

Katarina Dundović  
HEP ODS d.o.o.  
[katarina.dundovic@hep.hr](mailto:katarina.dundovic@hep.hr)

Radislav Gulam  
HEP ODS d.o.o.  
[radislav.gulam@hep.hr](mailto:radislav.gulam@hep.hr)

Renato Ćučić  
HEP ODS d.o.o.  
[renato.cucic@hep.hr](mailto:renato.cucic@hep.hr)

Petar Rašić  
HEP ODS d.o.o.  
[petar.rasic@hep.hr](mailto:petar.rasic@hep.hr)

Dario Lovreković  
HEP ODS d.o.o.  
[dario.lovrekovic@hep.hr](mailto:dario.lovrekovic@hep.hr)

Ivan Dundović  
HEP ODS d.o.o.  
[ivan.dundovic@hep.hr](mailto:ivan.dundovic@hep.hr)

## PILOT PROJEKT UVOĐENJA NAPREDNIH MREŽA U HEP ODS-u

### SAŽETAK

HEP Operator distribucijskog sustava je nositelj, prijavitelj i korisnik EU sredstava za provedbu Pilot projekta naprednih mreža koji se planira provesti u razdoblju od pet godina.

Cilj Pilot projekta naprednih mreža je povećanje učinkovitosti distribucije električne energije smanjenjem gubitaka električne energije, povećanjem pouzdanosti napajanja električnom energijom, povećanjem broja korisnika s pristupom naprednoj mreži te osiguranjem preduvjeta za povećanje udjela distribuiranih izvora. Projekt se planira provesti kroz pet distribucijskih područja, a to su: Elektra Zagreb, Elektroslavonija Osijek, Elektrodalmacija Split, Elektra Zadar te Elektrojug Dubrovnik.

U radu će se opisati glavni elementi projekta te tri funkcionalne mjere i njihove primjene. Planirane mjere su napredna mjerna infrastruktura, automatizacija srednjonaponske mreže te razvoj i optimizacija konvencionalne mreže. Pilot projektom će se analizirati i identificirati dodatne koristi i uštede, ali i kritične varijable, na temelju kojih će se donositi odluke o daljnjem razvoju distribucijske mreže u Hrvatskoj.

**Ključne riječi:** pilot projekt, napredne mreže, automatizacija srednjonaponske mreže

## PILOT PROJECT FOR IMPLEMENTING SMART GRIDS IN CROATIAN DISTRIBUTION SYSTEM

Croatian Distribution System Operator (HEP ODS) is the holder, applicant and beneficiary of EU funds for the implementation of the Advanced Network Pilot Project, which is planned to be implemented over a period of five years. The objective of the Pilot Project for Advanced Networks is to increase the efficiency of electricity distribution by reducing electricity losses, increasing the reliability of electricity supply, increasing the number of users with access to the advanced network, and providing preconditions for increasing the share of distributed sources. The project is planned to be implemented through five distribution areas, namely: Elektra Zagreb, Elektroslavonija Osijek, Elektrodalmacija Split, Elektra Zadar and Elektrojug Dubrovnik.

The main elements of the project and the three functional measures and their applications will be described in the paper. The planned measures are advanced metering infrastructure, mid-voltage network automation, and the development and optimization of a conventional network. The pilot project will analyse and identify additional benefits and savings, as well as critical variables, on the basis of which decisions will be made on the further development of the distribution network in Croatia.

**Key words:** pilot project, smart grid, automatization of medium voltage grid

## 1. UVOD

Sadašnje stanje distribucijske mreže u Hrvatskoj može se opisati kao tehnički zadovoljavajuće i primjereno modernizirano, s gubicima od otprilike 8% ukupne potrošnje električne energije na razini mreže distribucije, no, s obzirom na potrebe i zahtjeve krajnjih korisnika, postoji potreba za uvođenjem novih tehnologija.

U skladu s tim HEP – Operator distribucijskog sustava d.o.o. provodi „Pilot projekt uvođenja naprednih mreža“, koji obuhvaća ulaganja u tri funkcionalna područja napredne elektrodistribucijske mreže: naprednu mjernu infrastrukturu, razvoj i optimizacija konvencionalne mreže te automatizacija srednjonaponske mreže. Projektom je obuhvaćena srednjonaponska mreža i korisnici elektrodistribucijske mreže u pet distribucijskih područja: Elektra Zagreb, Elektroslavonija Osijek, Elektrodalmacija Split, Elektra Zadar i Elektrojug Dubrovnik.

Implementacijom Pilot-projekta uvođenja naprednih mreža pokušat će se reducirati gubici električne energije, povećati uključenost kupaca u upravljanje potrošnjom energije, smanjiti trajanje prekida te omogućiti povećanje udjela distribuiranih izvora. Stoga su ključni ciljevi Projekta:

- osiguranje učinkovitosti distribucije električne energije,
- osiguranje sigurnosti, pouzdanosti i kvalitete opskrbe,
- povećanje broja korisnika s pristupom naprednoj mreži,
- povećanje udjela distribuiranih izvora.

Ključne aktivnosti koje će se provesti u sklopu projekta su ulaganja u: naprednu mjernu infrastrukturu, automatizaciju srednjonaponske mreže te razvoj i optimiranje konvencionalne mreže. Uz navedene aktivnosti planiraju se provesti i aktivnosti promidžbe i vidljivosti te aktivnosti upravljanja projektom i administracije.

## 2. POSTOJEĆE STANJE I CILJEVI

Distribucijska mreža je elektroenergetska mreža niskog i srednjeg napona koja uključuje naponske razine 35, 30, 20, 10 i 0,4 kV. Veći dio postojeće srednjonaponske mreže temelji se na:

- tri stupnja transformacije - 110/35(30) kV, 110/20 kV i 35(30)/10 kV,
- tri naponske razine srednjeg napona - 35(30) kV, 20 kV i 10kV.

U skladu s Desetogodišnjim planom razvoja distribucijske mreže dugoročni cilj je primjena nazivnog napona 20 kV i jedna izravna transformacija (110/20 kV). Prema Desetogodišnjem planu razvoja distribucijske mreže, temeljne smjernice razvoja, u pogledu TS SN/NN, su:

- TS SN/NN i linijske rastavljače u SN mreži graditi sa stupnjem izolacije 24 kV i ne više od tri vodna polja, a u postojeće TS SN/NN prilikom rekonstrukcije ugrađivati opremu 24 kV,
- svi novi transformatori u TS SN/NN moraju biti preklopivi – 10(20) kV, osim ako SN mreža nije već u pogonu na 20 kV,
- uvođenje daljinskog vođenja u značajnije TS SN/NN i rasklopišta,
- zamjena transformatora SN/NN starijih od 40 godina novim transformatorima sa značajno manjim gubicima.

Gubici električne energije u distribucijskoj mreži predstavljaju razliku između električne energije preuzete iz prijenosne mreže, drugih distribucijskih mreža i elektrana priključenih na distribucijsku mrežu i električne energije koja je predana kupcima. Uobičajeno se izražavaju u postotnom iznosu od ostvarene nabave električne energije u distribucijskoj mreži. Gubici električne energije važan su pokazatelj ekonomičnosti poslovanja i kvalitete obavljanja djelatnosti distribucije električne energije. Smanjenjem gubitaka električne energije u distribucijskoj mreži smanjuju se i troškovi poslovanja, što pak doprinosi povećanju učinkovitosti poslovanja HEP ODS-a.

Tehnički gubici su posljedica pogonskog stanja distribucijske mreže i tehničkih značajki elemenata mreže, a mogu se podijeliti na:

- gubitke ovisne o naponu, odnosno stalne gubitke, koji su posljedica održavanja EES-a u stanju pogonske pripravnosti za opskrbu kupaca električnom energijom. Gubitke ovisne o

naponu sačinjavaju gubici u jezgrama transformatora te dielektrični gubici kabela i kondenzatorskih baterija.

- gubitke ovisne o struji, odnosno varijabilne gubitke, koji su posljedica protjecanja struje kroz komponente EES-a. Iznos varijabilnih gubitaka ovisan je o količini prenesene energije, odnosno proporcionalan je kvadratu jakosti struje. Za određivanje gubitaka ovisnih o struji potrebno je znati dijagram opterećenja komponenti mreže. Otprilike dvije trećine tehničkih gubitaka ovisi o opterećenju, dok tehnički gubici predstavljaju otprilike 65 do 75% ukupnih gubitaka.

Uzroci povećanja tehničkih gubitaka sukladno Desetogodišnjem planu razvoja distribucijske mreže:

- velik udjel mreže sa presjecima vodiča manjim od optimalnih,
- velik udjel mreže s dugačkim vodovima i nepovoljnim konfiguracijama terena,
- značajan broj transformatora starijih od 30 godina s povećanim gubicima,
- značajan broj podopterećenih transformatora,
- velike razlike vršnih opterećenja u dijelovima mreže u turističkim zonama.

U dosadašnjem iskustvu glavni učinak na smanjenje gubitaka električne energije imali su sljedeći faktori:

- povećanje presjeka vodiča,
- zamjenu energetskih transformatora onima s manjim gubicima,
- stvaranje uvjeta i prelazak srednjonaponske mreže na 20 kV naponsku razinu,
- rekonstrukciju OMM-a i zamjenu brojila,
- aktivnosti utvrđivanja neovlaštene potrošnje.

Najčešće korišteni pokazatelji pouzdanosti napajanja električnom energijom su:

- prosječan broj prekida po kupcu godišnje (SAIFI - *System Average Interruption Frequency Index*),
- prosječno trajanje prekida (iskazano u minutama) po kupcu godišnje (SAIDI - *System Average Interruption Duration Index*),
- prosječno godišnje trajanje jednog prekida po kupcu koji je osjetio prekid napajanja (CAIDI - *Customer Average Interruption Duration Index*).

Ciljevi projekta mogu se podijeliti u dvije glavne skupine – kvantitativne i kvalitativne. Kvantitativni ciljevi (povećanje učinkovitosti distribucije električne energije, povećanje pouzdanosti napajanja električnom energijom i povećanje broja korisnika s pristupom naprednoj mreži ) su mjerljivi, odnosno njihov doprinos se može mjerljivo utvrditi definiranjem ciljnih pokazatelja, kao i ciljnih vrijednosti koje se moraju postići provedbom projekta. Kvalitativni ciljevi (osiguranje preduvjeta za integraciju distribuiranih izvora) nisu mjerljivi, ali doprinose zadovoljavanju potreba HEP ODS.

## **2.1. Povećanje učinkovitosti distribucije električne energije**

Cilj je definiran uslijed potrebe osiguranja učinkovitosti distribucije električne energije i za smanjenje gubitaka distribucijske mreže. Aktivnosti za smanjenje gubitaka mogu se podijeliti u dvije kategorije. Smanjenje tehničkih gubitaka distribucijske mreže planira se ostvariti primjenom tehnologija koje će omogućiti [1]:

- prikupljanje mjernih podataka potrebnih za izračun stvarnih gubitaka u srednjonaponskoj i niskonaponskoj mreži,
- povećanje energetske učinkovitosti komponenti distribucijske mreže.

Smanjenje netehničkih gubitaka planira se ostvariti primjenom tehnologija koje će omogućiti [1]:

- prikupljanje mjernih podataka potrebnih za otkrivanje područja s povećanim netehničkim gubicima u niskonaponskoj mreži,
- smanjenje iznosa neobračunate energije dobivanjem pouzdanih informacija o stvarno potrošenoj energiji,
- smanjenje neovlašteno preuzete energije pravovremenim otkrivanjem neovlaštene potrošnje.

Ciljni pokazatelj definiran je s obzirom na gubitke u distribucijskoj mreži u područjima u kojima je primijenjen koncept „naprednih mreža“. Projektom se u 2023. godini planira postići:

Smanjenje ukupnih gubitaka u distribucijskoj mreži u područjima u kojima je primijenjen koncept „naprednih mreža“ za 12,6% u odnosu na 2014. godinu, što iznosi 84,5941305 GWh. [1]

## 2.2. Povećanje pouzdanosti napajanja električnom energijom

Cilj je definiran s obzirom na izazov povećanja pouzdanosti, sigurnosti i kvalitete opskrbe te posljedično poboljšanjem pokazatelja pouzdanosti napajanja SAIDI i SAIFI. Povećanje pouzdanosti napajanja električnom energijom planira se ostvariti primjenom tehnologija koje će omogućiti:

- prikupljanje podataka o broju kupaca obuhvaćenih prekidom te stvarnim trajanjem prekida, na temelju kojih se mogu preciznije izračunati pokazatelji pouzdanosti napajanja,
- prikupljanje informacija u stvarnom vremenu po dubini SN mreže, na osnovu kojih se može brže detektirati kvar,
- skraćivanje vremena potrebnog za isključivanje dijela voda/mreže u kvaru, odnosno izolaciju mjesta kvara,
- rekonfiguraciju dijelova mreže, čime je moguće smanjiti broj kupaca pogođenih prekidom.

Ciljni pokazatelji su definirani s obzirom na pokazatelje pouzdanosti napajanja SAIDI i SAIFI u područjima u kojima je primijenjen koncept „naprednih mreža“ te uzevši u obzir uzroke prekida napajanja. Projektom se u 2023. godini planira postići:

- smanjenje prosječnog trajanja prisilnih prekida po kupcu, uslijed zastoja u SN mreži, isključujući prekide uzrokovane višom silom, u područjima u kojima je primijenjen koncept „naprednih mreža“ za 16,3% u odnosu na 2014. godinu. [1]

## 2.3. Povećanje broja korisnika s pristupom naprednoj mreži

Cilj je definiran s obzirom na zahtjev za povećanjem uloga krajnjeg kupca u upravljanju potrošnjom i potreba za aktivnim sudjelovanjem na tržištu električnom energijom, što je prepoznato kao izazov u okviru ovog projekta. Osiguranju preduvjeta za povećanjem broja korisnika pridonijet će:

- opremanje obračunskih mjernih mjesta krajnjih kupaca naprednim brojilima, što će im omogućiti upravljanje vlastitom potrošnjom na temelju ispravnih i dovoljno učestalih podataka o stvarnoj potrošnji električne energije, obrascima potrošnje i troškovima,
- omogućavanje boljeg upravljanja potrošnjom kroz lakše promjene tarifnih modela i odabir kupcu pogodnije i isplativije opcije,
- stvaranje preduvjeta i pristupa odgovoru na potražnju (eng. *Demand response*) kroz podupiranje dinamičkog određivanja tarifa. Na temelju tog pristupa određuju se tarife s različitim iznosima stavki za različite mjere odgovora na potražnju,
- praćenje potrošnje električne energije i podizanje svijesti kupaca o pozitivnim posljedicama promjene obrazaca potrošnje energije.

Ciljni pokazatelj je definiran s obzirom na broj korisnika koji će biti opremljeni naprednim brojilima i uključeni u sustav naprednog mjerenja u područjima u kojima je primijenjen koncept „naprednih mreža“. Projektom se u 2023. godini planira postići:

- povećanje broja krajnjih korisnika povezanih s naprednom mrežom za 24.000 u odnosu na 2014. godinu.

## 2.4. Osiguranje preduvjeta za integraciju distribuiranih izvora

Cilj je definiran s obzirom na izazov povećanja broja distribuiranih, a posebice obnovljivih izvora. Osiguranje preduvjeta za integraciju distribuiranih izvora planira se ostvariti primjenom tehnologija koje će omogućiti:

- isključivanje dijela mreže zahvaćenog kvarom i preklapanje zdravog dijela mreže na novi izvor napajanja
- brzo preusmjeravanje tokova električne energije i neprekinuti rad izvora,
- bolji uvid u stanje mreže, ponajprije u tokove snage,
- uvid u podatke o potencijalu proizvodnje distribuiranih izvora radi točnijeg prognoziranja proizvodnje električne energije,
- prikupljanje stvarnih podataka o potrošnji električne energije kako bi se njeno pokrivanje iz distribuiranih izvora ostvarilo bez pojave povratnih tokova snage,

- prikupljanje podataka o mrežnim kapacitetima i mogućnostima integracije distribuirane proizvodnje,
- otopni rad dijelova mreže u slučajevima kvara.

### 3. GLAVNI ELEMENTI PROJEKTA

Ključni izazovi razvoja distribucijske mreže su priprema mreže za daljnje povećanje broja distribuiranih izvora energije i električnih vozila, praćenje potreba tržišta električne energije, upravljanje potrošnjom te unaprjeđenje informacijsko-komunikacijskih sustava.

U sklopu razvoja naprednih mreža može se očekivati: složenija interakcija (tehnička, informacijsko-komunikacijska i poslovna) između operatora sustava (OPS i ODS) te između ODS-a i korisnika mreže; intenzivnija obnova, modernizacija i automatizacija mreže; povećanje zahtjeva na detaljne mjerne i pogonske podatke; složeniji zahtjevi u području vođenja, pogonske automatike i relejne zaštite; integracija aplikacija i funkcionalnosti.[2]

Tablica I. Potrebne aktivnosti u procesu implementacije naprednih mreža [2]

Napredna distribucijska mreža	Napredna integracija obnovljivih izvora energije (OIE)	Napredne funkcije tržišta električne energije
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Razvoj i optimiranje konvencionalne mreže</b></li> <li>• <b>Automatizacija mreže</b></li> <li>• <b>Napredno vođenje pogona</b></li> <li>• <b>Napredno mjerenje</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Povećanje sposobnosti mreže za još veći prihvat OIE proizvodnje</li> <li>• E-mobilnost</li> <li>• Spremnici energije</li> <li>• Energetska učinkovitost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korisnik mreže kao aktivni sudionik tržišta električne energije</li> <li>• Usluge fleksibilnosti</li> <li>• Agregacija proizvodnje i potrošnje</li> <li>• Napredno vođenje pogona mreže temeljeno na mjernim podacima</li> <li>• Napredni poslovni modeli (tržište na distribucijskoj razini)</li> </ul>

Sukladno potrebama HEP ODS-a, definirana su tri funkcionalna područja napredne mreže te inicijative u sklopu pojedinog funkcionalnog područja, koje će biti implementirane u okviru ovog Projekta:

#### 1. Napredna mjerna infrastruktura

- ugradnja sumarnih brojila u TS 10(20)/0,4 kV,
- zamjena postojećih brojila kod krajnjih kupaca naprednima.

#### 2. Razvoj i optimiranje konvencionalne mreže:

- zamjena postojećih transformatora SN/NN jedinicama s gubicima sukladno uredbi komisije br. 548/2014 o provedbi direktive 2009/125/EZ ili manjima.

#### 3. Automatizacija se provodi ugradnjom daljinski upravljivih rastavnih naprava (dalje: DURN) u dvije izvedbe:

- automatizacija i rekonfiguracija nadzemnih SN vodova pomoću rastavnih sklopki,
- automatizacija SN postrojenja u podzemnoj kabelskoj mreži pomoću sklopnih blokova.

#### 3.1. Napredna mjerna infrastruktura

Primjena napredne mjerne infrastrukture, odnosno naprednih brojila kod krajnjih kupaca i sumarnih brojila u TS SN/NN omogućiti će izračun gubitaka i lociranje područja s povećanim gubicima na niskonaponskoj i sredjonaponskoj razini te tako utjecati na povećanje učinkovitosti distribucije električne energije. Opremanje mjernih mjesta krajnjih kupaca naprednim brojilima omogućuje daljinsku kontrolu mjernog mjesta te daljinsko isključenje i uključanje. Osim povećanja učinkovitosti distribucije električne energije kroz smanjenje tehničkih i netehničkih gubitaka, primjena napredne mjerne infrastrukture omogućit će prikupljanje podataka o broju kupaca obuhvaćenih prekidom te stvarnim trajanjem prekida, na temelju kojih se mogu preciznije izračunati pokazatelji pouzdanosti napajanja, a time i doprinijeti povećanju pouzdanosti napajanja.

Na temelju podataka iz sumarnih brojila moći će se odrediti stanje tog dijela distribucijskog sustava s obzirom na pouzdanost napajanja i kvalitetu isporučene energije te dobiti bolji uvid u prioritete potrebnih ulaganja i potrebne aktivnosti tj. prilagodbu plana razvoja distribucijskog sustava. Ugradnjom naprednih brojila kod krajnjih kupaca osiguravaju se preduvjeti za povećanjem njihove uloge u upravljanju potrošnjom, a samim tim i za smanjenjem potrošnje.

Osim navedenih izravnih doprinosa ciljevima projekta, u Tablica II. su navedene dodatne koristi/dobiti koje će omogućiti uvođenje napredne mjerne infrastrukture, odnosno naprednih brojila kod krajnjih kupaca i sumarnih brojila u TS SN/NN.

**Tablica II. Popis koristi uslijed uvođenja napredne mjerne infrastrukture**

Financijske koristi	Socio-ekonomske koristi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Smanjenje troškova očitavanja,</li> <li>Smanjenje troškova isključenja i uključenja,</li> <li>Smanjenje troškova ovjeravanja brojila,</li> <li>Povećanje naplate daljinskim isključenjem,</li> <li>Poboljšanje podrške tržištu električne energije,</li> <li>Smanjenje troška buduće zamjene postojećih konvencionalnih brojila (nabava i ugradnja),</li> <li>Smanjenje troškova kontaktnog centra za kupce i posljedično smanjenje pritužbi vezanih uz konvencionalna brojila,</li> <li>Smanjenje troškova vezanih uz priključak/demontažu konvencionalnih brojila,</li> <li>Izbjegavanje troška zasebne ugradnje i održavanja OSO (limitatora), MTU, UKS,</li> <li>Kontrola i dokup snage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pomicanje vršnog opterećenja,</li> <li>Povećanje neposredne potrošnje električne energije,</li> <li>Smanjenje proizvedene količine električne energije,</li> <li>Smanjenje tehničkih i netehničkih gubitaka,</li> <li>Povećanje pouzdanosti napajanja,</li> <li>Smanjenje emisije štetnih tvari,</li> <li>Povećanje udjela distribuiranih izvora,</li> <li>Povećanje uloge kupaca u upravljanju potrošnjom.</li> </ul>

Navedeno će rezultirati smanjenjem emisija CO<sub>2</sub> i potencijalnim uštedama za korisnike distribucijskog sustava.

Od ukupno 2.469.814 mjernih mjesta u distribucijskoj mreži:

- otprilike 91% se odnosi na tehnički jednostavnija mjerna mjesta kupaca kategorije kućanstvo,
- 7% se odnosi na kupce kategorije poduzetništvo na niskom naponu sa priključnom snagom manjom od 20 kW kod kojih se u pravilu koristi elektroničko kombi brojilo sa mjerenje, radne i jalove energije i snage,
- 2% se odnosi na mjerna mjesta na srednjem i visokom naponu te na niskom naponu sa priključnom snagom većom od 20 kW. Navedena obračunska mjerna mjesta (dalje: OMM) registriraju 47% ukupne potrošnje električne energije na distribucijskoj razini te se na njima ovisno o naponskoj razini i priključnoj snazi, osim elektroničkih kombi brojila sa mjerenjem radne i jalove energije i snage, na OMM priključne snage veće od 50 kW koriste i strujni mjerni transformatori za izvedbu mjerenja na niskom naponu odnosno strujni i naponski mjerni transformatori za izvedbu mjerenja na srednjem i visokom naponu.
- 1% OMM se odnosi na javnu rasvjetu.

Napredna mjerna infrastruktura je u okviru ovog projekta navedeno kao jedna od funkcionalnih cjelina, a obuhvaća opremanje 6.125 trafostanica sumarnim mjerenjima te oko 24.000 obračunskih mjernih mjesta raspodijeljenih na 150 koncentrataora nad 150 trafopodručja u navedenih 5 distribucijskih područja pri čemu su distribucijska područja odabrana temeljem kriterija iznosa gubitaka, potrošnje i trenda CAIDI (studijom je predviđeno ~1% od ukupnog broja obračunskih mjernih mjesta HEP – Operatora distribucijskog sustava) koja će biti opremljena naprednim PLC i GPRS brojilima u približnom omjeru 88% - PLC : 12% - GPRS.

U Tablica III, Tablica IV i Tablica V prikazana je razrada elemenata pilot projekta u dijelu napredne mjerne infrastrukture, po distribucijskim područjima.

**Tablica III. Raspodjela broja naprednih brojila, koncentrataora i sumarnih mjerenja po DP-ima**

Distribucijsko područje	Ukupan broj OMM.-a za ugradnju naprednih brojila	Udio OMM-a u ukupnom broju OMM-a razmatranih DP-a	Pretpostavka broja naprednih brojila po pojedinom DP-u	Stvaran broj naprednih brojila po pojedinom DP-u

		[kom]	[%]	[kom]	[kom]
4001	Zagreb	533.261	47	11.301	10.000
4008	Osijek	149.694	13	3.172	3.200
4013	Split	280.040	25	5.934	5.900
4014	Zadar	117.579	10	2.492	2.600
4016	Dubrovnik	51.962	5	1.101	2.300
<b>Ukupno</b>		<b>1.132.536</b>	<b>100%</b>	<b>24.000</b>	<b>24.000</b>

**Tablica IV. Raspodjela broja koncentratora po DP-ima**

Stavka	DP 1	DP 8	DP 13	DP 14	DP 16	Ukupno
<b>Broj PLC koncentratora</b>	41	24	47	20	18	150

**Tablica V. Raspodjela broja sumarnih mjerenja po DP-ima**

Stavka	DP 1	DP 8	DP 13	DP 14	DP 16	Ukupno
<b>Broj sumarnih mjerenja</b>	3041	612	1614	584	274	6125

### 3.2. Razvoj i optimiranje konvencionalne mreže

Cilj mjere „Razvoj i optimizacija konvencionalne mreže“ je povećanje učinkovitosti distribucije električne energije, u pogledu smanjenja tehničkih gubitaka, konkretno gubitaka u energetskim transformatorima SN/NN.

Primjena transformatora sa smanjenom razinom tehničkih gubitaka od posebnog je značaja za povećanje učinkovitosti distribucije električne energije, budući da su distribucijski transformatori odgovorni za nastanak oko trećine tehničkih gubitaka u EES-u, a fiksnim i varijabilnim tehničkim gubicima distribucijske mreže HEP ODS-a uvelike doprinosi velik broj TS SN/NN starijih od 30 godina. Zamjena postojećih transformatora s transformatorima sa smanjenom razinom teretnih gubitaka i gubitaka praznog hoda doprinijet će ispunjenju cilja povećanje učinkovitosti distribucije električnom energijom, u pogledu smanjenja tehničkih gubitaka.

Primjena navedenog tehničkog rješenja će, osim doprinosa ispunjenju cilja projekta, rezultirati sljedećim financijskim koristima:

- smanjenje troška buduće zamjene postojećih transformatora, odnosno troškova buduće nabave i ugradnje transformatora,
- smanjenje troška buduće modernizacije transformatorskih stanica pri njihovom uključivanju u naprednu mrežu (kod njenog daljnjeg razvoja),
- smanjenje troškova za pokriće gubitaka.

Mjera „Razvoj i optimizacija konvencionalne mreže“ obuhvaća pet distribucijskih područja kroz zamjenu 449 postojećih energetskih transformatora prijenosnog omjera 10/0,4 kV s energetski učinkovitim transformatorima razreda A0Ck, sukladno Uredbi EU Komisije br. 548/2014 o provedbi Direktive 2009/125/EZ u pogledu malih, srednjih i velikih transformatora.

Prema Studiji izvodljivosti Pilot projekta uvođenja naprednih mreža iz svibnja 2018. planirana je zamjena:

- 57 transformatora snage 250 kVA,
- 212 transformatora snage 400 kVA,
- 80 transformatora snage 500 kVA i
- 100 transformatora snage 630 kVA.

Predviđena je prvenstveno zamjena transformatora proizvedenih prije 1975. godine. Svi transformatori, osim onih snage 500 kVA, mijenjaju se novima jednake snage. S obzirom na to da se transformatori snage 500 kVA više ne ugrađuju u distribucijsku mrežu i da je relativno opterećenje transformatora u DP-ima nisko (prosječno ispod 30%, podatak iz Studije izvodljivosti Pilot projekta), navedeni transformatori će bit zamijenjeni s 60 transformatora snage 400 kVA i 20 snage 630 kVA. Transformatori snage 500 kVA, njih 60 zamijeniti će se u Elektri Zagreb, a 20 u Elektrodalmaciji Split.

**Tablica VI. Raspodjela transformatora po distribucijskim područjima**

	250 kVA	400 kVA	630 kVA	Ukupno
Elektra Zagreb (4001)	14	181	53	248
Elektroslavonija Osijek (4008)	23	54	44	121
Elektrodalmacija Split (4013)	13	26	10	49
Elektra Zadar (4014)	3	4	8	15
Elektrojug Dubrovnik (4016)	4	7	5	16
UKUPNO	57	272	120	449

### 3.3. Automatizacija distribucijske mreže

Primjenom tehničkih rješenja automatizacije i upravljanja po dubini srednjonaponske mreže moguće je povećati pouzdanost napajanja te efikasnost vođenja mreže. Upotreba DURN-ova u nadzemnoj mreži te daljinski upravljivih sklopnih blokova u kabelskoj mreži, odnosno TS 20 (10)/0,4 kV, omogućuje bržu detekciju i lociranje kvara te bržu izolaciju mjesta kvara, što rezultira smanjenjem trajanja prekida napajanja i smanjenjem količine neisporučene električne energije. Korištenjem navedenih rješenja moguće je učinkovitije ograničiti nepovoljan učinak planiranih prekida kroz isključenje samo dijela korisnika mreže. Sukladno Desetogodišnjem planu razvoja distribucijske mreže, procjenjuje se da se primjenom suvremenih tehnologija može postići smanjenje vremena ispada vodova od 25-30% u odnosu na prethodno stanje. Iz navedenog slijedi da primjena tehničkih rješenja automatizacije i upravljanja po dubini srednjonaponske mreže, doprinosi ispunjenju ciljnog pokazatelja povećanje pouzdanosti napajanja, u pogledu smanjenja broja i trajanja neplaniranih prekida. Osim povećanja pouzdanosti napajanja, primjena daljinski upravljivih rastavnih sklopki i sklopnih blokova omogućuje isključivanje dijela mreže zahvaćenog kvarom, brzo preusmjeravanje tokova električne energije i neprekinuti rad izvora te otočni rad dijelova mreže u slučajevima kvara (ukoliko regulatorni okvir omogući otočni rad), što su preduvjeti za širu integraciju distribuiranih izvora. Primjenom navedenih tehničkih rješenja moguće je ostvariti i sljedeće socio-ekonomske koristi:

- smanjenje troškova ponovne uspostave napajanja
- povećanje neposredne potrošnje električne energije
- povećanje udjela distribuiranih izvora.

Sukladno odabranom uravnoteženom scenariju iz Studije, automatizacija se provodi ugradnjom daljinski upravljivih rastavnih naprava (dalje: DURN) u dvije izvedbe:

- automatizacija i rekonfiguracija nadzemnih SN vodova pomoću rastavnih sklopki,
- automatizacija SN postrojenja u podzemnoj kabelskoj mreži pomoću sklopnih blokova.

Cilj je definiran s obzirom na izazov povećanja pouzdanosti, sigurnosti i kvalitete opskrbe te posljedično poboljšanjem pokazatelja pouzdanosti napajanja SAIDI i SAIFI. Povećanje pouzdanosti napajanja električnom energijom planira se ostvariti primjenom tehnologija koje će omogućiti:

- prikupljanje podataka o broju kupaca obuhvaćenih prekidom te stvarnim trajanjem prekida, na temelju kojih se mogu preciznije izračunati pokazatelji pouzdanosti napajanja,
- prikupljanje informacija u stvarnom vremenu po dubini SN mreže, na osnovu kojih se može brže detektirati kvar,
- skraćivanje vremena potrebnog za isključivanje dijela voda/mreže u kvaru, odnosno izolaciju mjesta kvara,
- rekonfiguraciju dijelova mreže, čime je moguće smanjiti broj kupaca pogođenih prekidom.



Kako bi se kvantificirali učinci cilja povećanje pouzdanosti napajanja električnom energijom ciljni pokazatelji su definirani s obzirom na pokazatelje pouzdanosti napajanja SAIDI i SAIFI u područjima u kojima je primijenjen koncept naprednih mreža te uzevši u obzir uzroke prekida napajanja. Projektom se u 2023. godini planira postići:

- smanjenje prosječnog trajanja prisilnih prekida po kupcu, uslijed zastoja u SN mreži, isključujući prekide uzrokovane višom silom, u područjima u kojima je primijenjen koncept „naprednih mreža“ za 16,3% u odnosu na 2014. godinu.

Dijelom projekta *Automatizacija srednjonaponske mreže* obuhvaćeno je pet distribucijskih područja ugradnjom 503 daljinski upravljive SF<sub>6</sub> rastavne sklopke u srednjonaponsku zračnu mrežu te 167 daljinski upravljanih SF<sub>6</sub> sklopnih blokova u srednjonaponsku kabelsku mrežu. Sastavni dio EU projekta je isporuka pripadajuće komunikacijske opreme za navedenih 670 lokacija razvrstanih u tri primjenjive tehnologije, GPRS, digitalni UHF i TETRA.

Raspodjela energetske i procesne opreme po distribucijskim područjima prikazana je u Tablica VII., a komunikacijske opreme u Tablica VIII.

**Tablica VII. Energetska i procesna oprema**

DP	SF <sub>6</sub> sklopke			SN blokovi				Lokacija
	Jednostruki	Dvostruki	Σ	2 VT	3 VT	4 VT	Σ	
Elektra Zagreb (4001)	98	45	<b>143</b>	11	35	2	<b>48</b>	191
Elektroslavonija Osijek (4008)	73	5	<b>78</b>		15	10	<b>25</b>	103
Elektrodalmacija Split (4013)	131	40	<b>171</b>	20	34	3	<b>57</b>	228
Elektra Zadar (4014)	5	65	<b>70</b>	3	16	4	<b>23</b>	93
Elektrojug Dubrovnik (4016)	35	6	<b>41</b>	3	7	4	<b>14</b>	55
<b>UKUPNO</b>	342	161	503	37	107	23	167	670

**Tablica VIII. Komunikacijska oprema**

DP	GPRS	UHF	TETRA	Σ – radio kompleti
Elektra Zagreb (4001)	24	167	-	191
Elektroslavonija Osijek (4008)	10	-	93	103
Elektrodalmacija Split (4013)	28	200	-	228
Elektra Zadar (4014)	17	76	-	93
Elektrojug Dubrovnik (4016)	8	47	-	55
<b>UKUPNO</b>	87	490	93	670

#### 4. ZAKLJUČAK

Neki od najbitnijih ciljeva koji se žele postići implementacijom ovog Projekta su:

- osiguranje učinkovitosti distribucije električne energije,
- osiguranje sigurnosti, pouzdanosti i kvalitete opskrbe,
- povećanje broja korisnika s pristupom naprednoj mreži,
- povećanje udjela distribuiranih izvora.

Sukladno potrebama HEP ODS-a, definirana su tri funkcionalna područja napredne mreže te inicijative u sklopu pojedinog funkcionalnog područja, koje će biti implementirane u okviru ovog Projekta.

- 1) Napredna mjerna infrastruktura
- 2) Razvoj i optimiranje konvencionalne mreže
- 3) Automatizacija srednjonaponske mreže

U Tablica IX. nalaze se kvantitativni ciljani specifični pokazatelji projekta sa ciljanim vrijednostima po glavnim mjerama preko kojih će se pratiti postignuće pilot projekta.

**Tablica IX. Ostvarenje specifičnih pokazatelja koje korisnik određuje za projekt [3]**

Identifikacijski broj, ime i jedinica pokazatelja	Mjerene vrijednosti		Doprinos	Učestalost izvješćivanja (u slučaju funkcionalnost i MIS-a, padajući izbornik)	Rok za postizanje	Obrazloženje i dokazi postignuća
	Polazišna vrijednost	Ciljna vrijednost				
<b>Broj dodatnih korisnika energije spojenih na pametne mreže</b>	0	24.000	24.000	kontinuirano	2023.	O postignuću pokazatelja će se izvještavati kontinuirano tijekom provedbe, odnosno u svakom ZNS-u. Ostvarenje postignuća pokazatelja dokazat će se na temelju dokaza o preuzimanju opreme – Primopredajnog zapisnika.
<b>Gubici u distribucijskoj mreži u kojoj je primijenjen koncept „naprednih mreža“ (od ukupne potrošnje struje na distribucijskoj razini) – Postotak</b>	8.70	7.60	1.1	jednom godišnje	2023.	O postignuću pokazatelja će se izvještavati jednom godišnje. Ostvarenje postignuća pokazatelja dokazat će se na temelju Godišnjih izvješća o praćenju gubitaka u distribucijskoj mreži i godišnjoj analizi gubitaka, kao i planiranju gubitaka radi nabave. Navedeno izvješće za 2023. godinu bit će dostupno u prvoj polovici 2024. godine.
<b>Prosječno trajanje prisilnih prekida po krajnjem kupcu, uslijed zastoja u SN mreži, isključujući prekide uzrokovane višom silom, u područjima u kojima je primijenjen koncept „naprednih mreža“</b>	183,78	165,22	18,56	jednom godišnje	2023.	Ostvarenje postignuća pokazatelja dokazat će se na temelju Godišnjeg izvješća o sigurnosti opskrbe u distribucijskom sustavu. Navedeno izvješće za 2023. godinu bit će dostupno u prvoj polovici 2024. godine.

Ovaj Projekt uključuje snažan element općeg dobra te se stoga može smatrati ključnim iz socijalne i ekonomske perspektive. Posljedično, glavni cilj ovog projekta nije maksimiziranje profita, već drugi strateški ciljevi, kao što su poboljšanje učinkovitosti distribucijskog sustava električne energije u Republici Hrvatskoj, smanjenje onečišćenja okoliša te mnoge drugo pogodnosti za korisnike distribucijske mreže.

## 5. ZAHVALA

Projekt se s udjelom od 85% financira sredstvima fondova EU za financijsko razdoblje 2014. - 2020. (Operativni program konkurentnost i kohezija, specifični cilj 4d1: Pilot projekti uvođenja naprednih mreža) temeljem Ugovora o dodjeli bespovratnih sredstava potpisanog 24. srpnja 2018. godine (referentni broj KK.04.3.1.01.0001.). Razdoblje provedbe Projekta je od 24. svibnja 2018. do 31. prosinca 2022. godine.

## 6. LITERATURA

- [1] Studija izvodljivosti Pilot projekta uvođenja naprednih mreža, EY, svibanj 2018.
- [2] Desetogodišnji (2019.-2028.) plan razvoja distribucijske mreže HEP ODS-a
- [3] Obrazac I. Prijavni obrazac Pilot projekt uvođenja naprednih mreža za program KK.04.3.1.01