



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne
inštalacije

**UPRAVLJANJE
ELEKTRODISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA
Z ADMS VERZIJE 3.8.3.**

Mentor: mag. Georgi Zlatarev, uni. dipl. inž. el.
Lektorica: Lucija Hrženjak, prof. slov. in biol.

Kandidat: Bogdan Brečko

Kranj, marec 2023

ZAHVALA

Za svetovanje, usmerjanje in vodenje pri pisanju diplomskega dela se zahvaljujem mentorju, mag. prof. Georgiju Zlatarjevu, in tudi somentorju v Elektru Celje, Robertu Škofu, dipl. inž. el.

Posebna zahvala gre direktorju DE Krško Miranu Jankoviču, ki mi je sploh ponudil priložnost za nadaljnje izobraževanje.

Zahvaljujem se tudi sodelavcu Jožetu za strokovno pomoč v času nastajanja diplomskega dela.

Hvala tudi mojim najbližjim, da ste mi stali ob strani, me podpirali in verjeli vame. Hvala tudi mojim sošolcem za nasvete, pomoč in vse lepe trenutke v času študija.

IZJAVA

Študent Bogdan Brečko izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Georgija Zlatareva, uni. dipl. inž. el.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne 14. 2. 2023

Podpis: _____

POVZETEK

Namen diplomskega dela je predstaviti napredno platformo ADMS 3.8.3. za razvoj elektrodistribucijskega omrežja in za upravljanje z njim. Da imamo potrošniki na voljo električno energijo, je skoraj vsakomur samoumevno, a vendar razvijalcem novih platform in digitalnih orodij ni samoumevno. Zagotavljanje energije do potrošnika zahteva velike vložke za posodobitve in nadgradnjo sistemov, ki spremljajo, analizirajo in upravljajo elektrodistribucijsko omrežje. Za uspešno delovanje sistema je potrebno sodelovanje več različnih služb, da za platformo, kot je ADMS 3.8.3, zagotovijo točne podatke za njeno delovanje kot celoto. V diplomskem delu opisujemo ločitev daljnovoda na dveh koncih in priklop sredjenapetostnega kabla 20 kV na TP Podvinje. Še prej bosta predstavljena postopek pisanja delovnega programa in njegova izvedba v okolju ADMS 3.8.3. Nazorno je predstavljeno stanje v SN-omrežju, ko se z izklopom stikal in ločitvijo tokovnih lokov na stojnih mestih nadzemnih vodov doseže namen, da je čim manj potrošnikov brez električne energije.

KLJUČNE BESEDE

- napredni sistem za upravljanje distribucijskega omrežja, ADMS
- programsko orodje za analizo in načrtovanje distribucijskega omrežja
- sistem za upravljanje z izpadi distribucijskega omrežja
- geografski informacijski sistem
- sistem, namenjen nadzoru in krmiljenju različnih tehnoloških procesov z računalnikom, SCADA

ABSTRACT

In summary, the word progress or digitization first comes to mind. This is because the purpose of my thesis is to demonstrate the advanced ADMS 3.8.3. platform for the development of the electricity distribution network and its management. The fact that we as consumers have electricity at our disposal is self-evident to almost everyone. However, on the part of the developers of new platforms and digital tools, such thinking is not self-evident, as they know that providing energy to the consumer requires large investments in updating and upgrading the systems that monitor, analyses and manage the electricity distribution network. For the successful operation of the system, the cooperation of several different services is necessary in order to provide a platform such as ADMS 3.8.3 with accurate data for its operation as a whole. In the assignment, I will describe the separation of the transmission line at two ends and the connection of the 20 kV MV cable at the Podvinje substation. Previous the process of writing the work program and its implementation in the ADMS 3.8.3 environment will be shown. The situation in the MV network will also be clearly shown, when by turning off the switches and separating the current arcs at the stand points of the overhead lines, the goal is achieved that as few consumers as possible are without electricity.

KEYWORDS

- Advanced Distribution Management system, ADMS
- Software tool for network analysis and planning
- Outage Management System
- Geographic Information System
- Supervisory control and data acquisition, SCADA

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predstavitev okolja	2
1.4	Predpostavke in omejitve	3
1.5	Metode dela	4
2	ZGODOVINA STIKALNIH MANIPULACIJ	5
2.1	Začetki stikalnih manipulacij.....	5
2.2	Sinoptična tabla.....	5
2.3	Posodobitve programske opreme.....	6
2.4	Obratovanje distribucijskega omrežja.....	7
2.5	Naloga distribucijskega centra vodenja	8
2.6	Kakovost oskrbe z električno energijo	9
3	PROGRAMSKA OPREMA DMS	10
3.1	Programska oprema DMS.....	10
3.2	Geografski informacijski sistem	10
3.3	Sistem SCADA.....	11
3.4	Sistem OMS.....	13
4	PRAKTIČNI DEL	20
4.1	ADMS DMD 3.8.3.....	20
4.2	Načrtovano delo	21
4.3	Ustvarjanje zahtevka za delo.....	21
4.4	Delovni nalog	22
4.5	Opis del na DV 20 kV	25
4.6	Stikalne manipulacije	29
4.7	Program DMD	29
4.8	Simulacija ADMS	32
4.9	Ozemljevanje	34
4.9.1	Inverzna funkcija	35
4.9.2	Poročilo izpada	36
4.9.3	Hitra študija	39
4.9.4	Delovni program.....	41
4.9.5	Stikalne manipulacije v živo	45
5	ZAKLJUČEK	52
6	LITERATURA IN VIRI.....	53

KAZALO SLIK

Slika 1: Distribucijske enote in nadzorništva družbe Elektro Celje	3
Slika 2: Sinoptična tabla v DE Krško	6
Slika 3: GIS-adapter	11
Slika 4: DMS Schneider Electric, podmeniji	14
Slika 5: Elektro Celje; DMS Schneider Electric, novi DP, DN.....	15
Slika 6: DMS Schneider Electric, odklopnik, zvezno polje, RTP Krško.....	16
Slika 7: Elektro Celje; GIS – geografski pogled	17
Slika 8: Faze najave del in priprave, pregleda in odobritve delovnega programa....	18
Slika 9: Faze izvedbe del.....	18
Slika 10: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – opravilna vrstica DN SN ali NN	22
Slika 11: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – opravilna vrstica.....	23
Slika 12: Primer delovnega naloga	24
Slika 13: Primer delovnega naloga	25
Slika 14: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – posnetek GIS.....	27
Slika 15: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – enopolna shema TP Podvinje 2	28
Slika 16: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – stikalne manipulacije.....	30
Slika 17: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – določanje oseb.....	31
Slika 18: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – simulacija omrežja v normalnem obratovalnem stanju	33
Slika 19: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop DVLM za zanko	34
Slika 20: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – zapis ozemljevanja DV-ja.....	35
Slika 21: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – inverzna manipulacija	36
Slika 22: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – poročilo izpada, transformatorji	37
Slika 23: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – poročilo izpada odjemalci.....	38
Slika 24: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – logični pogled.....	39
Slika 25: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – geografski pogled NN- in SN-omrežja	40
Slika 26: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – konec hitre študije	41
Slika 27: Delovni program	45
Slika 28: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop SN-omrežja.....	46
Slika 29: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop SN-omrežja v simulaciji.....	47
Slika 30: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop PL za TP Podvinje	48
Slika 31: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – ločeni tokovni loki na točki SM: D24/50 v realnem času	49
Slika 32: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklopljeno in ozemljeno SN-omrežje v realnem času	50
Slika 33: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklopljeno in ozemljeno SN-omrežje v simulaciji	51

KAZALO TABEL

Tabela 1: Stanje elektroenergetskih naprav v lasti Elektra Celje.....	7
Tabela 2: Število delovnih programov po DE.....	8

KRATICE IN AKRONIMI

ADMS	napredni sistem za upravljanje distribucijskega omrežja, angl. Advanced Distribution management system
BTP	baza tehničnih podatkov
DCV	distribucijski center vodenja
DE	distribucijska enota
DMS	programsko orodje za analizo in načrtovanje sistema
DN	delovni nalog
DP	delovni program
DV	daljnovod
DVLM	daljinsko vodeno ločilno mesto
EDP	elektrodistribucijska podjetja
EE	električna energija
ELES	Elektroenergetski sistem Slovenija
GIS	geografski informacijski sistem
GPS	satelitski navigacijski sistem
KB	kablovod
MAIFI	indeks povprečne frekvence kratkotrajnih prekinitev oskrbe v sistemu
MW	megavat
NN	nizka napetost
NNKB	nizkonapetostni kablovod
OMS	sistem za upravljanje z izpadi
PSI	programska oprema v distribucijskem centru vodenja
RP	razdelilna postaja
RTP	razdelilna transformatorska postaja
SAIDI	indeks povprečnega trajanja prekinitev oskrbe v sistemu
SAIFI	indeks povprečne frekvence dolgotrajnih prekinitev oskrbe v sistemu
SCADA	sistem za nadzorovanje in krmiljenje različnih tehnoloških procesov z računalnikom
SM	stikalne manipulacije
SN	srednja napetost
SODO	Sistemski operater distribucijskega omrežja
TP	transformatorska postaja
TR	transformator
VN	visoka napetost
VZD	varnost in zdravje pri delu

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Pretok električne energije po elektrodistribucijskem omrežju je pomemben enako kot pretok pitne vode po ceveh. Zato je zelo pomembno, s kakšnimi orodji, platformami upravljamo vodenje in nadziranje električnega omrežja. Ker smo zaposleni v elektrodistribucijskem podjetju Elektro Celje, imamo možnost dela in delni vpogled v delovanje tega sistema. Sistem je razpreden kot žile po človeškem telesu. Da takemu sistemu lahko sledimo in ga upravljamo, potrebujemo kakovostno opremo in dobro podučene zaposlene, ki vedo, kaj delati in kako ukrepati v vsakem trenutku.

Ker se električno omrežje vse bolj in vse hitreje širi, je treba temu primerno v podjetjih uvesti računalniške programe, ki zmorejo vse spreminjanje in potrebe potrošnikov zasledovati, analizirati ter upravljati v realnem času. Kaj je realni čas, bomo predstavili v nadaljevanju, je pa zelo pomemben dejavnik pri izbiri platforme za vodenje distribucijskega omrežja. Zato smo se v našem podjetju pred leti odločili za programsko opremo, imenovano sistem za upravljanje distribucijskega omrežja (angl. Distribution Management System, DMS). Ravno v času nastajanja diplomskega dela prehajamo na tretjo različico sistema za napredno upravljanje distribucijskega omrežja (Advanced Distribution Management System, ADMS). Tako bo glavni namen diplomskega dela predstavitev obeh sistemov in nato prikaz razlik ter napredek, ki ga bo podjetje doseglo z uvedbo tretje različice. Gre za enega najnaprednejših programskih orodij za upravljanje elektrodistribucijskih omrežij, ki ga je razvilo podjetje iz Srbije. Sedež ima v Novem Sadu. Čeprav ga je pred leti kupil francoski gigant iz Pariza, Schneider Electric, je razvoj te programske opreme še vedno v Beogradu, kjer ga več kot 1000 inženirjev iz Srbije in širše regije še naprej uspešno razvija.

1.2 CILJI NALOGE

Ker je program ADMS precej obsežen in omogoča obdelavo več kot 50 funkcij upravljanja elektrodistribucijskega omrežja, se bomo osredotočili na področje optimizacije stikalnih manipulacij v omrežju Elektra Celja. Namen dela je prikazati prednosti sistema ADMS 3 in ga primerjati z enakim delom pred leti, ko še nismo imeli sistema ADMS. Glede na to, da živimo v času, ko se vsem mudi, na drugi strani pa si podjetja predolгих izpadov električne energije ne smejo privoščiti, je izbira programa ADMS logična.

Predstavili bomo, kako se je upravljanje omrežja v Elektru Celje s časom izboljšalo in optimiziralo, da so odjemalci električne energije čim krajši čas brez elektrike. Cilj diplomskega dela je prikazati preko delovnega programa stikalnih manipulacij časovni

okvir izvedbe manipulacij na daljavo v realnem času. Iz delovnega programa bo razvidno, kdo, kdaj in kje bo izklopil stikalo. Prikazana bosta delovanje in vodenje omrežja na daljavo z enega mesta po delovnem programu, ki ga bomo sestavili sami. Zato bodo odjemalci tudi v resnici ostali brez električne energije. Tako bomo lahko pojasnili še, kako poteka obveščanje dotičnih prizadetih odjemalcev ob izklopih. S tem bomo ugotovili, koliko časa so bili brez električne energije nekoč in koliko so danes.

1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Glede na to, da smo zaposleni v elektrodistribucijskem podjetju Elektro Celje, bo naloga temeljila na podatkih podjetja. Da bi zagotavljali nemoteno oskrbo odjemalcev z električno energijo, je treba izvajati več delovnih procesov. To pomeni, da so vsi procesi pomembni in hkrati povezani v eno celoto.

Za zagotavljanje kakovosti dela in skrbi za potrošnika so pomembni naslednji procesi (Elektro Celje, d. d., 2019):

- izvajanje distribucije električne energije;
- upravljanje, vodenje in obratovanje distribucijskega omrežja;
- zagotavljanje razvoja omrežja;
- izvajanje sistemskih obratovalnih navodil;
- upravljanje pretoka električne energije po distribucijskem omrežju in izmenjave z drugimi omrežji;
- izvajanje optimalnega ponovnega vzpostavljanja sistema po motnjah;
- usklajeno delovanje distribucijskega omrežja s povezanimi omrežji;
- izvajanje sistemske zaščite distribucijskega omrežja;
- izvajanje obratovalnih meritev v distribucijskem omrežju;
- izvajanje meritev in analiz na področju kakovosti oskrbe z električno energijo;
- oblikovanje obratovalne statistike.

Elektro Celje obvladuje tri regije, savinjsko, koroško in spodnjiesavsko, s 40 občinami. Pokriva območje, veliko 4.345 km² in ima 173.859 odjemalcev. To pomeni 22 odstotkov površine Slovenije. Število distribuiranih GWh je 1.953. Podatki se nanašajo na leto 2020.



Slika 1: Distribucijske enote in nadzorništva družbe Elektro Celje
(Vir: Elektro Celje, d. d., 2022)

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

V diplomskem delu bomo predstavili obstoječi sistem vodenja distribucijskega omrežja DMS 2 in prihajajoči sistem ADMS 3. Uvedba sistema ADMS 3 že poteka nekaj mesecev, saj smo ga začeli uporabljati z januarjem leta 2022.

Z novo različico v podjetju pričakujemo skrajševanje časa izklopov in priklopov energetskih naprav v distribucijskem omrežju. Zaradi uvajanja vse večjega števila daljinsko vodenih naprav in posodobitve sistema vodenja in upravljanja pa nam to dejansko tudi omogoča. S takšnim uvajanjem in posodobljanjem pomeni, da je za manipulacije potrebnih tudi manj delovnih ur elektromonterjev za izvedbo manipulacij. Posredno s tem so tudi povezani manjši stroški voženj, kar pomeni tudi manj onesnaževanja ozračja ogljikovim dioksidom. Zagotovo bo ob tem zanimivo videti, na

kakšne težave in na drugi strani na kakšne nove rešitve, ki jih zdaj še ne poznamo, bomo naleteli.

1.5 METODE DELA

Glavni predmet raziskave v sklopu diplomskega dela je programsko orodje ADMS, različica 3, ki se jo uvaja v podjetje in še ni preizkušena. Gre za nadgradnjo dosedanjega programa DMS, ki pa bo zelo obsežna. Pri raziskovanju bomo uporabili več različnih metod dela. Potrebno bo teoretično razmišljanje, opisno, analitično in na koncu tudi praktično. Ker gre za kompleksno platformo ADMS 3, bo potrebna razčlemba na posamezne operacije, ki na koncu privedejo do cilja.

Kot že navedeno, raziskovana platforma premore več kot 50 funkcij za analizo distribucijskega omrežja. Osredinili se bomo na pisanje delovnih programov za stikalne manipulacije, ki se bodo po tem programu tudi v živo izvajale. Ne bomo pa mogli začeti pisati, ne da bi omenili zgodovino stikalnih manipulacij in tako predstavili napredek in optimizacijo delovnih procesov v podjetju. Poizkušali bomo razumeti posamezne operacije ADMS-a, zakaj tako deluje in kako deluje. Pri tem se bomo opirali na tujo in domačo literaturo iz strokovnih revij, splet in interne vire podjetja. Zagotovo bodo dodani tudi lastni viri.

2 ZGODOVINA STIKALNIH MANIPULACIJ

2.1 ZAČETKI STIKALNIH MANIPULACIJ

Da bi razumeli, kako so se stikalne manipulacije sčasoma posodobile, moramo pogledati v zgodovino, kajti napredek je več kot očiten. V začetku so potekali izklopi energetskih naprav na preprost način: vodja in rajonski monter sta se dogovorila, da slednji ob določeni uri izklopi srednjenapetostni ali nizkonapetostni vod, ki je bil v okvari ali potreben vzdrževalnih del. Dokler rajonski monter ni prišel nazaj v nadzorništvo, nihče drug na dotičnem vodu ni smel izvajati del. Transformatorskih postaj, ločilnih stikal, razdelilnih transformatorskih postaj in drugih energetskih naprav je bilo precej manj kot danes.

Nekaj let pozneje so se začele stikalne manipulacije pisati na za to posebej izdelan obrazec, na katerega so se morali vsi udeleženi pri izvajanju del podpisati. Za ponovni priklop stikalnih naprav pod napetost se je napisalo »Priklopi se izvršijo v obratnem vrstnem redu«. To je veljalo kar nekaj časa. Pozneje v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja pa je že prišlo do posodobitev v podjetju.

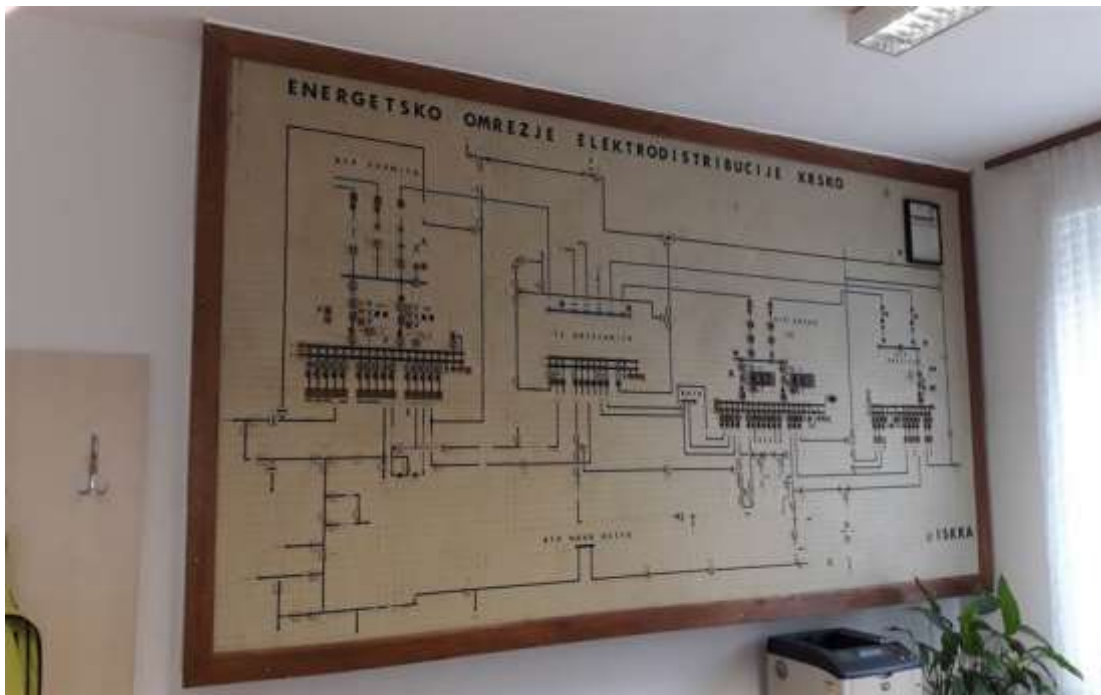
2.2 SINOPTIČNA TABLA

Na sliki 1 je prikazana sinoptična tabla, ki je služila za prvo simulacijo stikalnih manipulacij v elektrodistribuciji. Gre za preprost približek sedanjim simulacijam, ki jih izvajamo preko računalnika. V Distribucijski enoti (DE) Krško so jo uvedli v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja in prek nje izvajali simulacijo zaporedja stikalnih manipulacij. Na srečo je tabla še ohranjena, a ni več v uporabi od sredine devetdesetih let prejšnjega stoletja. Dispečerji so na tabli simulirali zaporedje izklopov in priklopov stikalnih naprav širšega območja Krškega. Tabla je bila namreč povezana z RTP-ji po telefonskih žicah, ki so bile povezane med seboj preko komandnih omar v Krškem in z vsemi RTP-ji.

Tudi v RTP-ju so bile komandne omare, prek katerih so bile vzpostavljene povezave na vsak odklopnik v SN-celici. Ko je dispečer v DE Krško obrnil stikalo, je prek komandne sobe skozi rele poslal signal za izklop oziroma vklop ter nato na sinoptično tablo dobil povratni signal o stanju odklopnika. Tako je vedel, ali je manipulacija uspešna (prižgala se je lučka). Nato jo je zapisal v dnevnik manipulacij. Da je bila za čase, ko še ni bilo računalnikov, ta tabla napredna, priča merilnik v zgornjem desnem kotu. Prikazoval je napetost na posameznem SN-daljnovodu. Manipulacije so potekale tudi v živo prek sinoptične table, tako da je odgovorni dispečer vsako manipulacijo simuliral na tabli in usmerjal odgovornega monterja po radijski zvezi, katero stikalo naj izklopi in kdaj. Signal radijske zveze je potekal analogno prek

repetitorjev, ki so bili postavljeni tako, da so pokrivali čim več območja dotične distribucijske enote.

A vendar je imela sinoptična tabla tudi pomanjkljivosti, saj na njej ni bilo transformatorskih postaj, nizkonapetostnih izvodov iz TP-jev, stikal in drugih podatkov o omrežju; ti so danes samoumevni v programu DMS. Zapis zaporedja manipulacij so pisali ročno, zato je bila pri zapisovanju potrebna doslednost in zbranost dispečerja, da ni prišlo do nevarnih dogodkov.



Slika 2: Sinoptična tabla v DE Krško
(Lastni vir)

2.3 POSODOBITVE PROGRAMSKE OPREME

Do leta 2010 so bili zapisi stikalnih manipulacij še vedno ročni, brez poglobljenega analitičnega vpogleda v SN-omrežje v distribuciji. Leta 2010, z uvedbo programske opreme DMS, so se začeli novi časi vpogleda, analize in upravljanja SN-omrežja. V začetku uvajanja programa DMS še vedno ni bilo mogoče upravljati omrežja s to opremo, temveč se je izvajalo po programu PSI s pomočjo SCADA. A vendar je ta sistem pregleda in vodenja SN-omrežja zagotavljal varnejše in hitrejšo upravljanje omrežja. Sčasoma, leta 2017 je bila platforma DMS 2 sinhronizirana s platformama SCADA in PSI. S tem se je začelo novo obdobje nadzora in upravljanja omrežja v podjetju Elektro Celje.

To je bil velik preskok v stikalnih manipulacijah, tako v pripravi kot izvedbi manipulacij v živo. S tem smo pridobili pri zanesljivosti oskrbe z električno energijo in vpogled za potrebna vlaganja v posodobljanje zaradi kritičnih točk, ki jih dobimo z analizo omrežja. Da bi bilo uvajanje vseh teh programskih sklopov učinkovito, pa je bilo treba na ravni podjetja storiti velik preskok pri načrtovanju prenove in posodobitve omrežja, saj brez tega najnovejša oprema nima dodane vrednosti. Najprej smo vgradili daljinsko vodene stikalne naprave, odklopnike v RTP-je, RP-je in TP-je. Na obrobju smo obstoječim stikalom daljinsko vodenih ločilno mest (DVLM) dodali krmilne module za vključitev v sistem. Prav vse te spremembe je bilo treba zabeležiti v GIS-u, ki je vir informacij za programsko opremo DMS. Kakšen zalogaj je to, bomo prikazali v naslednjem poglavju.

2.4 OBRATOVANJE DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA

Kot smo zapisali že v uvodu, pokriva Elektro Celje 22 odstotkov ozemlja Slovenije in zajema okoli 383.000 prebivalcev. Zaradi razgibanosti terena se je treba prilagajati razmeram, ki jih določamo z izračuni in statistiko izpadov električnega omrežja.

V tabeli 1 je ponazorjeno, s koliko posameznimi elektroenergetskimi napravami operiramo v družbi Elektro Celje.

Stanje EE-naprav v Elektru Celje	DE Celje	DE Krško	DE Slovenj Gradec	DE Velenje	Skupaj Elektro Celje
Število RTP	6	4	4	4	18
Število RP	4	5	3	4	16
Število TP	997	955	729	833	3.514
DV 110kV (km)	62	22	0	7	91
DV SN (km)	708	810	437	644	2.598
KB SN (km)	286	255	202	280	1.003
NNO 0,4kV (km)	4.058	3.544	2.489	3.081	13.182

Tabela 1: Stanje elektroenergetskih naprav v lasti Elektra Celje

(Vir: Elektro Celje, d. d., 2019)

Da bi bila oskrba z električno energijo čim manj motena, vlagamo največ napora v prostoizračne SN- in NN-mreže. Glede na statistiko je največ izpadov na prostoizračnih vodih. Drugi korak pa je vlaganje v daljinsko vodene elektroenergetske naprave, kot so DVLM-stikala in odklopniki po RTP-jih, RP-jih in TP-jih. Vse to pa terja veliko denarja za prenovo dispečerskih centrov in opreme ter izobraževanje kadra.

2.5 NALOGA DISTRIBUCIJSKEGA CENTRA VODENJA

Diplomsko delo se nanaša na predstavitev stikalnih manipulacij v distribucijskem omrežju SN-ravni. Zato je treba predstaviti naloge distribucijskega centra vodenja (DCV), ki vse delovne programe za delo na SN-omrežju vodi v živo. Usmerja monterja na terenu, daljinsko izklaplja stikala in sproti v programu DMS preračunava in analizira vrednosti, ki se spreminjajo ob stikalnih manipulacijah. Nekaj najbolj pomembnih nalog DCV-ja (Elektro Celje, d. d., 2019):

- daljinski nadzor, upravljanje in zagotavljanje varnega ter zanesljivega obratovanja celotnega distribucijskega sistema (DEES), natančneje RTP-jev, RP-jev, daljinsko vodenih TP-jev in DVLM-ov na celotnem območju Elektra Celje;
- koordinacija in izdelava načrtov obratovanja DEES s sosednjimi sistemi;
- analiza izpadov, okvar in izdelava obratovalne statistike;
- koordinacija stikalnih manipulacij ob načrtovanih dogodkih VN- in SN-omrežja;
- dispečiranje skladno z ELES-ovim RCV in DCV;
- priprava poročil za napovedane in nenapovedane dogodke ter vodenje statistike dogodkov;
- izdelava prognoz in analiz obratovalnih stanj elektroenergetskega omrežja;
- izvajanje predpisanih ukrepov omejevanja obtežb porabe;
- izdelava ali potrjevanje navodil za obratovanje;
- odzivanje na klice uporabnikov omrežja zunaj rednega delovnega časa;
- pregled in odobritev delovnih programov za načrtovana dela na SN-omrežju.

V tabeli 2 je prikazano število delovnih programov.

Leto	2014	2015	2016	2017	2018
Delovni programi, Celje	540	468	522	418	526
Delovni programi, Krško	535	601	551	516	534
Delovni programi, Slovenj Gradec	377	471	391	377	393
Delovni programi, Velenje	400	387	363	271	381
Delovni programi, skupaj	1.852	1.927	1.827	1.582	1.834

Tabela 2: Število delovnih programov po DE
(Vir: Elektro Celje, d. d., 2019)

2.6 KAKOVOST OSKRBE Z ELEKTRIČNO ENERGIJO

Pri kakovostni oskrbi z električno energijo je treba spremljati kazalnike zanesljivosti napajanja in kakovosti električne napetosti, ki se pojavljajo v omrežju. Prav tako ne smemo zanemariti pritožb odjemalcev zaradi slabih napetostnih razmer. Zaradi tega se izvedejo električne meritve napetosti in ogledi stanja na terenu ter se podajo rešitve za izboljšanje napetostnih razmer.

V nadaljevanju bomo nekaj besed namenili kazalnikom zanesljivosti dobave električne energije porabnikom. To opredelimo s kazalniki SAIFI (povprečno število prekinitev na odjemalca), SAIDI (povprečni čas trajanja prekinitev na odjemalca glede na vzrok prekinitev) ter MAIFI (povprečno število kratkotrajnih prekinitev na odjemalca). V nadaljevanju so prikazane skupne vrednosti kazalnikov zanesljivosti SAIFI in SAIDI za leto 2019 na ravni podjetja glede na vzrok nastanka prekinitev. Ti kazalniki nam povedo povprečno število izpadov in povprečno trajanje izpada napajanja na odjemalca (Elektro Celje, d. d., 2020).

Podjetje s temi kazalniki spremlja zanesljivost in varnost obratovanja omrežja ter uresničevanje strateških dejavnosti za doseg cilja. To so zagotavljanje zanesljivosti obratovanja omrežja, učinkovito obvladovanje napetostnih razmer, nadgradnja avtomatizacije SN-omrežja, kabliranje SN-omrežja in nadgradnja optičnih povezav. Vse to pa je posledično povezano s pisanjem delovnih programov in nalogov zaradi prenove in posodobitve omrežja. Za vsako vgradnjo in posodobitev je treba napisati delovni program s stikalnimi manipulacijami. Program odobri DCV.

3 PROGRAMSKA OPREMA DMS

3.1 PROGRAMSKA OPREMA DMS

Sedanje stanje upravljanja omrežja in stikalnih manipulacij v Elektru Celje poteka v tretji različici programa ADMS.

DMS Software je programski sistem 21. stoletja za izvajanje vseh tehničnih nalog v distribucijskih službah na učinkovit in optimalen način, ki izpolnjuje vse zahteve razpisov po vsem svetu. To sodobno programsko orodje omogoča distribucijsko uporabo za (Telvent DMS, 2009):

- dinamično spremljanje in nadzor distribucijskega omrežja,
- doseganje visokokakovostnega znanja o distribucijski mreži,
- učinkovito uporablja, oblikuje in razvija distribucijske objekte,
- zmanjšati izgube in stroške delovanja,
- povečati dobiček (prihodke) podjetja,
- izboljševanje kakovosti in količine oskrbe potrošnikov z električno energijo.

Programska oprema DMS zagotavlja orodja za dinamično vizualizacijo, spremljanje in nadzor distribucijskega omrežja električne energije skupaj s širokim naborom električnih aplikacij za analizo delovanja, načrtovanja in optimizacijo. Da DMS deluje, kot je treba, je potrebna popolna integracija s SCADO, GIS-om in DMS-om.

3.2 GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM

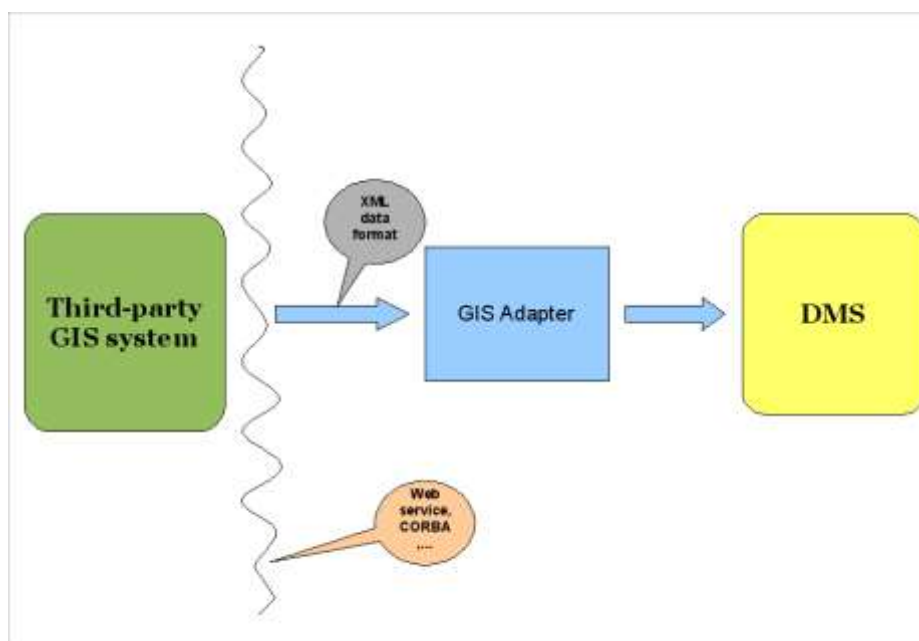
Zelo pomemben dejavnik v konfiguraciji sistema DMS je adapter GIS. Pri pridobivanju podatkov za vnos v bazo GIS (geografski informacijski sistem) imajo posamezna nadzorništva na terenu, izvajalci meritev na SN- ali NN-omrežjih zelo pomembno vlogo, da so informacije o napravah zelo natančno popisane in posnete. To je osnova pri vnosu v bazo GIS, ki jo pristojne službe tehnikov in inženirjev natančno opremijo s številko BTP (baza tehničnih podatkov). Vse to je pomembno pri pisanju delovnih programov in pri izvedbi stikalnih manipulacij prek sistema DMS.

Če je zahteva, da je sistem GIS/AM/FM glavni sistem za upravljanje podatkov, lahko DMS zagotovi integracijo z GIS. V tem primeru statistične geografske in omrežne podatke upravlja GIS, medtem ko DMS upravlja dinamične in realne podatke. Sistem GIS (licence za programsko opremo, namestitvev in strojna oprema) mora zagotoviti stranka, medtem ko DMS zagotavljajo GIS-adapter in druge aplikacije, potrebne za integracijo z GIS.

Za integracijo s sistemi GIS tretjih oseb DMS razvija komponento vmesnika, ki lahko prejema podatke iz zunanjih virov. Komponenta se imenuje GIS-adapter, ki je

predstavljen na sliki 3. Oblika XML je izbrana kot oblika vhodnih podatkov. GIS-adapter prejme bodisi množični izvoz podatkov bodisi postopne podatke, če ga podpira GIS.

DMS ima veliko referenc pri integraciji z GIS-i in različnimi viri podatkov (ArcFM, Small World, GTO, infomix). Podprti sta integracija s standardnimi podatkovnimi modeli ArcFM in integracija z drugimi podatkovnimi modeli po meri. Na drugi strani lahko DMS izvozi v GIS preklon statusov in rezultatov izračuna za predstavitvene namene v GIS-u (Telvent DMS, 2009).



Slika 3: GIS-adapter
(Vir: Telvent DMS, 2009)

3.3 SISTEM SCADA

Že na začetku smo omenili sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). V nadaljevanju predstavljamo ta nepogrešljiv in pomemben sistem, brez katerega ne bi bilo sodobne elektrodistribucije. SCADA je jedro DCV-jev in je povezan s PSI (Control EE). Arhitektura ponujene rešitve mora temeljiti na virtualnem strežniškem okolju, zagotavljati vse potrebne varnostne mehanizme in biti razdeljena na več področij, kot so na primer področje SCADA, področje systemskega inženiringa, področje dostopa WEB. Ena najpomembnejših funkcij SCADA je izvajanje komand, ki mora biti najmanj dvoročno To pomeni, da je treba vsako komando izbrati in jo nato še potrditi – SCEC (Select Check Execute Check). To pomeni, da jo potrdimo šele po uspešnem predizboru. Vse komande so podvržene tudi času, v katerem se morajo

izvršiti. V primeru, ko čas poteče, se mora komanda obravnavati za neuspešno, izvajanje se mora prekiniti in se ne sme ponovno izvesti.

Ko je Elektro Celje leta 2017 uvedel posodobljeno SCADO z integracijo različice DMS 2, je bilo treba na terenu na ravni podjetja na novo označiti in poenotiti vse stikalne naprave, s katerimi SCADA upravlja. Potrebna so bila obsežna dela vseh nadzorništev, vsakega na svojem območju. Z novimi tablicami je bilo treba označiti vse SN-celice (odklopnike, ločilnike, ozemljitvene ločilke z oznakami Q0, Q1, Q2, Q8, Q9), ne glede na to, ali so vodene daljinsko ali ročno, prav tako v vseh RP-jih in TP-jih nizkonapetostne izvode in DVLM-je. Potem so se vsi podatki vnesli v bazo tehničnih podatkov (BTP), ki so zavedeni v GIS-u. To je predpogoj, da se vnese v sistem DMS in na koncu še v sistem PSI. Na podlagi opravljenega dela vseh v podjetju zadolženih za integracijo podatkov je bila SCADA opremljena za upravljanje elektroenergetskega omrežja. Posledično je bilo tudi pisanje delovnih programov prilagojeno novim oznakam, ki se jim je bilo treba hitro prilagoditi. Spremembe so bile v imenu SN-celic. Pred spremembo so bile poimenovane po imenih krajev, tovarn ali po smeri, po novem pa so označene s Q z dodano številko.

SCADA omogoča celovito integracijo na ravni uporabniškega vmesnika človek–stroj s programskim orodjem DMS in modulom OMS (Outage management system). SCADA je rešitev za enotno upravljanje aplikacij prek enotnega vmesnika, ne glede na aplikacijo, ki je lahko del SCADA-, DMS-, OMS-funkcionalnosti. Prek integracije morata biti omogočena vodenje in nadzor celotnega elektroenergetskega sistema, to je prikazovanje, nadzor, izdajanje ukazov oziroma komand iz DMS-a. Prav tako mora sistem zagotavljati rešitev za nemoteno delo na primarni (glavni) in rezervni lokaciji, ki jo določi podjetje na način, da se izvaja konstantna ter samodejna replikacija podatkov, ki bi v primeru porušitve enega izmed sistemov takoj omogočila prehod na drug sistem, ki bi imel možnost izvajanja nadzora in upravljanja celotnega omrežja (Specifikacija tehničnih zahtev za SCADA sistem, b. l.).

Procesiranje podatkov iz realnega sveta je ena izmed najpomembnejših funkcij sistema SCADA v distribucijskem centru vodenja. Zasnovano je na procesni podatkovni bazi (Proces data Base, PDB), ki se na eni strani navezuje na realne podatke iz procesnega sveta, na drugi strani pa omogoča podatke drugim programskim paketom SCADA, DMS, OMS ter drugim sistemom, ki podatke potrebujejo. Sistem SCADA mora imeti sposobnost, da se bo tudi v prihodnosti zmožen prilagajati naprednim rešitvam in potrebam sistema ter da ga je mogoče nadgrajevati oziroma širiti (Specifikacija tehničnih zahtev za SCADA sistem, b. l.).

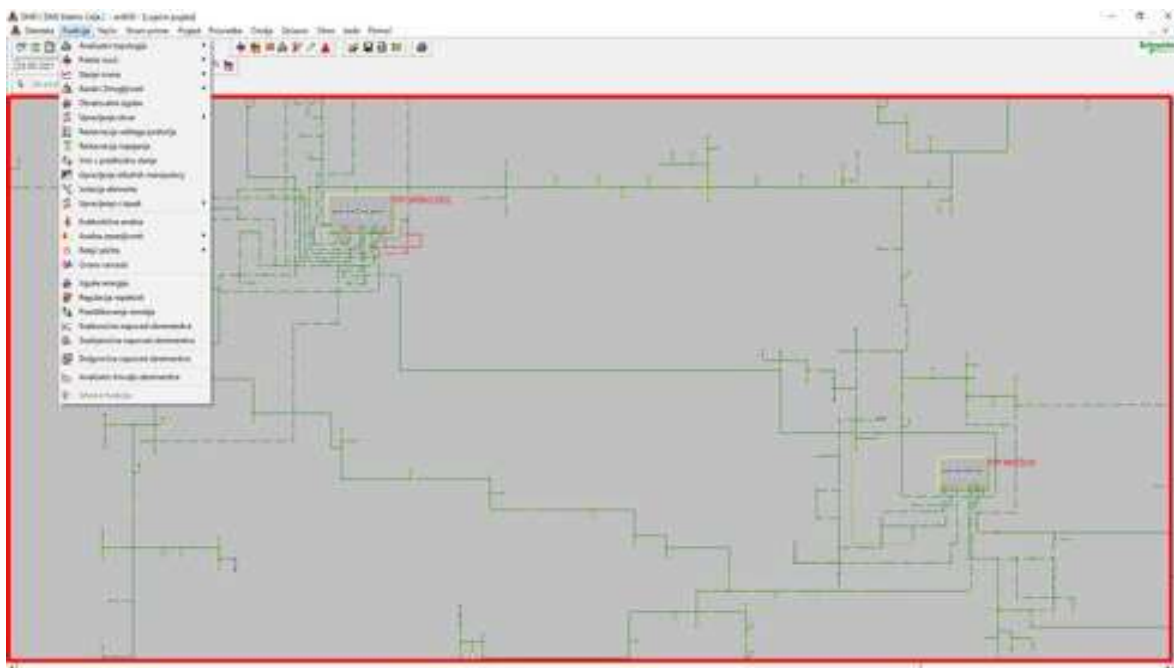
3.4 SISTEM OMS

To je sistem za upravljanje z izpadi (Outage Management System, OMS), ki je podsistem nabora orodij in analitičnih funkcij v sklopu DMS-a. Upravljalci omrežja uporabljajo DMS v povezavi z OMS za upravljanje omrežja. To so načrtovana in nenačrtovana dela na SN- in VN-omrežju. Preko tega orodja se pišejo delovni programi in delovni nalogi. Delovni program (DP) predstavlja osnovni dokument za izvedbo načrtovanih del na elektroenergetskih objektih, elektroenergetskih postrojih, električnih napravah in opremi. V tem delovnem programu so zapisane stikalne manipulacije za vse navedene postroje, na katerih delo opravlja ena skupina ali več skupin skupaj na enem mestu ali na več različnih mestih. In tudi tukaj bo z integracijo različice 3 sistema ADMS prišlo do sprememb. Vendar bo čas pokazal, kakšne, ker se sistem še uvaja in naj bi bil sinhroniziran v DCV Celje v nekaj mesecih (Elektro Celje, d. d, 2017b).

V nadaljevanju je opisan potek začetka pisanja DP-ja. Začetek vsakega DP-ja je najava del. Koordinator del po predhodnem posvetovanju z vodjem nadzorništva na pristojnem območju napiše najavo del in navede lokacijo, kje se bodo dela izvajala, kdaj in kdo bo izvajal stikalne manipulacije oziroma navede osebo. V začetku najave se zapiše, katera dela in na katerem postroju se bodo izvajala ter vodjo posameznega dela, če je več delovnih nalog. Po zdajšnjih navodilih mora biti najava oddana najmanj štiri delovne dni pred načrtovanim izklopom na pristojno distribucijsko enoto oziroma piscu DP.

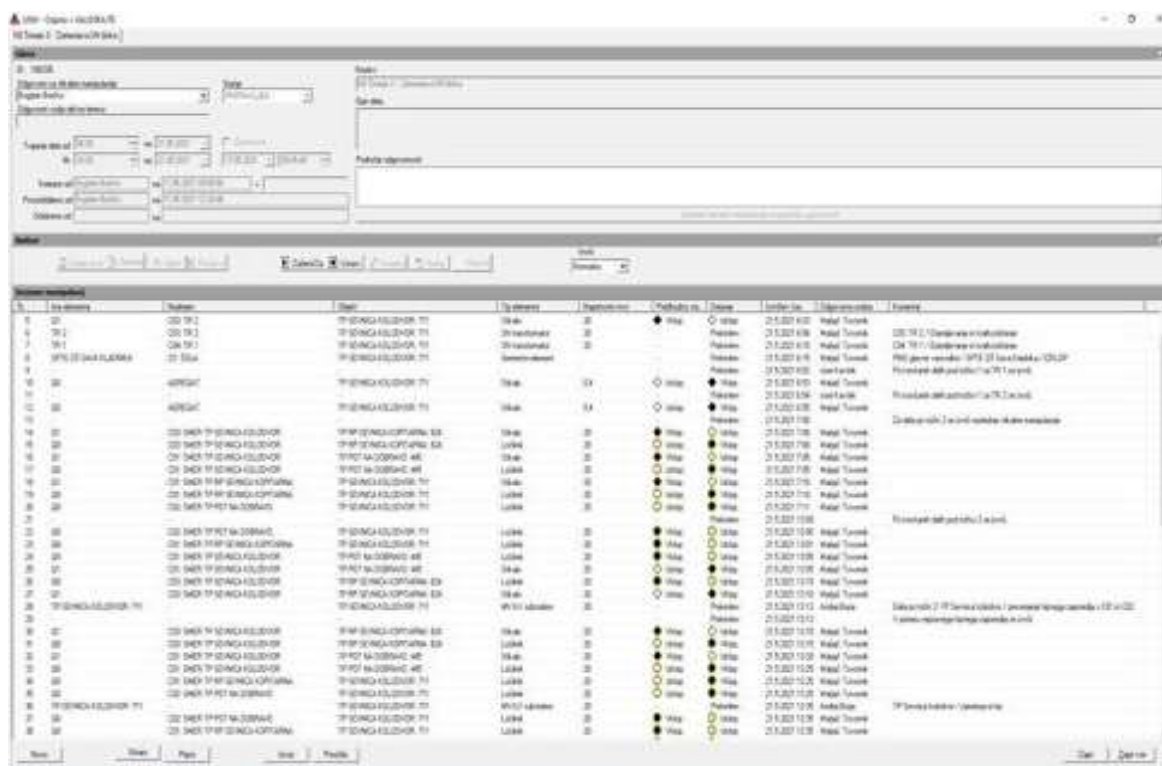
Po izpolnjeni in oddani najavi del začne pisec DP-ja na podlagi podatkov koordinatorja pisati DP. Vse to mu omogoča DMS, ki je opremljen prek geografskega informacijskega sistema (GIS) in baze tehničnih podatkov (BTP) z vsemi podatki v elektroenergetskem postroju, ki jih pisec DP-ja mora poznati in ki jih potrebuje za pisanje stikalnih manipulacij. Ko vstopi v program DMS, se na zaslonu prikaže mreža oziroma logični pogled.

Naslednji korak je izbira podmenija (funkcije), v katerem izberemo brskalnik izpadov.



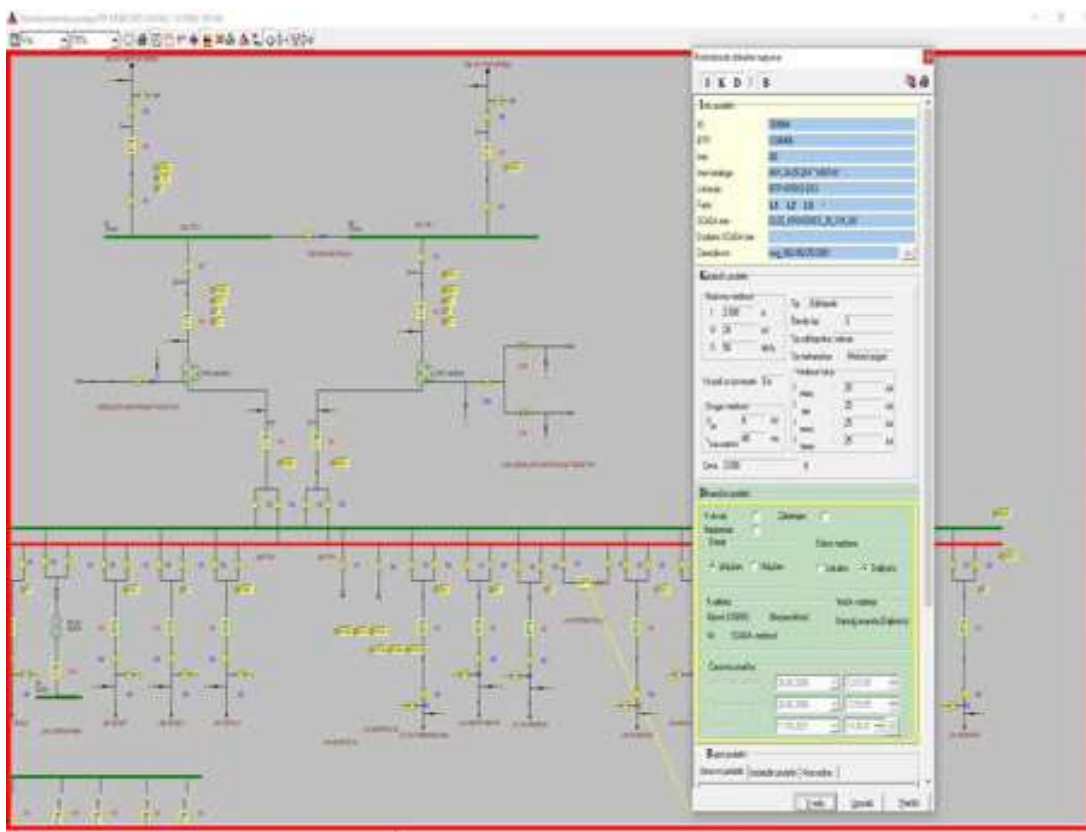
Slika 4: DMS Schneider Electric, podmeniji
(Lastni vir)

Po vseh teh izborih pridemo do menija »Novi DP, DN«, kjer začnemo zapisovati vrstni red stikalnih manipulacij. Po kliku na stikalo, odklopnik, ločilnik, transformator itd. je treba ročno vnesti datum, uro in osebo, ki bo izvršila posamezno stikalno manipulacijo. Če gre za daljinsko vodeno manipulacijo, se zapiše, da jo izvrši DCV Celje.



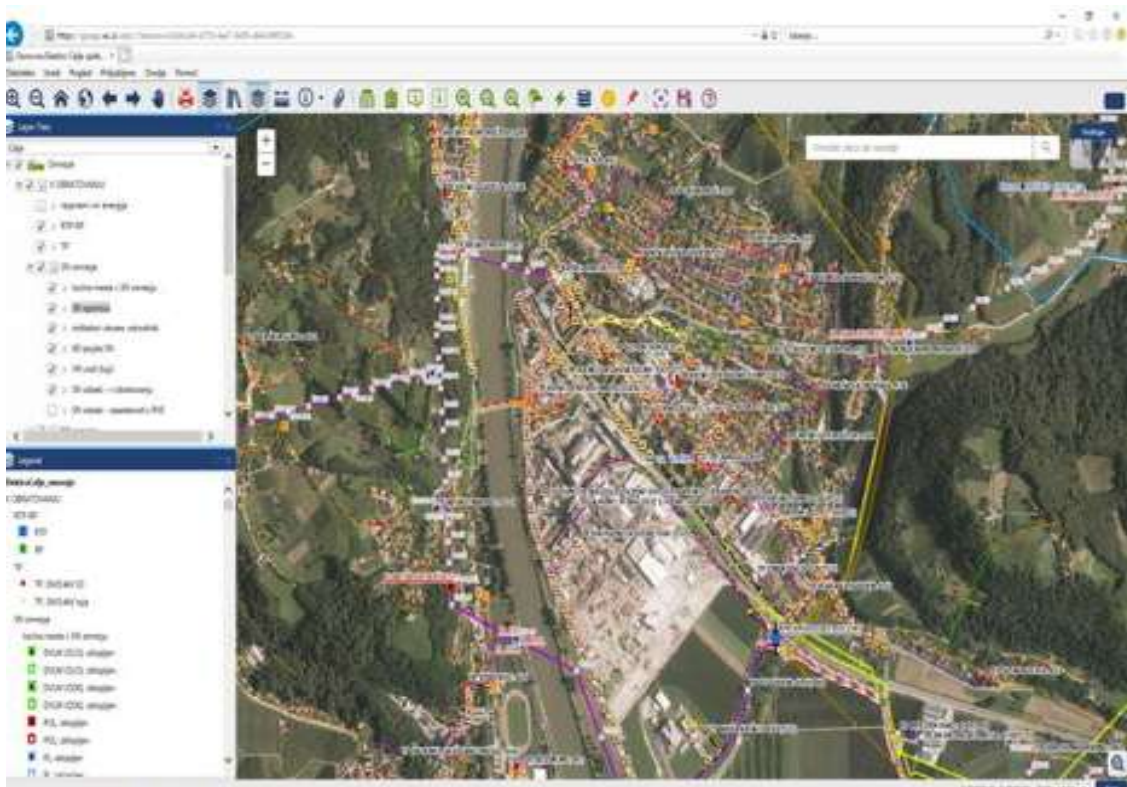
Slika 5: Elektro Celje; DMS Schneider Electric, novi DP, DN (Lastni vir)

Vsi podatki in informacije se črpajo iz baze podatkov, ki jih predhodno opremijo v službi za razvoj. Tako lahko pisec programa le s klikom ali dvema vidi podrobne podatke o vsakem elementu v elektroenergetskem postroju ali v RTP, RP ali TP. Vse to naj bi bilo v ADMS 3 še nadgrajeno in optimizirano. Stikalne manipulacije se zapisujejo v stanju »Simulation«, medtem ko DCV upravlja z manipulacijami v stanju »on line«. Pri manipulacijah, pri katerih mora pisec DP-ja še posebej opozoriti osebo, ki izvaja stikalne manipulacije, na dodatno operacijo, se lahko doda komentar, v katerem se določi, kaj je treba ukreniti za varno in pravilno izvedbo del. Na sliki 6 je prikaz odklopnika v zveznem polju v RTP Krško Des. Z dvema klikoma ga odpremo ali zapremo in zapis je takoj zabeležen v novem DP-ju in DN-ju.



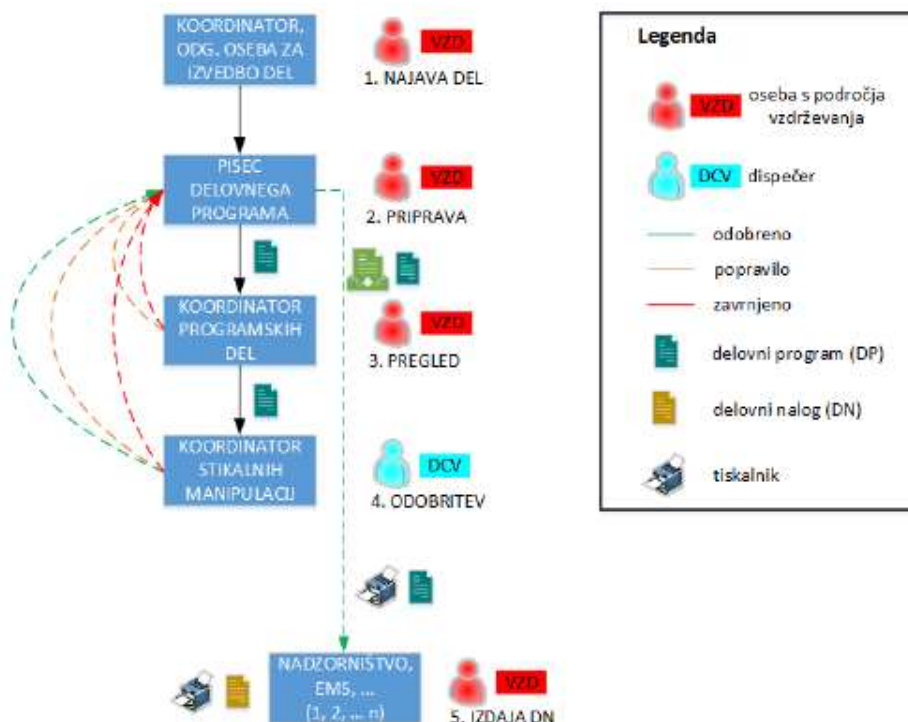
Slika 6: DMS Schneider Electric, odklopnik, zvezno polje, RTP Krško
(Lastni vir)

Ko pišemo DP v DMS, je hkrati odprta tudi slika GIS, kjer lociramo posamezne objekte v elektroenergetskem sistemu, RTP-je, RP-je ali DVLM-je. Iz slike 7 je razvidno, koliko so med sabo oddaljena posamezna ločilna mesta, razviden je tudi potreben čas, da monter, ki izvaja stikalne manipulacije, pride do njega. V primeru, da so ločilna mesta preveč narazen, je treba v stikalne manipulacije zavesti dodatno osebo. Pri tem lahko poudarimo, da distribucija stremi k čim večjemu številu daljinsko vodenih ločilnih mest v omrežju, saj s tem racionalizira poslovanje in hkrati zmanjšuje emisije v ozračju, ki nastanejo z vožnjo avtomobila do mesta izklopa. Cilj je opraviti čim več manipulacij z daljinsko vodenih naprav z novim ADMS 3.

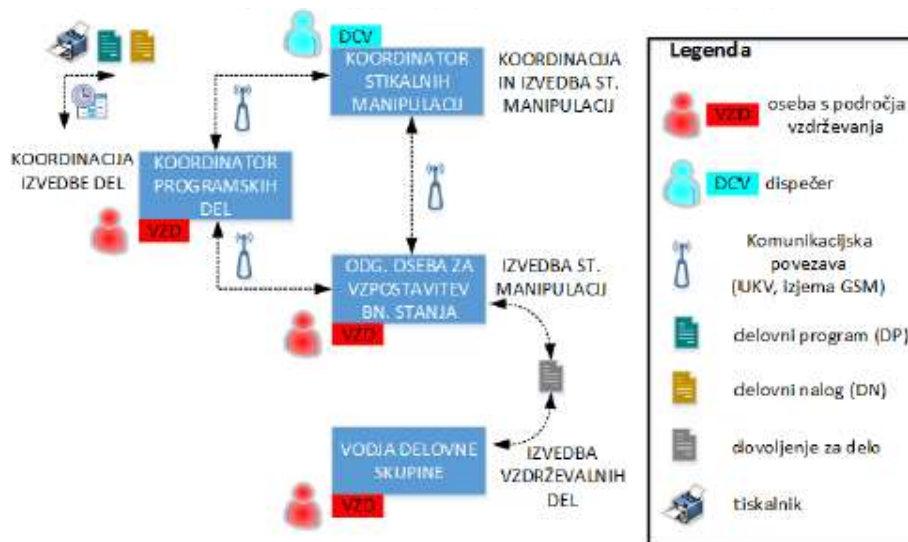


Slika 7: Elektro Celje; GIS – geografski pogled
(Lastni vir)

Po končanem zapisu in simulaciji stikalnih manipulacij se DP posreduje v pregled koordinatorju del, ki ga s podpisom potrdi ali ovrže. Če so v DP nepravilnosti, jih je možno popraviti takoj. Potem ko ga koordinatorski del podpiše, se pošlje DP v pregled v DCV. V primeru, da tudi v DCV ni najdenih napak, je DP podpisan z vseh strani in pripravljen za tiskanje. DP prejme vsak, ki je na DP-ju zaveden kot izvajalec stikalnih manipulacij ali vodja posameznih del na omrežju. Po takem DP se morajo ravnati vsi deležniki iz DP-ja, pogovori se snemajo prek digitalnih UKV-povezav zaradi lažjega ugotavljanja v primeru napak. Na sliki 8 je prikazan postopek od začetka do konca izpisa DP oziroma kdo in po kakšnem vrstnem redu mora podpisati dokument, ki pomeni tudi odgovornost za varno in pravilno izvedeno delo.



Slika 8: Faze najave del in priprave, pregleda in odobritve delovnega programa (Vir: Elektro Celje, d. d., 2017a)



Slika 9: Faze izvedbe del (Vir: Elektro Celje, d. d., 2017a)

Ne smemo pozabiti na odjemalce, ki bodo brez električne energije. V tej aplikaciji se pričakuje v ADMS 3 velik napredek. Do zdaj smo stranke obveščali v večini primerov po radiu ali ustno. Sicer smo obveščali posamezne stranke, ki so elektrodistribuciji

zaupale elektronski poštni naslov, vendar je to težava, ker je bilo treba za vsakega odjemalca ročno pregledati, na katerem izvodu se nahaja. Z ADMS 3 naj bi to bilo avtomatizirano in naj bi tako obveščanje potekalo bistveno drugače in predvsem hitreje, kar bo prikazano v nadaljevanju.

4 PRAKTIČNI DEL

4.1 ADMS DMD 3.8.3.

Programsko orodje ADMS 3.8.3., različica 3, podjetja Schneider Electric je celovita in sodobna rešitev upravljanja z električnim omrežjem, vključno s spremljanjem, nadzorom, izklopom in obvladovanjem nevarnosti. Ta sistem zmore upravljati z načrtovanimi deli, upravljanjem neviht, analizo omrežnih pogojev, optimizacijo omrežja, načrtovanjem razvoja omrežja in usposabljanjem operaterjev za delo na vseh napetostnih nivojih. Platformo so razvili in jo uspešno nadgrajujejo v Srbiji pod okriljem podjetja Schneider Electric s sedežem v Parizu.

V podjetju Elektro Celje smo začeli uporabljati ADMS 3.8.3. 1. januarja 2022 in se takoj začeli izobraževati virtualno preko aplikacije Teams, na daljavo. Epidemija covid-19 je namreč preprečila izobraževanje v živo in tudi predvideni termin začetka uporabe platforme v podjetju. V začetku je bilo kar nekaj nervoze, kako hitro se bomo privadili na novo programsko orodje in kako ga bomo uporabljali v praksi. Pojavljale so se tudi težave, ki so jih skrbniki programa sproti odpravili oziroma prilagodili našim potrebam. Dobro je, ker se upoštevajo tudi predlogi piscev delovnih programov za lažje in hitrejše delo. Sicer pa bo preteklo še nekaj časa, da bo nova platforma zaživela v vsej razsežnosti, ki jo premorejo aplikacije ADMS 3.8.3. Če smo imeli pisci delovnih programov prej eno platformo, dispečerji pa drugo, sta zdaj integrirani v eno skupno platformo. Sistem upravljanja distribucije za spremljanje, analizo in optimizacijo distribucijskega omrežja premore več kot 50 aplikacij (DMS). Rešitev DMS predstavlja sklop za podporo vsem dejavnostim pri upravljanju distribucijskega omrežja v realnem času in pri načrtovanju dela. Aplikacije DMS zagotavljajo večjo vidljivost omrežja, tako da so odločitve za pooblaščen osebe, ki upravljajo z omrežjem, lažje in hitrejše.

Aplikacija izvaja neprekinjeno optimizacijo stanja omrežja in analize ravni napak v načinu realni čas. DMS je na voljo tako v realnem času kot v načinu študije, s katerim zagotavlja bogat nabor tako imenovanih »what-if« analiz v dnevnih operacijah. Tudi aplikacija EMS je ena od sistema ADMS in se uporablja za upravljanje omrežij in prenos v lasti distribucijskih prenosnih operaterjev. Aplikacija EMS zagotavlja optimalen pretok energije, analizira ravni napake in zaščite relejev. Omogoča napetostno stabilnost v realnem času in alarmiranje napetostnih kolapsov v omrežju. Kot piscu delovnih programov nam je dodeljena pravica vstopa v aplikacijo DMD za načrtovana dela. V program se prijavimo s svojim uporabniškim imenom in s svojim geslom, ki si ga sami ustvarimo. To velja za vse, ki imajo dostop do tega programa.

4.2 NAČRTOVANO DELO

V nadaljevanju predstavljamo potek nastanka delovnega programa na sredjenapetostnem nivoju 20 kV od prve do zadnje faze, ki se bo pozneje prek DCV Celje (distribucijski center vodenja) v SCADI izvajal v živo. Prikazali bomo potek in kompleksnost posameznih faz priprave do končne izvršitve stikalnih manipulacij v živo na napetostnem nivoju 20 kV.

In kaj pomeni načrtovano delo? Proces se začne z odobritvijo podjetja, ko je naložba ali potrebna vzdrževalna dela na nekem odcepu omrežja odobrena in ko so zagotovljena finančna sredstva. Naslednji korak naredijo službe za umestitev objekta v naravi in zagotovijo podpise prizadetih strank za služnost na trasi, kjer bo potekal SN-kablovod. Če gre za rekonstrukcijo dela omrežja na obstoječi trasi, to ni potrebno, dovolj je soglasje stranke. Zatem se naredi predračun in opredeli vrednost projekta za vsa dela, material in delovne ure. Ko smo s pripravljalnimi deli tako daleč, da je potreben izklop daljnovoda, je naslednji korak pisanje delovnega naloga za izklop trase, da bi delovne skupine čim bolj varno in lažje opravile svoje delo v breznapetostnem omrežju. Načrtovano delo je, ker so dela načrtovana vnaprej.

Upravljanje preklapljanja je sestavni del ADMS-a, ki je namenjen upravljanju postopkov in vseh dejavnosti, povezanih z načrtovanimi in nenačrtovanimi deli na električnem omrežju. Zagotavlja formalni postopek za zahtevanje in izvajanje sprememb v električnem omrežju za potrebe vzdrževanja, rekonfiguracije omrežja in omrežne menjave.

Ti postopki se izvajajo z uporabo naslednjega sklopa dokumentov:

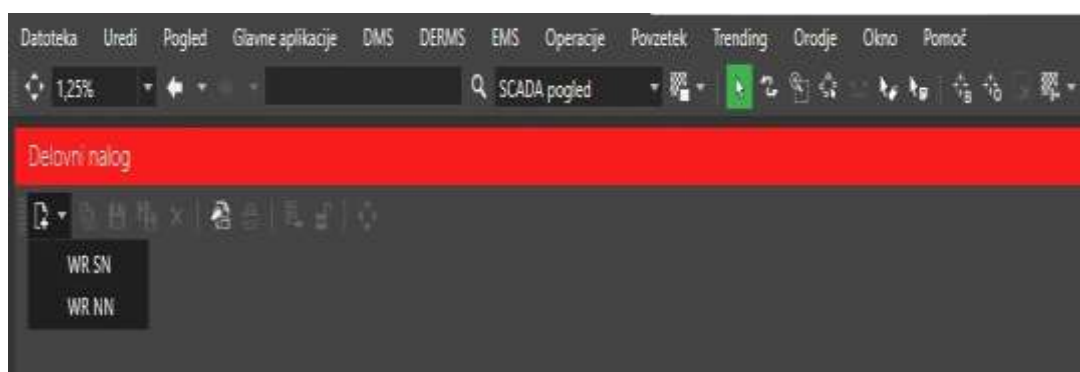
- zahteve za delo: Zahteva za delo na SN- oziroma NN-vodih ali v njihovi bližini za potrebe elektrodistribucije. Zahtevo lahko predloži vodja nadzorništva, kadar je vključena samo ena delovna skupina. Če delo opravlja več skupin hkrati, zahtevo za delo predloži koordinator vseh del. Kot prvi dokument se napiše DN, če imamo dva DN-ja, pa nastane DP.
- preklopnih načrtov: Uporablja se za dokumentiranje preklopnih korakov, ki jih je treba izvesti, da bi bilo delo varno ali da omrežje spravi v zeleno stanje iz drugih operativnih razlogov. Vsi načrti za spremembo stanja elektro omrežja, ki se napišejo, se pregledajo v nadzorni sobi DCV-ja.
- varnostnih dokumentov: Izdani so za zagotavljanje varnosti skupin, ki opravljajo delo na terenu.

4.3 USTVARJANJE ZAHTEVKA ZA DELO

Preden začnemo pisati zahtevek za delo, moramo imeti pripravljene vse podatke, saj jih je treba vpisati v posamezna polja. Znana morata biti RTP in DV-izvod iz

omenjenega RTP-ja. Da nam je lažje, si pomagamo z aplikacijo GIS (Geografski informacijski sistem), kjer so zabeleženi vsi potrebni podatki o napravah NN- in SN-nivoja. Iz GIS-a črpamo potrebne informacije, si ogledamo geografijo terena in dobimo približno sliko o tem, koliko časa monter potrebuje, da pride iz točke A do točke B in izklopi napravo. Naslednji korak so osebe, ki bodo sodelovale pri tem delovnem programu. Vedeti je treba, kdo je vodja skupine, kdo bo izvajal stikalne manipulacije, kateri dan in uro začetka in konca del. Pisec zahtevka za delo mora navesti tudi, kdo izda dovoljenje za delo in kdo ga prejme. Če sta najmanj dva DN-ja, nastane DP, pri katerem je potreben tudi koordinator vseh del. To pomeni, da dela izvajata najmanj dve skupini hkrati, medtem ko je izklop naprav iz omrežja za vsa dela isti (Schneider Electric, 2020).

Najprej se postavimo v opravilni vrstici zgoraj, izberemo operacije in odpremo delovni nalog, nakar se pokaže, kar je razvidno na sliki 10: levo spodaj WR SN in WR NN. WR NN pomeni nizkonapetostni nivo, WR SN pomeni srednjenapetostni nivo 20 kV. Ker bomo dela izvajali na SN-nivoju. Z miško kliknemo na WR SN in nato na »Shrani«, da se odprejo polja, ki jih je treba izpolniti.



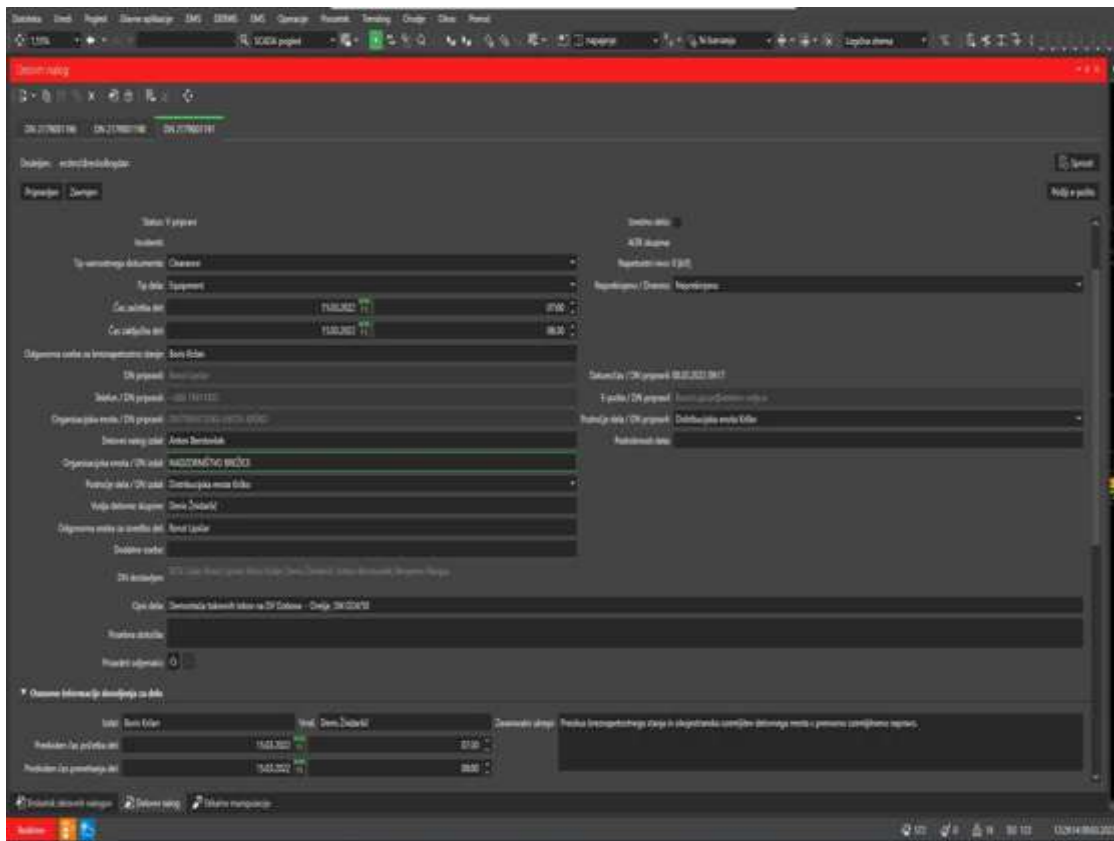
Slika 10: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – opravilna vrstica DN SN ali NN
(Lastni vir)

4.4 DELOVNI NALOG

Bistvo DN (delovnega naloga) je varno delo za vse udeležene pri delih, ki so navedeni v DN-ju. Na vsakem DN-ju je zapisanih tudi t. i. pet zlatih pravil; če se upoštevajo, do nesreče ne bi smelo priti. S pravilno napisanim DN-jem poskrbimo za varno delo vseh delavcev na delovišču in za pravočasno opravljeno delo. Namen DN-ja je tudi opredeliti časovni okvir začetka in dokončanja del, kar je pomembno predvsem z vidika odjemalcev električne energije.

Po uspešno odprtem delovnem nalogu se prikažejo prazna polja, v katera predlagatelj del vpiše podatke, potrebne za izvedbo del. V tem delu se napiše, kdo bo DN izdal, kdaj se bodo dela začela in kdaj končala. Nato dodamo vodjo delovne skupine na

terenu. V primeru, da pri delih sodelujeta najmanj dve skupini ali več, se za vsako skupino posebej določi vodja na terenu. Spodaj v opisu del navedemo, kaj je naloga vsake elektromontažne skupine.



Slika 11: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – opravilna vrstica
(Lastni vir)

Zelo pomemben podatek je elektroenergetski postroj. Ta vsem udeleženi in DCV Celje pove, na katerem daljnovodu se bodo dela izvajala in iz katerega RTP-ja se napaja DV. Ker se DP-ji vedno navezujejo na sredjenapetostni nivo, se pričakuje, da bo več odjemalcev električne energije brez napetosti v času vzdrževalnih del na omrežju. Tako izpolnjen DN se vidi v brskalniku delovnih nalogov v opravljeni vrstici operacije. Naslednji korak je izvedba stikalnih manipulacij.

Kako je videti DN, lahko vidimo v nadaljevanju. Razvidno je, da DN 2179001191 pripada delovnemu programu (DP) št. 1154000150. Tudi drugi DN 217900196 pripada temu DP-ju, torej so se DN in DP-ji povezali v eno oziroma so se generirali v eno celoto.

DN_1154000150_2179001191



VARNOSTNA NAVODILA ZA DELO:

1. Izklopi vse pole iz vseh strani!
 2. Zavaruj se proti ponovnemu vklopu!
 3. Preizkusi breznapetostno stanje!
 4. Ozemlji in kratko skleni!
 5. Bližnje dele, ki so ostali pod napetostjo, prekrij in nevarna mesta ogradi!
- Ponovno vklapljanje izvedi v obratnem vrstnem redu!

Področje dela: **Distribucijska enota Krško**
 Organizacijska enota: **NADZORNIŠTVO BREŽICE**

Datum: **10.03.2022**
 Številka: **DN_1154000150_2179001191**

DELOVNI NALOG

Dne: **15.03.2022** ob: **07:00** uri do: **15.03.2022** do: **08:30** ure je na elektroenergetskih objektih:

RTP Brežice - KB Dobova 2

potrebno izvršiti naslednja dela:

Demontaža tokovnih lokov na DV Dobova - Orešje, SM D24/50

Koordinator - odgovorni vodja vseh programskih del: **Borut Lipičar**

Vodja delovne skupine je:

Denis Žnidaršič

Delo je predvideno z delovnim programom št. : **DP_1154000150** z dne: **15.03.2022**

Odobrenim od: **Matjaž Hrženjak**

Koordinator - odgovorna oseba stikalnih manipulacij: **DCV Celje**

Odgovorna oseba za izvedbo del pod št.:

Borut Lipičar

Odgovorna oseba za vzpostavitev breznapetostnega stanja je: **Boris Kržan,**

ki izvrši naslednje stikalne manipulacije in zavarovalne ukrepe:

Po DP št. DP_1154000150 tč. 1 - 30

Vodja delovne skupine izvrši naslednje zavarovalne ukrepe:

Preizkus breznapetostnega stanja in obojestransko ozemljitev delovnega mesta s prenosno ozemljitveno napravo.

Stikalne manipulacije je odobril dispečer z depešo št.: z dne:

Dovoljenje za pričetek del izda: **Boris Kržan** dne: **15.03.2022** ob: **07:30** uri

Obvestilo o prenehanju del izda: **Denis Žnidaršič** dne: **15.03.2022** ob: **08:00** uri

Način obvestila odjemalcev in drugih prizadetih oseb: **radio**

Vodja delovne skupine poskrbi za pravočasno pripravo orodja, materiala, opreme in prevoza. Pred pričetkom dela je dolžan poučiti delavce o nevarnostih in se prepričati, da je delovno mesto varno. Vsi zaposleni se morajo ravnati po določilih Varnostnih pravil za delo na elektroenergetskih postrojih in veljavnih tehniških in drugih predpisih in normativih za delo.

Dostavljeno: **DCV Celje; Borut Lipičar; Boris Kržan; Aleš Zobarič; Denis Žnidaršič; Anton Berstovšek; Benjamin Rangus**

Delovni nalog izdal:

Anton Berstovšek

Delovni nalog prejel:

Denis Žnidaršič

Delovni nalog številka DN_1154000150_2179001191

strana 1 od 1

Slika 12: Primer delovnega naloga
(Lastni vir)

DN_1154000150_2179001196



VARNOSTNA NAVODILA ZA DELO:
 1. Izklopi vse pole iz vseh strani!
 2. Zavaruj se proti ponovnemu vklopu!
 3. Preizkusi breznapetostno stanje!
 4. Ozemlji in kratko skleni!
 5. Bližnje dele, ki so ostali pod napetostjo, prekrij in nevarna mesta ogradi!
 Ponovno vklapljanje izvedi v obratnem vrstnem redu!

Področje dela: **Distribucijska enota Krško**
 Organizacijska enota: **NADZORNIŠTVO BREŽICE**

Datum: **10.03.2022**
 Številka: **DN_1154000150_2179001196**

DELOVNI NALOG

Dne: **15.03.2022** ob: **08:30** uri do: **15.03.2022** do: **14:00** ure je na elektroenergetskih objektih:

RTP Brežice - KB Dobova 2

potrebno izvršiti naslednja dela:

Postavitev betonskega droga na DV Dobova - Orešje, SM D24/42

Koordinator - odgovorni vodja vseh programskih del: **Borut Lipičar**

Vodja delovne skupine je:

Denis Žnidaršič

Delo je predvideno z delovnim programom št. : **DP_1154000150** z dne: **15.03.2022**

Odobrenim od: **Matjaž Hrzenjak**

Koordinator - odgovorna oseba stikalnih manipulacij: **DCV Celje**

Odgovorna oseba za izvedbo del pod št.:

Borut Lipičar

Odgovorna oseba za vzpostavitev breznapetostnega stanja je: **Boris Kržan**,

ki izvrši naslednje stikalne manipulacije in zavarovalne ukrepe:

Po DP št. DP_1154000150 tč. 1 - 30

Vodja delovne skupine izvrši naslednje zavarovalne ukrepe:

Preizkus breznapetostnega stanja in obojestranska ozemljitev delovnega mesta s prenosno ozemljitveno napravo.

Stikalne manipulacije je odobril dispečer z depešo št.: z dne:

Dovoljenje za pričetek del izda: **Boris Kržan** dne: **15.03.2022** ob: **09:00** uri

Obvestilo o prenehanju del izda: **Denis Žnidaršič** dne: **15.03.2022** ob: **13:30** uri

Način obvestila odjemalcev in drugih prizadetih oseb: **radio**

Vodja delovne skupine poskrbi za pravočasno pripravo orodja, materiala, opreme in prevoza. Pred pričetkom dela je dolžan poučiti delavce o nevarnostih in se prepričati, da je delovno mesto varno. Vsi zaposleni se morajo ravnati po določilih Varnostnih pravil za delo na elektroenergetskih postrojih in veljavnih tehniških in drugih predpisih in normativih za delo.

Dostavljeno: **DCV Celje; Borut Lipičar; Boris Kržan; Aleš Zobarič; Denis Žnidaršič; Anton Berstovšek; Benjamin Rangus**

Delovni nalog izdal:

Anton Berstovšek

Delovni nalog prejel:

Denis Žnidaršič

Delovni nalog številka DN_1154000150_2179001196

strana 1 od 1

*Slika 13: Primer delovnega naloga
(Lastni vir)*

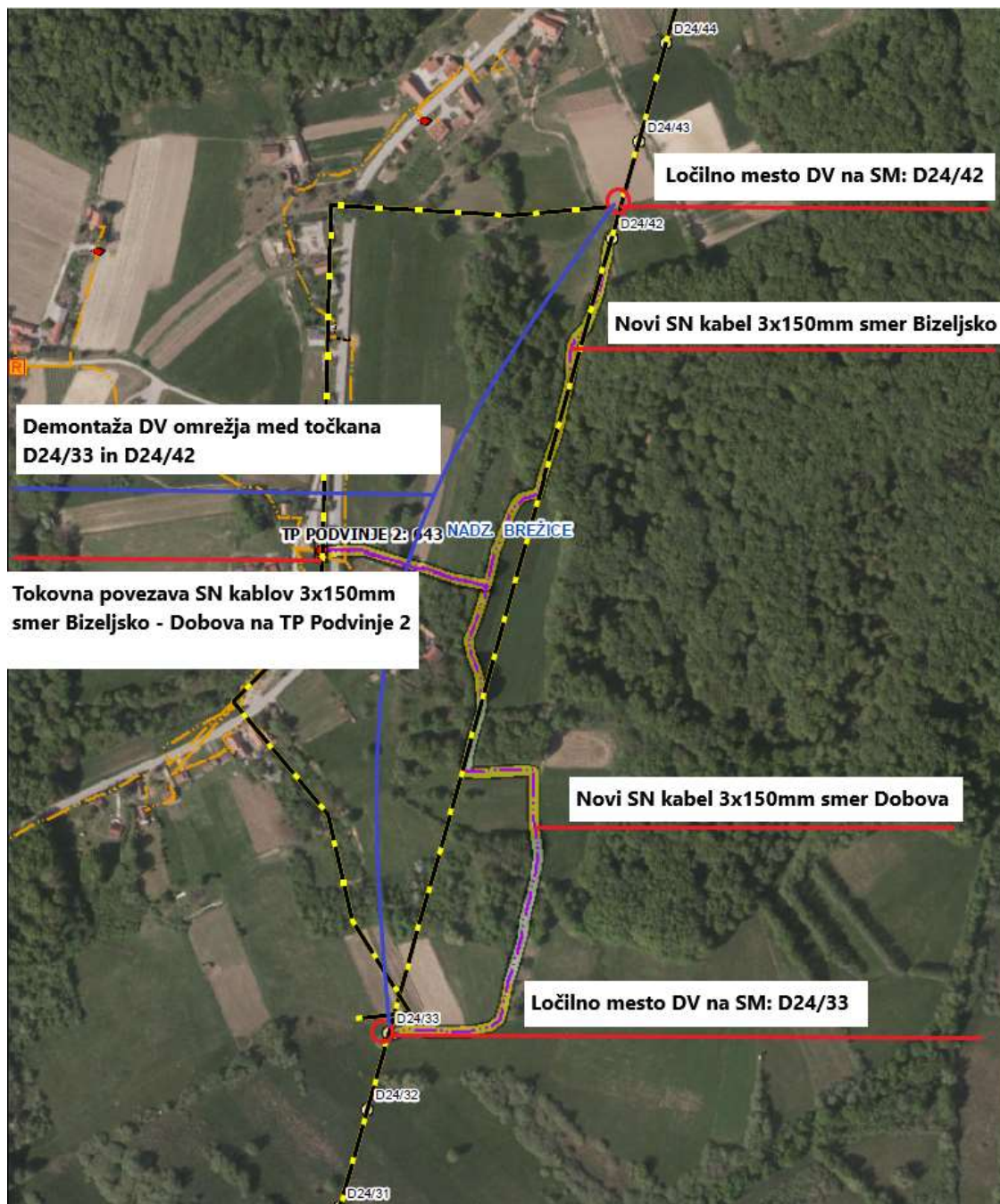
4.5 OPIS DEL NA DV 20 KV

V primeru, obravnavanem v sklopu diplomskega dela, se bomo navezovali na izgradnjo novega kablovoda 20 kV, da bi se izognili napeljavi DV-ja skozi gozd. DV bo do gozda na obeh straneh še vedno napajan prostozračno po tokovodnikih. Pred gozdom na vsaki strani se bo prostozračni vod prekinil in elektromontažne skupine bodo na vsaki strani postavile betonske drogove, od koder bo kablovod potekal pod zemljo. Do zdaj je bil TP Podvinje 2 končna postaja na odcepu, odslej, po končanih delih pa bo prehodna TP Podvinje 2 na DV 20 kV Dobova 2. SN-kabla bodo združili na transformatorski postaji TP Podvinje 2, eden srednjenapetostni kablovod bo potekal iz smeri Bizeljskega, drugi iz smeri Dobove. Tako bo manj TP brez napetosti v primeru havarij in drugih vremensko neugodnih dogajanj. Stari DV bo po izgradnji novega srednjenapetostnega kablovoda demontiran. Na TP Podvinje bodo odstranjeni dosedanji prostozračni vodniki, oba SN-kabla $3 \times \text{NA2XS(F)2Y } 1 \times 150 \text{ mm}^2$ bosta neposredno tokovno povezana. Naša naloga je napisati delovni program, da bo čim manj odjemalcev najkrajši možni čas brez električne energije.

Pri tem bomo upoštevali, da lahko na razcepnem a-drogu ločimo tokovne loke proti smeri D24/41 del in jih po koncu vseh del spet spojimo. Tako bi bila najbolj obremenjena TP Podvinje le dvakrat za krajši čas brez električne energije in ne celoten čas izvedbe del.

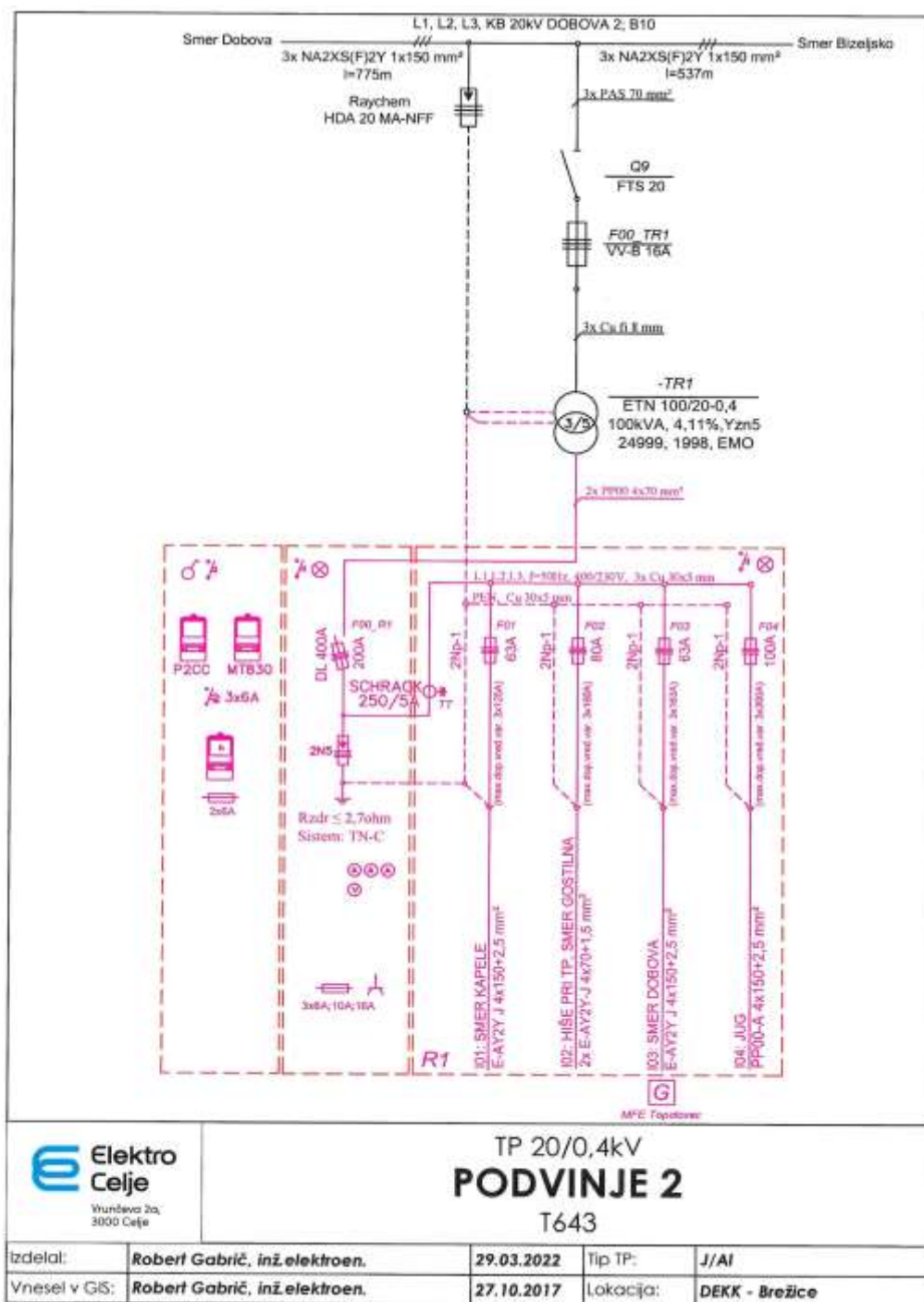
Na kratko smo predstavili, kaj želimo doseči z manipulacijami, ki jih bomo zapisali, in kaj omogoča ADMS. Na sliki 14 sta prikazani obstoječa trasa in trasa novega kablovoda 20 kV. Iz sheme je razvidno, da bo DV prekinjen v točkah D24/33 in D24/42. Na teh mestih bodo postavljeni novi betonski drogovi, ki bodo ločili prostozračni DV 20 kV. Trasa DV med točkama D24/33 in D24/42 bo demontirana v celoti, drogovi bodo podrti in tokovodniki v razdalji približno 700 m bodo odstranjeni.

Iz slike 14 je razvidno, da je morala služba, zadolžena za podatke GIS, v točki na stojnem mestu D24/50 v sistem zavesti možnost ločitve tokovnih lokov na a-drogu, da bi bil TP Podvinje najkrajši možni čas brez napetosti. Po končanem vrisu v GIS se javi službi, zadolženi za ADMS, da so tokovni loki vrisani. Ta mora na isti točki D24/50 zapisati algoritem za izvedbo manipulacije ločitve tokovnih lokov. Čeprav gre za fizično ločitev vodnikov, ki jo opravi elektromonter, je ta operacija v ADMS možna. Pomen službe za GIS smo opisali že v uvodnem delu naloge, dodajamo le, da je njen pomen enak, kot je bil pri prejšnji različici. Pri zagotavljanju podatkov v GIS-u in pri zagotavljanju natančnosti je potrebno sodelovanje več služb, in sicer nadzorništev, ki prispevajo največ podatkov z natančnim popisom elektroenergetskih naprav za potrebe baze podatkov, ki se vnesejo v GIS. Zelo pomembni so podatki službe za razvoj, ki s svojimi idejami in implementacijami idej prispeva k razvoju in optimizaciji elektroenergetskega omrežja, in drugi deležniki. Vse to pripomore k lažjemu in natančnemu delu v sistemu ADMS.



Slika 14: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – posnetek GIS
(Lastni vir)

V nadaljevanju na sliki 15 vidimo prikaz enopolne sheme novega stanja na DV Dobova 2, kjer se vidi, da sta oba kablovoda neposredno povezana na TP Podvinje 2. Tudi za enopolno shemo je zadolžena GIS-služba.



Slika 15: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – enopolna shema TP Podvinje 2 (Lastni vir)

4.6 STIKALNE MANIPULACIJE

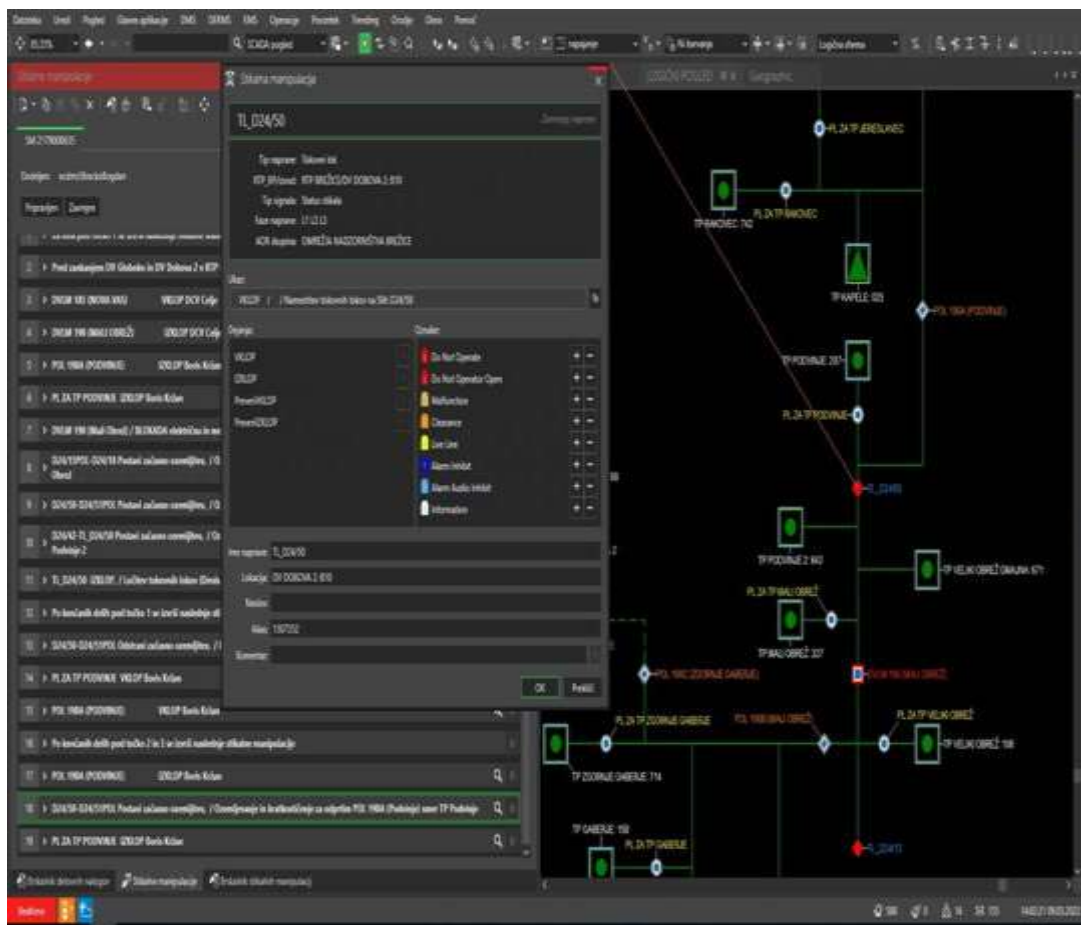
Ko koordinator del izpiše vse delovne naloge, če jih potrebuje, obvesti pisca delovnih programov in mu posreduje številke DN-jev, ki se navezujejo na izvedbo stikalnih manipulacij za vsa dela. Pisec DP-ja lahko tudi sam vidi v brskalniku delovnih nalogov izpolnjene DN-je in začne pisati stikalne manipulacije. Od tukaj dalje je naša odgovornost, da bodo stikalne manipulacije potekale v živo brez incidentov in brez izpadov električne energije. Še enkrat preverimo, ali je koordinator del kaj pozabil. Če so kakršnekoli nejasnosti, se slišimo in dorečemo še zadnje podrobnosti, kako bodo dela potekala.

Bistvo pisanja stikalnih manipulacij je, da se odklopi opravijo čim bližje mestu dela, da se zapiše, kateri POL (progovni odklopni ločilnik), PL (progovni ločilnik), DVLM (daljinsko vodeno ločilno mesto) je treba vklopiti in katerega izklopiti. V našem primeru moramo zazankati DV Globoko in DV Dobova 2, zato moramo najprej vklopiti DVLM 185 (Nova vas) I nato ločiti DVLM 190 (Mali Obrež). Prednost DVLM-stikal je, da jih lahko izklapljammo daljinsko iz DCV Celje. Tako privarčujemo pri prevoznih stroških in času manipulacij. Daljnovod bo dokončno izklopljen, ko izklopimo POL 190A (Podvinje). To stori monter, ki je po radijski vezi obveščen iz DCV Celje. Zankanje dveh različnih daljnovodov se izvaja, ko moramo neko število transformatorskih postaj prevezati na drug daljnovod. Namen tega je, da ima čim več transformatorskih postaj tudi v času dela elektromontažnih skupin električno energijo. Tisti TP-ji, ki jih ni mogoče prevezati, pa so brez napajanja ves čas izvedbe del. Po opravljenih vseh manipulacijah se zapiše, kje se izvrši ozemljevanje DV-ja. DV se mora ozemljiti na vseh koncih izklopljenega dela proti delovišču. V našem primeru je ozemljitev potrebna na treh straneh DV-ja, kjer je napetost prisotna na drugi strani DVLM, POL ali PL. Še pred tem se izvede preprečitev ponovnega vklopa stikala z zaklepanjem. Ponovni priklopi DV v normalno obratovalno stanje se vršijo v obratnem vrstnem redu, kot so se izklapljali.

Po vseh zapisanih korakih se v ADMS vse skupaj generira (poveže) in najprej 72 ur ali pozneje po SMS-u obvesti odjemalce, ki bodo brez elektrike. Pogoji za prejem obvestila je, da je stranka zaprosila za SMS-obveščanje.

4.7 PROGRAM DMD

V programu DMD začnemo praktično zapisovati stikalne manipulacije na sredjenapetostnem omrežju. Prvo manipulacijo zapišemo ob uri in datumu, ki sta navedena v delovnem nalogu. DMD mora biti v stanju »Realtime« (realni čas). Obarvan je rdeče v spodnjem levem kotu na računalniku. Zaenkrat je pomanjkljivost programa, da manipulacije ne moremo zapisovati neposredno iz simulacije v zapis.



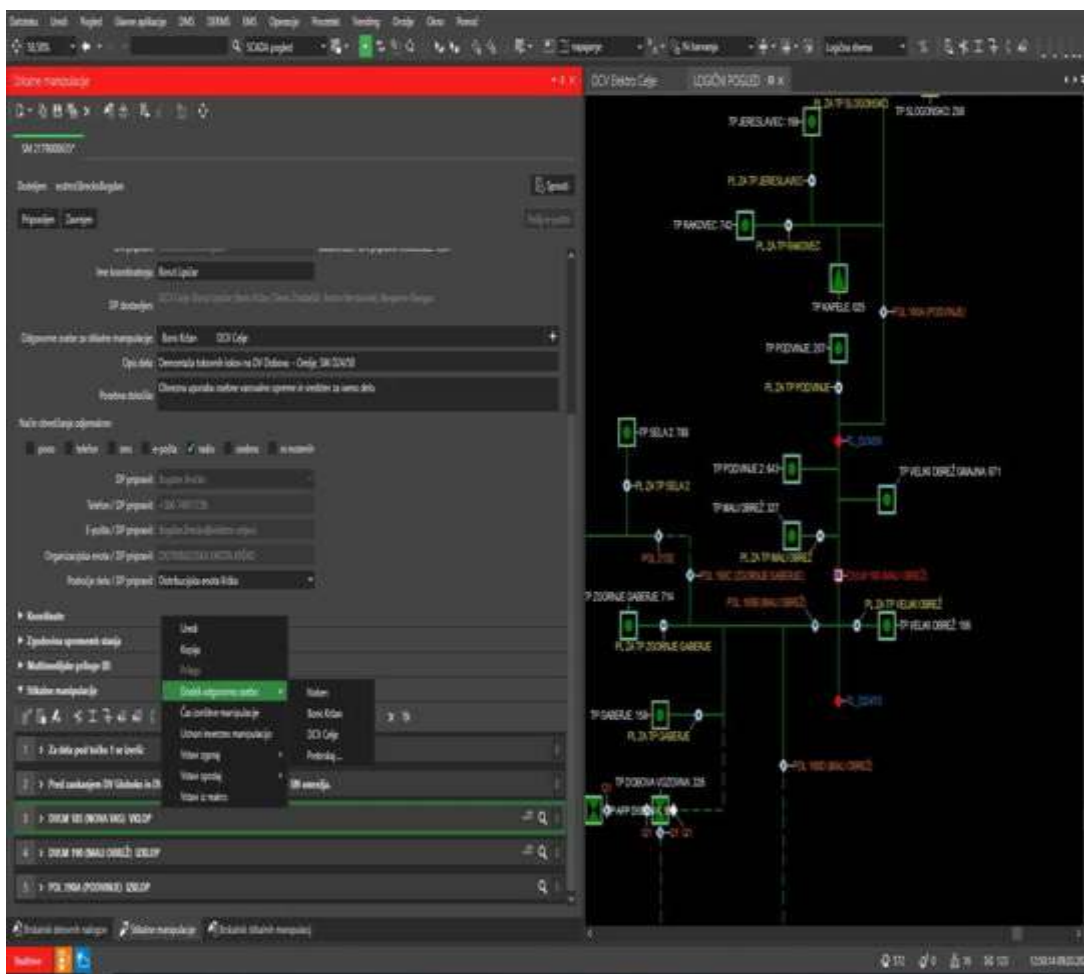
Slika 16: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – stikalne manipulacije (Lastni vir)

Potem ko zapišemo stikalne manipulacije, katero ločilno stikalo je treba izklopiti ali vklopiti, določimo osebo, ki bo v živo izvedla posamezno manipulacijo. Na eni strani imamo naprave, ki jih moramo izklopiti ročno, na drugi strani pa so naprave, ki jih lahko izklopimo daljinsko iz DCV v Celju. Ročne manipulacije opravi elektro monter iz pristojnega nadzorništva na lokaciji, kjer se objekt nahaja. Zato mora vodja del v DN v dogovoru z vodjem nadzorništva uskladiti, kdo bo na ta dan izvajal manipulacije. Če je potrebnih več oseb, se jih navede več. Ob tem se določi tudi, kdo je tisti, ki bo izdajal dovoljenja pred začetkom del, in delovodjo, ki po končanju del vrne obvestilo o prenehanju del.

Na desni polovici zaslona odpremo pogled SCADA. Velikost pogleda je poljubna, pogled je lahko tudi na dveh zaslonih, saj pri delu uporabljamo dva zaslona, velikost pogleda SCADA pa prilagajamo sproti po potrebi. S tega vidika je SCADA zelo praktična. Edina pomanjkljivost zaenkrat je, da manipulacije še ne moremo neposredno zapisovati iz simulacije v zapis, ampak moramo z miško prijeto stikalo in

ga povleči na desno stran zaslona, kjer ga spustimo v okvir pod stikalnimi manipulacijami.

Sicer imamo delno simulacijo in bomo v nadaljevanju prikazali, kako si z njo pomagamo. Pričakujemo pa, da bo do poletja že možno zapisovanje manipulacije neposredno v zapis.



Slika 17: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – določanje oseb
(Lastni vir)

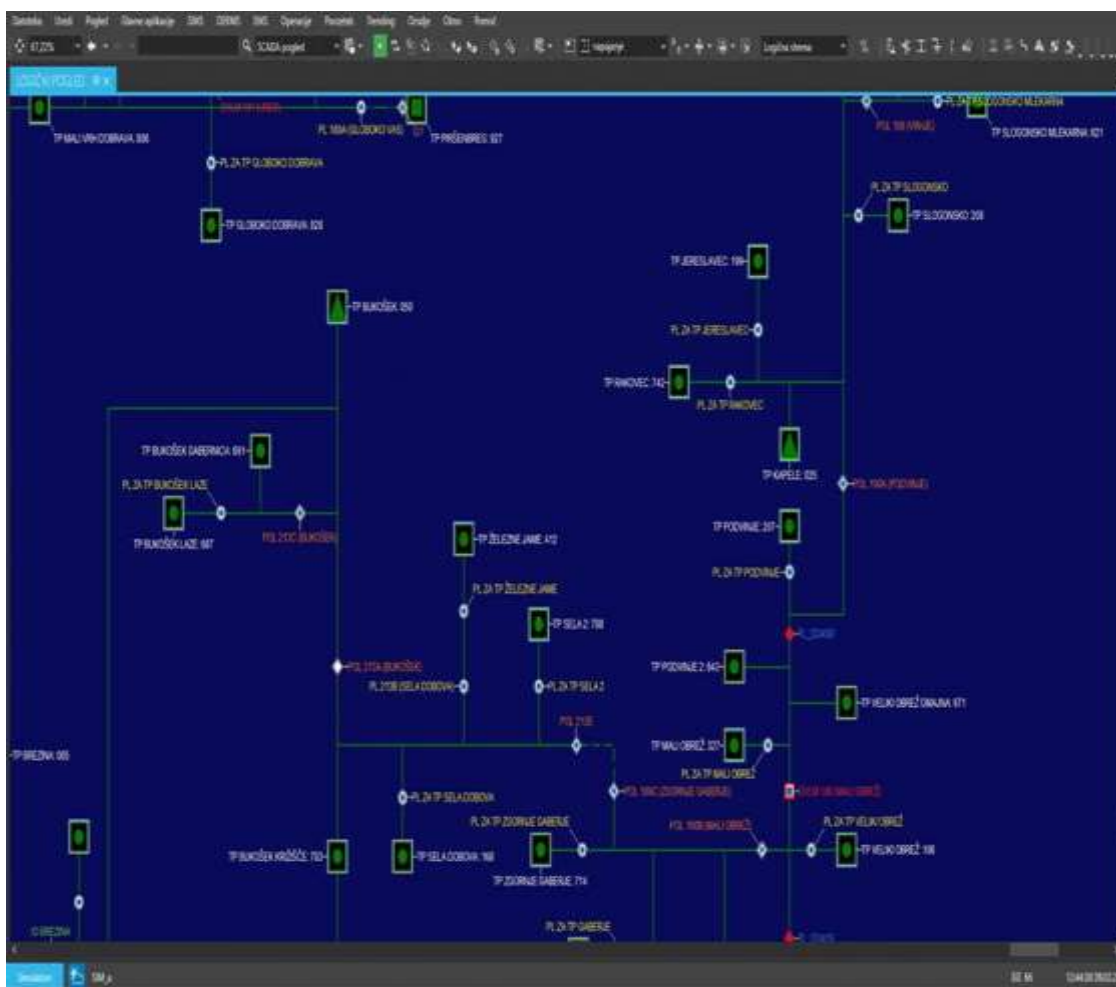
V naslednjem koraku se določita datum in čas, ki sta sicer že določena v delovnem nalogu. Vsi časi, t. j. začetek in konec stikalnih manipulacij, morajo biti v časovnem okviru, določenem z delovnim nalogom. V primeru zamika časa program opozori na anomalijo. V tem primeru sta dve možnosti: ali pisec DP popravi v delovnem nalogu na novi časovni okvir ali pa v zapisu stikalnih manipulacij upošteva že dodeljene čase iz delovnega naloga.

4.8 SIMULACIJA ADMS

Simulacija v energetskem sistemu je nepogrešljivi del pogleda in pisanja delovnih programov. Pomen simulacije je večplasten in nam, ki imamo dostop, omogoča simulacije v nenormalnem stanju elektroenergetskega omrežja. V tem območju si lahko privoščimo simulacijo z napravami za izklapljanje in priklopljanje ter poljubno simuliramo novo stanje elektroenergetskega omrežja. Pri tem vidimo, kdaj bi bilo omrežje v kratkem stiku, če bi napačno izvedli stikalno manipulacijo v živo. Torej lahko vidimo, česa ne smemo narediti, da ne bi prišlo do izpada omrežja, in kaj lahko.

Ali smo v načinu simulacije, lahko zelo nazorno vidimo. Najprej se postavimo na eno od naprav in s klikom na hitro študijo se čez nekaj časa prikaže zaslon, obarvan modro. V spodnjem levem kotu je z modro barvo označeno »Simulation«. V simulaciji takoj vidimo, kdaj je omrežje pod napetostjo. Takrat je obarvano zeleno, če je v beli barvi, pomeni, da ni napetosti in da so odjemalci brez električne energije. V primeru kratkega stika zaradi napačne manipulacije se omrežje obarva vijoličasto. Ozemljeno omrežje se vidi v rumeni barvi. Rdeča pa pomeni, da imamo dva daljnovoda v zanki, ki ju je treba v najkrajšem času ločiti in se po ločitvi obarvata zeleno. Zankanje omrežja izvajamo v primeru, ko je treba zaradi vzdrževalnih ali investicijskih del na omrežju prenapajanje voda, na katerem se izvajajo dela, na drug vod ali sistem. To stanje je začasno in se po končanih delih povrne v normalno obratovalno stanje. Seveda je to izvedljivo v primeru, da imamo elektroenergetsko mrežo urejeno tako, da omogoča na čim več koncih prehod med vodi z enega na drug sistem. Pri tem imajo pomembno vlogo daljinska sikala ali odklopniki, bodisi v RTP-ju, TP-ju ali kot DVLM-stikala. V naši distribuciji je pravilo treh minut v zanki. To pomeni, da moramo kot pisec delovnega program poskrbeti, da se največ v treh minutah zanka loči.

Prav s temi zankami lahko v simulaciji preverjamo obnašanje omrežja v statusu zankanja. Na sliki lahko vidimo obratovalno stanje pred izklopi na območju dela v naši distribuciji. Sedaj je, kot pravimo, v normalnem stanju. Pozneje bo razvidno, kako je videti omrežje po izklopu naprav.

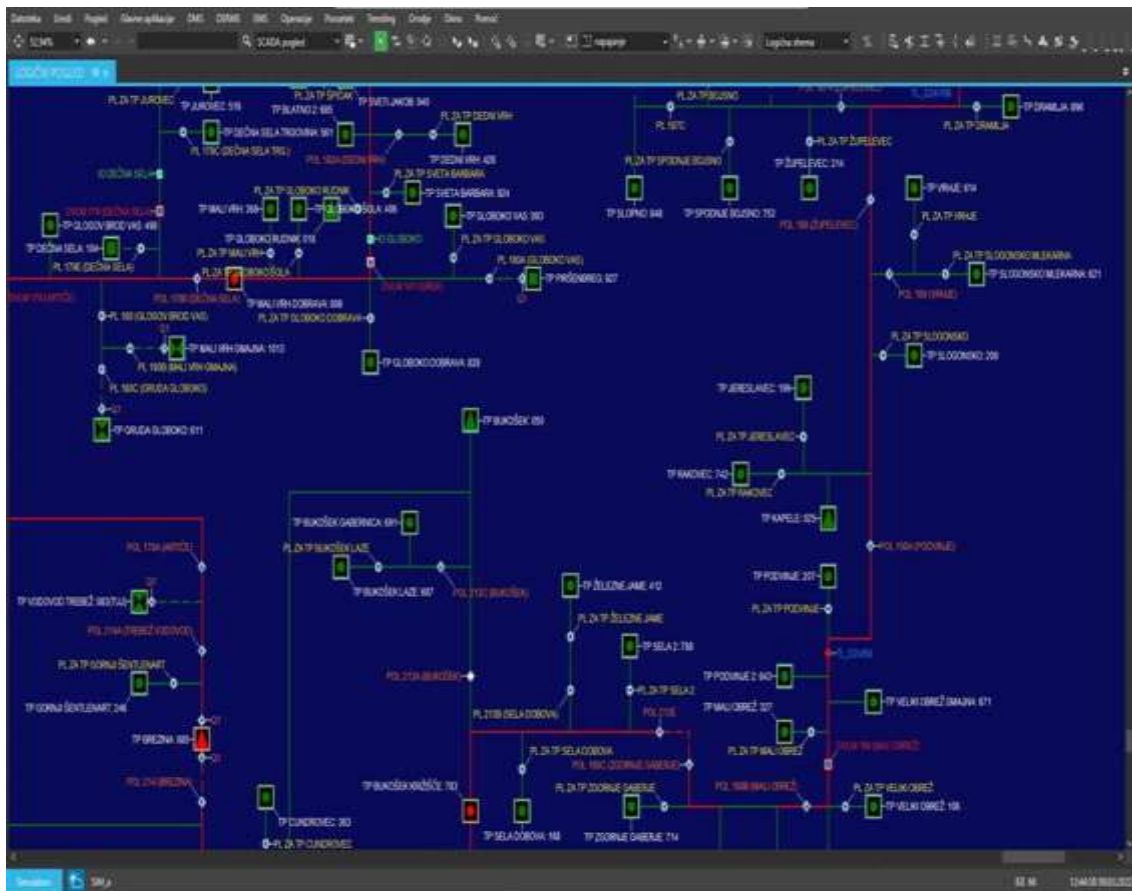


Slika 18: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – simulacija omrežja v normalnem obratovalnem stanju
(Lastni vir)

Kot smo že v uvodu navedli, zaenkrat še nimamo možnosti zapisa iz simulacije neposredno v zapis. Tako da najprej simuliramo, nato pa v realnem času to zapišemo. Tudi v simulaciji je vidno, kje bomo ločili tokovne loke. Označeni so z rdečim romбом in označenim stojnim mestom TL_D24/50. Po ločitvi lokov se takoj prikaže območje bele barve, kar pomeni, da je TP Podvinje trenutno brez napetosti.

Pred izklopi moramo najprej DV Dobova 1 zazankati z DV Globoko. To izvedemo z vklopom stikala DVLM, kar se izvrši daljinsko iz DCV Celje s pomočjo dispečerja.

DV je zdaj zazankan in ga v najkrajšem času izklopimo iz zanke. Ko zanko izklopimo, se daljnovod do mesta izklopa napaja po drugem DV-ju kot v normalnem obratovalnem stanju omrežja.

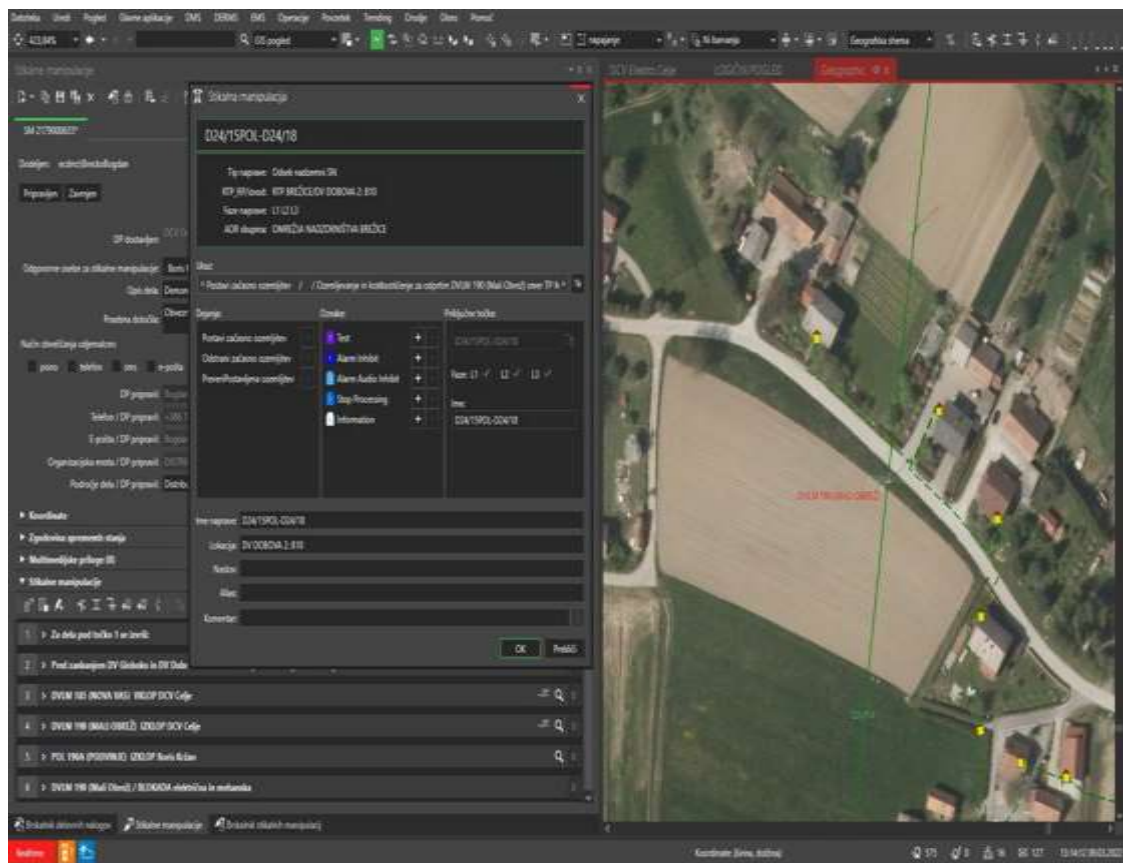


Slika 19: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop DVLM za zanko
(Lastni vir)

Po izklopu zanke imajo še vedno napetost vse transformatorske postaje, le da del TP-jev, ki niso predvideni za izklop, prešlo na drugi DV 20 kV. TP-ji, ki so prestavljeni na drugi DV, se ponovno obarvajo v zeleno. Naslednja faza je izklop POL iz DP. Ta se izvrši ročno. Izklopi ga monter, zadolžen za stikalne manipulacije.

4.9 OZEMLJEVANJE

Na kratko bomo opisali še proces ozemljevanja, ki se nekoliko razlikuje od drugih manipulacij. Ozemljevanje se vedno izvaja na izklopljenem delu omrežja, da se tako še dodatno zavaruje izvajalce del pred napetostnim udarom nehotenega vklopa katere od stikalnih naprav. Zato je to obvezni del manipulacij pri izvajanju vzdrževalnih ali investicijskih del na objektih. Pri tem se v vseh distribucijskih podjetjih sklicujemo na tako imenovanih petih zlatih pravil in zahtevamo njihovo dosledno upoštevanje. Po izklopu omrežja iz napetosti z vseh strani in po vidni ločitvi se začne ozemljevanje daljnovoda. Še prej preverimo breznapetostno stanje na omrežju z za to določeno napravo. V primeru zapisa v aplikaciji DMD je videti takole:



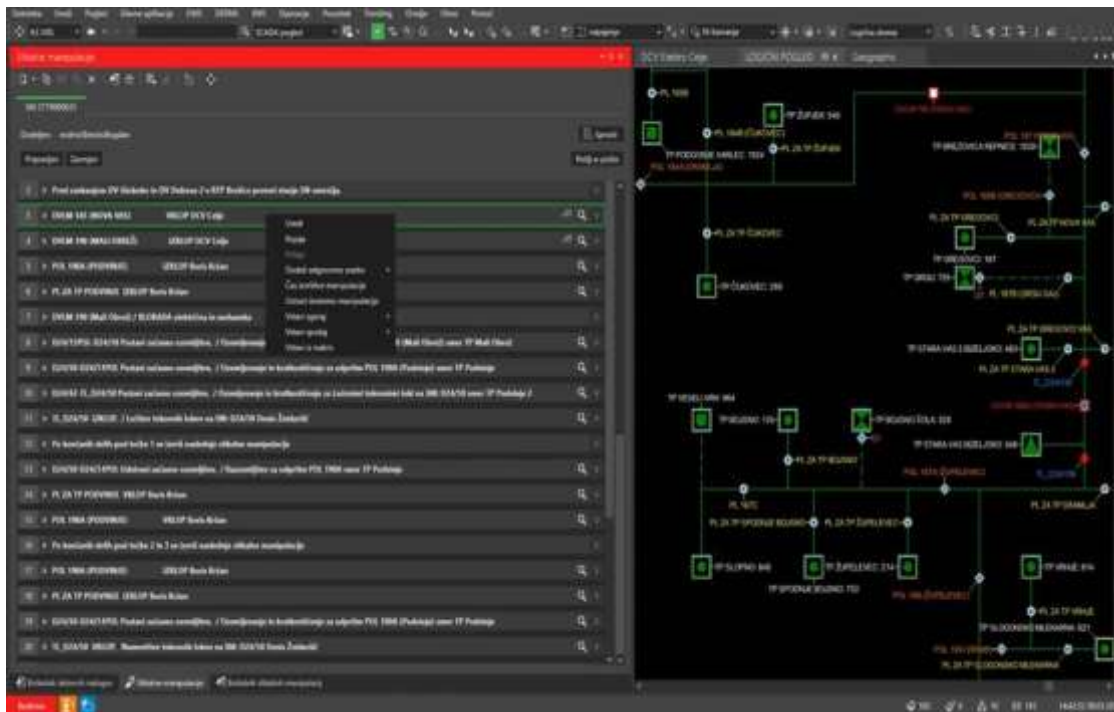
Slika 20: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – zapis ozemljevanja DV-ja
(Lastni vir)

Na sliki 18 se vidi, kaj želimo storiti. V našem primeru izberemo »Postavi začasno ozemljitev« in v nadaljevanju napišemo, v katero smer naj se namesti delovna ozemljitev. Še prej pa je zaželeno, da odpremo v geografskem načinu SCADA, ki je najbolj natančna. V logičnem pogledu ni tako zanesljiva. Nato se postavimo na zeleno stran DV-ja, proti kateri bomo ozemljevali. Ozemljitve se namestijo v breznapetostnem stanju DV-ja in proti delovišču. Po vseh nameščenih ozemljitvah z vseh strani se bo DV ob izvajanju manipulacij v živo obarval rumeno. To bomo na dan izklopov lahko tudi prikazali. Te možnosti v prejšnjem programu nismo imeli. Točko ozemljevanja smo dodali ročno.

4.9.1 Inverzna funkcija

Tudi »inverzna funkcija« je novost v primerjavi s prejšnjim programom. Ta funkcija omogoča inverzno manipulacijo, kar pomeni, da nam ni treba še enkrat v mrežo SCADA, ampak da se s klikom sama zapiše v manipulaciji, obratni fazi izklopov. Pomeni, da če smo v fazi manipulacij pri izklopu DV-omrežja želeli v stanju Q1 izklop, se pri priklopu DV-ja avtomatsko zapiše v VKLOP Q1 in prenese isto osebo za to manipulacijo. Popraviti je treba samo čas, kar je razumljivo. S tem prihranimo čas.

Pozorni moramo biti, da to izvajamo natančno, saj vrstni red priklopa omrežja v normalno stanje ne poteka vedno v enakem vrstnem redu.



Slika 21: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – inverzna manipulacija
(Lastni vir)

Poudariti je treba, da ne gredo vsi zapisi v inverzni funkciji. Namreč zapisa, ki smo ga zapisali kot komentar ali opombo, ni možno izvesti inverzno, zato moramo vse te manipulacije zapisati, kot smo jih prvič, torej kot komentar, opombo.

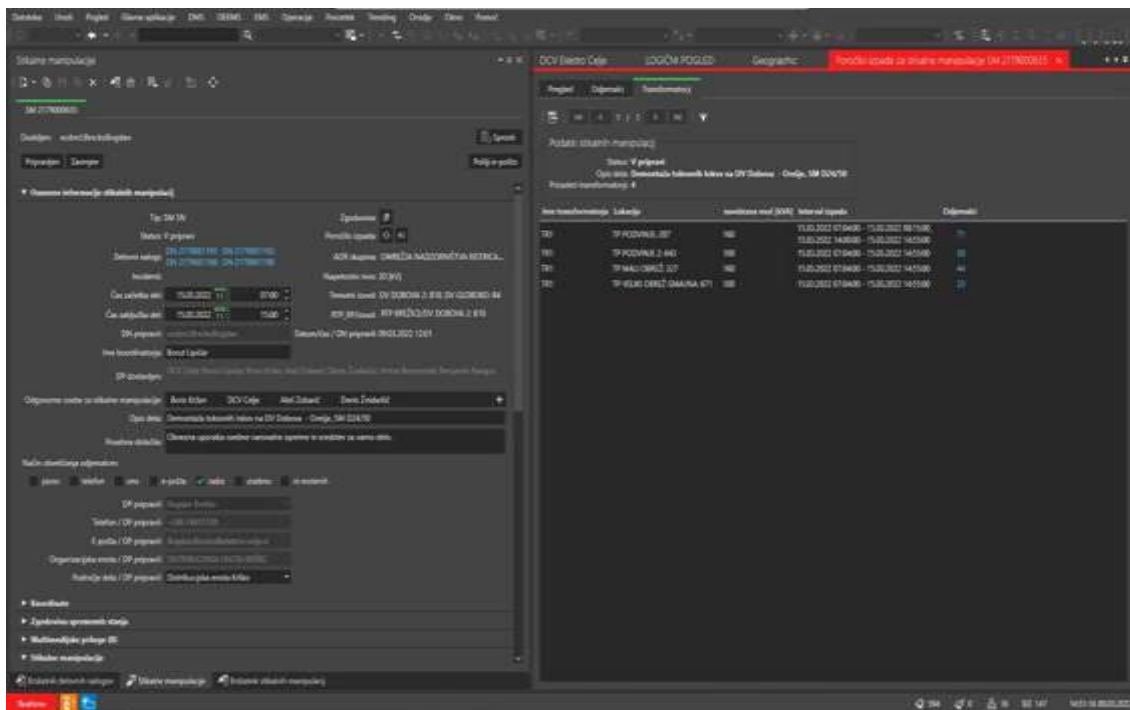
4.9.2 Poročilo izpada

Zelo pomembno je poročilo izpada, kar je tudi novost, ki je prej nismo imeli v taki obliki oziroma je pisci DP-ja sploh nismo imeli. Tako že iz poročila izpada dobimo občutek, ali je z našim zapisom stikalnih manipulacij vse v redu. Poročilo izpada je namenjeno obveščanju odjemalcev električne energije o prekinitvah oskrbe z električno energijo. Ko je delovni program napisan do konca, ni končan, če ne preverimo preko poročila izpada, koliko odjemalcev bo brez elektrike na dan vzdrževalnih del. Te aplikacije ne smemo preskočiti ali pozabiti, čeprav se lahko zgodi tudi to.

Ta aplikacija na koncu delovnega programa izpiše vse transformatorske postaje, ki bodo brez elektrike. To je prvi pokazatelj. Drugi še bolj natančen pokazatelj pa je prikaz vseh fizičnih oseb in družb, ki se napajajo iz teh TP-jev, kar je prikazano zelo

nazorno, saj se izpišejo priimek osebe, naslov, merilno mesto, dan in točen čas, kdaj bo kdo brez električne energije in koliko časa.

Sistem omogoča zapis časa brez električne energije za isto stranko tudi večkratni izpad električne energije. To pomeni, da se lahko ob priklopljanju agregatov, demontaži tokovnih lokov itd. prekine dobava električne energije večkrat v enem dnevu, sistem pa to prepozna do minute natančno. V poročilu izpada je razvidno, iz katerega TP-ja se stranka napaja, kolikokrat in kdaj v tistem dnevu bo brez napetosti. V primeru priklopa agregata pa bo zavedeno, da se je to zgodilo ob priklopu agregata za približno 30 minut in ob izklopu za približno 30 minut. S klikom na poročilo izpada aplikacija pove, ali smo naredili manipulacije pravilno. Če bi naredili kratek stik v manipulaciji, bi bil spisek veliko daljši, iz česar bi lahko sklepali, da nekaj v zapisu ni v redu.

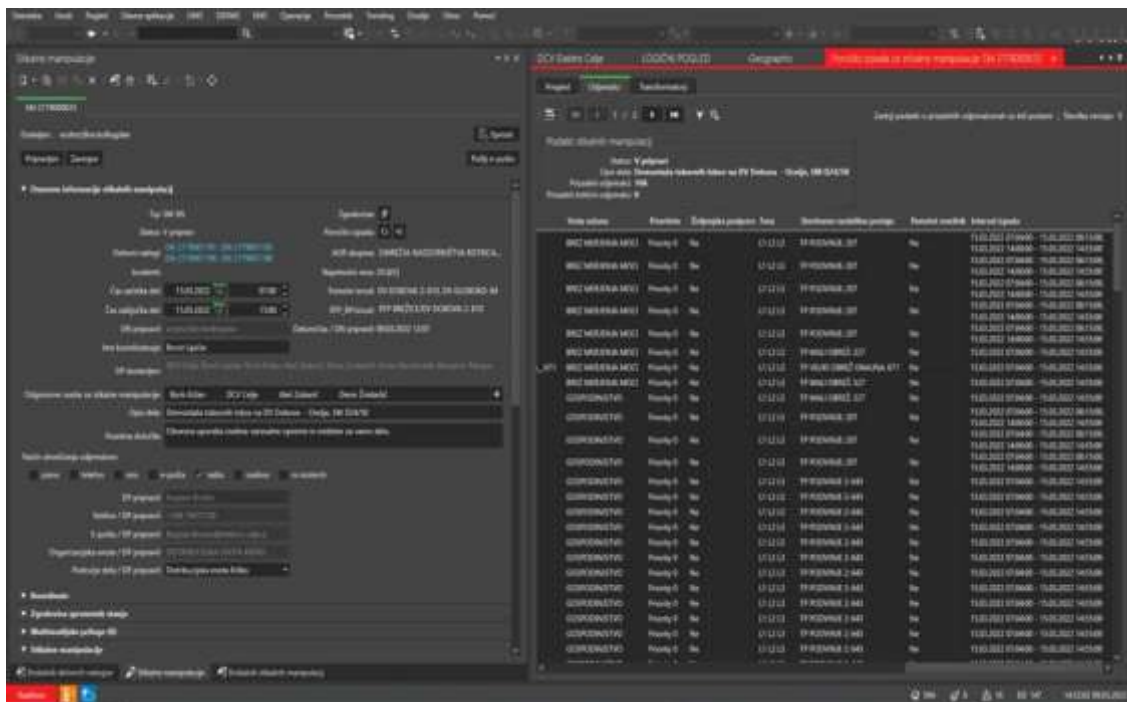


Slika 22: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – poročilo izpada, transformatorji (Lastni vir)

V našem primeru je razvidno, da bodo imeli prekinjeno dobavo odjemalci na štirih transformatorskih postajah. Na enem TP-ju bodo stranke brez elektrike dvakrat, v vmesnem času pa ne bo motenj, ker so monterji ločili tokovne loke na razcepnem A-drogu. Kot je prikazano na sliki 20, bodo brez električne energije zjutraj eno uro in ob koncu del popoldan prav tako eno uro. Na preostalih treh TP-jih bodo odjemalci brez električne energije osem ur. Spodaj lahko tudi vidimo, kdo in iz katerega TP-ja se napaja in koliko časa bo brez elektrike.

Na koncu še o tem, kako poteka obveščanje. Vse, kar smo videli, je povezano z delovnim programom. Ko pisec DP-ja konča in naredi simulacijo stikalnih manipulacij, pošlje DP v pregled koordinatorju del. Ta si še enkrat simulira vse manipulacije in DP spremeni v stanje »pregledan«. S tem DP dobi njegov podpis. Od pregledovalca nato samodejno pride v DCV, kjer ga še enkrat pregledajo dispečerji. Tudi oni naredijo simulacijo od prve do zadnje točke; če so parametri pravilni, ga podpišejo in DP preide v status »odobren«.

In šele zdaj celotna aplikacija »poročilo izpada« dobi vrednost. Kajti zdaj bo sistem samodejno obvestil vse odjemalce, ki so se prijavili v sistem za obveščanje preko SMS-sporočil po telefonu o izpadih električne energije. Dobili bodo obvestilo na mobilni telefon v obliki SMS-sporočila. Vendar je pogoj, da so se prijavili v ta sistem obveščanja. Obvestila pa ne bodo prejeli prej kot 80 ur pred izklopom. Tudi če bi bil DP napisan in odobren en teden prej, bi obveščanje steklo največ 80 ur prej.



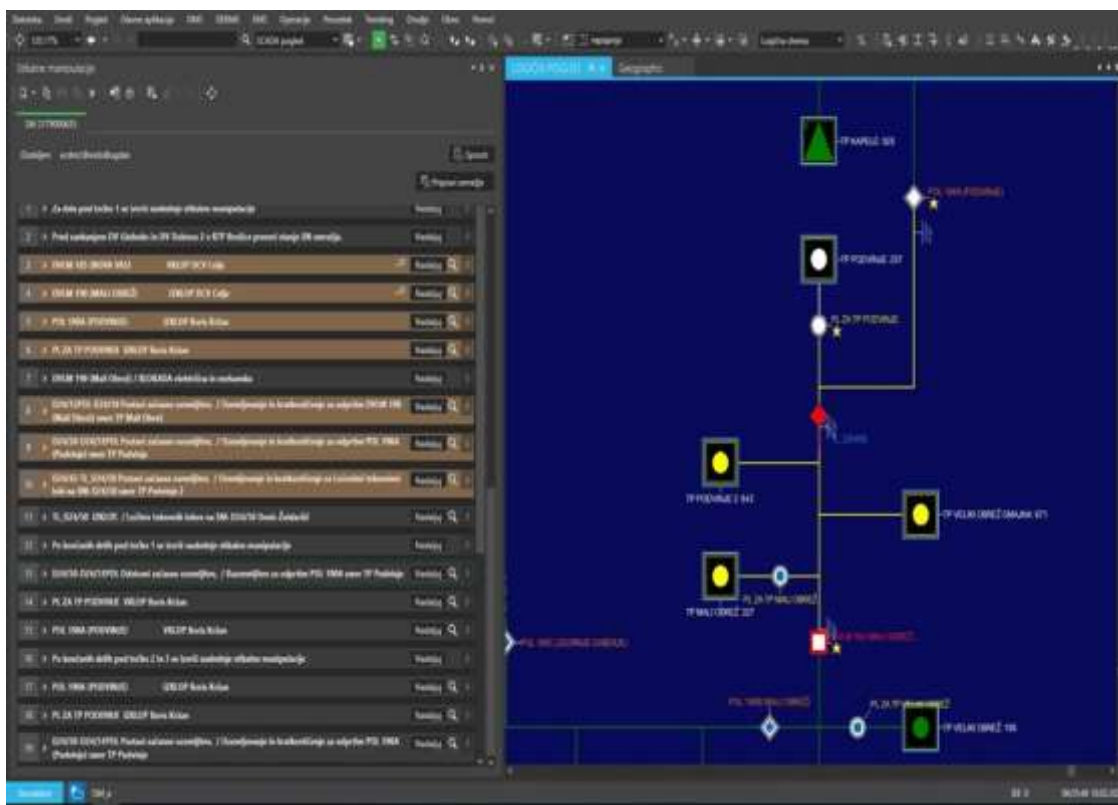
The screenshot shows the ADMS DMD 3.8.3 interface. On the left, there are various control panels and filters. The main area on the right displays a table with columns: 'Ime odjemalca', 'Stanje', 'Sprejeto poročilo izpada', 'Nosač', 'Navedba vzroka izpada', 'Stanje odjemalca', and 'Interval izpada'. The table lists numerous customers, all with a status of 'Prejeto' (Received) and 'Ne' (No) for the outage report, indicating they have been notified of an outage.

Slika 23: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – poročilo izpada odjemalci
(Lastni vir)

Vse druge uporabnike se obvesti po radiu, elektronski pošti, telefonu, ustno ali osebno, kar lahko vidimo na sliki 21. Način obveščanja označimo z zeleno kljukico, nakar pisec DP-ja pošlje podatke o TP-jih, ki bodo brez električne energije, po elektronski pošti zaposleni osebi v podjetju. Ta vse podatke prenese na spletno stran podjetja Elektro Celje. Tako imajo vsi tisti, ki niso v sistemu obveščanja, možnost ogleda spletne strani in se seznaniti z informacijami, kje ne bo električne energije, medtem ko pisec DP-ja na radio in centru za obveščanje podatke pošlje sam.

4.9.3 Hitra študija

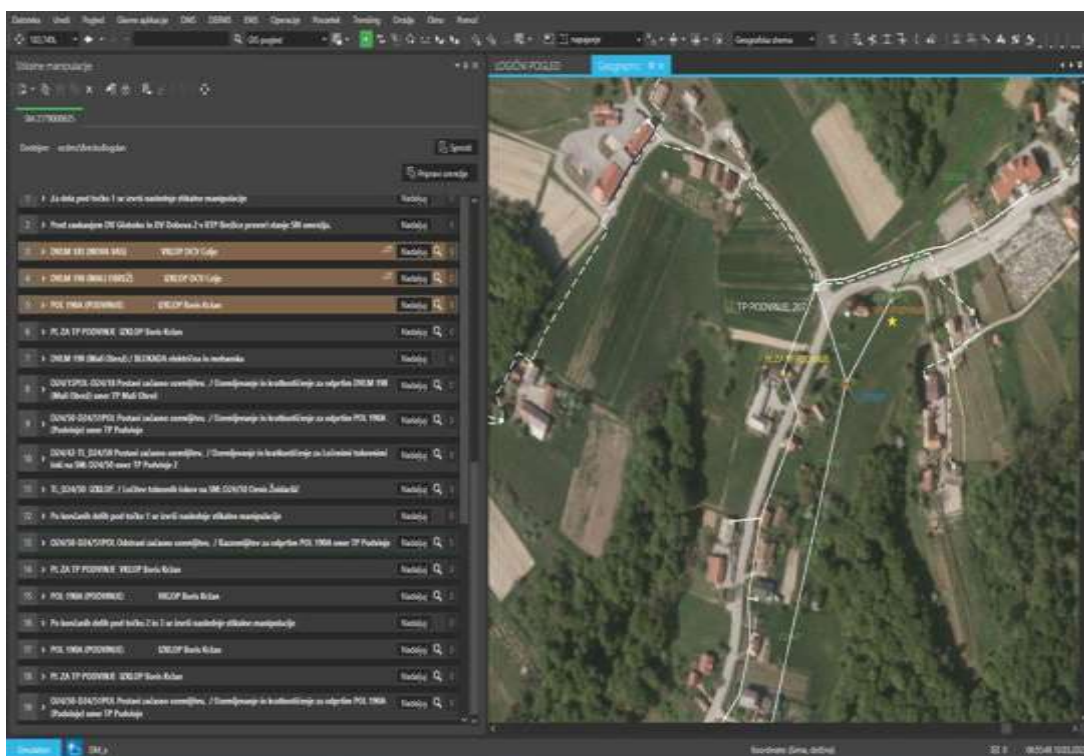
Končni korak pri pisanju delovnega programa je kontrola vseh stikalnih manipulacij, ki so zapisane v programu DMD. Tudi to je nova pridobitev, saj tega v starejši različici programa DMD ni bilo in pomeni korak naprej pri zanesljivosti napetostnega omrežja. Prej smo se zanašali na znanje piscev programov in dispečerja, da so izklopi in priklopi pravilno potekali. Res je, da je tudi v prejšnji različici obstajala simulacija, a je trenutna veliko bolj nazorna in natančna ter v primeru napačnega zapisa takoj opozori na napako. S to kontrolo lahko preverimo, kako se bo DV-omrežje obnašalo v času izvedbe stikalnih manipulacij v živo. V hitri študiji se nahajamo v »Simulaciji«. Zaslonsko se obarva modro, nakar začnemo od prve do zadnje točke simulirati vsako posamezno stikalno manipulacijo. Na zaslonu imamo izbiro pogleda v logičnem ali v geografskem načinu. V logičnem načinu je mogoče videti samo daljnovode, medtem ko v geografskem vidimo tudi stanje nizkonapetostnega omrežja. Geografski način v ADMS prikaže tudi sončne elektrarne in NN-omarice. Na sliki 24 je prikazano omrežje v hitri študiji, koliko omrežja bo brez napetosti. Z rumeno barvo je prikazano, da je sredjenapetostno omrežje na mestu dela ozemljeno iz vseh strani.



Slika 24: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – logični pogled
(Lastni vir)

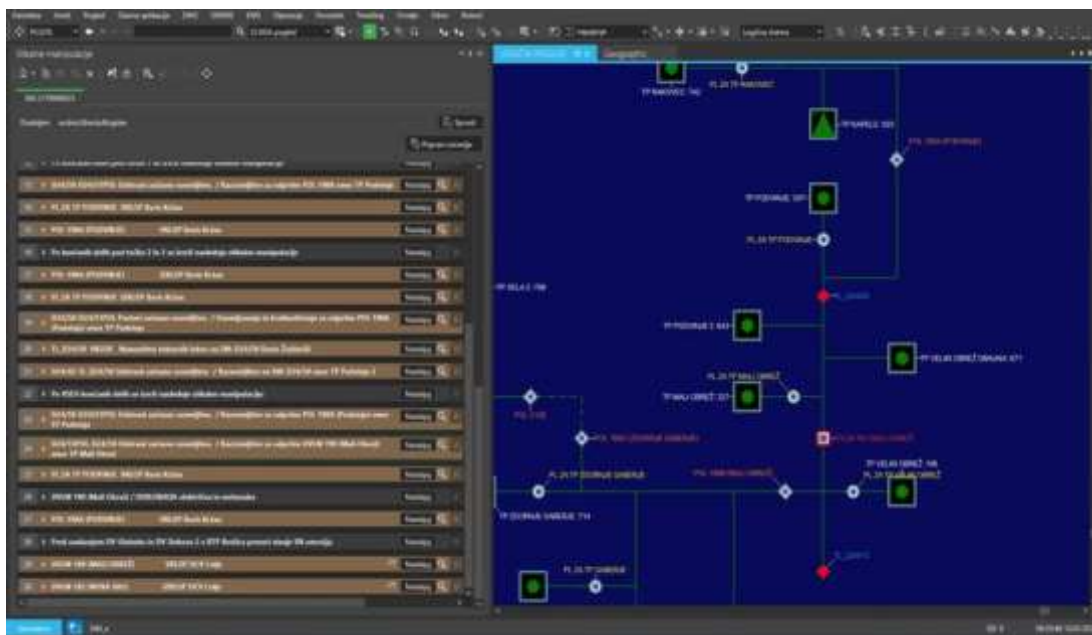
V študiji se prikaže ikona za ozemljitev v točkah, kjer so nameščene delovne ozemljitve. Prej to ni bilo vidno. Zgoraj je pogled v logičnemu načinu, spodaj je prikaz nizkonapetostnega omrežja brez električne energije.

Kot že navedeno v prejšnjem poglavju, je to že prva kontrola pravilnosti manipulacij. Zagotovo pa pisec delovnih programov zelo dobro ve, koliko postaj je lahko brez elektrike. Gre za dva sistema, ki pokažeta pravilnost in zaporedje stikalnih manipulacij. Do kratkega stika privede tudi zamenjava vrstnega reda zapisa in povzroči izpad omrežja. Te simulacije v hitri študiji so spodaj levo, obarvano modro, kjer piše »Simulation«.



Slika 25: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – geografski pogled NN- in SN-omrežja (Lastni vir)

Bela barva prikaže breznapetostno stanje tako SN- kot NN-omrežja. Ko pridemo do zadnje točke, se vsa polja z manipulacijami obarvajo rjavo. Pravilno je, da je omrežje obarvano spet zeleno, saj to pomeni, da so stikalne manipulacije zapisane pravilno in da so odjemalci dobili električno energijo. Na sliki 26 je razvidno, da je omrežje obarvano zeleno in da je v normalnem obratovalnem stanju.



Slika 26: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – konec hitre študije
(Lastni vir)

4.9.4 Delovni program

Po vsem navedenem, kaj je treba zapisati in kako je treba zapisati stikalne manipulacije, dobimo končno podobo delovnega programa. Po pregledu in simulaciji vseh stikalnih manipulacij, ki smo jo prikazali v prejšnjem poglavju, dispečer v DCV Celje odobri, kar je razvidno iz podpisa, ki ga ustvari dispečer. Tako je program pripravljen za vodenje in izvedbo izklopa omrežja za delo skupin ter drugih deležnikov v breznapetostnem omrežju.

Po odobritvi DP se prav tako samodejno obvesti prizadete odjemalce, ki so se prijavili za obveščanje po SMS-sporočilih, a ne prej kot 80 ur pred začetkom del. V DP so razvidni vsi DN, ki so vezani na DP, vsak DN ima svojo številko. DP se generira s svojo številko. Takšen DP je osnova za dela na terenu na dan, kot je določeno v DP. Vse zapisano v DP je treba dosledno upoštevati, brez odstopanj.

Na koncu DP so izpisane transformatorske postaje, ki bodo brez električne energije, izpisan je tudi čas motenega odjema. TP Podvinje bo motena dvakrat zaradi ločitve in po končanju del zaradi ponovne namestitve tokovnih lokov.

To je končna oblika napisanega in od vseh strani potrjenega delovnega programa, opremljenega s številkami delovnih nalogov ter s številko delovnega programa. Na DP moramo izpisati tudi datum nastanka in pravila za varno delo, kar je že avtomatično generirano.

DP_1154000150



VARNOSTNA NAVODILA ZA DELO:

1. Izidopi vse poč iz vseh strani!
 2. Zavaruj se proti ponovnemu vklopul
 3. Preizkusi breznapetostno stanje!
 4. Ozemlji in kratko skleni!
 5. Blížnje dele, ki so ostali pod napetostjo, prekríj in nevarna mesta ogradi!
- Ponovno vklapljanje izvedí v obratnem vrstnem redu!



Področje dela: **Distribucijska enota Krško**
 Organizacijska enota: **DISTRIBUCIJSKA ENOTA KRŠKO**

Datum: **10.03.2022**
 Številka: **DP_1154000150**

DELOVNI PROGRAM

Dne od: **torek, 15. marec 2022** do: **torek, 15. marec 2022** se bodo vršila na elektroenergetskih postrojih:

RTP Brežice - KB Dobova 2

Istočasno po naslednjem vrstnem redu naslednja dela:

1. Demontaža tokovnih lokov na DV Dobova - Orešje, SM D24/50
2. Postavitev betonskega droga na DV Dobova - Orešje, SM D24/33
3. Postavitev betonskega droga na DV Dobova - Orešje, SM D24/42
4. Montaža tokovnih lokov na DV Dobova - Orešje, SM D24/50

Delo se bo predvidoma pričelo **15.03.2022** ob: **07:00** uri in končalo **15.03.2022** ob: **15:00** uri

Koordinator - odgovorni vodja vseh programskih del: **Borut Lipičar**

Koordinator - odgovorna oseba stikalnih manipulacij: **DCV Celje**

Vodja delovnih skupin za dela pod št.:

1. Denis Žnidaršič
2. Benjamin Rangus
3. Denis Žnidaršič
4. Denis Žnidaršič

Odgovorna oseba za vzpostavitev breznapetostnega stanja je: **Boris Kržan**

Delovne naloge izdajo za dela pod št.:

1. Anton Berstovšek
2. Anton Berstovšek
3. Anton Berstovšek
4. Anton Berstovšek

Osnovni varnostni ukrepi: 1. Izidop naprav in vidna ločitev z vseh smeri, 2. Preprečitev ponovnih vklopov, 3. Preizkus breznap. stanja, 4. Ozemljitev in kratkostična povezava z vseh smeri, 5. Ograditev mesta dela od delov pod napetostjo.

Posebna določila: **Obvezna uporaba osebne varovalne opreme in sredstev za varno delo.**

Dovoljenje za delo izda: **Boris Kržan**

Obvestila odjemalcem: **radio**

Dostavljeno: **DCV Celje; Borut Lipičar; Boris Kržan; Aleš Zobarič; Denis Žnidaršič; Anton Berstovšek; Benjamin Rangus**

Program sestavil:

Bogdan Brečko

Program pregledal:

Borut Lipičar

Program odobril:

Matjaž Hrženjak

Delovni program številka DP_1154000150

strana 1 od 4

DP_1154000150

Potrebne stikalne manipulacije in drugi ukrepi za izvršitev predvidenih del:

<p>torek, 15. marec 2022</p> <p>1 Ob 07:00 uri, izvrši: - Za dela pod točko 1 se izvrši naslednje stikalne manipulacije</p>
<p>2 Ob 07:00 uri, izvrši: DCV Celje - Pred zankanjem DV Globoko in DV Dobova 2 v RTP Brežice preveri stanje SN omrežja.</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 3 Ob 07:02 uri, izvrši: DCV Celje - DVLM 185 (NOVA VAS) / / VKLOP</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 4 Ob 07:03 uri, izvrši: DCV Celje - DVLM 190 (MALI OBREŽ) / / IZKLOP</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 5 Ob 07:04 uri, izvrši: Boris Kržan - POL 190A (PODVINJE) / / IZKLOP</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 6 Ob 07:05 uri, izvrši: Boris Kržan - PL ZA TP PODVINJE / / IZKLOP</p>
<p>7 Ob 07:06 uri, izvrši: Aleš Zobarič - DVLM 190 (Mali Obrež) / BLOKADA električna in mehanska</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 8 Ob 07:14 uri, izvrši: Aleš Zobarič - D24/15POL-D24/18 / / Postavi začasno ozemljitev / Ozemljevanje in kratkostičenje za odprtim DVLM 190 (Mali Obrež) smer TP Mali Obrež</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 9 Ob 07:15 uri, izvrši: Boris Kržan - D24/50-D24/51POL / / Postavi začasno ozemljitev / Ozemljevanje in kratkostičenje za odprtim POL 190A (Podvinje) smer TP Podvinje</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 10 Ob 07:25 uri, izvrši: Denis Žnidaršič - D24/42-TL_D24/50 / / Postavi začasno ozemljitev / Ozemljevanje in kratkostičenje za Ločenimi tokovnimi loki na SM: D24/50 smer TP Podvinje 2</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 11 Ob 08:00 uri, izvrši: Denis Žnidaršič - TL_D24/50 / / IZKLOP / Ločitev tokovnih lokov na SM: D24/50</p>
<p>12 Ob 08:00 uri, izvrši: - Po končanih delih pod točko 1 se izvrši naslednje stikalne manipulacije</p>

Delovni program številka DP_1154000150

strana 2 od 4

DP_1154000150

<p>DV DOBOVA 2: B10 13 Ob 08:08 uri, izvrši: Boris Kržan - D24/50-D24/51POL / / Odstrani začasno ozemljitev / Razzemljitev za odprtim POL 190A smer TP Podvinje</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 14 Ob 08:13 uri, izvrši: Boris Kržan - PL ZA TP PODVINJE / / VKLOP</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 15 Ob 08:15 uri, izvrši: Boris Kržan - POL 190A (PODVINJE) / / VKLOP</p>
<p>16 Ob 14:00 uri, izvrši: - Po končanih delih pod točko 2 in 3 se izvrši naslednje stikalne manipulacije</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 17 Ob 14:00 uri, izvrši: Boris Kržan - POL 190A (PODVINJE) / / IZKLOP</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 18 Ob 14:02 uri, izvrši: Boris Kržan - PL ZA TP PODVINJE / / IZKLOP</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 19 Ob 14:10 uri, izvrši: Boris Kržan - D24/50-D24/51POL / / Postavi začasno ozemljitev / Ozemljevanje in kratkostičenje za odprtim POL 190A (Podvinje) smer TP Podvinje</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 20 Ob 14:40 uri, izvrši: Denis Žnidaršič - TL_D24/50 / / VKLOP Namestitev tokovnih lokov na SM: D24/50</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 21 Ob 14:45 uri, izvrši: Denis Žnidaršič - D24/42-TL_D24/50 / / Odstrani začasno ozemljitev / Razzemljitev na SM: D24/50 smer TP Podvinje 2</p>
<p>22 Ob 14:45 uri, izvrši: - Po VSEH končanih delih se izvrši naslednje stikalne manipulacije:</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 23 Ob 14:50 uri, izvrši: Boris Kržan - D24/50-D24/51POL / / Odstrani začasno ozemljitev / Razzemljitev za odprtim POL 190A (Podvinje) smer TP Podvinje</p>
<p>DV DOBOVA 2: B10 24 Ob 14:52 uri, izvrši: Aleš Zobarič - D24/15POL-D24/18 / / Odstrani začasno ozemljitev / Razzemljitev za odprtim DVLM 190 (Mali Obrež) smer TP Mali Obrež</p>

Delovni program številka DP_1154000150

strana 3 od 4

DP_1154000150

DV DOBOVA 2: B10 25 Ob 14:54 uri, izvrši: Boris Kržan - PL ZA TP PODVINJE / / VKLOP
26 Ob 14:54 uri, izvrši: Aleš Zobarič - DVLM 190 (Mali Obrež) / DEBLOKADA električna in mehanska
DV DOBOVA 2: B10 27 Ob 14:55 uri, izvrši: Boris Kržan - POL 190A (PODVINJE) / / VKLOP
28 Ob 14:56 uri, izvrši: DCV Celje - Pred zankanjem DV Globoko in DV Dobova 2 v RTP Brežice preveri stanje SN omrežja
DV DOBOVA 2: B10 29 Ob 14:59 uri, izvrši: DCV Celje - DVLM 190 (MALI OBREŽ) / / VKLOP
DV DOBOVA 2: B10 30 Ob 15:00 uri, izvrši: DCV Celje - DVLM 185 (NOVA VAS) / / IZKLOP

Seznam TP, ki bodo v času izvajanja DP brez električne energije:

TP PODVINJE: 207 (71) od dne: 15.03.2022 do dne: 15.03.2022 od 07:04 do 08:15 od dne: 15.03.2022 do dne: 15.03.2022 od 14:00 do 14:55
TP PODVINJE 2: 643 (30) od dne: 15.03.2022 do dne: 15.03.2022 od 07:04 do 14:55
TP MALI OBREŽ: 327 (44) od dne: 15.03.2022 do dne: 15.03.2022 od 07:04 do 14:55
TP VELIKI OBREŽ GMAJNA: 671 (23) od dne: 15.03.2022 do dne: 15.03.2022 od 07:04 do 14:55

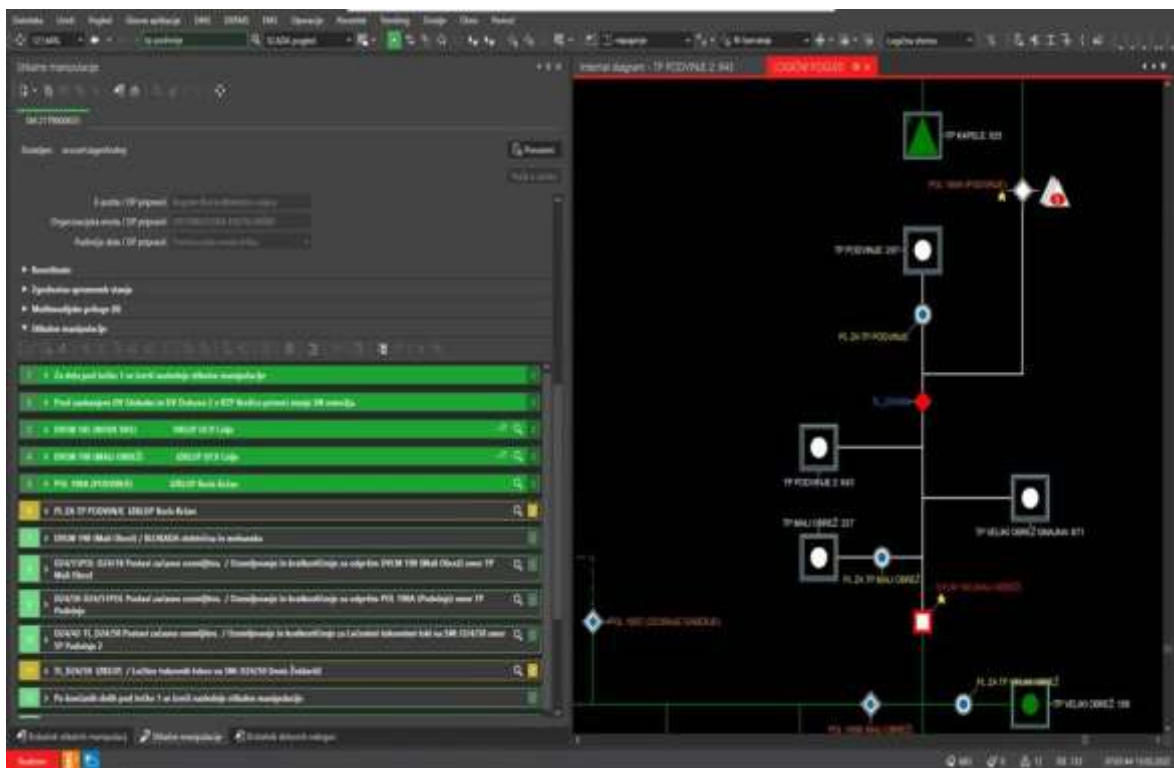
Skupaj MM: 168

Slika 27: Delovni program
(Lastni vir)

4.9.5 Stikalne manipulacije v živo

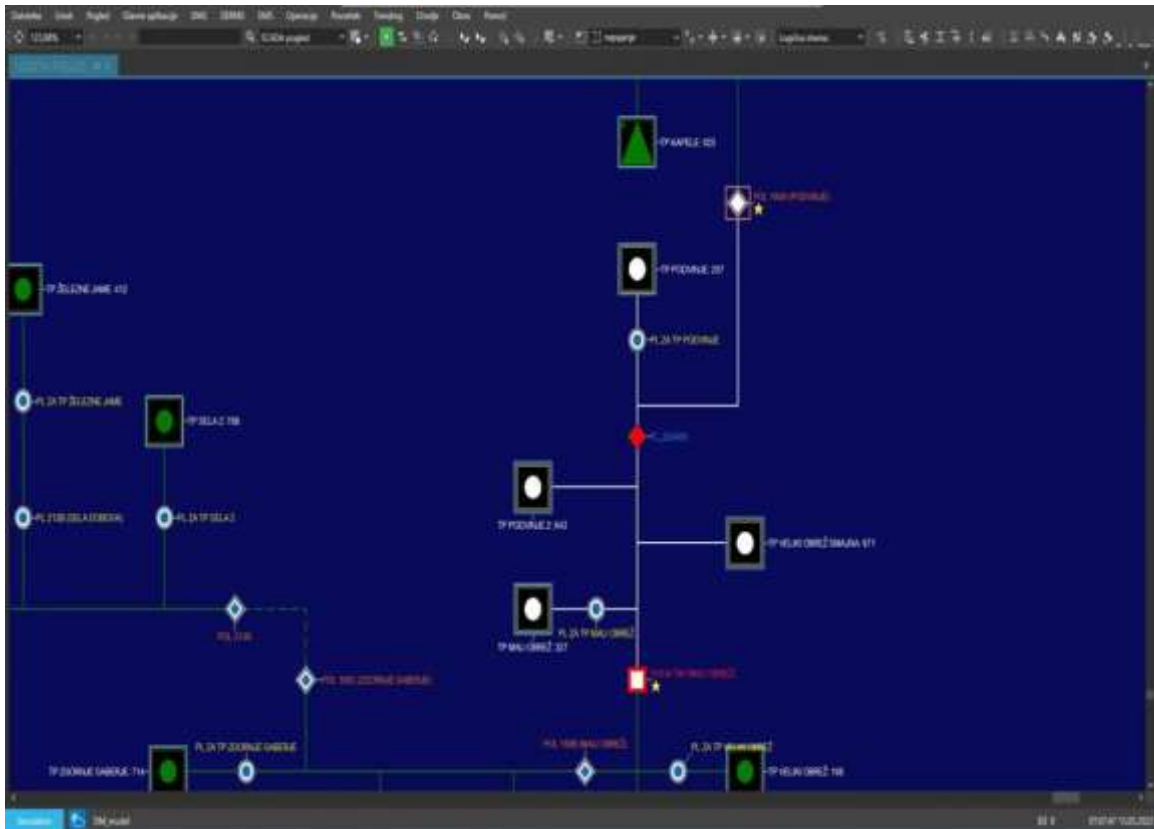
Prišli smo do sklepnega dejanja pisanja delovnega programa za izvedbo stikalnih manipulacij v živo. Na dan izvajanja del na terenu je potrebna koordinacija vodje del, ki mora poskrbeti, da so delovne skupine seznanjene s tem, kaj, kje in kdo bo za kaj zadolžen. To je že opredeljeno v delovnem nalogu, ki ga je treba upoštevati. Prav tako mora biti na terenu prisotna gradbena mehanizacija, lahko tudi podizvajalčeva. Tudi tuji izvajalci se seznanijo z deli po delovnem programu in pove, od katere točke dalje je breznapetostno stanje. Po seznanitvi na terenu koordinator po radijski zvezi pokliče DCV Celje in ga obvesti, da bi lahko začeli izvajati stikalne manipulacije od točke 1 naprej. Dispečer v DCV Celje takoj začne voditi vrstni red stikalnih manipulacij, ki ne sme odstopati od napisanega v delovnem programu.

Vodenje in ukazi potekajo strogo preko UKV-povezave in pogovori se snemajo. Le v posebnih okoliščinah, če ni UKV-signala, lahko dispečer odobri javljanje po telefonu. Vendar se tega poslužujemo res samo v izjemnih situacijah. Po vsaki manipulaciji se v programu ADMS DMD izvedena manipulacija obarva zeleno. Tako takoj vemo, do katere točke smo prišli. Na spodnjih slikah, ki smo jih posneli v živo na svojem računalniku, je razvidno, da smo prišli do točke 5, medtem ko je PL za TP Podvinje še priklopljen v točki 6. Na sliki 28 je to nazorno prikazano v simulaciji.



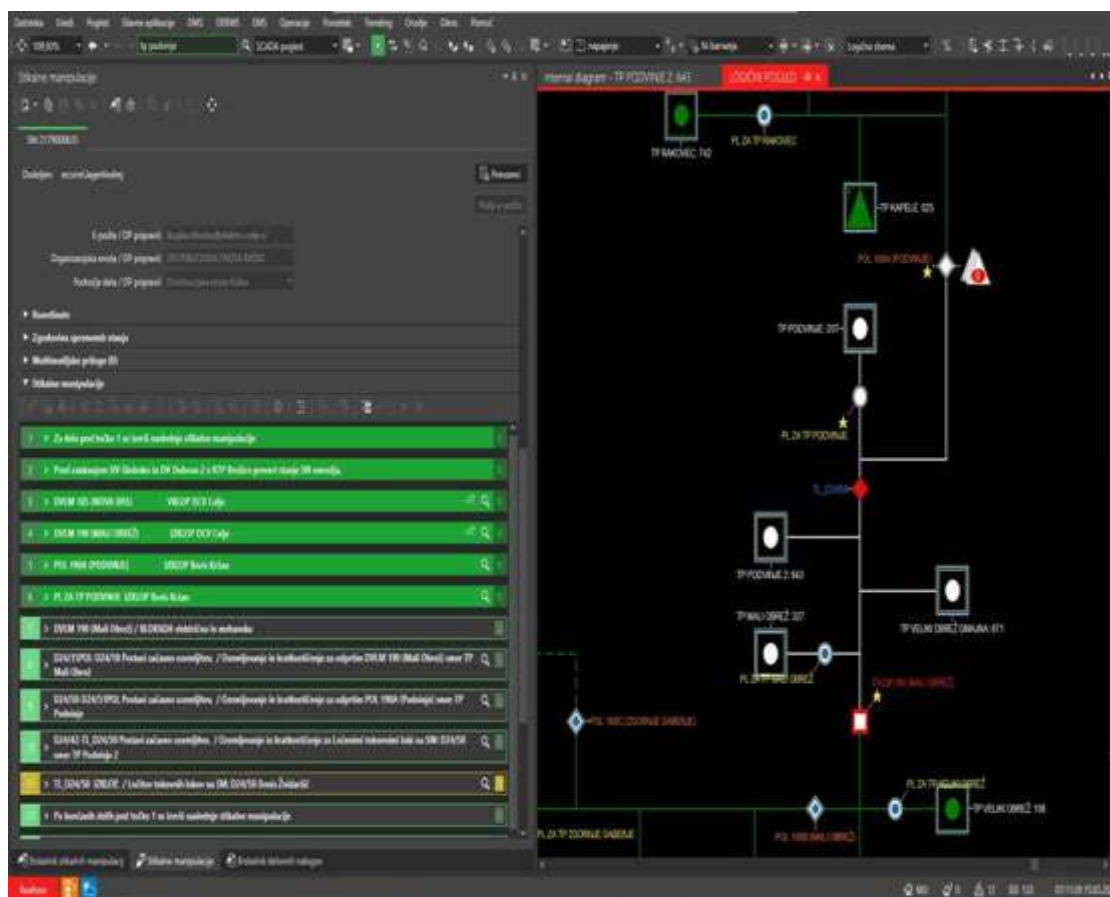
Slika 28: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop SN-omrežja
(Lastni vir)

Iz slik 29 in 30 v simulaciji je razvidno, da je SN-omrežje že izklopljeno, kar nazorno prikaže bela barva. Preostali del, ki je zelen, pa je še pod napetostjo in ni predviden za izklop. Želimo prikazati še TP Podvinje, ki je tudi brez napetosti, vendar PL-ločilnik zanj še ni izklopljen. To je po DP-ju predvideno v točki 6. Prav tako se vidi, da tudi še ni ozemljen in blokiran. Vse te operacije se izvajajo v realnem času in so obarvane zeleno, kot je razvidno na sliki 30. Toda tega ne morem prikazati, ker imajo dostop samo dispečerji.



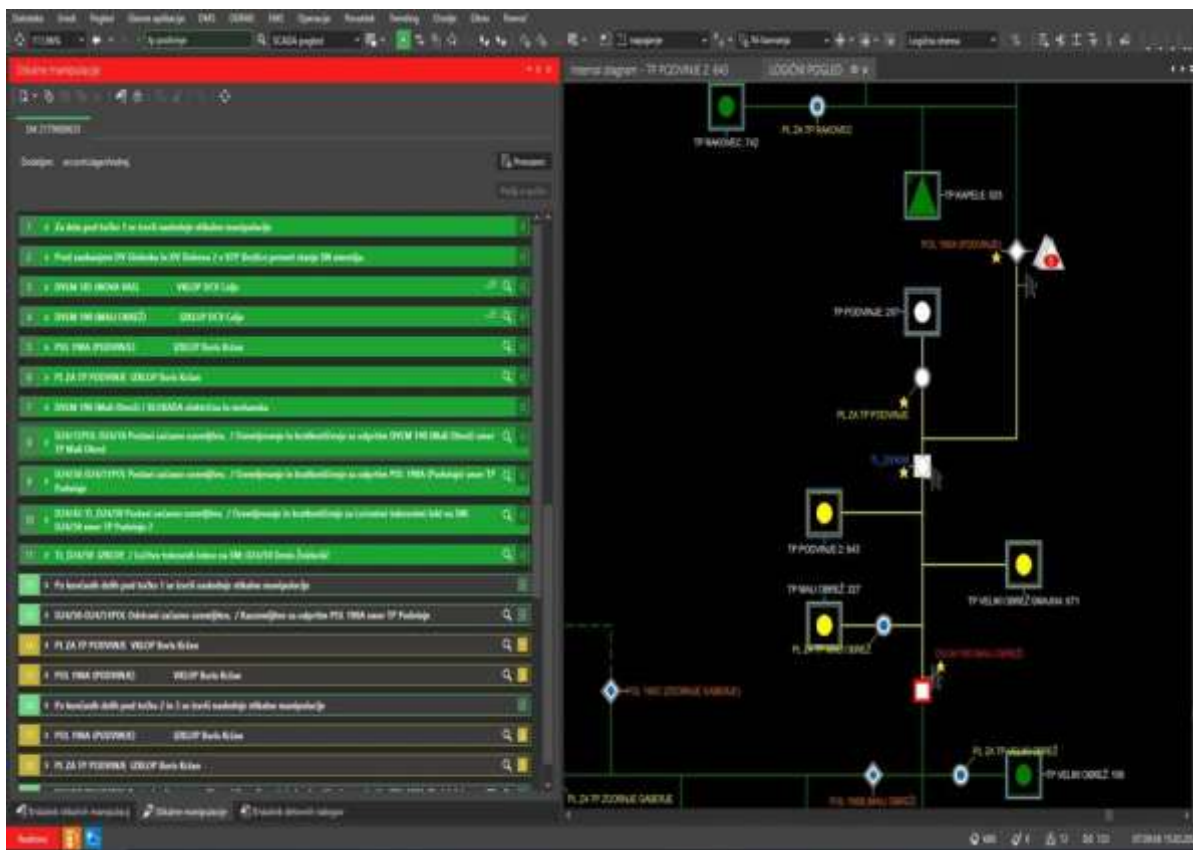
Slika 29: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop SN-omrežja v simulaciji
(Lastni vir)

V naslednjem koraku bo razviden tudi izklop PL-ja za TP Podvinje, da ne bi prišlo do povratne napetosti iz tega TP-ja. Ta manever se izvede zaradi ločitve tokovnih lokov na stojnem mestu D24/50. Po ločitvi bo TP Podvinje ponovno priklopljen v omrežje preko POL 190A (Podvinje), ostali TP-ji bodo izklopljeni do končanja del. TP Podvinje bo moten še enkrat, ko bodo monterji ponovno spojili tokovne loke na isti točki kot zjutraj. In smo že pri točki 6. V točki TL_D24/50 je točka ločitve lokov obarvana še rdeče. Po ločitvi bo obarvana belo.



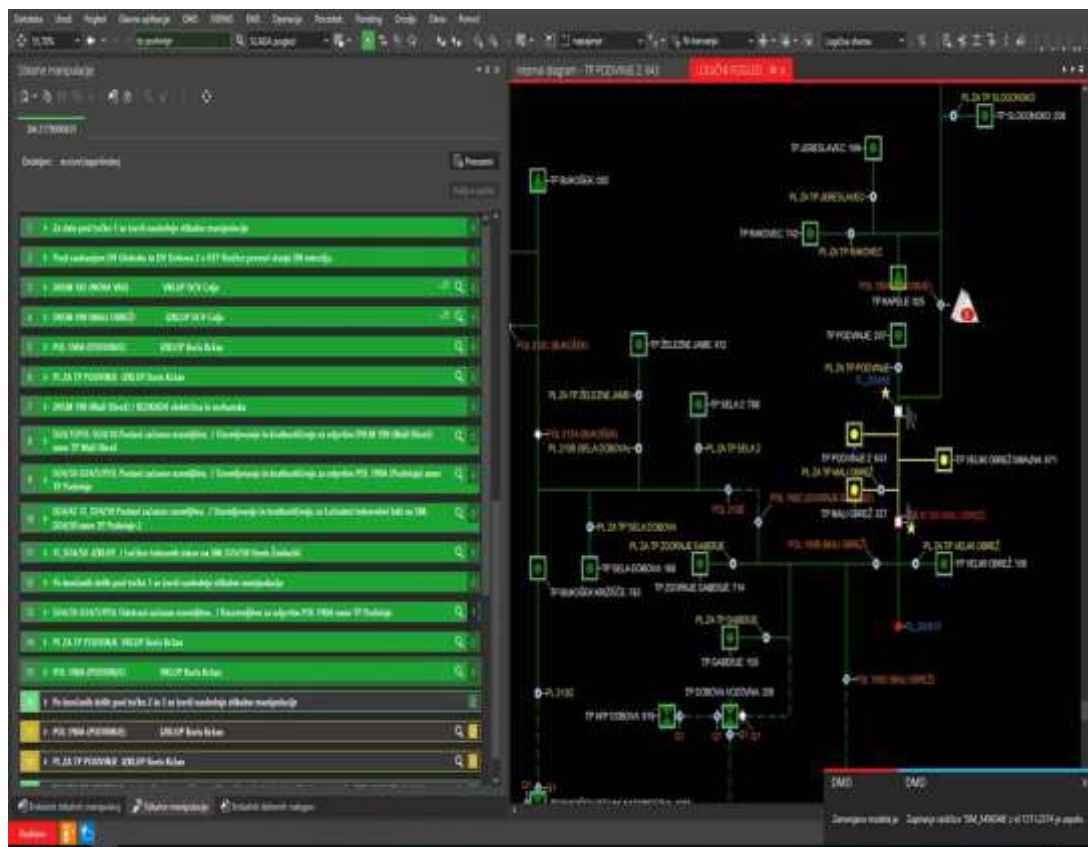
Slika 30: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklop PL za TP Podvinje (Lastni vir)

Slika 31 prikazuje ločene tokovne loke, ki jih je monter na drogu ozemlжил v smeri brez napetosti TP Podvinje 2. Na drugi strani tokovnih lokov bo po končanih delih prisotna napetost zaradi priklopa TP Podvinje preko POL 190A (Podvinje). Razvidno je tudi, da je DV 20 kV ozemljen z vseh strani, od koder bi lahko prišla napetost. Obarvan je rumeno. Tako so dela po DN-ju številka 2179001191 končana. Zdaj se s stikalnimi manipulacijami nadaljuje.

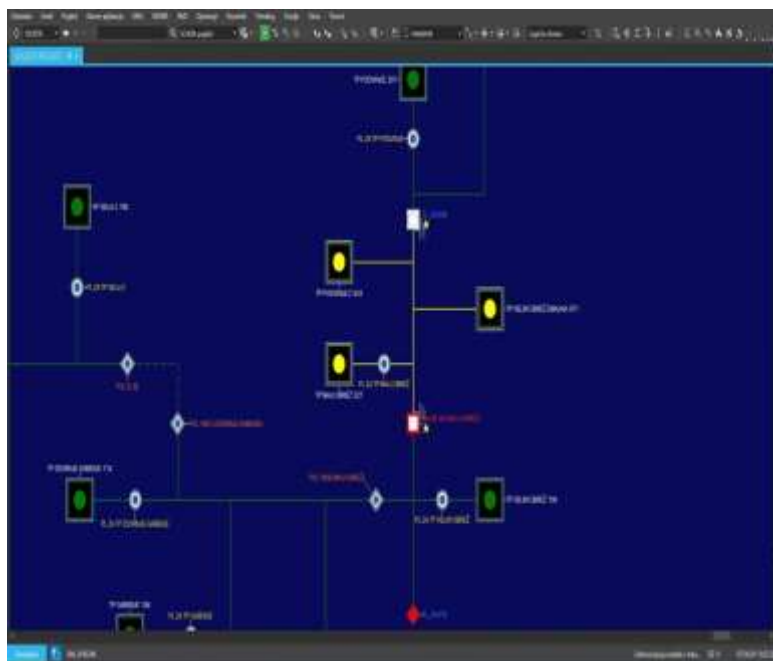


Slika 31: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – ločeni tokovni loki na točki SM: D24/50 v realnem času
(Lastni vir)

Naslednja faza je ponovni priklop TP Podvinje pod napetost. Še prej se razzemlja za odprtim POL 190A. Na slikah 32 in 33 se lepo vidi, katere TP postaje so brez napetosti in da je omrežje vidno izklopljeno in ozemljeno z vseh strani, kjer bi bil možen ponovni nehoteni vklop napetosti. Prišli smo do zadnje, 15. točke po DP. To pomeni, da se je po teh točkah v tem delu SN-omrežja vzpostavilo breznapetostno stanje, varno za izvedbo del po posameznih DN. Po končanih delih se stikalne manipulacije izvajajo v obratnem vrstnem redu, kot so zapisane v DP. To, kar je bilo prej obarvano rumeno in belo, se po priklopih spet obarva zeleno. Temu pravimo normalno obratovalno stanje SN-omrežja. Ker je DP predhodno pregledan in simuliran v ADMS DMD ter so ga podpisale odgovorne osebe, se le redko zgodijo napake. Ob upoštevanju petih »zlatih« pravil in zbranosti vseh sodelujočih pa ne bi smelo prihajati do nevarnih dogodkov. S tem je vzpostavljeno stanje SN-omrežja za varno delo na SN-napravah.



Slika 32: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklopljeno in ozemljeno SN-omrežje v realnem času
(Lastni vir)



Slika 33: Elektro Celje; ADMS DMD 3.8.3. – izklopljeno in ozemljeno SN-omrežje v simulaciji
(Lastni vir)

5 ZAKLJUČEK

V uvodu smo predstavili razvoj zapisa in izvedbe stikalnih manipulacij na terenu nekoč. Od takrat je napredek več kot očiten. Če primerjamo zadnjo različico ADMS 3.8.3. s prejšnjo različico sistema DMD, je napredek viden v grafiki, v kateri imamo zdaj možnost pogleda, logičnega, integralnega kot tudi grafičnega, kakršnega prej ni bilo. V grafičnem pogledu GIS-a si lahko ogledamo nizkonapetostni del omrežja s pripadajočimi sončnimi elektrarnami v ADMS 3.8.3. Prednost je, da odslej vnašamo ozemljitve neposredno v omrežje pri pisanju DP-ja. Pozitivna plat ADMS-a 3 je tudi, da pri pisanju enega DN-ja ni več potreben koordinator del. S tem razbremenimo vodje objektov, poleg tega je DP hitreje v sistemu. Velika pridobitev je inverzna funkcija, s katero potem ko smo že enkrat zapisali manipulacijo, z dvema klikoma zapišemo obratno različico v DP. To pomeni, da bo, če smo prvič napravo izklopili, v inverzni funkciji sama zapisala obratno manipulacijo (vklop). Zpomni si tudi osebo, medtem ko je treba čas posodobiti. Med največje pridobitve nove različice ADMS 3 štejemo hitro študijo, ki v simulaciji po končanem DP simulira stikalne manipulacije. V primeru nepravilnosti jih javi takoj, zato lahko napako takoj odpravimo. Prej te možnosti pisci DP-ja nismo imeli. Ob tem ne smemo pozabiti na obveščanje odjemalcev električne energije. Po pregledanem in odobrenem DP-ju se samodejno izvede obveščanje prizadetih odjemalcev, registriranih v sistemu za obveščanje, a ne prej kot 80 ur pred izklopom.

Tudi nova različica ADMS 3 ima pomanjkljivosti, ki naj bi bile kmalu odpravljene. Največji očitke je, da ne moremo več zapisovati stikalnih manipulacij neposredno iz simulacije v zapis v realnem času, kot smo to lahko pri prejšnji različici. Želimo si, da bi imeli to možnost. Zato si zdaj pomagamo tako, da imamo en zaslon s prikazom simulacije in drugi zaslon v realnem času, vendar zaslona nista povezana in manipulacije se iz simulacije ne prenesejo v realni čas. Prednost bi bila tudi, če bi pri pisanju DP-ja v eni vrstici videli več podatkov: objekt, v katerem se izvaja manipulacija, smer, v kateri se bo izvršil izklop, številka celice, kdo bo to izvedel in čas ter datum. Vse to smo v prejšnji različici že imeli, zdaj pa moramo posebej razširiti menijsko okno, kar vzame nekaj časa. To si še toliko bolj želimo, ker vemo, da je ta program zmožen tega in še veliko več. Marsikaj je nakazano v aplikacijah za lažje delo. Toda kot že tolikokrat slišano in napisano, je žal vse povezano s financami. Zato menimo, da bomo šele v neki prihodnosti spoznali vse razsežnosti, ki jih ta program zagotovo ima. Že po krajšem pregledu platforme lahko ugotovimo, da ima skoraj neomejene možnosti za razvoj. Je pa res, da vsak mesec dodamo novo izboljšavo za lažje in hitreje delo. Ob koncu še zapišemo, da platforma omogoča marsikaj, odvisno pa je od nas, koliko si želimo in zmoremo raziskovati tolikšno ponudbo informacij in ukazov.

6 LITERATURA IN VIRI

Elektro Celje, d. d. (2017a). Interno gradivo: *Data Management System (DMS) in Outage Management System (OMS) – sistem za pripravo dokumentov za varno delo. Uporabniška navodila – verzija 1.3.*

Elektro Celje, d. d. (2017b). Interno gradivo: *Data Management System (DMS) in Outage Management System (OMS) – sistem za upravljanje z izpadi. Uporabniška navodila – verzija 1.1.*

Elektro Celje, d. d. (2019). *Uspehe povezujemo v omrežje prihodnosti*. Letno poročilo družbe Elektro Celje in skupine Elektro Celje 2018. Elektro Celje, d. d.

Elektro Celje, d. d. (2020). *Omrežje zelene prihodnosti*. Letno poročilo družbe Elektro Celje in skupine Elektro Celje 2019. Elektro Celje, d. d.

Elektro Celje, d. d. (2021). *Letno poročilo družbe in skupine Elektro Celje za leto 2021*. Elektro Celje, d. d.

Schneider Electric. (2020). Interno gradivo: *Schneider Electric DMS NS training documentation: Course 4 – DMD for planned work.*

Specifikacija tehničnih zahtev za SCADA sistem. (b. l.). Interno gradivo podjetja.

Telvent DMS. (2009). Interno gradivo: *DMS Programska oprema*. Novi Sad: Telvent DMS.