omrežja obravnavane kot omejitve optimizacije. Pri razvoju algoritma bodo uporabljeni geografski informacijski podatki (GIS), ki vključujejo reke, stavbe, parcele, ceste in že obstoječo elektroenergetsko infrastrukturo. Algoritem bo preverjal tehnične zahteve, skladne z veljavnimi standardi in internimi smernicami podjetja Elektro Gorenjska. Rezultat optimizacijskega postopka bo celovit načrt razvoja omrežja, ki bo zajemal optimalno usmerjanje električnih vodov in določitev lokacij transformatorskih postaj. Načrt bo zagotavljal optimalne električne lastnosti omrežja ter njegovo učinkovito prostorsko umestitev. Poleg tega bo algoritmu dodana možnost izvedbe
--	---

	analize zmogljivosti sprejema omrežja za nove priključke (t.i. ocena zmogljivosti priklopa) v skladu z metodologijo, trenutno uporabljeno v podjetju. Za zagotovitev robustnosti sistema bo algoritem omogočal tudi avtomatizirano posodabljanje omrežja v primeru, da tehnični izračuni presežejo dovoljene mejne vrednosti. V takšnih primerih bo algoritem predlagal potrebne posodobitve, vključno z identifikacijo vodov, ki jih je treba zamenjati, ter generiral okvirno finančno poročilo za izvedbo teh izboljšav. Ta pristop bo zagotovil dinamično in dolgoročno vzdržno upravljanje elektroenergetske infrastrukture. • Študija razširljivosti in ponovljivosti. Za razvito orodje bo izvedena študija ponovljivosti in razširljivosti. Rezultati študije bodo ocena sposobnosti orodja v različnih geografskih okoljih. Izbira območja bo temeljila na lokacijah referenčnih modelov omrežja Elektro Gorenjska.
Koristi, ki so neposredno povezane s prenosnim ali distribucijskim sistemom	Projekt OPTI-AI elektroenergetskim podjetjem prinaša številne koristi, saj bo omogočil bolj učinkovito, hitro in stroškovno optimizirano prostorsko načrtovanje omrežja z uporabo umetne inteligence in strojnega učenja. Avtomatizacija načrtovanja bo pripomogla k natančnejšemu umeščanju omrežnih komponent, kar bo zmanjšalo stroške gradnje in vzdrževanja ter omogočilo boljšo prilagodljivost na vedno večje povpraševanje po električni energiji (električna vozila, toplotne črpalke, itd.). S pomočjo optimizacijskih algoritmov bodo podjetja lahko bolje prilagodila načrtovanja omrežja dolgoročnim potrebam in okoljevarstvenim zahtevam, kar bo povečalo trajnosti in energetske učinkovitost. Poleg tega bo projekt OPTI-AI izboljšal integracijo obnovljivih virov, odpornost omrežja in povečal konkurenčnost in inovativnost elektroenergetskih podjetij. Projekt bo tako predstavil rešitev, za avtomatizacijo procesa načrtovanja in umeščanje distribucijskega omrežja v prostor. S tem bodo avtomatizirani do sedaj ročni procesi načrtovanja omrežja (ročno določanje trase novih omrežij in ročna izvedba tehničnih izračunov kot so pretoki moči, kratki stiki, ipd.). Z optimalnim načrtovanjem omrežja, bomo zmanjšali stroške izgradnje in vzdrževanja omrežja. Hkrati bodo

	omrežja prilagojena na prihodnje scenarije. Okoljevarstvene zahteve bodo naslovljene predvsem posredno. Z gradnjo robustnih nizkonapetostnih omrežij, ki so pripravljena za množično elektrifikacijo ogrevanja in hlajenja, mobilnosti in integracijo obnovljivih virov energije. Večjo integracijo obnovljivih virov se bo zagotavljalo, z vključevanjem vidikov priključne zmogljivosti omrežja, kjer se bo pri načrtovanju omrežij upoštevalo tako v preteklosti zavrnjene vloge za priključitev OVE, kot vključitvijo dodatnih rezerv za priključitev dodatnih OVE.
--	--

2.9 Kriterij uspešnosti

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

Kriteriji uspešnosti bodo definirani v prvi fazi projekta, kar je bilo predvideno tudi v prijavi, zato bomo pri prvem poročanju agenciji natančno določene KPI-je tudi poročali.

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.

Znanje o avtomatskem umeščanju infrastrukture je naslednji smiselni korak pri digitalizaciji procesov v elektro distribucijah. Vsa pridobljena znanja bodo pomemben korak k vpeljavi avtomatskega procesa načrtovanja infrastrukture na celotno distribucijsko omrežje Slovenije. K širjenju znanja projekta bodo pripomogli tudi s strokovnimi članki na znanstvenih konferencah, predstavitvijo projekta in skupnih sodelovanjih z drugimi distribucijami

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 posodabljanje med izvajanjem projekta.

Projekt OPTI-AI se osredotoča na razvoj naprednega orodja za optimalno prostorsko načrtovanje elektroenergetske infrastrukture. Glavne aktivnosti so organizirane v naslednjih ključnih sklopih: Raziskava in analiza: Pregled naprednih optimizacijskih algoritmov (genetski algoritmi, simulirano ohlajanje, strojno učenje) za razvoj omrežij. Pregled metod za poravnavo in segmentacijo vizualnih podatkov ter vzpostavitev repozitorija odprtih kodnih modelov za olajšanje izvedbe prototipov. Načrtovanje in modeliranje: Modeliranje prihodnje proizvodnje in porabe električne energije na podlagi funkcij gostote verjetnosti in Monte Carlo simulacij za izračun pretokov moči.
--

Razvoj algoritmov za definiranje različnih scenarijev razvoja omrežja, ki ustrezajo prihodnjim energetske potrebam in operativnim omejitvam.

- **Razvoj tehnik poravnave in segmentacije podatkov:**

Razvoj inovativnih tehnik poravnave heterogenih vizualnih podatkov za obravnavo topografskih in kartografskih izzivov.

Segmentacija večkanalnih geografskih podatkov z uporabo naprednih arhitektur globokega učenja, kot so transformatorji in mehanizmi pozornosti.

- **Implementacija in optimizacija:**

Izboljšanje modelov poravnave in segmentacije na podlagi povratnih informacij iz testnih faz.

Implementacija optimizacijskih algoritmov za prostorsko razporeditev elektroenergetske infrastrukture.

- **Analiza in uporaba rezultatov:**

Izvajanje analiz okoljskih in regulativnih vidikov ter določanje primerov uporabe, ki povezujejo prostorsko načrtovanje z upravljanjem elektroenergetskih omrežij.

Simulacije za analizo razširljivosti in ponovljivosti rešitev na referenčnih modelih slovenskega distribucijskega omrežja.

Določitev ključnih kazalnikov uspešnosti (KPI) za oceno in primerjavo stroškov, vplivov na okolje in drugih parametrov.

- **Zbiranje podatkov in pred obdelava:**

Pridobivanje in priprava različnih podatkovnih virov, vključno s satelitskimi posnetki, topografskimi kartami, zemljiškimi evidencami in podatki o rabi zemljišč.

Zagotavljanje skladnosti med različnimi vrstami podatkov s tehnikami, kot so izrezovanje območij zanimanja in postavljanje sidrnih točk.

- **Izkoristek in diseminacija:**

Priprava načrta za izkoriščanje rezultatov projekta, vključno z organizacijo zaključne delavnice za deležnike, kot so DSO in TSO.

Oblikovanje načrta za upravljanje podatkov (DPM) za dolgoročno uporabo projektnih rezultatov.

Projekt je zasnovan tako, da zagotavlja celovito rešitev za prostorsko načrtovanje elektroenergetske infrastrukture, kar vključuje tehnično učinkovitost, okoljsko trajnost in skladnost z regulativnimi zahtevami.

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.

Začetna vsebina projekta OPTI-AI je na TRL nivoju 3.

Na podjetju Elektro Gorenjska, smo začeli z raziskovanjem in analiziranjem možnosti avtomatskega vrisovanja posameznih nizkonapetostnih odsekov in menjave kabelskih vodov, na podlagi togih parametrov (hevristični pristop na podlagi predhodno definiranih robnih pogojev in predpostavk). Rešitev je bila narejena v testnem okolju in brez uporabe strojnega učenja ter umetne inteligence.

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

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.

Predviden TRL ob zaključku projekta je 6, saj bo rešitev razvita tekom projekta testirana v delovnem okolju podjetja Elektro Gorenjska.

2.14 Geografsko območje

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

Projekt OPTI-AI bo pilotno predstavljen na območju Gorenjske v distribucijskem omrežju podjetja Elektro Gorenjska. Ker gre za načrtovanje in avtomatizacijo umeščanja infrastrukture v prostor bomo za testiranje in validacijo analizirali do 20 (predvideno) novih nizkonapetostnih omrežij, ki bodo tekom projekta predvidene za rekonstrukcijo.

2.15 Ocenjena vrednost projekta

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

Vrednost celotnega projekta je 300.000€. Od tega Elektro Gorenjska prejme 90.000€ od Agencije za raziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS) za kritje upravičenih stroškov projekta, skladno z njihovo metodologijo.

Stopnja sofinanciranja projekta za vse partnerje s strani ARIS je 100%.