

Vjekoslav Milorad dipl.ing.el
HEP ODS d.o.o.
viekoslav.milorad@hep.hr

Igor Regušić, el.teh.
HEP ODS d.o.o.
igor.regusic@hep.hr

PLANIRANJE DISTRIBUCIJSKIH MREŽA ZAMJENOM NEIZOLIRANE NISKONAPONSKE MREŽE NA PODRUČJU DP ELEKTRE VINKOVCI

SAŽETAK

Proces smanjenja gubitaka traje već duži niz godina smanjivanjem što tehničkih (zamjena vodova, transformatora, optimizacija SN, NN mreže), što netehničkih (obračunska mjerna mjesta, neovlaštena potrošnja...) gubitaka. Unutar HEP ODS-a osnovan je krovni tim koji je donio smjernice za smanjenje gubitaka. Razvojem GIS platforme unutar HEP ODS-a dobili smo još jedan alat s kojim možemo bolje pristupiti izradi planova s ciljem smanjenja gubitaka. Elektra Vinkovci je završila s unosom objekata u GIS platformu. Pri unosu podataka u GIS platformu, djelatnici Elektre Vinkovci obišli su cijelu NN mrežu tako da su podaci vrlo pouzdani.

U prvom djelu rada govorili bi o gubicima općenito, razvoju GIS-a unutar HEP ODS-a pogotovo na području Elektre Vinkovci. U drugom djelu rada, na primjeru naselja Ivankovo (DP Elektra Vinkovci), napravili bi plan zamjene neizolirane mreže povećanjem presjeka vodiča. Plan uključuje prirodno i financijsko planiranje koristeći podatke iz GIS platforme.

Ključne riječi: tehnički gubici, netehnički gubici, GIS platforma, smanjenje gubitaka, planiranje

PLANNING OF DISTRIBUTION NETWORKS BY REPLACING NON-INSULATED LV NETWORKS IN DISTRIBUTION AREA ELEKTRA VINKOVCI

SUMMARY

The process of reducing losses has been going on for many years by reducing both technical (replacement of electric lines, transformers, optimization of the MV, LV networks) and non-technical (measuring points, unauthorized consumption...) losses. Within HEP ODS a lead team was established to provide guidelines for reducing losses. With the development of the GIS platform within HEP ODS, we are utilizing another tool that will enhance our approach in planning to reduce network losses. Elektra Vinkovci has finished inputting data into the GIS platform. When entering data into the GIS platform, the employees of Elektra Vinkovci visited the entire LV network so data is very reliable.

In the first part of the paper, we would talk about losses in general, the development of GIS within HEP ODS especially in the area of Elektra Vinkovci. The plan includes natural and financial planning using data from the GIS platform Summary should highlight the most important ideas and results of paper.

Key words: technical and non-technical losses, GIS platform, loss reduction, planning

1. UVOD

Gubitci električne energije u sustavu HEP ODS-a po definiciji su jednaki razlici neto ulaza energije u distribucijsku mrežu i energije predane kupcima. Mogu se podijeliti u dvije skupine: tehničke i netehničke gubitke.

Netehnički gubitci su prouzročeni aktivnostima izvan elektroenergetskog sustava pri čemu nastaje nemjerena, odnosno mjerena ali neočitan i neobračunata potrošena električna energija.

Tehnički gubitci su gubitci koji nastaju isključivo u elementima mreže svih naponskih razina (110kV, 35kV, 20kV, 10 kV, 0,4kV) koji su pod pogonskim naponom i kroz koje se tokovima snaga obavlja prijenos i distribucija električne energije. Važni su i okvirni pokazatelji o raspodjeli gubitaka po naponskim razinama mreže te se, prema međunarodnim istraživanjima, oko 40% tehničkih gubitaka generira u NN mreži, oko 30% u transformatorima SN/NN i oko 30% u SN mreži i transformatorima VN/SN i SN/SN.

Kod utvrđivanja najboljih zahvata za smanjenje gubitaka uzimaju se u obzir brojni podaci o opterećenju i topologiji mreže. U ovom radu smo opisali zamjenu neizolirane NN mreže povećanjem njenog presjeka. Za podatke o smanjenju gubitaka smo uzeli proračune i procjenu financijskih pokazatelja ulaganja u smanjenje tehničkih gubitaka u distribucijskoj mreži objavljene u časopisu Energija [1].:

Tablica I . Procjena financijskih pokazatelja ulaganja u smanjenje tehničkih gubitaka u distribucijskoj mreži

	Koje mjere?	Mogućnosti smanjenja tehničkih gubitaka (relativno prema ulaznoj energiji u distribucijsku mrežu) (%)	Očekivano vrijeme povrata uložениh sredstava temeljem smanjenja gubitaka (godina)
NN mreža	Izmjene topologije mreže prema tokovima snaga, kompenzacija jalove snage u dubini mreže, simetriranje opterećenja	do 0,4	od 1 do 3
	Rekonstrukcija početnih dionica NN izvoda, odnosno izgradnja novih	do 0,5	od 5 do 10

2. DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE ELEKTRA VINKOVCI - STANJE

Prema podacima za godišnje izvješće u 2022 g. stanje gubitaka u DP Elektra Vinkovci je slijedeće:

Tablica I. Gubici u distribucijskoj mreži – DP Elektra Vinkovci

R. br.	Opis	2020	2021	2022	Razlika 2021-2020	Razlika 2021-2022
1	2	3	4	5	6(3-4)	7(4-5)
1.	Gubici u GWh	45	34	37	11	-3
2.	% gubitaka	9,2%	6,8%	7,7%	2,4%	-0,9%

Elektra Vinkovci je 2022. godinu završila s gubitcima od 37.078.788 kWh odnosno 7,68%, što je u odnosu na godinu prije više za 0,9%. U Elektri Vinkovci posljednjih godina je evidentno smanjenje

gubitaka u odnosu na iznose iz 2020. godine i ranijih, kao rezultat kontinuiranog rada na provođenju mjera za smanjenje gubitaka (Tablica I.).

Na smanjenje gubitaka utjecala je djelomično i reorganizacija očitavanja, odnosno prelazak s polugodišnjeg očitavanja svih zona u istom mjesecu na očitavanje po dvije zone mjesečno. Na ovaj način moguće je kvalitetnije izvršiti kontrole nevalidnih očitavanja i obračuna. Isto tako ugrađuju se mjerni transformatori veće klase točnosti i povećava se ugradnja brojila s daljinskim očitanjem što znatno utječe na točnost obračuna.

Također, na smanjenje gubitaka utjecala je rekonstrukcija dijela TS 35/10(20) kV, ugradnja energetski učinkovitijih energetskih transformatora i prelazak dijela elektroenergetskog postrojenja na višu naponsku razinu (20kV).

Prema procjeni u „Studiji gubitaka“ EIPH, Zagreb, prosinac 2016.g., udio tehničkih i netehničkih gubitaka u Elektri Vinkovci je gotovo podjednak (48% tehničkih i 52% netehničkih).

U cilju smanjenja gubitaka prioritet su dali smanjenju netehničkih gubitaka, jer su prema „Studiji gubitaka“ netehnički gubitci gotovo u cijelosti gubitci zbog neovlaštene potrošnje.

Mjere koje se provode u cilju smanjenja tehničkih gubitaka su pretežno dio investicijskih programa i mjera u domeni vođenja pogona. Mjere koje se provode u Elektri Vinkovci su:

- sanacija naponskih prilika,
- zamjena starih transformatora (pretežno kroz programe revitalizacije i prelaska na 20 kV),
- zamjena SN kabela,
- optimiranje paralelnog rada transformatora 35/10(20) kV (Služba za vođenje radi kontinuirano),
- optimiranje tokova snaga u SN mreži (Služba za vođenje radi kontinuirano),
- termovizijska snimanja,
- prelazak sa 10 na 20 kV naponsku razinu SN mreže
- izgradnjom nove niskonaponske mreže po betonskim stupovima ili podzemne niskonaponske mreže itd.

Kod planiranja i ostvarenja investicijskih aktivnosti nužno je, kao jedan od glavnih kriterija, postaviti povećanje energetske učinkovitosti distribucijske mreže što će dovesti do smanjenja tehničkih gubitaka. Primjenom novih tehnologija sustavno će se provoditi mjere povećanja energetske učinkovitosti distribucijske mreže.

Prema odluci o obavezi ostvarenja cilja smanjenja gubitaka električne energije na razini HEP ODS-a, Elektri Vinkovci je postavljen cilj za smanjenje gubitaka od 0,5 % na godišnjoj razini u ukupnom iznosu gubitaka.

3. IMPLEMENTACIJA GIS-A U DP ELEKTRA VINKOVCI

Već duži niz godina postojala je potreba za ujednačavanje podataka na području HEP ODS-a Poslovnim odlukama Uprave donesene su odluke o implementaciji GIS platforme (2012.g.) i uspostavljeni su timovi koji će vršiti implementaciju 2013.g.

Projekt implementacije GIS platforme unutar DP Elektre Vinkovci je počeo 2014. g. sastankom s krovnim timom HEP ODS-a i osnivanjem tima (10 radnika) unutar DP Elektre Vinkovci.

Nakon osnivanja tima krenulo se slijedećim poslovima:

- 2014.g. prikupljanje prostornih i atributnih podataka o mreži te migracija (Multisoft)
- 2015.-2019.g. unos i ažuriranje podataka (atributa) za:
 - Prioritet 0 - jednopolne sheme pojmih TS i osnovnih elemenata SN mreže
 - Prioritet 1 - ažuriranje JP shema distributivnih TS 10(20)/0.4 kV
- 2020.-2021.g. unos i ažuriranje podataka (atributa) za:
 - Prioritet 2 – prikupljanje podataka i snimanje NN mreže
- 2019. uvode se aplikacije Trafogled i PEEO
- 2020. koriste se za pisanje naloga za rad, za redovno održavanje, snimanje mreže.

Projekt implementacije GIS platforme ulazi u završnu fazu snimanjem niskonaponske mreže. Nabavom tableta, timovi su opremljeni za snimanje mreže direktno na terenu.

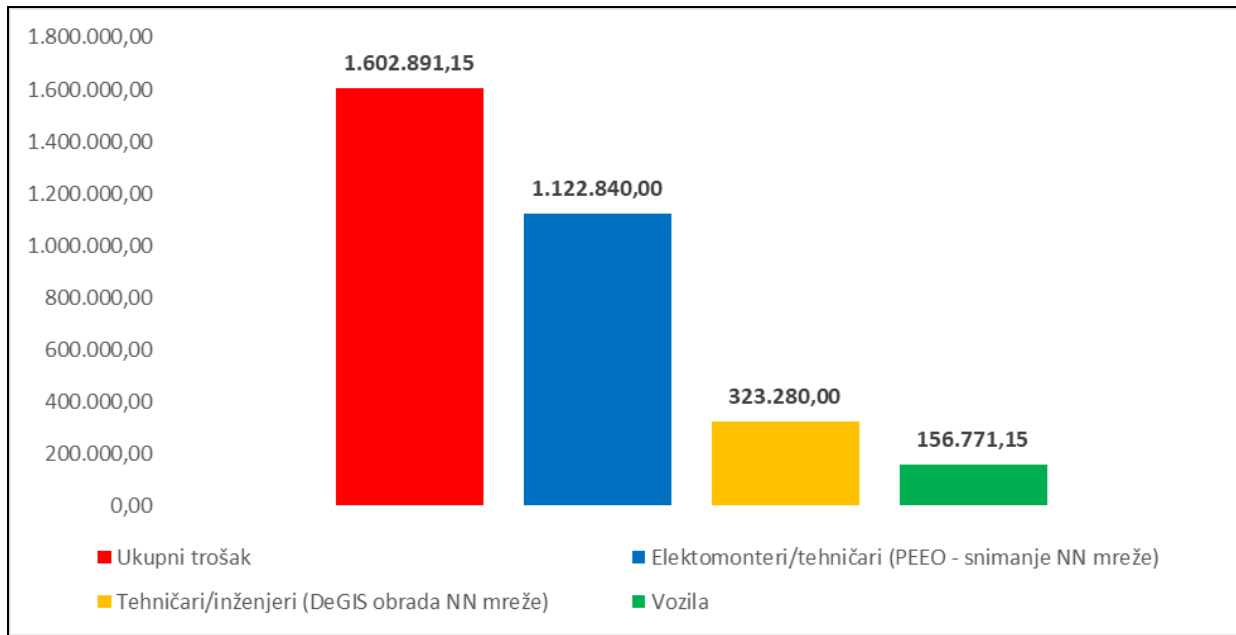
3.1. Analiza troškova snimanja NN mreže

Snimanje NN mreže obavljalo je 46 elektromontera/tehničara (Službe za terenske aktivnosti) od 2. mjeseca 2020.g. do 3. mjeseca 2022. Za potrebe snimanja koristilo se 23 vozila (osobna vozila, brigadna vozila, vozila opremljena platformom za rad na visini).

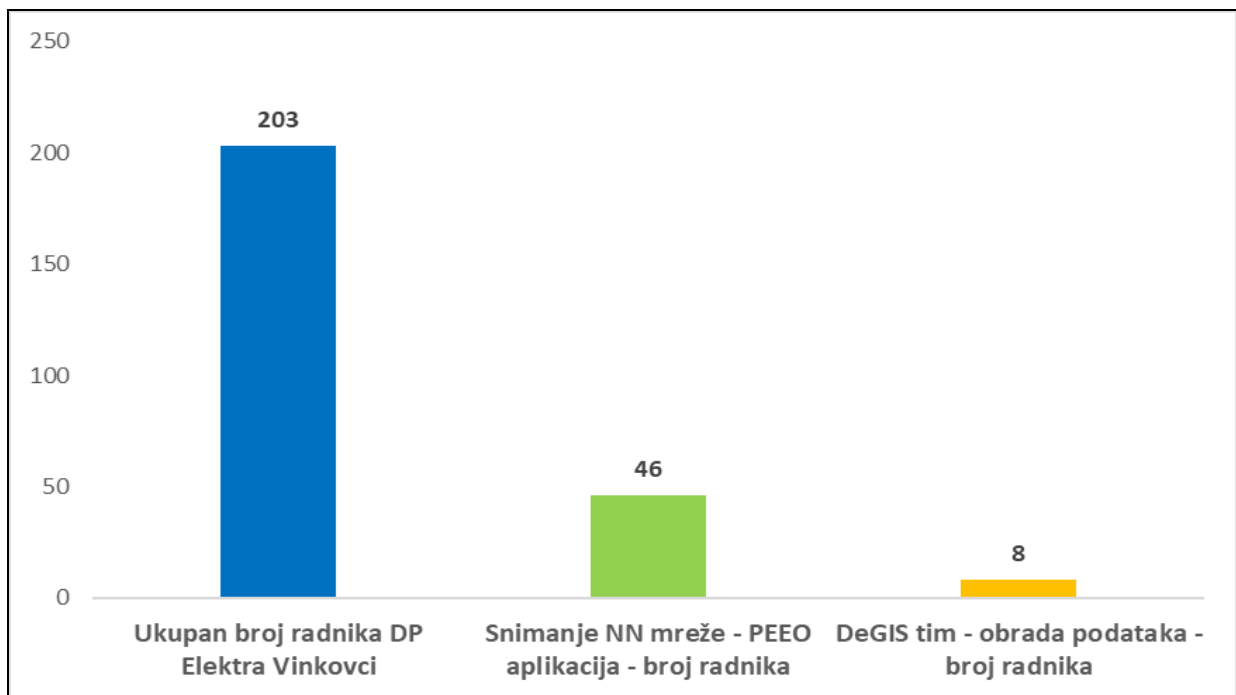
Obradu snimljene NN mreže u DeGIS-u su vršili:

- 5 članova (inženjeri i tehničari) - od 9. do 12.mjeseca 2020. uz povremeni rad na izdvojenoj lokaciji - 7 termina/23 radna dana.
- 8 članova (inženjeri i tehničari) - od 2. mjeseca 2021. do kraja implementacije uz povremeni rad na izdvojenoj lokaciji - 9 termina/36 radnih dana.

Ukupni troškovi na kraju snimanja su cca 1,6 mil. kuna.

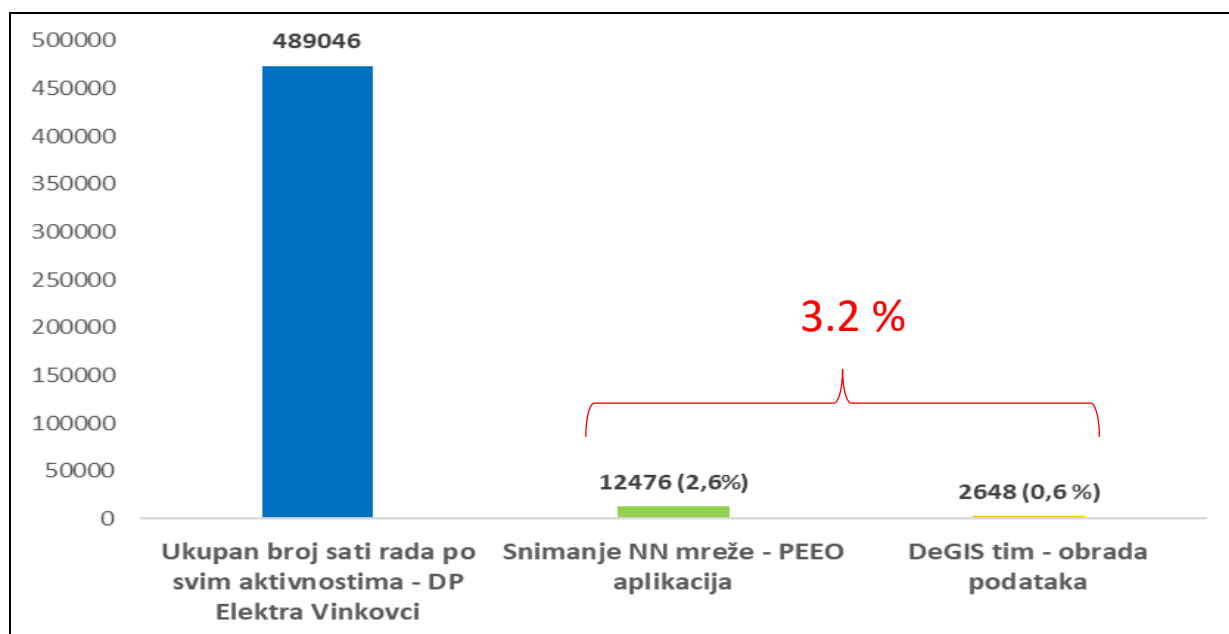


Slika 1. Troškovi snimanja i obrade NN mreže (kn)



Slika 2. Broj radnika - snimanje i obrada NN mreže

Na slikama 2. i 3. prikazan je udio radnika koji je vršio snimanje NN mreže i obradu podataka te broj radnih sati provedenih na implementaciji u odnosu na cijeli DP Elektra Vinkovce.



Slika 3. Ukupan broj sati rada po svim aktivnostima - DP Elektra Vinkovci

Po završetku unosa u GIS platformu, podaci se aktivno koriste unutar Elektre Vinkovci. Djelatnici Elektre Vinkovci unesene podatke koriste za organiziranje redovnog održavanja, izradu planova, izradu studija, proračuna i cijeli niz dodatnih poslova.

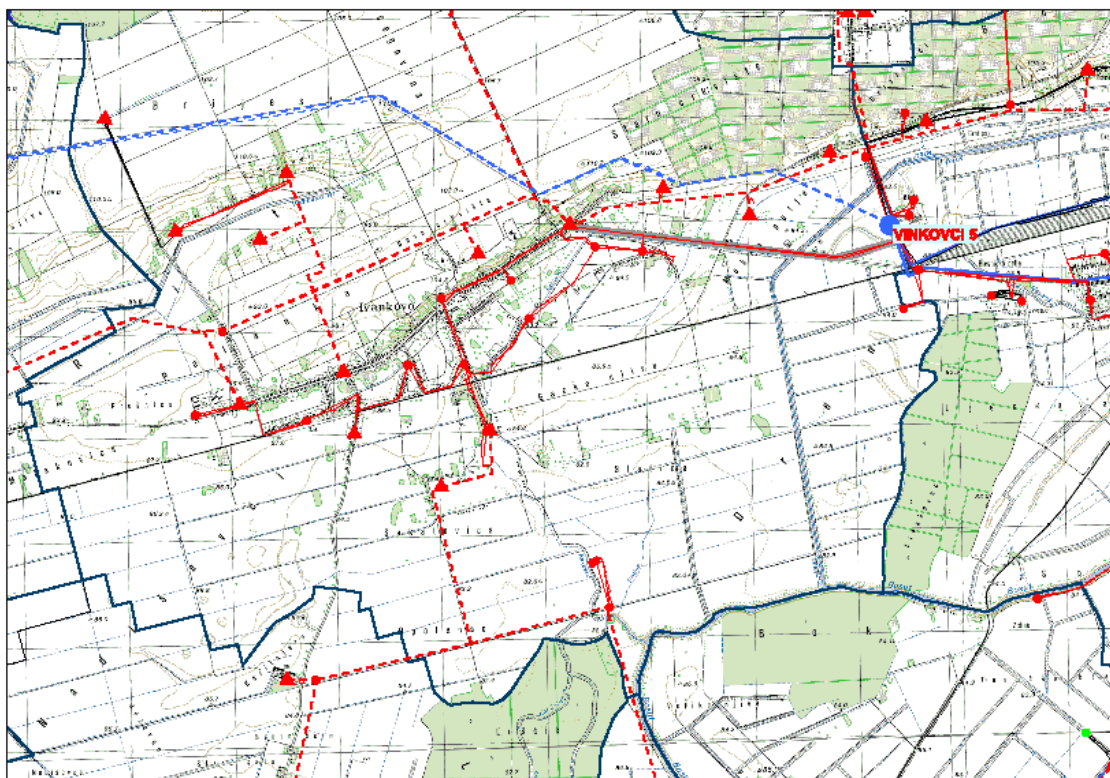
4. PROGRAM ZAMJENE NEIZOLIRANE MREŽE NASELJA IVANKOVO

4.1. Opći podaci

Naselje Ivankovo, sjedište Općine, najveće je naselje u Vukovarsko-srijemskoj županiji. Nalazi se u istočnoj Slavoniji, 11 km zapadno od Vinkovaca. U nastavku su prikazani opći podaci (Tablica III.) i prikaz lokacija TS u naselju Ivankovo (slika 4.).

Tablica III. Opći podaci – naselje Ivankovo

Površina	103,42 km ²
Broj stanovnika :	5.103
Broj korisnika niskonaponske mreže	2.166
Broj trafostanica 10(20)/0,4 kV:	19 kom
Instalirana snaga transformatora	5,32 MVA
Ukupno energija (kWh)	8.520.818 kWh
Zračna niskonaponska mreža izvedena sa SKS:	53 km
Podzemna niskonaponska mreža:	15 km
Zračna niskonaponska mreža izvedena neizoliranim vodičima	21,1 km



Slika 4. Lokacije TS 10(20)/0,4 kV u naselju Ivankovo

4.2. Analiza stanja niskonaponske mreže s neizoliranim vodičima

Nakon završetka snimanja NN mreže i obrade podataka vrlo je jednostavno iz GIS-a doći do stanja mreže. U Tablici IV je prikazano stanje NN mreže po pojedinoj TS 10(20)/0,4 kV i po pojedinom NN izvodu:

Tablica IV. Stanje NN mreže s neizoliranim vodičima

Ivankovo - UKUPNO	21.051
Ivankovo 1	2.400
NNI3, Vinogradska 2-46	324
NNI4, Vinog 15 i 11Bošnj142-202, Crkva, Runj90-100i107-115	661
NNI5, Vinog13 i 9A-1, Stross, Gund2-40, Starč13-23/2-22, Bo	694
NNI6, Vinogradska 17-65	247
NNI7, Bošnjaci157-227, HT Centrala	474
Ivankovo 10	660
-NNI3, J.S.RELJ20-78 N.Š.ZRI 1-13/6-8 K.BRAN 1-3 K.TRP 6	407
-NNI5, J.S.RELJKOVIĆA 80-104 I J.S.RELJKOVIĆA 89	253
Ivankovo 11	1.260
-NNI1, ŽRTAVA FAŠIZMA 55-77	321
-NNI4, ŽRT. FAŠIZMA 53-29, M.FRANIČEVIĆA 38-33	306
-NNI5, ŽRTAVA FAŠIZMA 14-60	633
Ivankovo 12	634
-NNI3, KOLODVORSKA 88-22 i 29-33 i 87	634
Ivankovo 13	2.491

-NNI1,BOŠNJACI 37-119	544
-NNI2,BOŠNJACI 56-86 i 94-140	574
-NNI3,J. RUNJANINA 49-99 i 38-72	706
-NNI4,J.RUNJANINA 30-2/19-1 M.GUPCA 68-38/61-33	667
Ivankovo 14	559
-NNI5,B.RADIĆA 19-4/72-58;T.UJEVIĆA 3-13	559
Ivankovo 16	852
-NNI1,B. RADIĆA 35-53A	404
-NNI2,BOŠNJACI 227-259	251
-NNI4,B.RADIĆA 34-20/56 BOŠNJACI 232-234 SV.N.TAVELIĆA 1	197
Ivankovo 2	1.479
NNI1,EKONOMIJA Gorjani 304-306	18
NNI4,Gorjani 281-353	759
NNI5,Gorjani 300-264,J.S.Reljkovića2-18	299
NNI6,Gorjani, Kolodvorska, Kneza Domagoja, I.Kozarca	402
Ivankovo 3	804
-NNI3,Izlaz C-Zrinjevac 13A-7/14-2,P.Berisl 24-2/21-1	13
-NNI7,Izlaz G-Rojičani 74-134;KRO1790701-02 (VRTIĆ NOVI)	398
-NNI8,Izlaz H-Rojičani 72-4	393
Ivankovo 4	1.938
-NNI1,Gorjani184 – 126,SPMO2060101(SE GORJ 170)	415
-NNI2,KRO2060202 (A.G.MATOŠA 105),GORJANI 186-262	569
-NNI3,GORJANI 157-101, Ž.FAŠ. 1-27/10A/10B/10C,ŽELJ.20	794
-NNI4,GORJ161-195,KOLO 1-19/2-20,RAD34-2,21-1,Ž.FAŠ.2-8	161
Ivankovo 5	3.245
-NNI1,Kneza Mislava,J.Ivakića; A.G.Matoša	453
-NNI10/2,SE PATRIČAR,Bošnjaci,Vatrogasna,A.Šenoe	383
-NNI11/2,OPĆINA,POŠTA,KINO Trg B.Jelač 5-6,Gorjani 3-41	285
-NNI12/2,TrgBjelačića2-5,Rojčani5-19,M.Gupca1-31	354
-NNI14/2,Bošnjaci 1,Trg B.Jelačića 13-8,Gorjani16-48	355
-NNI6,Frankopanska,Pater J.D.Brant,Lj.Gaja,J.Ivakića	628
-NNI9/2,CRKVA,INA,Bošnjaci,Grobljanska,I.Meštrovića	786
Ivankovo 6	876
-NNI1,M.A.Reljkovića27-1/38-2,Grobljanska2-36/17,Mrtvač	542
-NNI4,M.A.Reljkovića80-44/59-31; SPMO2750401	333
Ivankovo 7	794
-NNI1,GORJANI 69-43 i 88-50	237
-NNI3,V.NAZORA 8-2, GORJANI, A.G.MATOŠA, F.TRENKA	338
-NNI6,HERCEGOVAČKA 4-38 i 3-25, ŽELJEZNIČKA 6-19	111
-NNI7,MOKARAC 5-43 i 4-34, ZRINJEVAC 34	34
-NNI8,F.TRENKA, HERCEGOVAČKA, ŽELJEZNIČKA, M.FRANIČEVIĆA	73
Ivankovo 8	716
-NNI4,SPMO Vinogradska135-67/68-48,SPMO Gund98,110/91	716

Ivankovo 9	857
-NNI3,J.KOZARCA 68-72/51-53 SLATINE 2-22/5-11A	660
-NNI4,J. KOZARCA 49-3	197
Rit 1	836
-NNI3,Gorjanski rit 19-11 stara mreža (pravac Ivankovo)	836
Rit 2	651
-NNI2,Gorjanski rit 5-1	406
-NNI3,Gorjanski rit 7	245

4.3. Prijedlog programa zamjene niskonaponske mreže po tipu izvedbe i prioritetu

Program zamjene razrađivan je prema nekoliko parametara i prioriteta, a uzevši u obzir sve dostupne informacije kolega s terena i iz ostalih službi DP Elektre Vinkovci.

U obzir su također uzeti i budući distribuirani izvori električne energije (sunčane elektrane), pritužbe kupaca, lokacija mreže, prijavljene neovlaštene potrošnje, kvarovi...

Za jedinične cijene investicije procijenjen je iznos od 66.400,00 €/km za podzemnu NN mrežu i 46.500,00 €/km za nadzemnu NN mrežu.

U tablici V. je prijedlog programa zamjene po tipu i prioritetu:

Tablica V. Program zamjene NN mreže po tipu i prioritetu

Vrsta rekonstrukcije	Prioritet	Dužina (m)	Procijenjena vrijednost investicije (€)
KBNN – podzemna niskonaponska mreža	0	8.100	560.000,00
KBNN – podzemna niskonaponska mreža	1	2.200	146.000,00
MRNN – niskonaponska mreža na betonskim stupovima	1	10.800	531.000,00
Izrada projektne dokumentacije sa pripadajućim dozvolama		17 kom	146.000,00
UKUPNO		21.100	1.383.000,00

Prioritet 0 čine NN izlazi koje se nalaze na glavnoj ulici (postoje stupovi JR), NN izlazi na kojima su planirane velike sunčane elektrane, te ulice s lošim naponskim prilikama

Prioritet 1 su sve ostale NN mreže s neizoliranim vodičima.

Nakon izvedenih zahvata ušteda na godišnjoj razini smanjenjem tehničkih gubitaka od 0.5% te dodatnih parametara (smanjenja broja kvarova i neovlaštene potrošnje) je dana u tablici VI.

Tablica VI. Izračun uštede nakon zamjene NN neizolirane mreže

Broj OMM (kom)	Ukupna energija (kWh)	Prosječna energija po OMM (kWh)	Smanjenje gubitaka (kWh)	Iznos uštede (€)
1.575	5.913.150	3.754	cca 100.000	cca 8300,00

4.3. Prijedlog programa zamjene niskonaponske mreže na razini cijelog HEP ODS-a

Program zamjene razrađivan je prema podacima koji su izvađeni iz GIS-a i vrlo su točni. Za procjenu iznosa programa za cijeli HEP ODS koristili smo podatke iz aplikacije Planiranje razvoja.

Prema tim podacima, neizolirane NN mreže s priključcima ima otprilike 13.500 km. Za procjenu iznosa cijelog programa smo koristili projekciju u kojoj se izmjena mreže vrši u omjeru 40% niskonaponska mreža na betonskim stupovima i 60% podzemna niskonaponska mreža.

Prema tim projekcijama ukupni iznos za zamjenu svih neizoliranih niskonaponskih mreža bi iznosio otprilike 920 mil. €.

U obzir treba uzeti da sva NN neizolirana mreža neće biti mijenjana. Također treba uzeti u obzir i sve specifičnosti svakog distribucijskog područja pa će omjeri zamjene sigurno biti drugačiji.

5. ZAKLJUČAK

Smanjenje tehničkih gubitaka je jedan od glavnih ciljeva poslovanja unutar HEP ODS-a. Proces smanjenja gubitaka je financiran kroz nekoliko financijskih programa. Zamjena neizolirane niskonaponske mreže bit će jedan od novih programa s kojim će se smanjiti tehnički gubitci unutar HEP ODS-a. Osim tehničkih, ovim programom ćemo smanjiti će se i netehnički gubitci prebacivanjem priključaka na novoizgrađenu NN mrežu.

Razvojem i implementacijom GIS platforme sama izrada programa je pojednostavljena. Nakon snimanja NN mreže podaci su ažurni, a NN mreža detaljno pregledana. Program zamjene neizolirane NN mreže moguće je, uz pomoć kolega unutar DP-a, jako precizno napraviti što se tiče i naturalnog planiranja, a i financijskog planiranja.

Daljnja implementacija GIS platforme bi trebala biti jedan od prioriteta i njegovim završetkom, mnogi poslovni procesi unutar HEP ODS –a će biti olakšani i unaprijeđeni.

6. LITERATURA

- [1] Ante Pavić, Kruno Trupinić, "GUBICI ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI", Energija, 56 (2), 182-215, 2007. godina.
- [2] Skupina autora, „Stručna i znanstvena potpora u izradi metodologije za planiranje gubitaka električne energije i metodologije za izračun ostvarenja gubitaka te procjene tehničkih gubitaka i neovlašteno preuzete električne energije“, EIHP, Zagreb, prosinac 2016.
- [3] GIS platforma – DP Elektra Vinkovci.
- [4] Interni podaci za godišnje izvješće HEP ODS d.o.o. za 2022 g. – DP Elektra Vinkovci