

dr. sc. Milivoj Mandić, dipl. ing. el.

IZRADA ISTRAŽIVAČKE STUDIJE I PROVEDBA PILOT-PROJEKTA „OPTIMIZACIJA NAPAJANJA ELEKTRIČNE VUČE IZ PRIJENOSNE MREŽE U SVRHU POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI“

1. Uvod

Projektne aktivnosti CEF Synergy projekta obuhvaćaju izradu istraživačke studije „Optimizacija napajanja električne vuče iz prijenosne mreže u svrhu povećanja energetske učinkovitosti“ te provedbu pilot-projekta.

Međuviznost aktivnosti u sklopu istraživačke studije i pilot-projekta prikazana je na slici 1.

Procijenjena ukupna vrijednost projekta je 12,85 milijuna kuna, od čega će se 60 posto subvencionirati iz fonda Instrument za povezivanje Europe (*Connecting Europe Facility* – CEF). Projekt bi se trebao provoditi do kraja 2019. godine.

2. Predmet i područje obrade projekta

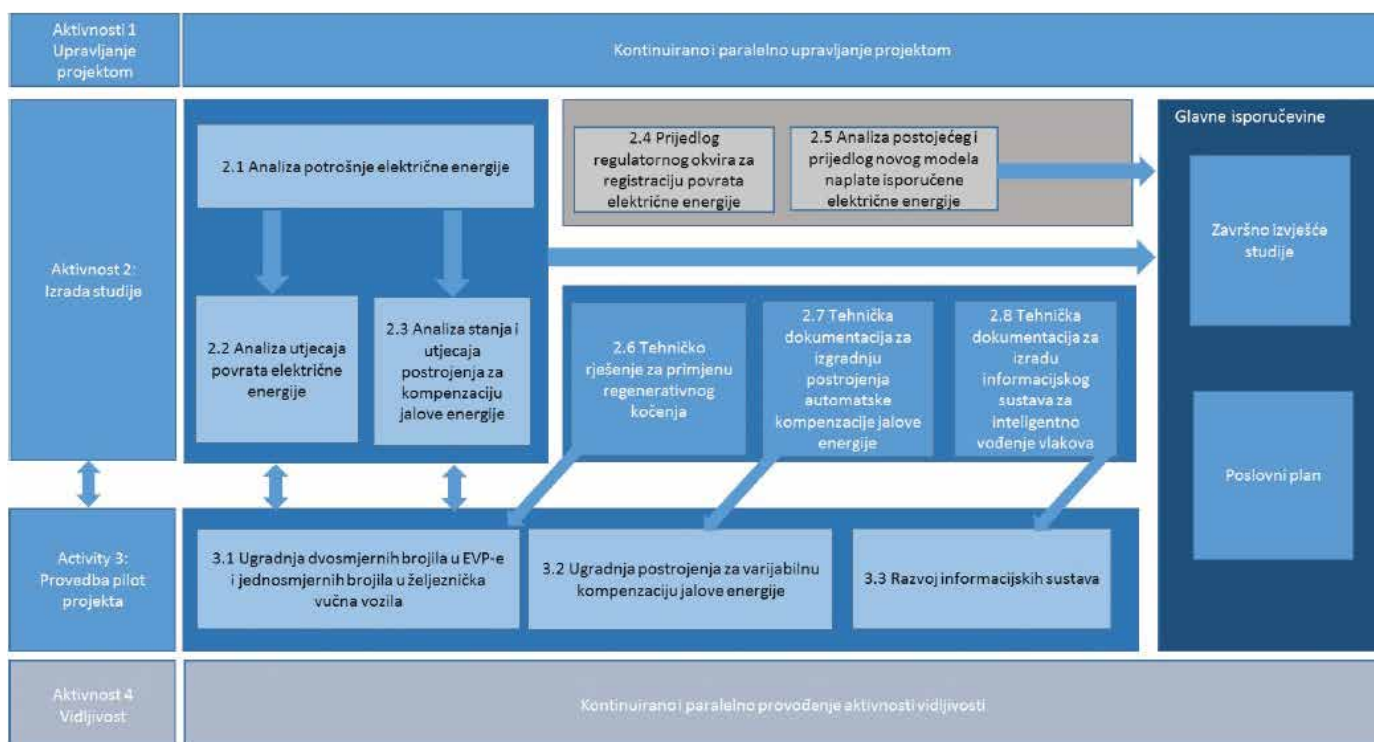
Predmet obrade projekta jest istraživanje mogućnosti optimizacije napajanja električne vuče iz prijenosne mreže preko stabilnih postrojenja u svrhu povećanja energetske učinkovitosti.

U sklopu projekta potrebno je provesti cjelovito istraživanje, prikazati prijedloge tehničkih rješenja predmetnog zahvata za stabilna postrojenja za napajanje električne vuče u smislu osposobljavanja za povrat električne energije i mjerenja energije povrata, automatske kompenzacije prekomjerno preuzete jalove energije (JE) i optimizacije voznog reda te dati prethodnu ocjenu utjecaja na prijenosni elektroenergetski sustav HOPS-a kao i ocjenu izvodljivosti i isplativosti provedbe projekta. Također je potrebno redefinirati postojeći model naplate električne energije.

2.1. Cilj i očekivani učinci projekta

Temeljni je cilj projekta promoviranje željeznice kao učinkovitog i ekološkog prometa te proizvođača obnovljive energije.

Glavni je cilj projekta izrada istraživačke studije u sklopu koje će se analizirati mogućnost smanjenja nesimetričnog utjecaja elektrovučnog sustava na naponske prilike 110-kilovoltne prijenosne mreže HOPS-a



Slika 1. Međuviznost aktivnosti u sklopu istraživačke studije i pilot-projekta

i to kako predložene aktivnosti doprinose povećanju energetske učinkovitosti napajanja vuče vlakova. U studiji će u obliku poslovnog plana biti prikazano kako rezultate pilot-projekta primijeniti i na ostala postrojenja.

Očekivani učinci projekta jesu:

- smanjenje izdataka za utrošenu energiju (djelatnu i jalovu) potrebnu za napajanje električne vuče
- optimizacija realnoga voznog reda vlakova
- povećanje benefita za operatore željezničkog putničkog i teretnog prijevoza osiguravanjem kvalitetnih prometnih standarda u skladu s ciljevima transeuropske prometne mreže
- promoviranje elektrovučnog sustava ne samo kao potrošača električne energije nego i kao proizvođača obnovljive električne energije
- povećanje ukupne energetske učinkovitosti u željezničkome prometnom sektoru kao i smanjenje onečišćenja okoliša.

Analize koje će biti provedene u sklopu studije dat će uvid u utjecaj tehničkih rješenja implementiranih u kontaktnoj mreži na prilike u prijenosnoj mreži, kvantificirati učinak na ciljeve projekta SINCRO.GRID te doprinijeti zrelosti samog projekta. Predložena rješenja, testirana kroz pilot-projekt, mogu imati veliki utjecaj ne samo na nacionalnu i prekograničnu suradnju, već na područje cijelog EU-a jer će članice moći primjenjivati ista ili slična rješenja.

3. Smjernice za izradu i okvirni sadržaj istraživačke studije

3.1. Sastavni dijelovi studije

Predviđeno je da se studija optimizacije napajanja električne vuče iz prijenosne mreže sustava u svrhu povećanja energetske učinkovitosti sastoji od:

- I. analize potrošnje električne energije stabilnih postrojenja za napajanje električne vuče
- II. analize utjecaja povrata električne energije
- III. analize stanja i utjecaja postrojenja za kompenzaciju jalove energije
- IV. prijedloga regulatornog okvira za registraciju povrata električne energije
- V. analize postojećeg modela naplate isporučene električne energije za vuču vlakova i prijedloga novog modela
- VI. definiranja tehničkog rješenja za primjenu regenerativnog kočenja na prugama HŽ Infrastrukture
- VII. pripreme tehničke dokumentacije za izgradnju

postrojenja automatske kompenzacije jalove energije

- VIII. pripreme tehničke dokumentacije za izradu informacijskog sustava za inteligentno vođenje vlakova
- IX. poslovnog plana
- X. završnog izvješća studije.

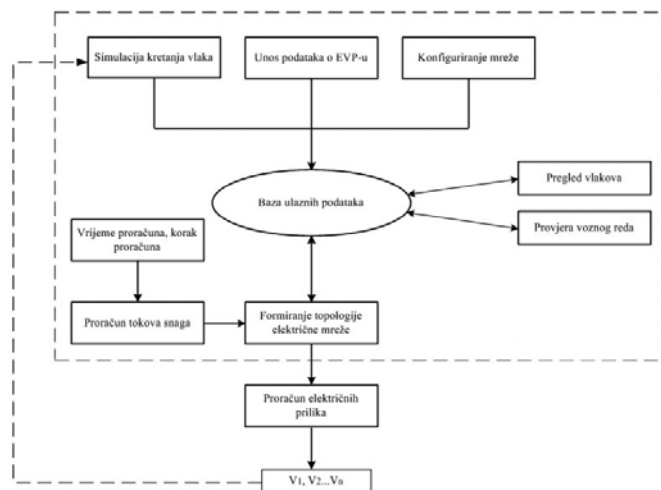
3.2. Smjernice za izradu prvog dijela studije

U sklopu prvog dijela studije analizirat će se potrošnja električne radne i jalove energije dobivena mjerenjem na obračunskim mjestima u svim elektrovučnim podstanicama (EVP). Mjerni rezultati usporedit će se sa simulacijama kretanja vlakova u softverskome programu. Na temelju rezultata simulacija i prognoze opsega prometa odredit će se očekivana potrošnja električne energije za 2020., 2025. i 2030. godinu. Na primjeru određenog EVP-a pokazat će se način proračuna potrošnje električne energije. Na slici 2. prikazan je dijagram toka za elektrovučni proračun.

3.3. Smjernice za izradu drugog dijela studije

U sklopu drugog dijela studije potrebno je navesti tehničke uvjete koje pojedini dio stabilnih postrojenja za napajanje električne vuče (elektrovučna podstanica, kontaktna mreža, uređaji daljinskog upravljanja i druga elektroenergetska postrojenja) treba zadovoljiti da bi bili zadovoljeni tehnički uvjeti primjene regenerativnog kočenja na prugama HŽ Infrastrukture. Potrebno je navesti popis opreme i radova te procjenu troškova zahvata potrebnih na pojedinim postrojenjima.

Potrebno je također analizirati registriranu povratnu energiju po EVP-ovima i prugama u razdoblju od 2006. do 2017. Na temelju voznog reda 2015./2016.



Slika 2. Dijagram toka za elektrovučni proračun

te planova korištenja elektrovučnih vozila postojećih željezničkih prijevoznika za 2020., 2025. i 2030. te uz pomoć simulacija potrebno je izraditi najmanje tri scenarija povrata električne energije u prijenosnu mrežu (ovisno o udjelu vučnih vozila s mogućnošću povrata energije u ukupnome voznom parku).

3.4. Smjernice za izradu trećega dijela studije

U sklopu trećeg dijela studije potrebno je analizirati povijesnu potrošnju jalove energije. Na temelju analize povijesne potrošnje i procjene potrošnje u budućnosti odredit će se dinamika preuzete/predane jalove energije u prijenosnu mrežu po pojedinim EVP-ovima kao i one EVP-ove u koje je potrebno ugraditi sustav kompenzacije jalove energije ili one u kojima je taj sustav potrebno dograditi.

Prvo treba navesti i analizirati pregled kretanja priključne i obračunske snage za pojedini EVP te provesti analizu troškova obračunske snage. Potom je na temelju mjernih rezultata potrebno detaljno prikazati pregled kretanja i analizu troškova prekomjerno preuzete jalove energije po EVP-ovima i prugama/koridorima u razdoblju od 2006. do 2017. Također je potrebno analizirati učinkovitost planiranih kombiniranih postrojenja za kompenzaciju jalove energije i usporediti ih s fiksnim postrojenjima. Konačno, potrebno je odrediti i analizirati utjecaj uređaja za kompenzaciju jalove energije na prijenosnu mrežu te prikazati rezultate analize s obzirom na tokove snaga, naponske prilike u mreži, nesimetriju i vršno opterećenje EVP-ova. Također, potrebno je kvantificirati učinak predloženih aktivnosti na pokazatelje projekta SINCRO.GRID.

3.5. Smjernice za izradu četvrtog dijela studije

U sklopu četvrtog dijela studije analizirat će se propisi koji uređuju napajanje električne vuče na prugama u RH. Dat će se pregled najboljih europskih praksi u pogledu regulativa koje obrađuju prihvat električne energije od regenerativnog kočenja.

Potrebno je navesti proceduru i dinamiku potrebnih aktivnosti i nositelje tih aktivnosti (HERA, HOPS...) kako bi se HŽ Infrastruktura kao upravitelj željezničke infrastrukture u Republici Hrvatskoj registrirala kao proizvođač električne energije te njihovu ulogu u proceduri dobivanja dozvole. S obzirom na zahvate potrebne na postrojenjima SPEV-a i elektrovučnim vozilima, potrebno je sagledati dinamiku davanja dozvole za primjenu regenerativnog kočenja po pojedinim prugama HŽ Infrastrukture [1].

U konačnici studija treba dati prijedloge prilagodbe propisa kako bi se dobila dozvola HOPS-a za povrat energije regenerativnog kočenja u prijenosnu mrežu

te za prepoznavanje željezničkih vozila kao izvora električne energije.

S tehničkog aspekta korištenje regenerativnog kočenja na prugama HŽ Infrastrukture jest moguće pa bi sljedeći korak trebao biti dobivanje uporabne dozvole za registraciju povrata energije u prijenosnu mrežu HOPS-a. Trenutačno najveću barijeru u registriranju povrata električne energije u prijenosnu mrežu prilikom regenerativnog kočenja na prugama HŽ Infrastrukture predstavlja pravno stanje. Naime, željeznica je trenutačno u Republici Hrvatskoj isključivo definirana kao potrošač.

3.6. Smjernice za izradu petog dijela studije

Postojeći model naplate isporučene električne energije ne uzima u obzir stvarno potrošenu radnu električnu energiju ni stvarnu vrijednost prekomjerno preuzete jalove energije, već se njezin ukupan trošak raspoređuje operatorima. Projektom je potrebno izraditi novi model koji uključuje obračun radne i preuzete/predane jalove energije te povrat električne energije u kontaktnu mrežu regenerativnim kočenjem vlakova. U sklopu studije bit će dan pregled najboljih praksi iz europskih država gdje su implementirani slični modeli naplate te predloženo rješenje koje bi bilo primjenjivo u Hrvatskoj.

Uzimajući u obzir rezultate prognoze buduće potrošnje, potrebno je testirati predloženi model naplate prekomjerno preuzete/predane jalove energije u prijenosnu mrežu, usporediti ga sa simulacijama rezultata postojećeg modela te izraditi analizu troškova i koristi uvođenja predloženog modela.

Potrebno je doraditi model kroz novu kategorizaciju vlakova te u njega uključiti komponentu vrste vučnog vozila i brzinu vlakova. Nakon toga potrebno je izraditi novi model čiji bi temelj bio očitavanje potrošnje na vučnim vozilima, odnosno naplata prema stvarnoj, očitanoj potrošnji na elektrovučnim vozilima.

Na kraju je potrebno usporediti rezultate novog modela s postojećim, dorađenim modelom. Kako bi se naručitelja upoznao s izrađenim modelom, izvršitelj treba provesti edukaciju zaposlenika naručitelja za korištenje izrađenoga programskog rješenja. Također, izvršitelj treba izraditi uputu za korištenje.

Kroz aktivnosti pilot-projekta potrebno je definirati trošak uvođenja novog modela i usporediti ga s troškovima postojećeg modela (dorađenog).

3.7. Smjernice za izradu šestog dijela studije

U sklopu šestog dijela studije potrebno je obraditi tehničke značajke i funkcionalne zahtjeve rješenja

koje omogućuje povrat električne energije u prijenosnu mrežu te procijeniti troškove:

- dvosmjernih brojila u EVP-ovima
- dvosmjernih brojila u željezničkim vozilima
- sustava za prikupljanje i obradu mjernih podataka.

Osim osnovnih funkcionalnosti mjernog sustava potrebno je definirati pristup i korištenje prikupljenih podataka.

Studija treba također dati pregled tehničkog rješenja te definirati opseg radova, korištenu mjernu opremu i troškove za:

- preinake u EVP-ovima u cilju omogućavanja povratnih tokova električne energije prema prijenosnoj mreži, uključujući prilagodbu mjerne opreme na sučelju EVP-a prijenosnoj mreži
- preinake u prijenosnoj mreži radi omogućavanja prihvata energije regenerativnog kočenja.

Potrebno je definirati tehničke uvjete koje pojedini dio stabilnih postrojenja za napajanje električne vuče (elektrovučna podstanica, kontaktna mreža, uređaji daljinskog upravljanja i druga elektroenergetska postrojenja) treba zadovoljiti da bi bili zadovoljeni tehnički uvjeti primjene regenerativnog kočenja na prugama HŽ Infrastrukture.

Nakon toga potrebno je navesti popis opreme i radova te procjenu troškova zahvata potrebnih na pojedinim postrojenjima. Također je potrebno definirati procjenu dinamike po kojoj se mogu izvesti izmjene u postrojenjima da bi se omogućilo registriranje povrata električne energije u prijenosnu mrežu.

3.8. Smjernice za izradu sedmog dijela studije

U sklopu sedmog dijela studije potrebno je izraditi tehničko rješenje za izgradnju novih fiksnih/kombiniranih postrojenja za kompenzaciju jalove energije u EVP-ovima ili za preinake postojećih te odrediti broj EVP-ova u koji će se ugrađivati automatska kompenzacija jalove energije kao rezultat analize provedene u trećem dijelu studije.

Novi tehnički parametri postrojenja trebali bi dovesti do potpunog prilagođavanja rada postrojenja promjeni opterećenja kontaktne mreže na prugama HŽ Infrastrukture. Potrebno je navesti popis opreme i radova te procjenu troškova zahvata potrebnih na predloženo postrojenju.

3.9. Smjernice za izradu osmog dijela studije

U sklopu osmog dijela studije potrebno je obraditi cjeline vezane uz inteligentne sustave vođenja vlakova.

Potrebno je dati pregled praksi u europskim zemljama koje su uspješno provele pilot-projekte sustava vođenja vlakova te nastavile s implementacijom sustava u širem opsegu. Također, studija treba uzeti u obzir analize i projektne prijedloge koje je HŽI do sada razvio.

Za izradu tehničkog informacijskog sustava potrebno je prikupiti podatke o voznim redovima i o potrošnji električne energije kako bi sustav ponudio optimalno i učinkovito rješenje optimizacijskog problema.

Optimizacija provedbe voznog reda u svrhu učinkovite potrošnje električne energije treba se temeljiti na analizi trenutačne potrošnje električne energije za napajanje vuče vlakova provedene u sklopu prvog dijela studije.

Paralelno s izradom istraživačke studije predviđena je provedba pilot-projekta izrade aplikacijskog rješenja koja bi trebala omogućiti:

- sakupljanje podataka o voznim redovima i potrošnji električne energije za pogon vlakova
- izradu algoritama za upravljanje vožnjom vlakova u skladu s prometnim zahtjevima i učinkovitijom potrošnjom energije
- pružanje podrške dispečerima u učinkovitijem vođenju željezničkoga elektroenergetskog sustava.

3.10. Smjernice za izradu devetog dijela studije

Na temelju analiza opisanih u prethodnim poglavljima provodi se pilot-projekt ograničene implementacije predviđenih rješenja unutar željezničkoga elektroenergetskog podsustava.

Nakon provedbe pilot-projekta potrebno je u obliku poslovnog plana prikazati na koji se način on može implementirati u širu primjenu. Poslovni će plan pokazati na koji je način moguće smanjiti troškove HŽ Infrastrukture i operatora putničkoga i teretnoga željezničkog prijevoza širom primjenom regenerativnog kočenja, kombiniranom kompenzacijom jalove energije te optimizacijom voznog reda vlakova na ostalim koridorima osnovne prometne mreže.

3.11. Smjernice za izradu desetog dijela studije

Rezultate pilot-projekta potrebno je verificirati. To se postiže usporedbom podataka proizišlih iz pilot-projekta s rezultatima modela i analiza provedenih u sklopu studije. Na temelju analize računskih i mjernih podataka radi se revizija preporuka i pokazatelja svakog od dokumenata definiranih u prethodnim poglavljima.

4. Smjernice za izradu aktivnosti pilot-projekta i njegov okvirni sadržaj

Ta aktivnost trebala bi doprinijeti energetskej održivosti i učinkovitosti napajanja električne vuče te povećanju udjela regenerativne energije kočenja (koja se može nazvati obnovljivom energijom). U sklopu te aktivnosti provodit će se nekoliko podaktivnosti kako bi se odredio način koji dovodi do optimizacije napajanja električne vuče iz prijenosne mreže i povećanja učinkovitosti energije.

Aktivnosti pilot-projekta provode se radi verifikacije zaključaka studije. Podaci prikupljeni provedbom pilot-projekta koriste se kao ulazni podaci za izradu završnog izvješća studije i poslovnog plana.

4.1. Podaktivnosti u sklopu pilot-projekta

Predviđeno je da se pilot-projekt sastoji od sljedećih podaktivnosti:

- I. nabave i ugradnje dvosmjernih brojila u EVP-ove i dvosmjernih brojila u željeznička vučna vozila
- II. razvoja i implementacije informacijskog sustava za prikupljanje i obradu mjernih podataka s brojila
- III. nabave i ugradnje postrojenja za varijabilnu kompenzaciju jalove energije
- IV. razvoja i implementacije informacijskog sustava za inteligentno vođenje vlakova.

Projekt će se provoditi kroz tri faze: pripremnu fazu, fazu provedbe pilot-projekta i završnu fazu. Projekt započinje pripremnom fazom u kojoj se od izvršitelja očekuje da na temelju zaključaka istraživačke studije

odnosno rješenja danih u tehničkoj dokumentaciji pripremi detaljan plan rada za fazu provedbe pilot-projekta. U toj fazi izvršitelj također mora nabaviti opremu neophodnu za uspješno provođenje pilot-projekta, a koja je usklađena s detaljnim specifikacijama izrađenima u sklopu istraživačke studije. Očekivano trajanje pripreme faze prikazano je na slici 3.

Gantogram prikazuje podaktivnosti pilot-projekta opisane u sljedećem potpoglavlju uz naznaku trajanja pripreme faze pojedine aktivnosti.

U fazi provedbe pilot-projekta izvršitelj ugrađuje opremu iz njegova opsega te izrađuje informacijske sustave s funkcionalnostima određenima u nastavku ovog potpoglavlja i u skladu s detaljnim specifikacijama izrađenima u sklopu istraživačke studije. Trajanje provedbe pojedine podaktivnosti prikazano je u priloženome gantogramu.

Završna faza služi za evaluaciju rezultata pilot-projekta. Na temelju redovitog pogona željezničkoga infrastrukturnog sustava HŽI-a prikupljaju se rezultati rada opreme i sustava implementiranih tijekom provedbe. Prikupljeni podaci koriste se za verifikaciju rezultata i zaključaka istraživačke studije.

Faza evaluacije traje od završetka ugradnje opreme ili izrade informacijskog sustava u pojedinoj aktivnosti pilot-projekta do kraja ugovora, što je detaljnije prikazano u priloženom gantogramu.

5. Zaključak

Nakon što je agencija INEA objavila CEF Synergy poziv, pristupilo se izradi projektne ideje, potom uskla-

Pilot projekt																							
Aktivnost	2018												2019										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
I. Nabava i ugradnja dvosmjernih brojila u EVP-e i jednosmjernih brojila u željeznička vučna vozila																							
II. Razvoj i implementacija informacijskog sustava za prikupljanje i obradu mjernih podataka s brojila																							
III. Nabava i ugradnja postrojenja za varijabilnu kompenzaciju jalove energije																							
IV. Razvoj i implementacija informacijskog sustava za inteligentno vođenje vlakova																							

Pripremna faza

Faza provedbe pilot projekta

Završna faza



Slika 3. Gantogram podaktivnosti u sklopu pilot-projekta

divanju projektne ideje s CEF Synergy pozivom i na kraju prijavi projekta „Optimizacija napajanja električne vuče iz prijenosne mreže u svrhu povećanja energetske učinkovitosti“.

Projektne prijave unutar CEF Synergy poziva trebale su ispunjavati opće i specifične ciljeve zadane radnim programom, a financijska potpora dodijeljena je onim projektnim prijavama koje doprinose implementaciji barem jednog projekta s liste projekata od zajedničkog interesa u sektorima energetike i prometa.

Analize koje će biti provedene u sklopu istraživačke studije dat će uvid u utjecaj tehničkih rješenja implementiranih u kontaktnoj mreži na prilike u prijenosnoj mreži te kvantificirati učinak na ciljeve projekta SINCRO.GRID.

CEF Synergy projekt obuhvatit će utvrđivanje trenutnog stanja željezničkog elektroenergetskog sustava te dati prijedloge primjenjivih tehničkih rješenja u smislu osposobljavanja za povrat električne energije u prijenosnu elektroenergetsku mrežu, kompenzacije jalove energije te uvođenja inteligentnih sustava vođenja vlakova.

Cilj je projekta ponajprije istražiti mogućnost optimizacije napajanja stabilnih postrojenja električne vuče iz prijenosne mreže u svrhu povećanja energetske učinkovitosti.

Literatura:

- [1] Istraživačka studija primjene regenerativnog kočenja na elektrificiranim prugama izmjeničnog sustava vuče 25 kV 50 Hz, FER, Zagreb, 2014.

UDK: 621.33

Adresa autora:

dr. sc. Milivoj Mandić, dipl. ing. el.
HŽ Infrastruktura d.o.o.,
Mihanovićeve 12, 10000 Zagreb
milivoj.mandic@hzinfra.hr

SAŽETAK

Nakon što je objavljen prvi javni CEF Synergy poziv na dostavljanje projektnih prijava (28. rujna 2016. godine), što ga je poslala Izvršna agencija za inovacije i mreže (INEA), projektni tim HŽ Infrastrukture krenuo je u izradu projektne ideje. Nakon toga uz konzultacije s tvrtkom

Ernst & Young Savjetovanje d.o.o. krenulo se u izradu dokumentacije za apliciranje na spomenuti poziv. Sva je potrebna dokumentacija (obrasci A, B, C i D) elektronički predana 12. prosinca 2016. godine. Evaluacija pristiglih prijava završena je krajem ožujka 2017. godine. Od 14 pristiglih prijava prihvaćeno je njih sedam, a među njima je i projekt HŽ Infrastrukture. Nakon što je projekt prijavljen, prešlo se na izradu projektnog zadatka i dokumentacije o nabavi. Prijavljeni CEF Synergy projekt obuhvatit će utvrđivanje trenutnog stanja željezničkog elektroenergetskog sustava te dati prijedloge primjenjivih tehničkih rješenja u smislu osposobljavanja za povrat električne energije u prijenosnu elektroenergetsku mrežu, kompenzacije jalove energije te uvođenja inteligentnih sustava vođenja vlakova. Prilikom definiranja mogućih rješenja u obzir će se uzeti utjecaj na prijenosni elektroenergetski sustav te utvrditi tehnička povezanost s projektom SINCRO.GRID, koji predstavlja skup tehnoloških rješenja i koncepata primijenjenih u elektroenergetskome prijenosnom sustavu u cilju povećanja kapaciteta prijenosa električne energije te je u funkciji povećanja kapaciteta i fleksibilnosti prijenosne mreže.

Ključne riječi: istraživačka studija, pilot-projekt, optimizacija napajanja električne vuče, automatska kompenzacija jalove energije, dvosmjerni brojila potrošnje električne energije u lokomotivama i EVP-ovima

Kategorizacija: pregledni rad

SUMMARY

MAKING OF A RESEARCH STUDY AND IMPLEMENTATION OF A PILOT PROJECT "OPTIMIZATION OF ELECTRIC TRACTION POWER SUPPLY FROM THE TRANSMISSION NETWORK FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY"

After publication of the first public CEF Synergy call for delivery of project applications (on September 28, 2016), which was sent by the Innovation and Networks Executive Agency (INEA), the project team of HŽ Infrastruktura started making the project proposal. After this, in consultation with the company Ernst & Young Savjetovanje d.o.o., they started drawing up application documentation for the mentioned call. All necessary documentation (A, B, C and D forms) was delivered electronically on December 12, 2016. An evaluation of incoming applications was completed at the end of March 2017. Seven out of fourteen sent applications were accepted, and among them HŽ Infrastruktura project as well. After the project application, terms of reference and procurement documents were prepared. The applied CEF Synergy project will encompass determining the current status of the railway power system and provide suggestions for applicable technical solutions in terms of enabling the return of electricity into the transmission power network, reactive power compensation and introduction of intelligent train control systems. In the course of defining possible solutions, the influence on the transmission power system will be taken into consideration and a technical connection with SINCRO.GRID project will be determined, which represents a group of technological solutions and concepts applied in the power transmission system, with the aim of increasing the capacity of power transmission, and with the function of increasing the capacity and flexibility of the transmission network.

Key words: research study, pilot project, optimization of electric traction power supply, automatic compensation of reactive power, bi-directional power consumption meter on locomotives and substations

Categorization: review article