ELEKTRO MARIBOR

P R O J E K T N A N A L O G A

Obnova objekta
RTP 110/20 kV Lendava

Maribor, 2025

P R O J E K T N A N A L O G A

Obnova objekta
RTP 110/20 kV LENDAVA

Zamenjava sekundarne opreme, opreme lastne rabe, dograditev polja TR 3, obnova 20 kV stikališča in manjša gradbeno-obrtniška dela

Maribor, maj 2025

Elektro Maribor d. d.

IZJAVA

Obnova objekta
RTP 110/20 kV LENDAVA

Zamenjava sekundarne opreme, opreme lastne rabe, dograditev polja TR 3, obnova 20 kV stikališča in manjša gradbeno-obrtniška dela

Izjavljamo in soglašamo, da je projektna naloga usklajena s potrebami oz. zahtevami posameznih služb.

Tehnični direktor:	……..…….. Damjan Berghaus Majnik, univ. dipl. inž. el.	Datum: ……
Direktor OE Murska Sobota:	……..…….. Uroš Kolarič, inž. el.	Datum: ……
Direktor sektorja za razvoj in upravljanje distribucijskega omrežja:	……..…….. Arpad Gaál, univ. dipl. inž. el.	Datum: ……
Direktor sektorja poslovnih enot in investicij:	……..…….. Damir Ćatić, univ. dipl. inž. el.	Datum: ……
Vodja službe za razvoj distribucijskega omrežja:	……..…….. Andrej Roškar, univ. dipl. inž. el.	Datum: ……
Vodja službe za sekundarne sisteme:	……..…….. Andrej Pavšič, dipl. inž. el.	Datum: ……
Vodja službe za obratovanje:	……..…….. mag. Borut Sorko, univ. dipl. inž. el.	Datum: ……
Vodja službe za vzdrževanja:	……..…….. Simon Supanič, dipl. inž. el.	Datum: ……
Vodja službe za informacijske in komunikacijske tehnologije:	……..…….. Marko Rogan, univ. dipl. inž. el.	Datum: ……
Vodja službe za merjenje el. energije:	……..…….. Ivan Dovnik, dipl. inž. el.	Datum: ……
Vodja službe za korporativno upravljanje:	……..…….. Miroslav Pečovnik, dipl. inž. el.	Datum: ……
Pooblaščenec področja za informacijsko varnost:	……..…….. Marko Brvar, univ. dipl. inž. tel.	Datum: ……

VSEBINA

Stran

1 SPLOŠNO 1
1.1 SPLOŠNI PODATKI 1
1.2 STIKALIŠČE 110 kV 2
1.3 STIKALIŠČE 20 kV 2
1.4 KOMANDNI PROSTOR 4
1.5 TK PROSTOR 5
1.6 LASTNA RABA 5
1.6.1 Izmenični sistem lastne rabe 5
1.6.2 Razsmerjeni razvod lastne rabe 6
1.6.3 Enosmerni razvod lastne rabe 6
1.7 MALA MOČ, RAZSVETLJAVA 6
1.8 SISTEM POŽARNEGA JAVLJANJA 6
1.9 TEHNIČNO VAROVANJE 7
1.9.1 Video nadzorni sistem 7
1.9.2 Kontrola pristopa 7
1.9.3 Sistem za samodejno odkrivanje in javljanje vloma 8
1.10 SHUNT ODKLOPNIK IN PETERSENOVA DUŠILKA 9
1.11 OBJEKT Z OKOLICO 10
2 TEHNIČNE SMERNICE ZA IZDELAVO DOKUMENTACIJE 10
2.1 SMERNICE ZA GRADBENI DEL 10
2.1.1 Komandni prostor, stikališče 20 kV 10
2.1.2 110 kV stikališče 10
2.1.3 Hlajenje in ogrevanje 11
2.1.4 Ostalo 11
2.2 SMERNICE ZA ELEKTRO DEL 11
2.2.1 Električne inštalacije 11
2.2.2 Zagotavljanje elektromagnetne združljivosti v distribucijskih postrojih 11
2.2.3 Kratkostične razmere, podatki o kapacitivnih tokih 12
2.2.4 Ozemljitev 110 kV nevtralne točke transformatorjev 12
2.2.5 Ozemljitev 20 kV nevtralne točke SN strani transformatorjev 12
2.2.6 Koordinacija izolacije 12
2.2.7 TK prostor 13
3 TEHNIČNE ZAHTEVE ZA SEKUNDARNO OPREMO 14
3.1 ZAŠČITA IN VODENJE 110 kV DALJNOVODNEGA POLJA 14
3.1.1 Splošne zahteve za opremo zaščite in vodenja 110 kV DV polja 14
3.1.2 Lokalni panel 110 kV DV polja 15
3.1.3 Enota vodenja polja s funkcijo preverjanja sinhronizacije napetosti (Synchro-check) za DV polje 15
3.1.4 Distančna zaščita 16
3.1.5 Naprava za prenos kriterija distančne zaščite KDZ 18
3.1.6 Kontrola izklopnih tokokrogov odklopnika 18
3.1.7 Zaščita pred neskladjem polov odklopnika 19
3.2 ZAŠČITA IN VODENJE 110/20 kV TRANSFORMATORSKEGA POLJA 19
3.2.1 Splošne zahteve za opremo zaščite in vodenja 110/20 kV TR polja 19
3.2.2 Lokalni panel TR polja 20
3.2.3 Enota vodenja polja za 110 kV TR polje 21
3.2.4 Diferenčna zaščita energetskega transformatorja 21

3.2.5 Kratkostična zaščita in vodenje 20 kV TR celice ... 22
3.2.6 Zaščita upora s podnapetostno zaščito 110 kV transformatorja ... 23
3.2.7 Avtonomna nadtokovna zaščita 110 kV energetskega transformatorja ... 23
3.2.8 Avtomatski regulator napetosti ... 24
3.2.9 Kontrola izklopnih tokokrogov ... 25
3.3 ZAŠČITA IN VODENJE 20 kV NEVTRALNE TOČKE (UPOR, FIKSNA DUŠILKA, PETERSENOVA DUŠILKA) ... 25
3.3.1 Lokalni panel nevtralne točke ... 26
3.3.2 Numerična naprava (regulator) Petersenove dušilke ... 26
3.4 ZAŠČITA IN VODENJE 20 kV STIKALIŠČA ... 28
3.4.1 Splošne zahteve ... 29
3.4.2 Zaščita in vodenje 20 kV transformatorske celice ... 30
3.4.3 Zaščita in vodenje 20 kV vodne celice ... 31
3.4.4 Zaščita in vodenje 20 kV merilne celice ... 35
3.4.5 Zaščita in vodenje 20 kV sklopne celice ... 36
3.4.6 Zaščita in vodenje 20 kV celice lastne rabe ... 37
3.4.7 Zaščita in vodenje 20 kV rezervne celice ... 39
3.4.8 Zaščita in vodenje 20 kV shunt celice ... 42
3.4.8.1 Numerična naprava shunt celice ... 42
3.4.8.2 Kontrola izklopnih tokokrogov ... 44
3.4.8.3 Časovni rele z zakasnjenim vklopom ... 44
3.4.8.4 Tokovni merilni transformator 5+5/5 A ... 44
3.5 VODENJE OBJEKTA ... 44
3.5.1 Splošno o vodenju objekta ... 44
3.5.2 Nivoji vodenja ... 44
3.5.3 Komunikacijska shema delovanja sistema zaščite in vodenja ... 45
3.5.4 Oprema za vodenje na nivoju postaje ... 46
3.5.4.1 Vodenje pomožnih naprav ... 46
3.5.4.2 Postajni komunikacijski računalnik ... 47
3.5.4.3 Postajni SCADA računalnik ... 47
3.5.4.4 Sistem točnega časa (GPS) ... 48
3.5.4.5 Komunikacijska mrežna oprema (stikala) ... 48
3.5.4.5.1 Mrežna SDN stikala za meritve ... 49
3.5.4.5.2 Serijski pretvornik RS485/ETH ... 49
3.5.4.5.3 Mrežno stikalo za meritve 20 kV celic in LR ELMB ... 49
3.5.4.5.4 Mrežna SDN stikala IEC 61850 PRP za vodenje in zaščito ... 50
3.5.4.5.5 Redundantni vmesnik (RedBox) IEC 61850 HSR/PRP ... 51
3.5.4.6 Telekomunikacijski usmerjevalnik za nadzor zaščit in vodenja ... 51
3.5.5 Oprema za vodenje RTP Petišovci ... 51
3.6 MERITVE IN KONTROLA KAKOVOSTI ELEKTRIČNE ENERGIJE ... 52
3.6.1 Kakovost električne energije ... 52
3.6.2 Prevzemno predajne, nadomestne in kontrolne meritve ... 52
3.6.3 Trifazni industrijski merilni centri v izvodnih in rezervnih celicah, celici lastne rabe in v =ND razdelilniku ... 54
3.7 LASTNA RABA ... 55
3.7.1 Transformator lastne rabe ... 55
3.7.2 Glavni razdelilnik 0,4 kV AC razvoda (=ND) ... 55
3.7.3 AKU baterije 110 V DC ... 55
3.7.4 Redundantni modularni brezprekinitveni sistem 110/48 V DC / 230 V AC moči 12 kVA ... 55
3.7.5 Razdelilnik izmenične in presmerjene napetosti (=NE, =NJ) ... 57
3.7.6 Razdelilnik enosmerne napetosti 110 V DC (=NK) ... 57
4 OBVEZNE OBVEZE PROJEKTANTA PRI IZDELAVI DOKUMENTACIJE ... 58
4.1 Splošni pogoji ... 58

4.2 Zakonodaja ... 58
4.3 Drugi dokumenti ... 58
4.4 Zagotovitev elektromagnetne združljivosti (EMC) ... 58
4.5 Predpisane barvne kode za blok sheme ... 59
4.6 Predpisane barvne kode za električne povezave ... 59
4.7 Ostale obveze ... 59
5 VSEBINA DOKUMENTACIJE ... 61
5.1 Investicijski program ... 61
5.2 Tehnične specifikacije za izvedbo javnih naročil (DZR) ... 61
5.3 Projekt za izvedbo (PZI) ... 61
5.4 Projekt izvedenih del (PID) ... 62
5.5 Navodila za obratovanje in vzdrževanje (NOV) ... 62
6 DRUGE STORITVE, KI JIH IZVEDE PROJEKTANT ... 63
6.1 Vključitev koordinatorja za varnost in zdravje pri delu v fazi priprave projekta ... 63
6.2 Pridobitev projektnih pogojev in mnenj ... 63
6.3 Projektantski nadzor ... 63
6.4 Ostale obveze projektanta ... 63
6.5 Predvideni terminski plan izdelave dokumentacije ... 63
7 BIM PRISTOP ... 64
7.1 PROJEKT DIGITALIZACIJE INFRASTRUKTURE CELOTNEGA RTP-ja ... 64
7.1.1 Splošno ... 64
7.1.2 Obseg del ... 64
7.1.2.1 Digitalizacija nadzemne infrastrukture ... 64
7.1.2.2 Digitalizacija podzemne infrastrukture ... 64
7.2 Faza projektiranja ... 65
7.3 Faza potrjevanja opreme in materialov ... 65
7.4 Faza gradnje ... 65
8 PRILOGE ... 66

1 SPLOŠNO

1.1 SPLOŠNI PODATKI

Naziv objekta: RTP 110/20 kV Lendava - Zamenjava sekundarne opreme, opreme lastne rabe, dograditev polja TR 3, obnova 20 kV stikališča in manjša gradbeno-obrtniška dela
Projekt: Projekt za izvedbo (PZI),
Projekt izvedenih del (PID).
Razpisna dokumentacija (RD)
Investitor: Elektro Maribor d. d.

RTP Lendava je radialno vključena iz RTP Ljutomer v 110 kV pomursko zanko. Iz RTP Ljutomer se po enosistemskem DV z vodniki prereza Al/Fe 240/40 mm^2 radialno napaja RTP Lendava. Dolžina tega DV je 24,8 km.

Razdelilno transformatorska postaja 110/20 kV Lendava je, zraven RTP Murske Sobote in RTP Mačkovci, ključen RTP na območju Prekmurja. Obravnavan objekt se nahaja na parceli 2311/2, v k.o. 166 LENDAVA, v lasti družbe EM.

V RTP Lendava se napetost 110 kV transformira na 20 kV s pomočjo dveh energetskih transformatorjev (2x 31,5 MVA) z ozemljeno SN nevtralno točko preko nizkoohmskega upora 80 ohmov (150 A).

V RTP 110/20 kV Lendava se ob izteku življenjske dobe in dotrajanosti opreme načrtuje zamenjava sekundarne opreme in vseh povezav na nivoju 20 kV in 110 kV (omare vodenja), vodenja, kompletne zamenjava lastne rabe z enosmernimi, izmeničnimi in razsmerjenimi razvodi. Prav tako se, ob povečanju potreb zaradi proizvodnih virov v okolici, zamenja tudi primarna oprema SN stikališča in oprema za 110 kV polje TR 3.
Ker so RTP Petišovci 35/20 kV vodeni iz RTP Lendava, se planira tudi ureditev in navezava vodenja RTP Petišovci na novo vodenje v RTP Lendava.

Obseg obnove opreme RTP 110/20 kV Lendava zajema:

- Zamenjava lastne rabe z enosmernimi, izmeničnimi in razsmerjenimi razvodi,
- zamenjava sekundarne opreme SN stikališča (skupaj novih 38 celic),
- zamenjava sekundarne opreme VN stikališča (3×TR, 2×DV),
- prenova komandnega prostora in zamenjava opreme vodenja,
- prenova in zamenjava opreme vodenja v sosednjem RTP Petišovci z vključitvijo v vodenje RTP Lendava,
- za potrebe vodenja RTP Petišovci z vključitvijo v vodenje RTP Lendava se zamenja dotrajano zastarelo žično modemsko povezavo z optično povezavo,
- ureditev opreme števčnih meritev v VN poljih,
- ureditev opreme števčnih meritev v SN izvodnih celicah,
- zamenjava 20 kV celic in ureditev celotnega 20 kV stikališča,
- dograditev sektorja celic za proizvodne vire,
- dograditev 110 kV TR polja za TR 3,
- zamenjava vseh krmilno-signalnih kablov vseh sekundarnih sistemov,
- ureditev NN inštalacij v vseh prostorih RTP vključno z ogrevanjem (zastarele peči),
- celovita obnova strelovodne zaščite,
- prenova/zamenjava opreme TK prostora,
- ureditev videonadzora, vloma, požarne zaščite in sistema vstopa,
- celovita obnova VGN, ustrezno dimenzioniranje in alarmiranje,
- dograditev temeljev z ustrezno oljno jamo z možnostjo vgradnje dveh Petersenovih dušilk,
- vgradnja ene Petersenove dušilke z možnostjo preklapljanja delovanja na enem ali drugem transformatorju (dograditev dveh ločilnikov z motornim pogonom in dveh enopolnih odklopnikov z motornim pogonom za upora) s pripadajočim regulatorjem in

detekcijo okvar za vse vodne celice, vsebovano v izvodnih celicah za obratovanje pri kompenzirani nevtralni točki.

1.2 STIKALIŠČE 110 kV

Zaradi prehoda indirektno ozemljene nevtralne točke preko nizkoohmskega upora na kompenzirano nevtralno točke se predvideva:

- Ureditev podstavka z lovilno skledo oz. oljno jamo za vgradnjo največ dveh Petersenovih dušilk,
- vgradnja ene Petersenove (TR 2) in ene fiksne dušilke (TR 1),
- ureditev oz. dograditev kabelske kanalizacije,
- dograditev dveh enopolnih motoriziranih odklopnikov za oba upora transformatorja (TR 1 in TR 2),
- dograditev dveh enopolnih motoriziranih ločilnikov za Petersenovo dušilko (TR 1 – TR 2),
- dograditev nizkoohmskega upora na TR 3 z ustreznim ročnim ločilnikom.

Obnova 110 kV DV polj. Dograditev NMT v DV polja na izvodu. Dograditev 110 kV polja TR 3 in obnova obstoječega lovilca olj. Obratovanje TR 3 bo zgolj preko nizkoohmskega upora, z možnostjo kasnejše dograditve fiksne dušilke z odcepi v primeru povečanja kapacitivnih tokov.

1.3 STIKALIŠČE 20 kV

V nadstropju objekta se nahaja SN stikališče 20 kV s 26 grajenimi SN celicami. Skozi celice potekajo zbiralnični sistemi 20 kV SIA, SIB, SIIA in SIIB. V pritličnem delu stikališča je izveden kabelski prostor.

Z elektro-strojno opremo so opremljene naslednje celice 20 kV:

Celica št.	Tip celice	Naziv
= J01		PRAZNA CELICA
= J02	transformatorska	TR 2
= J03		PRAZNA CELICA
= J04	izvodna	KBV Mala polana Friško
= J05		PRAZNA CELICA
= J06	izvodna	KBV Lakoš donji
= J07	sklopna	SKLOPNA CELICA SIA-SIIA
= J08	merilna	MERILNA CELICA
= J09		PRAZNA CELICA
= J10		PRAZNA CELICA
= J11		PRAZNA CELICA
= J12		PRAZNA CELICA
= J13		PRAZNA CELICA
= J14		PRAZNA CELICA
= J15		PRAZNA CELICA
= J16		PRAZNA CELICA
= J17	LR	TR 20/0,4 kV LR
= J18	transformatorska	TR 1
= J19	izvodna	KBV PETIŠOVCI
= J20	izvodna	KBV GTP LEK 2A
= J21	izvodna	KBV INA I
= J22	izvodna	KBV INA II
= J23	izvodna	KBV INA III
= J24	merilna	MERILNA CELICA
= J25	izvodna	KBV DOBROVNIK
= J26	izvodna	KBV ILVES
= J27	izvodna	KBV NAFTA BS
= J28	sklopna	SKLOPNA CELICA SIB-SIIB
= J29	izvodna	KBV GTP LEK 2B

Celica št.	Tip celice	Naziv
= J30	izvodna	KBV DOLINA
= J31	izvodna	KBV BIOPLINARNA LENDAVA
= J32	SHUNT	SHUNT CELICA

Obstoječe stikališče 20 kV obsega 32 celic. Od tega jih je opremljenih in v obratovanju 21: 13 izvodnih celic, 2 TR, 2 sklopni, 2 merilni celici, 1 shunt in 1 celica lastne rabe. Popolno ali delno opremljena je še 1 izvodna celic.

Tekom predhodnih priprav zamenjav sekundarne opreme SN stikališča ter komandnega prostora so pristojne službe skupaj z odgovornimi projektanti prišle do zaključka, da je predvsem iz razvojnega vidika kakor tudi iz tehničnega ter vidika tehnologije izvedbe zamenjave tekom rekonstrukcije, najracionalnejše zamenjati tudi primarno opremo SN stikališča. Trenutni sistem dvojnih zbiralk omogoča ločeno obratovanje le dveh transformatorjev, vgradnja tretjega transformatorja bi bila s trenutno konfiguracijo zbiralk nemogoča. Obnova 20 kV stikališča in prehod na sektorske zbiralke je s stališča vgradnje tretjega transformatorja nujna.

Novo 20 kV stikališče bo sestavljeno iz 40 kovinsko oklopljenih izvljačljivih celic z vakuumskimi odklopniki z motornim pogonom, z motornim pogonom vozička/kaseta in motornim pogonom ozemljitvenih stikal. Po predlagani enopolni shemi se bodo energetski transformatorji povezala na štiri sektorje celic. Sektorji celic bodo medsebojno povezani s kabelskimi povezavami. S takšno povezavo celic se bodo v primeru izklopa enega energetskega transformatorja preko sklopne celice izklopljene celice povezale na delujoči drugi energetski transformator.
Celice bodo postavljene v nadstropju zidanega objekta. Dostop v prostor s celicami je iz stopnišča v nadstropju. Montaža celic se bo izvedla skozi montažna vrata. Dostop do celic bo s sprednje strani. Sredinski hodnik med celicami omogoča izvajanje manipulacij na celicah. Priključitev celic bo iz kabelskega prostora pod celicami.
Pred postavitvijo novega 20 kV stikališča je potrebno obstoječe stikališče demontirati. Od tal do odprtine v stropu pod celicami bodo kabli pritrjeni na obstoječe kovinske konstrukcije.
Rekonstrukcija 20 kV stikališča se bo izvedla v dveh fazah.
V prvi fazi se izklopi leva stran stikališča (celice =J01 - =J16), izvedejo se vsi potrebni gradbeni posegi in montirajo celice. Na enak način se izvede rušitev =J17 - =J32 ter postavitev novih.
Služba obratovanja Elektro Maribor pred pričetkom del pripravi scenarij premaknitev in združitev določenih izvodov, ki bodo v fazi rekonstrukcije, zaradi česar bo obratovanje nemoteno.

V kabelskem prostoru bodo 20 kV dovodi od treh energetskih transformatorjev. Vsi dovodni 20 kV kabli do celic bodo položeni po tleh z ustrezno rezervo dolžine v zanki. Od tal do odprtine v stropu pod celicami bodo kabli pritrjeni na kabelske nosilce.
Krmilno signalni kabli iz celic bodo speljani do komandnega prostora po policah nad krmilnimi omaricami in v kabelskem prostoru. Signalni kabli v prehodih med prostori bodo požarno tesnjeni. Enako bo izvedeno tudi za energetske kable.

V sklopu obnove 20 kV stikališča se ločeno dogradi tudi sektor 20 kV celicnamenjenih za priključevanje proizvodnih virov. Celice bodo prazne, minimalno ožičene za potrebe naknadne dograditve opreme glede na proizvodni vir. Opremljena bo samo dovodna celica, katera bo napajana preko kabelske povezave iz novega stikališča 20 kV.

Obstoječe SN stikališče nadomesti z:

Celica št.	Sektor	Tip celice	Naziv
= J01	S1A	sklopna	SKLOPNA
= J02		Izvodna	CELICA LR
= J03		Izvodna	KBV ILVES
= J04		Izvodna	KBV INDIP
= J05		transformatorska	TR 1
= J06		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J07		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J08		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J09		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J10		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J11		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J12		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J13		merilna	MERILNO - SKLOPNA
= J14	S3A	sklopna	SKLOPNA
= J15		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J16		Izvodna	KBV INA 2
= J17		Izvodna	KBV PROIZVODNI VIRI
= J18		transformatorska	TR 3
= J19		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J20		merilna	MERILNO - SKLOPNA
= J21	S2A	sklopna	SKLOPNA
= J22		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J23		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J24		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J25		Izvodna	KBV LAKOŠ DOLJNI
= J26		transformatorska	TR 2
= J27		SHUNT	SHUNT
= J28		Izvodna	KBV PETIŠOVCI
= J29		Izvodna	KBV NAFTA BS
= J30		Izvodna	DV DOLINA
= J31		Izvodna	DV DOBROVNIK
= J32		Izvodna	DV MALA POLANA FRIŠKO
= J33		Izvodna	REZERVNA CELICA
= J34		Merilna	MERILNO - SKLOPNA
= J35	S1B	sklopna	SKLOPNA
= J36		Izvodna	KBV INA 3
= J37		Izvodna	KBV LEK B
= J38		Izvodna	KBV LEK A
= J39		Izvodna	KBV INA 1
= J40		Merilna	MERILNO - SKLOPNA

1.4 KOMANDNI PROSTOR

Komandni prostor se v celoti preuredi. Predvideti je potrebno gradbene posege, s katerimi se mora zagotoviti montažo nove sekundarne opreme brez motenja obratovanja objekta.
V komandnem prostoru bo nameščenih pet 110 kV omar (2×DV in 3×TR), omara nevtralnih točk TR (Petersenke), omara daljinskega vodenja in omara števčnih meritev. V omari daljinskega vodenja bo vgrajena vsa komunikacijska oprema za potrebe vodenja in zaščit 110 kV polj, 20 kV celic in pomožnih naprav.

1.5 TK PROSTOR

V sklopu celovite prenove se predvidi, da se zaradi dotrajanosti vgradi nova oprema in storitve IKT navedene v tabeli 1 ter v skladu z novim konceptom napajanja, vse vire IKT priključi na centralni napajalni sistem.
Pri izvedbi vseh električnih napeljav morajo biti upoštevani pogoji EMC, opisani v EIMV referatu št. 1716 Postopki za zagotovitev elektromagnetne združljivosti v distribucijskih elektroenergetskih postrojih (Postopki EMC v EEP), referatu št. 1809 Analiza in tipizacija tehničnih ukrepov za zagotovitev elektromagnetne združljivosti v načrtovanih in saniranih distribucijskih postrojih (tipizacija ukrepov EMC v distribucijskih postrojih) in referatu št. 1903 Segment elektromagnetne združljivosti pri vzdrževanju distribucijskih postrojev 110 kV/SN in SN/0,4 kV.
Vhod v telekomunikacijski prostor je skozi stavbo. Odpiranje vhodnih vrat v Telekomunikacijski prostor mora biti zaščiten z elektronskim kontrolnim sistemom (odpiranje s kartico). Sistem za vstop je enak kot na vseh objektih EM. Vstop v Telekomunikacijski prostor bodo imele le pooblaščene osebe. Postopek za vstopanje drugih oseb bo urejen z obratovalnimi navodili, ki vsebujejo tudi določbe o postopkih.

1.6 LASTNA RABA

Za potrebe napajanja tehnološke in ostale inštalacijske opreme je predviden komplet nov sistem lastne rabe z zanesljivimi viri napajanja.
Glavni gradniki sistema lastne rabe so naslednji:

- TR LR - transformator 21/0,42 kV, (obstoječ);
- redundanca z zunanjim virom iz NN omrežja (opcijsko);
- =ND+S1 - glavni razdelilnik (3×230/400 V AC) (obstoječ, nadgradnja);
- =NE+S1 - omara razdelilnika izmenične napetosti (3×230/400 V AC);
- =NK+S1 - omara razdelilnika enosmerne napetosti (110 V DC)
- =NJ+S1- omara razsmerjene napetosti (230 V AC 50 Hz);
- =NK1+S1 - priključna omarica za AKU z varovalkami (110 V DC);
- =G31+S31 - usmernik 3 × 400 V AC/110 V DC;
- =G51+ S51 - DC/DC 110 V DC/48 V DC ali AC/DC 230 V AC/48 V DC;
- =G21+S21 - ACB (razsmernik/usmernik 230 V AC /110 V DC / 230 V AC);
- =G41 - AKU baterijo 110 V (52 celic) DC/250 Ah;
- =R1+S1 - omara glavnega hišnega razvoda.

Za napajanje tehnološke in ostale inštalacijske opreme so predvideni naslednji napajalni sistemi oziroma razvodi:

- izmenični,
- razsmerjeni,
- enosmerni.

AKU baterija predstavlja zanesljiv vir enosmernega napajanja. AKU baterijo bo oskrboval usmernik. Predvideno je daljinsko administriranje sistema usmernik/razsmernik.
Omare lastne rabe bodo nameščene v komandnem ali kletnem prostoru ELMB:

- =NJ+S1,
- =NE+S1,
- =NK+S1.

Omara glavnega hišnega razvoda =R1+S1 in omara izmenične napetosti =ND+S1 bosta nameščeni v hodniku v bližini vhodnih vrat.
Dostop za vse omare je predviden samo iz sprednje strani.

1.6.1 Izmenični sistem lastne rabe

Osnovni vir za razvod izmenične lastne rabe je izveden s transformatorjem lastne rabe 21/0,42 kV, najmanj 100 kVA. TR LR je nameščen v posebnem prostoru v pritličju zgradbe, poleg 20 kV stikališča. Sekundarna stran TR LR je povezana na omaro glavnega nizkonapetostnega razdelilnika =ND+S1. Razvod izmenične napetosti bo izveden iz omare =NE+S1, ki bo nameščena v komandnem prostoru ELMB.

1.6.2 Razsmerjeni razvod lastne rabe

Vir razsmerjene napetosti predstavlja razsmernik =G21+S21, ki bo nameščen v komandnem prostoru ELMB.
Razsmernik bo priključen na izmenični vir =NE+S1. V primeru izpada izmenične napetosti bo napajan preko sistema 110 V DC iz omare =NK+S1.
Omari =NJ+S1 in =NK+S1 bosta postavljeni poleg omare =NE+S1 v komandnem prostoru ELMB.

1.6.3 Enosmerni razvod lastne rabe

Zanesljiv vir enosmerne napetosti predstavlja akumulatorska baterija =G41+S41 (52 celic), ki bo nameščena v posebnem akumulatorskem prostoru in usmernik =G31+S31 3×400 V AC / 110 V DC ter usmernik =G51+S51 110 V DC / 48 VDC, ki bosta vgrajena v komandnem prostoru ELMB.
Omarica z varovalkami =NK1+S1 bo vgrajena v predprostoru AKU prostora.

1.7 MALA MOČ, RAZSVETLJAVA

V okviru obnove bo izvedena celovita obnova, nadgradnja ali potrebna zamenjava komplet Elektrogradbene instalacije v obsegu:

- razsvetljava;
- mala moč;
- ogrevanje in hlajenje;
- sistem požarnega javljanja;
- kontrola pristopa;
- protivlomno varovanje;
- video nadzor;
- ozemljitve;
- strelovod;
- zunanja razsvetljava;
- univerzalno ožičenje;
- ožičenje za nadzor klim.

Razsvetljava bo razdeljena na štiri sisteme v LED izvedbi:

- splošna razsvetljava:
- varnostna (zasilna razsvetljava);
- pomožna razsvetljava;
- zunanja razsvetljava.

Ozemljitveni sistem je sestavljen iz naslednjega:

- osnovne ozemljitve platoja (obstoječ):
- temeljne ozemljitve (obstoječ);
- ozemljitveni obroč okrog objekta in dela zunanje ograje (obstoječ);
- strelovodna zaščita (INOX fi 8 mm^2);
- tehnološka ozemljitev v objektu (Cu 40×4 mm^2).

Celoten RTP je varovan s strelovodno zaščito. Strelovodna zaščita bo nameščena na strehi zgradbe 20 kV stikališča in komandne zgradbe. Na požarnih stenah transformatorjev bodo nameščene strelovodne konice.
Strelovodni sistem bo medsebojno povezan na glavno ozemljilno mrežo preko ozemljitveno merilnega stika na fasadi objekta na višini cca. 1,5 m na vogalih in vsakih 10 m dolžine objekta.
Na ozemljitveni sistem bo povezana tudi ograja okrog objekta.

1.8 SISTEM POŽARNEGA JAVLJANJA

Sistem požarnega javljanja mora omogočati zanesljivo odkrivanje in javljanje požara v njegovi najzgodnejši fazi, ko je gašenje še relativno uspešno, nevarnost za človeška življenja majhna, ne nazadnje pa je nastanek materialne škode majhen.

Vgraditi je potrebno sistema avtomatskega javljanja požara po sistemu popolne zaščite. Sistem požarnega javljanja mora biti načrtovan skladno s standardom SIST EN 54. Napajanje požarne centrale se izvede iz glavnega električnega razdelilnika inštalacij razsmerjene napetosti. Poleg tega mora imeti centrala tudi lastno notranje napajanje tako, da ob izpadu napetosti splošne in nujne lastne porabe deluje avtonomno, brez zunanjega napajanja. Centrala sistema javljanja požara bo nameščena v pritličju pri vhodu.
Inštalacija za javljanje požara mora biti usklajena z zahtevami Študije požarne varnosti. Kabli, namenjeni napajanju požarno varnostnih sistemov, se položijo na požarno varne kabelske police.

V primeru požara sistem požarnega javljanja izvaja naslednje aktivnosti:

- Vklopi alarmiranje, ki uporabnike preko naprav za alarmiranje (zvočne in svetlobne signale) obvesti, da je v objektu prišlo do požara,
- izvede se avtomatski prenos signala v sprejemni alarmni center (DCV Maribor in lokalni pogodbeni operater) po nadzorovani liniji,
- posreduje se požarni alarm, požarno opozorilo, okvara delovanja centrale,
- sprostijo se električne ključavnice na evakuacijskih izhodih, ki so v normalnem obratovanju objekta zaklenjene,
- izklopi se morebitni prezračevalni sistem.

1.9 TEHNIČNO VAROVANJE

Tehnično varovanje v objektu sestavljajo naslednji avtonomni sistemi:

- Sistem video nadzora,
- sistem kontrole pristopa v prostore,
- sistem javljanja vloma.

Načrtovati je potrebno učinkovit alarmni sistem, ki ustreza standardu EN 50131-1 ter upošteva veljavne tehnične predpise, standarde in normative. V projektni nalogi so podane tehnične rešitve, ki so usklajene s predvidenim konceptom varovanja ter električnimi in strojnimi inštalacijami.

1.9.1 Video nadzorni sistem

Celoten objekt 110 kV stikališča mora biti opremljen z video nadzornim sistemom, ki omogoča spremljanje dogajanja, zapisovanja, pregledovanja in arhiviranja slikovnih informacij. V pomembnejših prostorih v stavbi (telekomunikacijski prostor, komandni prostor, prostor SN stikališča) morajo biti nameščene fiksne kamere za notranjo montažo. Za video nadzor se uporabijo barvne IP kamere ločljivosti min. 2 mega piksla. Kamera začne s snemanjem, ko zazna gibanje (kombinirani detektor IR/CW). Avtomatsko zumiranje na kamerah ni predvideno. Zunaj stavbe morajo biti nameščene fiksne IP kamere za nadzor vstopa v objekt (RTP).
Vse zunanje kamere, ki so izpostavljene škodljivim vremenskim vplivom, bodo vgrajene v zaščitno termostatsko ogrevana ohišja z ustrezno stopnjo IP zaščite. Za video nadzorni sistem je potrebno uporabiti ločeno namensko varnostno kabelsko omrežje, ki povezuje IP kamere in omrežno stikalo ter strežnik video nadzora.
Omrežna stikala za priklop IP kamer in omrežne snemalne naprave morajo biti razreda Gigabit Ethernet, z dodano nadgradnjo, ki omogočala uporabo tehnologije za napajanje naprav preko omrežja PoE (Power over Ethernet) po standardu IEEE 802.3af. Zapis slikovnih informacij se izvede v digitalni tehniki in kvaliteti z omrežno snemalno napravo oziroma namenskim video strežnikom, ki je nameščen v TK prostoru.

1.9.2 Kontrola pristopa

Sistem za kontrolo pristopa je namenjen evidentiranju vstopov v objekt ter sprotnemu obravnavanju in nadzoru zajetih podatkov. Sistem za kontrolo pristopa je predviden tudi za omejevanje vstopa nepooblaščenim osebam v posamezne prostore stavbe.
Kontrolo pristopa predstavlja sistem za brezkontaktno branje identifikacijskih kartic, ki je povezan z ustreznimi ključavnicami in sistemom za registracijo delovnega časa.
Predviden je sistem za evidentiranje in varovanje pristopa, ki ga Elektro Maribor že uporablja. Sistem temelji na terminalih kontrole pristopa, ki za komunikacijo uporabljajo komunikacijski protokol RS-485. Povezovanje terminalov se izvede s komunikacijsko linijo, ki je preko komunikacijskih vmesnikov

priključena v LAN omrežje. Komunikacijski vmesniki morajo zagotavljati prilagoditev RS-485 in TCP/IP nivojev.
Identifikacija oseb je predvidena z osebno identifikacijsko kartico na različnih točkah (vrata, prehodi) na brezkontaktnih čitalnikih kartic. Temu se ustrezno izvede blokada oziroma odpiranje nadzorovanih vrat z električnimi prejemniki, ki bodo vgrajeni v podbojih vrat oziroma na ustreznih mestih prehodov.
Programska oprema za kontrolo pristopa mora biti nameščena na namenskem računalniku. Programska oprema za kontrolo pristopa mora omogočati kreiranje baze uporabnikov, parametriranje terminalov kontrole pristopa, pregledovanje in izpis dogodkov z uporabo različnih kriterijev. Dostop do posameznih funkcij se zaščiti z več-nivojskimi gesli, kar omogoča delo s programsko opremo različnim operaterjem z različnimi stopnjami pooblastil in onemogoča nepooblaščene dostope do programske opreme oziroma do samih podatkov.
Predvideti je potrebno, da bo sistem kontrole pristopa v neposredni in funkcionalni povezavi s sistemom za avtomatsko javljanje požara zaradi avtomatske zagotovitve sprostitve zaklenjenih ključavnic na vratih ob določeni stopnji požarnega alarma.
Prav tako bo sistem kontrole pristopa v neposredni in funkcionalni povezavi s sistemom za javljanje vloma saj v primeru vloma mora onemogočiti izhod iz stavbe oziroma objekta.
Sistem za kontrolo pristopa zajema odpiranje vrat ali drsnih vrat s senzorskim brezkontaktnim branjem identifikacijskih kartic.
Vstop na dvorišče z avtom: pri drsnih vratih mora biti senzor z ohišjem za branje kartic (senzor zazna kartico na oddaljenosti 1 m). Po zaznavi kartice se drsna vrata odprejo. Ko z avtom zapeljemo notri, se vrata avtomatsko zaprejo po določenem času.
Vstop v stikališče peš: pri osebnih vratih ali preko kabelskega prostora stavbe, mora biti senzor za branje kartic. Po zaznavi kartice s senzorjem se osebna vrata deblokirajo (električna ključavnica). Vrata se lahko ročno odprejo, po vstopu se ročno zaprejo.
Vhod v stavbo bo mogoč v pritličju – glavni vhod. V stavbi se z električno ključavnico (odpiranje z brezkontaktnim branjem identifikacijskih kartic) nadzorujejo naslednji vhodi:

- Vhodi pri drsnih vratih in osebnem prehodu – ograja in kabelski prostor,
- vhoda v stavbo,
- vhod v SN prostor,
- vhod v telekomunikacijski prostor,
- vhod v komandni prostor.

Vsi izhodi iz naštetih prostorov: odpiranje vrat s kljuko na notranji strani – brez uporabe kartic.
Izhod iz dvorišča z avtom: odpiranje drsnih vrat z zanko v cestišču.
Izhod iz dvorišča peš: odpiranje s kartico. Po zaznavi kartice s senzorjem se osebna vrata deblokirajo (električna ključavnica). Vrata se ročno odprejo, po izhodu se ročno zaprejo.

1.9.3 Sistem za samodejno odkrivanje in javljanje vloma

Z vgradnjo sistema za samodejno odkrivanje in javljanje vloma se predvidi zaznavanje nepooblaščenega gibanja znotraj varovanih prostorov, predvsem pa za zaznavanje poskusa vdora v začetni fazi.
Varovanje posameznih prostorov se izvede z avtomatskim zaznavanjem gibanja oseb. V ta namen bodo na ustreznih mestih nameščeni javljalniki gibanja s kombinirano PIR+MW tehnologijo. Javljalniki gibanja so parametrirani za zakasnjeni način delovanja, kar omogoča dovolj časa za vstop v objekt ali prostor in izklop varovalnega sistema oziroma vklop varovalnega sistema in izstop iz objekta ali prostora. Za vklop oziroma izklop varovalnega sistema (vnos ustreznih varnostnih številčnih kombinacij) so na različnih lokacijah nameščene tipkovnice.
Za vklop in izklop varovalnega sistema mora biti na razpolago več uporabniških varnostnih številčnih kombinacij, ki se programsko določijo. Tipkovnice in razširitveni moduli bodo na centralo priključeni preko komunikacijsko-napajalnega vodila.
Glavna omara alarmne - protivlomne centrale: V tem ohišju bo vgrajeno: osnovno ohišje centrale, 1 razširitveni modul, napajalni sklop, omrežni vmesnik ESP LAN modul in GSM komunikator. Preostali razširitveni moduli se vgradijo v ločena ohišja, ki se napajajo iz dodatnega napajalnika. Vlomna centrala ustreza za varovanje po EN 50131-1 in EN 50131-3 standardu. Vlomna naprava se upravlja preko tipkovnic - šifratorjev, ki se montirajo poleg vlomne centrale. Aktivacija in dekaktivacija je možna tudi od zunaj (npr. pred zunanjimi vrati – varovalna ograja) preko SMS sporočil na mobilnem aparatu.

Glavni napajalni vir bo omrežna napetost 230 V AC. Za rezervno napajanje naj ima vlomna centrala vgrajeno akumulatorsko baterijo 12 V/12 Ah. Dodatni napajalnik z vgrajeno akumulatorsko baterijo 12 V/ 7.2 Ah bo skrbel za napajanje 2 razširitvenih modulov in priključenega detekcijskega kabla.
Elektroinštalacije se položijo tako, da so čim manj vidne, v obstoječe kabelske kanale nadometno in podometno, v PN cevi in NIK kanale. S kombiniranimi IR/MW stenskimi senzorji se zaščitijo prostori v stikališču predvsem, tam kjer je možen dostop preko oken, stopnišč v prostore. Z magnetnimi kontakti se zaščitijo zunanja vrata trafo prostora. V primeru vlomnega alarma se vključi zunanja sirena z bliskovko. Zunanje področje RTP se zaščiti z IR barierami. IR bariere se namestijo na posebne stebričke. Kabelska povezava med stebrički se izvede v posebni kabelski kanalizaciji. Signal vlomnega alarma se povežejo preko IKT omar na varnostno nadzorni center Elektra Maribor.

1.10 SHUNT ODKLOPNIK IN PETERSENOVA DUŠILKA

V prostozračnem omrežju se v večini primerov pojavljajo okvare, kjer prihaja do dotika enega izmed faznih vodnikov z zemljo. Govorimo o zemeljskostičnih okvarah, ki jih nadalje delimo na okvare prehodnega značaja in trajne okvare. V kolikor je kapacitivni prispevek zemeljskostičnega toka manjši od 25 A, pogojev za ustvarjanje obloka na mestu zemeljskega stika ni in oblok na mestu okvare ugasne, nasprotno se vzdržuje. Z uvedbo hitrih avtomatskih vklopov APV, nastavljenih na 0,3 s se je v preteklosti reševalo takšne prehodne okvare, pri tem pa so porabniki takšen APV čutili kot motnjo.

Že pred več kot pred desetletjem smo v družbi Elektro Maribor pristopili k rešitvi, ki bi takšne prehodne motnje odpravila, pri tem pa ne bi prišlo do kratkotrajnega izpada oz. motnje za odjemalce. Takšna rešitev je nedvomno bila v vgradnji t.i. Shunt odklopnika. Princip delovanja je preprost, spremljanje vseh treh faznih napetosti in zemeljskostičnega toka skozi upor zvezdišča transformatorja. V kolikor napetost v eni izmed treh faz pade pod nastavljeno vrednost, v ostalih dveh pa naraste, istočasno pa steče skozi upor zvezdišča energetskega transformatorja tok, je okvara v fazi, kjer je padla fazna napetost. Po približno 150 ms od začetka dogodka kontroler (rele) izda komando za vklop Shunt odklopnika v okvarjeni fazi, ki jo ozemlji za približno 150 ms. S tem pade napetost okvarjene faze na približno nič in okvarni tok se zaključi preko ozemljenega Shunt odklopnika. Na mestu okvare so s tem ustvarjeni pogoji, ni okvarnega toka in s tem ni pogojev za ustvarjanje obloka. V kolikor je okvara prehodnega značaja, je takšna rešitev uspešna. Po takšnem delovanju Shunt odklopnika je zaradi varnosti le ta za naslednjih 60 s blokiran, v nasprotnem bi ob ponavljajočih okvarah lahko prišlo do nenadzorovanega vklopa in izklopa Shunt odklopnika, kar bi v končni fazi lahko privedlo do uničenja odklopnika. Delovanje Shunt odklopnika vezano na obratovanje posameznega transformatorja smo enostavno izvedli z vgradnjo vmesnega transformatorjem (5+5)/5 A, ki je meril tok nevtralne točke obeh transformatorjev. Obratovanje Shunta je s tem bilo pogojeno le s priključitvijo ločilnika ali spojnih celic na ustrezen transformator. Z leti se je omrežje razvijalo, večalo, z vgradnjo vedno več kablovodov je rasla tudi kapacitivna komponenta toka, kar ima za posledico premaknitev kota med okvarno residualno napetostjo in residualnim tokom. Posledično je na mestu defekta večji okvarni tok, večji kot med Uo/Io, kar ima za posledico samovzdrževanje obloka in povečanje nevarnosti napetosti dotika in koraka. V tem primeru, ko kapacitivni tok preseže mejo varnega obratovanja bi bilo potrebno vzporedno k uporu dograditi fiksno dušilko ustrezne vrednosti, ki bi kompenzirala naraščajoče kapacitivne toke. Naslednja možnost pa je preiti na kompenzirano nevtralno točko – resonančno – kar zagotovimo z ustrezno Petersenovo dušilko s kontrolerjem.

Glede na dejstvo, da je na objektu RTP Lendava že vgrajen Shunt odklopnik, le tega obdržimo. Zamenja se zgolj zaščitni rele s sodobnejšim, kateri bi bil vključen v sistem vodenja po IEC 61850 in bi omogočal programibilno logiko.

Dodatno, zaradi vse večjih kapacitivnih tokov, se dogradi na posebnem temelju Petersenova dušilka, ki bi bila na trenutno in pričakovano stanje v prihodnje zmožna kompenzirati tokove do vsaj 400 A. Krmiljenje Petersenove dušilke naj bo integrirano s pripadajočim kontrolerjem, ki bi bil vključen v sistem vodenja po IEC 61850. Obratovanje same Petersenke na enem ali drugem transformatorju (TR 1 ali TR 2) se naj izvede s pomočjo dveh motoriziranih ločilnikov obeh nevtralnih točk, dodatno pa se k vsakemu uporu prigradi enopolni motoriziran odklopnik. Krmiljenje teh dveh ločilnikov in odklopnikov naj bo izvedeno z logiko v kontrolerju Petersenove dušilke.

Obratovanje Petersenove dušilke v okvari bo približno 4 sekunde, v kolikor bo okvara trajna se avtomatično vzporedno k Petersenovi dušilki priključi upor, kar izvodne zaščite, nastavljene na

indirektno ozemljeno nevtralno točko preko nizzkoohmskega upora praviloma zaznajo. Prav tako zaradi takšnega načina obratovanja ni potrebno prenastavljati ali celo zamenjevati obstoječe vgrajene zaščite v omrežju. Dodatno se v vse vodne celice dogradijo detektorji okvar, ki v obratovanju z resonančno nevtralno točko zaznajo okvarjen izvod.

Prednosti takšnega obratovanja je vsekakor več: s Petersenovo dušilko zvezno kompenziramo kapacitivni okvarni tok, okvarni tok na mestu okvare je majhen in ne povzroča problemov povišanja napetosti dotika in koraka, prehod na indirektno ozemljeno točko je enostaven, le s priklopom odklopnika upora. V primeru okvare Petersenove dušilke za obvladovanje bežnih zemeljskih stikov še vedno imamo obstoječi Shunt, kar v končni fazi doprinese k izboljšanju indeksov kakovosti dobave električne energije.

1.11 OBJEKT Z OKOLICO

V sklopu zamenjave sekundarne opreme bo potrebno urediti tudi manjša gradbena dela:

- Komplet slikopleskarska dela,
- zamenjava tlakov v RTP,
- zamenjava oken,
- zamenjava strehe komplet z vso pripadajočo opremo.
- zamenjava vrat v ključna energetska območja. Vrata morajo biti opremljena z električnimi ključavnicami, samozapirali,
- ustrezno požarno zaščito, in dodatnimi zahtevam po PZI,
- AKZ stikališče 110 kV, kandelabri razsvetljave, ograja zasilni izhod 20 kV stikališče,
- celovita ureditev sanitarij,
- ureditev, obnova strehe,….

2 TEHNIČNE SMERNICE ZA IZDELAVO DOKUMENTACIJE

2.1 SMERNICE ZA GRADBENI DEL

2.1.1 Komandni prostor, stikališče 20 kV

Obstoječa konfiguracija komandnega prostora, TK prostora in AKU prostora v nadstropju se preuredi na tak način, da omogoča fazno nemoteno obratovanje komandnega prostora sočasno z urejanjem novega komandnega prostora. Predvideti je potrebno začasno lokacijo za postavitev opreme.

2.1.2 110 kV stikališče

V 110 kV stikališču, ob energetskih transformatorjih je potrebno zgraditi nove temelje z oljnimi jamami za potrebe vgradnje novih Petersenovih dušilk in pripadajoče opreme.
Dogradi se komplet novo 110 kV TR polje TR 3 s pripadajočo kabelsko kanalizacijo ter obnovi lovilec olja na obstoječem temelju TR 3.

Skladno s študijo EIMV REDOS 2045: Elektro Maribor–Pomurje (Študija št. 2431/2) so predvidene kratkostične moči na zbiralkah v RTP Lendava, v letu 2050 naslednje:

- kratkostična moč na 110 kV S''_k = 1087 MVA
- kratkostična moč na 20 kV 358 MVA

Nazivni tok transformatorja pri moči 40 MVA na 110 kV strani je I_{tr} = 210 A. na sekundarni strani 20 kV je 1.156 A.
Skladno s tem mora biti dimenzionirana vgrajena oprema z naslednjimi karakteristikami:

- nazivna omrežna napetost kV 110,
- najvišja dovoljena napetost kV 123,
- nazivna frekvenca Hz 50,
- nazivni zdržni udarni tok kA 100,
- nazivni kratkostični zdržni izklopni tok kA 40,
- nazivni čas trajanja toka kratkega stika s 1,
- nazivni tok pri temperaturi okolice 40 °C A 3150.

Zamenjajo se glavna vrata v 110 kV stikališče z novimi drsnimi na električni pogon z urejeno kontrolo vstopa. Prav tako se zamenja osebni prehod z vrati z električno ključavnico in kontrolo pristopa.

2.1.3 Hlajenje in ogrevanje

V okviru gradbenega dela je potrebno izvesti celovito obnovo sistema ogrevanja in hlajenja.

2.1.4 Ostalo

Projektno je potrebno obdelati tudi vsa gradbeno obnovitvena dela iz predhodnih točk, skladno s požarno varnostnimi zahtevami veljavne zakonodaje.

2.2 SMERNICE ZA ELEKTRO DEL

2.2.1 Električne inštalacije

Električne inštalacije morajo biti načrtovane v skladu z veljavnim Zakonom o graditvi objektov, Pravilnikom o projektni dokumentaciji ter Tehnično smernico TSGN-002: Nizkonapetostne električne inštalacije.
Pri načrtovanju električnih inštalacij je potrebno upoštevati veljavno zakonodajo iz varnosti in zdravja pri delu, varstva pred požarom ter veljavnimi tehničnimi pravilniki oziroma tehničnimi predpisi za posamezna področja.

Upoštevani je potrebno naslednje pravilnike:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah,
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele,
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah,
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah,
- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja,
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (EMC),
- Pravilnik o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej,
- Pravilnik o spremembi Pravilnika o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih,
- TSG-1-004 Učinkovita raba energije,
- TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele,
- TSG-N-002 NN električne inštalacije,
- TSG-1-001 Požarna varnost v stavbah.

Upoštevati je potrebno tudi naslednje standarde:

- SIST HD 60364 - NN električne inštalacije (družina standardov),
- SIST EN 60439 - Sestavi NN stikalnih in krmilnih naprav (družina standardov),
- SIST EN 50525-1:2011 - Električni kabli - Nizkonapetostni energetski kabli z nazivno napetostjo do vključno 450/750 V (U0/U) - 1. del: Splošne zahteve,
- SIST EN 12464-1 in 12464-2 - Svetloba in razsvetljava,
- SIST EN 1838: 2013 - Razsvetljava - Zasilna razsvetljava.

Električne inštalacije in oprema morajo biti izvedene skladno z veljavnimi predpisi in standardi ter priporočili, ki urejajo to področje električnih inštalacij.

2.2.2 Zagotavljanje elektromagnetne združljivosti v distribucijskih postrojih

Opredeliti ukrepe za zmanjšanje elektromagnetnega motenja in motenj v distribucijskem postroju (dimenzioniranje in oblikovanje ozemljitvene mreže, ozemljevanje kabelskih kanalov in kabelskih polic, polaganje kompenzacijskega vodnika, kabli za sekundarne tokokroge, ozemljevanje naprav, galvanski spoji) v skladu z referati EIMV (št. 1302, april 1996 - Zagotavljanje elektromagnetne združljivosti v elektroenergetskih objektih, št. 1716, september 2005 - Postopki za zagotovitev elektromagnetne

združljivosti v distribucijskih elektroenergetskih postrojih (Postopki EMC v EEP), št. 1809, 2006 - Analiza in tipizacija tehničnih ukrepov za zagotovitev elektromagnetne združljivosti v načrtovanih in saniranih distribucijskih postrojih (tipizacija ukrepov EMC v distribucijskih postrojih), št. 1903, 2008 - Segment elektromagnetne združljivosti pri vzdrževanju distribucijskih postrojev 110 kV/SN in SN/0,4 kV) ter navodili proizvajalcev opreme.

2.2.3 Kratkostične razmere, podatki o kapacitivnih tokih

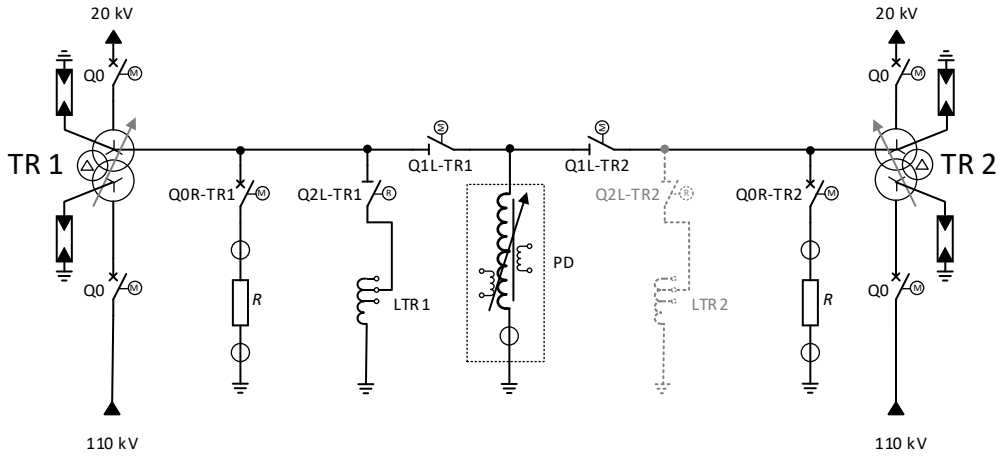
Izračunati kratkostične razmere na 110 kV in 20 kV zbiralkah ter na sekundarni strani glavnega razdelilca. Za dimenzioniranje in izbiro 110, 20 kV naprav upoštevati podatke maksimalne kratkostične moči 110, 20 kV opreme, ki je navedena v študiji REDOS 2045 razvoj elektrodistribucijskega omrežja Elektro Maribor - Pomurje (EIMV, ref. štev. 2431/2 Ljubljana 2020).
Za potrebe nastavitev zemeljskostičnih zaščit je potrebno upoštevati in izračunati posamezne prispevke kapacitivnih tokov SN omrežja skladno s študijami REDOS in podatki službe razvoja in službe meritev, zaščite in kakovosti ELMB.

2.2.4 Ozemljitev 110 kV nevtralne točke transformatorjev

Nevtralna 110 kV točka transformatorjev bo ozemljena preko prenapetostnega odvodnika.

2.2.5 Ozemljitev 20 kV nevtralne točke SN strani transformatorjev

Za omejevanje toka enopolnega zemeljskega stika na SN strani transformatorjev bo nevtralna točka TR 1 ozemljena preko nizkoohmskega upora in paralelno priključene fiksne dušilke predvideno z odcepi od 125 – 300 A koraka 25 A, TR 2 preko Petersenove dušilke s pomičnim jedrom, dimenzionirane predvidene moči 4.600 kVAR za trajno dušenje kapacitivnega toka od 40 A do 400 A do 2 uri ter paralelnim nizkoohmskim uporom, skladno z naslednjo enopolno shemo.



Slika 2-1: Princip ozemljevanja nevtralnih SN točk transformatorjev

Ker bo morda kdaj v prihodnosti vgrajena še druga Petersenova dušilka, se zanjo mora predvideti mesto vgradnje.

Za TR 3, na katerem bodo priključeni proizvodni viri, se za omejevanje toka enopolnega zemeljskega stika na SN strani transformatorjev predvidi nizkoohmski upor s pripadajočim ročnim ločilnikom in možnostjo kasnejše vključitve paralelne fiksne dušilke.

Dodatno se ohrani za obvladovanje bežnih zemeljskih stikov Shunt celico, katero z ustrezno programsko opremo v numerični napravi koristimo pri resonančno ozemljeni nevtralni točki in pri indirektno ozemljeni nevtralni točki.

2.2.6 Koordinacija izolacije

Izolacija SN naprav pa na izolacijski nivo LI125AC50/LI24.

2.2.7 TK prostor

V sklopu celovite prenove se predvidi, da se zaradi dotrajanosti vgradi nova oprema in storitve IKT navedene v tabeli 1 ter v skladu z novim konceptom napajanja, vse vire IKT priključi na centralni napajalni sistem.

Tabela 1: Seznam opreme in storitev IKT, ki jih je potrebno naročiti

Oprema ali storitev	Količina
Namestitev novega antenskega droga	1 kos
Namestitev nove antene	1 kos
Namestitev nove radijske postaje	1 kos
Namestitev novega ethernet stikala »Cisco C9300-48P«	1 kos
Optični delilnik 19", 1HE, 24 x LCD/UPC 9/125	1 komplet
Fuzijsko varjenje optičnih vlaken	48 kosov
Meritve z OTDR z izdelavo protokolov v elektronski obliki	48 kosov
Demontaža starega optičnega delilnika in montaža novega	1 kosov
Priprava optičnega kabla za varjenje	1 kosov
Specialno čiščenje TK prostora in opreme	1 kos

Služba za telekomunikacije in informatiko poskrbi za pripravo tehničnih zahtev v obliki projektne dokumentacije.

3 TEHNIČNE ZAHTEVE ZA SEKUNDARNO OPREMO

V omenjen poglavju bodo podane osnovne zahteve in usmeritve za tehniko sekundarne opreme, kot so:

- oprema za zaščito in vodenje 110 kV daljnovodna polja;
- oprema za zaščito in vodenje 110/20 kV transformatorska polja;
- oprema za zaščito in vodenje 20 kV nevtralne točke (upor, fiksna dušilka, Petersenova dušilka);
- oprema za zaščito in vodenje 20 kV stikališča;
- oprema za sistem daljinskega vodenja;
- oprema za meritve in kontrolo kakovosti električne energije;
- razvod lastne rabe z redundatnim modularnim brezprekinitvenim sistemom 110/48 V DC /230 V AC.

3.1 ZAŠČITA IN VODENJE 110 kV DALJNOVODNEGA POLJA

Naprave za zaščito in vodenje 110 kV daljnovodnega polja bodo nameščene v omari, namenjeni posameznemu 110 kV daljnovodnemu polju. Omara vodenja in zaščite 110 kV DV naj bo dimenzij (š×g×v) 800×800×2000 mm s coklom 100 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm ter vgrajenim vrtljivim 19" okvirjem s kotom odpiranja sprednjih steklenih (pleksi) vrat 180°. Neuporabljen prostor naj bo zapolnjen v celoti s prekrivnimi ploščami višine 6U, 3U ali 1U. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani. Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka bo priključena na glavni ozemljilni sistem, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost. Omare naj bodo protikorozijsko zaščitene z barvo odtenka RAL 7035.
Poleg vgrajene samostojne enote vodenja morata biti v polju obvezno še vgrajena ločena numerična naprava za distančno zaščito in naprava za prenos kriterija distančne zaščite KDZ. Enota vodenja mora imeti dva neodvisna komunikacijska porta, ki sta povezana po redundantnem principu (Parallel Redundancy Protocol - PRP) na dve Ethernet stikali in s postajnim komunikacijskim računalnikom komunicirata po protokolu IEC 61850 ed.2. Za distančno zaščito je prav tako zahtevana vključitev v sistem vodenja z redundantno povezavo PRP. Nadzor zaščite in KDZ naj bo izveden preko namenskega varnostnega vmesnika za nadzor zaščite.
Za testiranje in vzdrževanje mora biti prigrajena ustrezna preizkusna vtičnica za distančno zaščito.

3.1.1 Splošne zahteve za opremo zaščite in vodenja 110 kV DV polja

Numerične naprave zaščite in vodenja morajo izpolnjevati naslednje splošne zahteve:

- uporabljena naprava mora biti izvedena v numerični, multi mikroprocesorski tehnologiji;
- mora imeti vgrajen neprekinjen notranji samonadzor in kontinuirano notranjo preizkušanje vseh vitalnih elementov in funkcij. Omogočiti mora takojšnjo detekcijo internih okvar na fizičnih gradnikih, pa tudi v programskem delu numerične naprave;
- vgrajeno mora imeti za uporabnika prijazno/enostavno komunikacijo človek/stroj in tako zagotoviti enostavno nastavitev vseh parametrov ter enostaven dostop do vseh internih signalov in poročil;
- imeti mora možnost začasnega priklopa prenosnega računalnika PC, preko katerega poteka parametriranje naprave ter dostop do vseh internih informacij numerične naprave;
- naprava zaščite mora imeti možnost komunikacije z dislociranim centrom nadzora za opremo zaščite preko namenskega varnostnega vmesnika priključenega na PRP omrežje;
- naprave morajo biti vgrajene v standardne 19" panele;
- naprave morajo imeti lastno uro in omogočiti časovno sinhronizacijo z vso potrebno GPS opremo;
- zaščitna naprava mora dopuščati enostavno in varno preizkušanje posameznih zaščitnih funkcij;
- omogočiti morajo redundantno PRP povezavo po protokolu IEC 61850 ed.2;
- naprave morajo imeti možnost daljinskega parametriranja. Redundanca na povezavi SCADA – naprava mora biti zagotovljena tudi med parametriranjem;
- programiranje z uporabo logičnih funkcijskih blokov v skladu s standardom IEC 61131;
- morajo biti testirani v skladu s standardi IEC 60255;
- "Zero Recovery Time" v primeru okvare omrežja;

- podprto pošiljanje in sprejemanje GOOSE sporočil;
- podprta mora biti komunikacija skladna z IEC 61850-8-1 (MMS) z vsaj štirimi odjemalci.

Izvedba mora omogočati preizkušanje posameznih delov numerične naprave med obratovanjem, ne da bi bilo potrebno posegati na vrstnih sponkah naprave. Zagotovljeno mora biti avtomatsko kratko sklepanje tokovnih tokokrogov in blokada zaščitnih tokokrogov ter injiciranje tokov, napetosti in signalov za preizkus.
Zaščitne naprave bodo nameščene v omari namenjeni posameznemu 110 kV DV polju. Vsaka od omar vsebuje zaščito za eno 110 kV polje, pripadajočo opremo lokalnega in daljinskega vodenja z meritvami in razvodom pomožnih napetosti. Naprave zaščit delujejo ločeno od distribuirane naprave vodenja na 110 kV aparate. Merilne veličine in signalizacije položaja 110 kV aparatov so priključene neposredno na krmilni panel polja.

3.1.2 Lokalni panel 110 kV DV polja

V vsaki omari polja s funkcijo krmiljenja 110 kV naprav mora biti vgrajen lokalni krmilni panel, ki je namenjen zasilnemu in servisnemu lokalnemu vodenju polja.
Lokalni krmilni panel mora izpolnjevati naslednje zahteve:

- izdelan mora biti s poliestrsko folijo z globinskim večbarvnim podtiskom, keširanim na plastificirano aluminijasto podlago, na zadnji strani pa mora imeti pritrjene spončne letve in zaščito pred dotikom. Del, kjer so spončne letve, mora biti izveden, da je možnost odpiranja po principu vrat;
- izdelan mora biti za pritrditev na 19" vrtljivi okvir omare in mora biti na mestih za pritrditev dodatno ojačan;
- krmilni panel mora vsebovati vsaj naslednje elemente:
  - za prikaz položajev 110 kV aparatov mora imeti vgrajena elektromehanska pokazala;
  - za zasilno in servisno krmiljenje mora imeti vgrajeno preklopko s ključem z avtomatskim vračanjem v nevtralni položaj ter po enim parom tipk (vklop in izklop) za vsak 110 kV stikalni aparat. Krmljenje se vrši dvoročno s hkratnim aktiviranjem preklopke in pritiskom ustrezne tipke za vklop (zelena) in izklop (rdeča);
  - v primeru diferenčne zaščite zbiralk mora biti vgrajena preklopka s ključem za izločitev polja v primeru testiranj;
  - za prikaz najpomembnejših alarmov mora imeti vgrajeno ustrezno število svetilk z ustreznimi predupori ter tipko za test njihovega delovanja;
  - vgrajen A-meter in V-meter z linearno skalo, prilagojeno karakteristikam merilnih transformatorjev. Omogočati morata priključitev neposredno na sekundarne merilne tokokroge z nazivno izmenično napetostjo 100 V in nazivnim izmeničnim tokom 5 A oz. 1 A;
- zaradi boljšega prezračevanja opreme, ki je nameščena nad in pod lokalnim krmilnim panelom, mora biti ožičenje na lokalnem panelu in iz lokalnega panela (predvsem okrog ostale opreme npr. enote vodenja polja, zaščitnimi napravami, itd.) izvedeno s t.i. žičnimi snopi, ki so ustrezno poviti s trakovi, ki so s strani proizvajalca predvideni za ta namen.

Sestavni del zaščite in vodenja 110 kV DV polja, ki je vgrajena v omaro zaščite in vodenja DV polja so še:

3.1.3 Enota vodenja polja s funkcijo preverjanja sinhronizacije napetosti (Synchro-check) za DV polje

Enota vodenja polja mora podpirati najmanj naslednje funkcije:

- lokalni nadzor stanja polja preko programirljive dinamične procesne slike z enopolno shemo lastnega in dodatno še zveznega in ozemljilnega polja, z analognimi vrednostmi tokov, napetosti, moči in frekvence polja, razlike velikosti, kota in frekvence sinhronizacijskih napetosti ter s prikazom pomembnejših statusov in alarmov;
- lokalno krmiljenje polja z uporabo funkcijske tipkovnice, upoštevajoč vse pogoje za krmiljenje (integrirana ali zunanja preklopka lokalno/daljinsko, programirljive blokade in zapahovalni pogoji, preverjanje sinhronizma) ter z možnostjo programske prilagoditve različnim 110 kV aparatom;
- daljinski nadzor vseh zajetih in izračunanih procesnih informacij ter daljinsko krmiljenje polja prek komunikacije skladne s standardom IEC 61850;

- funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms;
- funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa enote vodenja polja iz NTP strežnika prek Ethernet priključka za vodenje;
- funkcija preverjanja sinhronizma pred vklopom odklopnika, ki omogoča varno spajanje dveh sinhronih delov omrežja tako, da preverja razliko velikosti in faznega kota dveh medfaznih napetosti glede na nastavljivo mejo. V primeru več razpoložljivih referenčnih napetosti, mora funkcija izbrati ustrezno, glede na vklopno stanje 110 kV aparatov. Nastavljivo mora biti preverjanje odsotnosti ene, druge ali obeh napetosti za premostitev preverjanja sinhronizma, z upoštevanjem merilnega avtomata. Omogočena mora biti komanda za premostitev;
- funkcija sinhronega vklopa odklopnika, ki omogoča varno spajanje dveh asinhronih delov omrežja tako, da izda vklopno komando v trenutku sofaznosti dveh medfaznih napetosti, pri čemer upošteva tudi vklopni čas odklopnika. Omogočena mora biti komanda za premostitev;
- funkcija podrobnega internega samonadzora nad strojno in programsko opremo enote vodenja polja, ki v primeru zaznane napake opozori uporabnika in prepreči nepravilno delovanje;
- funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami;
- funkcija zapahovanja - logičnih blokad nedovoljenih stikalnih manipulacij vključno z blokado ozemljilnikov pri prisotnosti napetosti v katerikoli fazi. Potrebne informacije iz ostalih naprav vodenja in zaščite se prenašajo z GOOSE sporočili;
- nadzor izpada avtomatov.

3.1.4 Distančna zaščita

Za zaščito 110 kV voda bo uporabljena **distančna zaščita z integriranim avtomatskim ponovnim vklopom**, ki mora ustrezati predhodnemu splošnemu opisu in izpolnjevati še naslednje zahteve:

- zaščitna numerična naprava mora biti za obratovanje omrežja z direktno ozemljeno nevtralno točko;
- zaščitna naprava mora imeti popolno shemo, brez preklapljanja merilnih členov;
- imeti mora najmanj pet distančnih stopenj s poligonalno karakteristiko, ki jim je možno medsebojno neodvisno individualno nastavljati reaktivni in uporovni (rezistivni) doseg in časovne zakasnitve;
- usmeritev distančnih stopenj mora biti možno nastaviti kot sledi:
  - tri stopnje v smeri ščitenega objekta;
  - eno stopnjo v smeri ščitenega objekta ali neusmerjeno;
  - eno stopnjo v nasprotni smeri od ščitenega objekta.
- na voljo mora biti možnost prilagoditve distančne karakteristike v področju bremenskih tokov;
- istočasno mora meriti vse medfazne in faza-zemlja impedance za vse distančne stopnje;
- čas delovanja distančne zaščite od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza mora biti 35 ms ali hitreje;
- zanesljivo mora prepoznati smer okvare tudi pri bližnjih kratkih stikih (vrednost napetosti zelo blizu nič) z uporabo uveljavljenih algoritmov;
- delovanje pri razvijajočih se okvarah, kot na primer iz enofaznih v večfazne, mora biti zanesljivo;
- funkcija oddaje in sprejema signala iz nasprotne strani daljnovoda za implementacijo sheme PUTT (Permissive Underreach Transfer Trip). Oddaja signala je pogojena z vzbujanjem osnovne distančne stopnje. Minimalno trajanje oddanega signala mora biti nastavljivo. Prejem signala iz nasprotne strani daljnovoda mora sprožiti takojšnje delovanje izbrane vzbujene višje distančne stopnje, ter v primeru enopolnih okvar sprožiti tudi funkcijo enopolnega avtomatskega ponovnega vklopa. Signale mora biti možno sprejeti in oddati kot binarni žični signal in hkrati kot IEC 61850 GOOSE sporočilo;
- hitra blokada distančne funkcije v primeru okvare na merilnih napetostnih tokokrogih;
- zaželena je funkcija kompenzacije medsebojne ničelne impedance vzporednega daljnovoda z merjenjem njegovega ničelnega toka, ki se upošteva tako pri distančni funkciji kot pri izračunu lokacije okvare;
- funkcija enopolnega in tripolnega avtomatskega ponovnega vklopa (APV). Pri tripolnem mora funkcija imeti možnost preverjanja sinhronizma z nastavljivimi parametri pred vklopom. Imeti mora možnost nastavljanja breznapetostne pavze in časa nerazpoložljivosti odklopnika po delovanju ter možnost blokade funkcije pri ročnem vklopu, izklopljenem stanju ali nerazpoložljivosti odklopnika. Na voljo mora biti dinamična blokada in prekinitev delovanja

funkcije ob zaznani razvijajoči se okvari in sicer nastavljivo ob vzbujanju ali ob izklopu izbrane distančne stopnje;

- avtomatski ponovni vklop mora biti izveden znotraj distančnega zaščitnega releja. Uporablja se tehnika enopolnega in tripolnega avtomatskega ponovnega vklopa, naslednjih karakteristik:
  - možnost izbire načina delovanja;
    - definitivni izklop za vse vrste okvar;
    - enopolni avtomatski ponovni vklop za enopolne okvare;
    - tripolni avtomatski ponovni vklop za vse vrste okvar pogojen s kontrolo sinhronizma in logiko "DEAD LINE/LIVE BUS" in "LIVE LINE/DEAD BUS";
  - v primeru neuspešnega ponovnega vklopa mora biti nadaljnje delovanje naprav blokirano;
  - blokiranje naprav za primer, ko je odklopnik nesposoben izvršiti ciklus APV (nenavita vzmet, premajhen pritisk pogonskega oziroma gasilnega medija);
  - selektivno ločeni izklopi po fazah z možnostjo APV (1P+3P) in synchrocheckom;
  - blokiranje oz. deblokiranje funkcije APV pri ročnem vklopu/izklopu odklopnika;
  - nastavljiva prekinitev cikla APV ob dodatnem vzbujanju v katerikoli fazni napetosti;
  - možnost nastavljanja breznapetostne pavze in časa nerazpoložljivosti odklopnika.
- funkcija "Weak-end infeed";
- funkcija nadzora napetostnih in tokovnih nesimetrij in vrtilnega polja;
- funkcija zaznavanja in takojšnjega delovanja pri vklopu na okvaro;
- funkcija usmerjene zemeljskostične zaščite, ki jo je možno pogojiti s prejemom signala iz nasprotne strani daljnovoda;
- možnost nastaviti vsaj štiri skupine nastavitev;
- funkcija oddaje in sprejema signala za KDZ preko ločene TK naprave in sicer preko:
  - binarnega žičnega signala;
  - kot informacija v IEC 61850 GOOSE sporočilu.
- funkcija zaznavanja nasičenja tokovnih transformatorjev in algoritem za zagotovitev pravilnega delovanja v tem primeru;
- neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonike v merilnih vrednostih;
- funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar. Omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoj proženja, čas snemanja pred in po proženju mora biti prosto nastavljivo. Kapaciteta spomina mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 15 sekund. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v Comtrade formatu;
- funkcija lokatorja okvare na podlagi izmerjene impedance ob okvari z natančnostjo vsaj 2,5 %;
- funkcija nadtokovne zaščita - vsaj dve stopnji z neodvisno nastavitvijo prožilnega toka in časovne zakasnitve;
- funkcija rezervne nadtokovne zaščite, ki se aktivira ob okvari napetostnih merilnih tokokrogov in blokadi funkcije distančne zaščite. To nadtokovno funkcijo mora biti možno nastaviti tako za fazni tok kot hkrati tudi za ničelni tok medsebojno neodvisno;
- funkcija pod in nadnapetostne zaščite za fazne, medfazne in residualne napetosti z vsaj dvema ločeno nastavljivima stopnjama;
- funkcija nadnapetostne zaščite residualne napetosti z nastavljivo prožilno vrednostjo in zakasnitvijo. Residualno napetost mora naprava izračunati iz priključenih faznih napetosti;
- funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami;
- funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms;
- funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa distančne zaščite iz NTP strežnika prek Ethernet priključka za vodenje;
- registrator motenj ("Disturbance recorder");
- registrator dogodkov ("Event recorder");
- kompenzacija vpliva bremenskih tokov na impendančno cono (load encroachment);
- lokalna komunikacija z numerično napravo mora potekati preko posebne LCD enote;
- vgrajena mrežna ethernet komunikacija za direktno komunikacijo s sistemom vodenja, ki komunicira po dveh redundantnih linijah HSR/PRP;
- enostavno parametriranje zaščitne naprave za določanje komunikacije s sistemom vodenja;
- ustrezno število CT in VT vhodov, digitalnih izhodov in vhodov, ki so nujni za delovanje zaščite;
- preizkus distančne zaščite se izvede preko tipske preizkusne vtičnice RTXP 24-BB, "ABB".

3.1.5 Naprava za prenos kriterija distančne zaščite KDZ

Prenos kriterija distančne zaščite (KDZ) se izvede s pomočjo naprav za prenos kriterija. Naprave KDZ se namestijo v omaro zaščite in vodenja v vsa DV polja. Zahteva se dobava z vsemi storitvami za polno funkcionalnost dveh parov naprav vključno s sosednjimi DV polji za prenos kriterija distančne zaščite, ki so sposobni po komunikacijski povezavi prenesti informacijo o izklopu po zaščiti in okvari naprave na drugo stran daljnovoda.
Naprava za prenos KDZ mora ustrezati predhodnim splošnim in minimalno naslednjim posebnim zahtevam:

- redundantno napajanje;
- relejski izhodni kontakt, ki signalizira notranjo napako ali okvaro;
- izvedba za vgradnjo v 19" montažni okvir, maksimalna višina 3U;
- možnost nadgradnje programske opreme;
- možnost nadgradnje strojne opreme (možnost dodajanja oziroma spreminjanja modulov);
- vmesniki:
  - binarni vhodi:
    - 8 binarnih vhodov;
    - programsko nastavljivi parametri posameznega vhoda.
  - binarni izhodi (velja le za naprave na sosednjih objektih v DV poljih):
    - 8 binarnih izhodov;
    - programsko nastavljivi parametri posameznega izhoda.
  - relejski izhodni kontakt za signalizacijo izpada zveze (velja le za naprave na sosednjih objektih v DV poljih):
    - programsko nastavljivi parametri izpada zveze.
  - komunikacijski vmesniki IEC 61850:
    - dva Ethernet multi-mode (MM) priključka 100 Mbps v redundantni konfiguraciji skladni z IEC 62439-3 PRP (Parallel Redundancy Protocol). Za izvedbo PRP funkcionalnosti se dovoljuje tudi uporaba redundantnega vmesnika (RedBox). V primeru vgradnje RedBox mora le ta izpolnjevati zahteve iz poglavja redundantni vmesnik (RedBox):
    - vsaj 8 programsko nastavljivih komand z GOOSE sporočili za povezavo na sistem vodenja;
    - GOOSE sporočilo za signalizacijo izpada zveze.
  - linijski komunikacijski vmesnik:
    - Ethernet (MM optični vmesnik).
  - nadzor naprave:
    - Ethernet komunikacijski vmesnik za daljinski nadzor delovanja z vsemi potrebnimi dodatnimi elementi potrebnimi za vključitev v mrežno stikalo preko katerega se bo izvajal nadzor. Vmesnik mora omogočati ločeno nastavljiv IP naslov, masko podomrežja in privzeti prehod. Če možne konfiguracije naprave ne omogočajo MM optičnega vmesnika, potem se lahko tukaj izjemoma uporabita tudi Ethernet priključka tipa RJ45, kar je potrebno upoštevati pri konfiguraciji mrežnih stikal.
- storitve in protokoli:
  - števec prejetih in oddanih komand (števec, kot ločena naprava ni dovoljen);
  - indikacija stanja linijskih komunikacij;
  - indikacija stanja IEC 61850 (GOOSE) komunikacij;
  - podpora SNMP v1c;
  - NTP.

3.1.6 Kontrola izklopnih tokokrogov odklopnika

Za kontrolo izklopnih tokokrogov (KIT) je potrebno uporabiti zunanje releje, ločeno za izklopni tuljavi A in B ter ločeno po fazah L1, L2 in L3 po shemi dodatnega kontrolnega voda. Priključeni morajo biti v DV omari na koncu vezave izklopnih tokokrogov. Področje delovanja KIT-a je 80-110 % Un s časom delovanja ≤ 3,5 s, merilni tok mora biti ≤ 5 mA. Nadzor izklopnih tokokrogov mora biti izveden tudi v izklopljenem položaju odklopnika preko istih žičnih povezav in s pomočjo upora, vgrajenega v odklopniku. Pomožno napajanje mora biti galvansko ločeno od merilnega dela. Za signalizacijo mora KIT imeti vsaj 2 signalna kontakta COM-NO-NC. V primeru razmnožitve izklopnih kontaktov zaradi premajhnega števila kontaktov je potrebno uporabiti hitre pomožne releje in ne močnostnih relejev.

3.1.7 Zaščita pred neskladjem polov odklopnika

Zaščita pred neskladjem polov odklopnika mora biti zunanja (ločena od distančne zaščite). Zaščita je izvedena kot kombinacija pomožnih kontaktov odklopnika, časovnega in močnostnega releja in deluje na obe izklopni tuljavi odklopnika.

Opomba:
Priložena mora biti programska oprema za nadzor, programiranje funkcij in parametriranje nastavitev numeričnih naprav v 110 kV daljnovodnih poljih ter branje oscilografij in zaščitnih dogodkov, vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj 5 uporabnikov.

3.2 ZAŠČITA IN VODENJE 110/20 kV TRANSFORMATORSKEGA POLJA

Naprave za zaščito in vodenje 110/20 kV transformatorskega polja bodo nameščene v omari, namenjeni posameznemu 110/20 kV transformatorskemu polju. Omara vodenja in zaščite 110/20 kV TR naj bo dimenzij (š×g×v) 800×800×2000 mm s coklom 100 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm ter vgrajenim vrtljivim 19" okvirjem s kotom odpiranja sprednjih steklenih (pleksi) vrat 180°. Neuporabljen prostor naj bo zapolnjen v celoti s prekrivnimi ploščami višine 6U, 3U ali 1U. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani. Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka bo priključena na glavni ozemljilni sistemi, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost. Omare naj bodo protikorozijsko zaščitene z barvo odtenka RAL 7035.
Poleg vgrajene samostojne enote vodenja morajo biti v polju obvezno še vgrajene naslednje ločene naprave zaščite: diferenčna zaščita z integrirano 110 kV nadtokovno zaščito, ločena naprava za 20 kV kratkostično zaščito in vodenje 20 kV celice, ločena naprava za zaščito upora z integrirano podnapetostno zaščito na 110 kV, ločena avtonomna nadtokovna zaščita na 110 kV strani z zadostno avtonomijo napajanja ter ločeni avtomatski regulator napetosti.
Vse numerične naprave morajo imeti dva neodvisna komunikacijska porta, ki sta povezana po redundantnem principu HSR/PRP (High-availability Seamless Redundancy (HSR / Parallel Redundancy Protocol - PRP) na dve Ethernet stikali in s postajnim komunikacijskim računalnikom komunicirata po protokolu IEC 61850 ed.2. Nadzor zaščite naj bo izveden preko namenskega varnostnega vmesnika za nadzor zaščite. Za testiranje in vzdrževanje morajo k posameznim numeričnim napravam biti prigrajene ustrezne preizkusne vtičnice.

3.2.1 Splošne zahteve za opremo zaščite in vodenja 110/20 kV TR polja

Numerične naprave zaščite in vodenja morajo izpolnjevati naslednje splošne zahteve:

- uporabljene naprave morajo biti izvedene v numerični, multi mikroprocesorski tehnologiji;
- morajo imeti vgrajen neprekinjen notranji samonadzor in kontinuirano notranjo preizkušanje vseh vitalnih elementov in funkcij. To mora omogočiti takojšnjo detekcijo internih okvar na fizičnih gradnikih, pa tudi v programskem delu numerične naprave;
- vgrajeno morajo imeti za uporabnika prijazno/enostavno komunikacijo človek/stroj in tako zagotoviti enostavno nastavitev vseh parametrov ter enostaven dostop do vseh internih signalov in poročil;
- imeti morajo možnost začasnega priklopa prenosnega PC, preko katerega poteka parametriranje naprave ter dostop do vseh internih informacij numerične naprave;
- naprave morajo biti vgrajene v standardne 19" panele;
- funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa enote vodenja polja iz NTP strežnika prek Ethernet priključka za vodenje;
- naprave morajo dopuščati enostavno in varno preizkušanje posameznih zaščitnih funkcij;
- neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonike v merilnih vrednostih;
- omogočiti morajo redundantno HSR/PRP povezavo po protokolu IEC 61850 ed.2;
- naprave morajo imeti poseben vhod za parametriranje. Redundanca na povezavi SCADA – naprava mora biti zagotovljena tudi med parametriranjem;
- zaščitne naprave, enota zaščite in vodenja 20 kV TR celice in avtonomna nadtokovna zaščita ter avtomatski regulator napetosti morajo biti opremljeni s preizkusnimi vtičnicami RTXP18 "ABB";

- vse zaščitne naprave morajo biti prilagojene za obratovanje in uspešno detekcijo okvar tako za omrežje z 20 kV indirektno ozemljeno nevtralno točko preko nizkoohmskega upora kot tudi za resonančno nevtralno točko preko Petersenove dušilke;
- programiranje oz. funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami v skladu s standardom IEC 61131;
- vsa položajna signalizacija stikalnih elementov mora biti izvedena dvobitno, pri tem sta merodajna samo signalizacija vklopa in izklopa oz. stanja 01 ali 10;
- funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms;
- funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar. Omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 32 digitalnih signalov. Pogoj proženja, čas snemanja pred in po proženju mora biti prosto nastavljivo. Kapaciteta spomina mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 10 sekund. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz oz. vsaj 32 odčitkov/periodo. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v Comtrade formatu;
- morajo biti testirani v skladu s standardi IEC 60255;
- "Zero Recovery Time" v primeru okvare omrežja;
- podprto pošiljanje in sprejemanje GOOSE sporočil;
- podprta mora biti komunikacija skladna z IEC 61850-8-1 (MMS) z vsaj štirimi odjemalci.

Izvedba mora omogočati preizkušanje posameznih delov numerične naprave med obratovanjem, ne da bi bilo potrebno posegati na vrstnih sponkah numerične naprave. Zagotovljeno mora biti avtomatsko kratko sklepanje tokovnih tokokrogov in blokada zaščitnih tokokrogov ter injiciranje tokov, napetosti in signalov za preizkus.
Vse naprave za zaščito in vodenje bodo nameščene v omari, namenjeni posameznemu 110 kV TR polju. Vsaka od omar vsebuje zaščite za eno TR polje, pripadajočo opremo lokalnega vodenja z meritvami in razvod pomožnih napetosti. Merilne veličine in signalizacija položaja aparatov so priključeni neposredno na krmilni panel omare polja.
V kolikor ga numerična naprava podpira je interni snemalnik profila obremenitve (ang. Load profile) zaželen in naj bo omogočen na napravah zaščite in vodenja 20 kV TR celice in vseh izvodnih celicah. Zapisovanje podatkov mora biti v standardiziranem Comtrade formatu ali tabelarično, shranjevanje v lokalnem spominu naprave zaščite in vodenja. Omogočen mora biti avtomatičen prenos v predpisanih časovnih intervalih na postajni SCADA računalnik. Funkcija snemalnika profila obremenitve mora hraniti zgodovinske podatke o napetosti, toku, moči, ki jih določi uporabnik, zajete v periodičnem časovnem intervalu (interval povprečenja), določenem s strani uporabnika. Imeti mora možnost izbire snemanja analognih vrednosti vsaj za IL1, IL2, IL3, UL1, UL2, UL3, U12, U23, U31, S, P, Q.
Izbira zahtevanega intervala mora biti na voljo za vsaj eno izmed možnosti; 1 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min oz. prosto programabilno.
Pri izbiri snemalnika profila obremenitve za npr. veličine IL2, U12, P in Q (štiri analogne vrednosti) in izbranem časovnem intervalu 15 minut, shranjeno v lokalnem spominu naprave za zaščito in vodenje, mora biti omogočen pregled vsaj za 60 dni oz. dva meseca. Snemalnik profila obremenitve naj deluje po principu FIFO (angl. first in first out) in je neodvisen od snemalnika profila obremenitve na SCADA sistemu, ki pa je obvezen.

3.2.2 Lokalni panel TR polja

V vsaki omari polja s funkcijo krmiljenja 110 kV naprav mora biti vgrajen lokalni krmilni panel, ki je namenjen zasilnemu in servisnemu lokalnemu vodenju polja.
Lokalni krmilni panel mora izpolnjevati naslednje zahteve:

- izdelan mora biti s poliestrsko folijo z globinskim večbarvnim podtiskom, keširanim na plastificirano aluminijasto podlago, na zadnji strani pa mora imeti pritrjene spončne letve in zaščito pred dotikom. Ta del, kjer so spončne letve mora biti izveden, da je možnost odpreti po principu vrat;
- izdelan mora biti za pritrditev na 19" vrtljivi okvir omare in mora biti na mestih za pritrditev dodatno ojačan;
- krmilni panel mora vsebovati vsaj naslednje elemente:
  - za prikaz položajev 110 kV in 20 kV aparatov mora imeti vgrajena elektromehanska pokazala;

  - za zasilno in servisno krmiljenje mora imeti vgrajeno preklopko s ključem z avtomatskim vračanjem v nevtralni položaj ter po enim parom tipk (vklop in izklop) za vsak 110 kV aparat. Krmljenje se vrši dvoročno s hkratnim aktiviranjem preklopke in pritiskom ustrezne tipke za vklop (zelena) in izklop (rdeča);
  - za prikaz najpomembnejših alarmov mora imeti vgrajeno ustrezno število svetilk z ustreznimi predupori ter tipko za test njihovega delovanja;
  - vgrajen mora imeti A-meter in V-meter z linearno skalo za 110 kV in 20 kV, prilagojeno karakteristikam merilnih transformatorjev. Omogočati morata priključitev neposredno na sekundarne merilne tokokroge z nazivno izmenično napetostjo 100 V in nazivnim izmeničnim tokom 5 A;
  - V-metru mora biti dodana preklopka za izbiro prikazovalnih napetosti med vsemi možnimi faznimi in medfaznimi napetostmi;
  - prikaz stopenj regulacijskega stikala;
  - preklopko izbire režima regulacije z možnostjo izdajanja VIŠJE in NIŽJE komande na regulacijsko stikalo energetskega transformatorja;
  - preklopko vklopa/izklopa ventilatorja.
- zaradi boljšega prezračevanja opreme, ki je nameščena nad in pod lokalnim krmilnim panelom, mora biti ožičenje na lokalnem panelu in iz lokalnega panela (predvsem okrog ostale opreme n.pr. enote vodenja polja, zaščitne naprave, itd…) izvedeno s t.i. žičnimi snopi, ki so ustrezno poviti s trakovi, ki so s strani proizvajalca predvideni za ta namen.

Sestavni deli zaščite in vodenja 110 kV TR polja, ki bodo vgrajeni v omaro zaščite in vodenja TR polja, so še:

3.2.3 Enota vodenja polja za 110 kV TR polje

Funkcije enote vodenja polja naj bodo enake funkcijam enote vodenja polja v 110 kV DV polju.
Dodana morata biti vsaj dva mA analogna vhoda za potrebe meritve temperature navitja in olja transformatorja.
Funkcije enote vodenja polja so naslednje:

- lokalni nadzor stanja polja prek programirljive dinamične procesne slike z enopolno shemo lastnega polja, z analognimi vrednostmi tokov, napetosti, moči in frekvence polja ter s prikazom pomembnejših statusov in alarmov;
- lokalno krmiljenje polja z uporabo funkcijske tipkovnice, upoštevajoč vse pogoje za krmiljenje (integrirana ali zunanja preklopka lokalno/daljinsko, programirljive blokade in zapahovalni pogoji) ter z možnostjo programske prilagoditve različnim 110 kV aparatom;
- daljinski nadzor vseh zajetih in izračunanih procesnih informacij ter daljinsko krmiljenje polja prek komunikacije skladne s standardom IEC 61850 ed.2;
- funkcija podrobnega internega samonadzora nad strojno in programsko opremo enote vodenja polja, ki v primeru zaznane napake opozori uporabnika in prepreči nepravilno delovanje;
- nadzor izpada avtomatov;
- za potrebe meritev temperature navitja in olja naj bosta dodana 2× mA analogna vhoda.

Merilne napetosti posameznih sistemov bodo ožičene iz posameznega TR polja do vsakega polja, v ta namen je potrebno predvideti ustrezno število zaščitnih avtomatov.

3.2.4 Diferenčna zaščita energetskega transformatorja

Trifazna diferenčna zaščita energetskega transformatorja mora poleg splošnih zahtev imeti naslednje karakteristike:

- priključitev na 110 kV tokovni transformator preko 1/5 A vhodov;
- priključitev na 20 kV tokovni transformator preko 1/5 A vhodov;
- kompenzacija različnih prestavnih razmerij tokovnih transformatorjev na obeh straneh ščitenega energetskega transformatorja brez dodatnih transformatorjev, omogočeno le s parametriranjem;
- primerna mora biti za energetske transformatorje z dvema navitjema;
- imeti mora tokovno stabilizirano izklopno karakteristiko;
- zagotavljati mora visoko stabilnost pri zunanjih okvarah;
- izklopni čas mora biti krajši od 50 ms;

- nastavitev diferenčnega toka v zahtevanem področju;
- funkcija detekcije n-tega harmonika toka s pripadajočo blokado;
- vsebovati mora trifazno nadtokovno zaščito z možnostjo nastavitve časovne zakasnitve in tokovno odvisne časovne karakteristike v skladu z IEC 60255-4 na 110 kV strani transformatorja;
- vsebovati mora blokado delovanja ob vklopu;
- funkcija nadzora napetostnih in tokovnih nesimetrij in vrtilnega polja;
- preizkus diferenčne zaščite energetskega transformatorja se izvede preko tipske preizkusne vtičnice RTXP 18-AM, "ABB".

3.2.5 Kratkostična zaščita in vodenje 20 kV TR celice

Samostojna naprava za zaščito in vodenje 20 kV TR celice mora poleg splošnih zahtev vključevati še:

- priključitev na 20 kV tokovni transformator preko 1/5 A vhodov;
- priključitev na 20 kV napetostni transformator preko 100 V vhodov;
- grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV TR celice (HMI);
- tipke za izbiro menija in krmiljenje 20 kV odklopnika, vozička in morebitnega ozemljilnega ločilnika;
- nadzor odklopnika na 20 kV strani transformatorja;
- krmiljenje motoriziranega vozička mora biti pogojeno s stanjem odklopnika (izklopljen), stanjem morebitnega ozemljilnega ločilnika (izklopljen), vse izvedeno v logiki numerične naprave;
- krmiljenje morebitnega motoriziranega ozemljilnega ločilnika mora biti pogojeno s stanjem vozička (izklopljen), stanjem indikatorja napetosti in odsotnosti napetosti, vse izvedeno v logiki numerične naprave;
- položaj odklopnika upora, ločilnika Petersenove dušilke in morebitnega ločilnika fiksne dušilke.

Naprava mora zagotavljati naslednje osnovne funkcije zaščite, vodenja in signalizacije:

- Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) neodvisnih nastavitev. Preklop nastavitev v odvisnosti od obratovanja nevtralne točke s pomočjo logike v ponujeni napravi in GOOSE sporočil iz 20 kV sklopnih celic in ostalih 20 kV transformatorskih celic. Pri tem je 1. grupa obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko, 2. grupa obratovanje z resonančno ozemljeno nevtralno točko, ostali dve sta rezervni. Preklop nastavitev skupin (grup) mora restartati oz. ponastaviti posamezne zaščite in čase delovanj;
- 3I> trifazna neusmerjena nadtokovna zaščita na 20 kV strani transformatorja s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I> −> trifazna usmerjena nadtokovna zaščita na 20 kV strani transformatorja s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- 3I>> trifazna neusmerjena kratkostična zaščita na 20 kV strani transformatorja s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I>> −> trifazna usmerjena kratkostična zaščita na 20 kV strani transformatorja s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- 3I>>> trifazna neusmerjena hitra kratkostična zaščita na 20 kV strani transformatorja;
- Io> −> usmerjena občutljiva zemeljskostična nadtokovna zaščita na 20 kV strani transformatorja s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;

- Io>> –> usmerjena zemeljskostična nadtokovna zaščita na 20 kV strani transformatorja s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;
- 3U< trifazna podnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje in blokado ob izpadu avtomata merilne napetosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- 3U> trifazna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje in blokado ob izpadu avtomata merilne napetosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- Uo> residualna nadnapetostna zaščita v dveh stopnjah z nastavitvijo časovne zakasnitve, od katerih je prva stopnja alarmiranje, druga stopnja pa deluje na izklop odklopnika 20 kV in 110 kV. Možnost nastavitev merjene ali izračunane vrednosti;
- prikaz trenutnih vrednosti faznih tokov, napetosti in moči;
- preizkus kratkostične zaščite se izvede preko tipske preizkusne vtičnice RTXP 18-AD, "ABB".

Obratovanje pri zemeljskem stiku v omrežju z resonančnim zvezdiščem zaenkrat dovoljujemo zgolj približno 4 sekunde z možnostjo podaljšanja vse do dveh (2) ur, po tem času se v primeru trajnega zemeljskega stika vzporedno k Petersenovi dušilki vključi nizkoohmski upor, zvezdišče s tem preide iz načina resonančne nevtralne točke v indirektno ozemljeno preko nizkoohmskega upora. Prav zaradi tega je to dejstvo potrebno upoštevati pri delovanju usmerjene (občutljive) zemeljskostične nadtokovne zaščite Io>> –> in residualne nadnapetostne zaščite odprtega trikotnika Uo>.
Osnovno stanje naj bo prirejeno za obratovanje z indirektno nevtralno točko preko nizkoohmskega upora.
Zaradi testiranj posameznih zaščitnih funkcij mora obstajati možnost ročne preklopitve skupine (grupe) nastavitev, ali s pomočjo funkcijske tipke na sami numerični napravi ali preko zunanje preklopke.

3.2.6 Zaščita upora s podnapetostno zaščito 110 kV transformatorja

Samostojna naprava za zemeljskostično zaščito oz. zaščito upora pri indirektno ozemljeni nevtralni točki preko nizkoohmskega upora transformatorja mora poleg splošnih zahtev vključevati še:

- enofazno nadtokovno zaščito z možnostjo nastavitve časovne zakasnitve (zaščita upora);
- dvostopenjsko visokoohmsko enofazno zemeljskostično zaščito z možnostjo nastavitve ločene časovne zakasnitve za posamezno stopnjo, kjer je 1. stopnja alarmiranje in 2. stopnja delovanje na izklop odklopnika 20 in 110 kV (VON);
- 3U< podnapetostno zaščita na 110 kV strani z možnostjo nastavitve časovne zakasnitve z delovanjem na izklop 20 kV odklopnika in 110 kV odklopnika le v primeru, da je 110 kV nevtralna točka neozemljena;
- 3U< podnapetostno zaščito na 110 kV strani z možnostjo nastavitve časovne zakasnitve za blokado napetostnega regulatorja;
- preizkus zaščite upora se izvede preko tipske preizkusne vtičnice RTXP 18-AD, "ABB".

3.2.7 Avtonomna nadtokovna zaščita 110 kV energetskega transformatorja

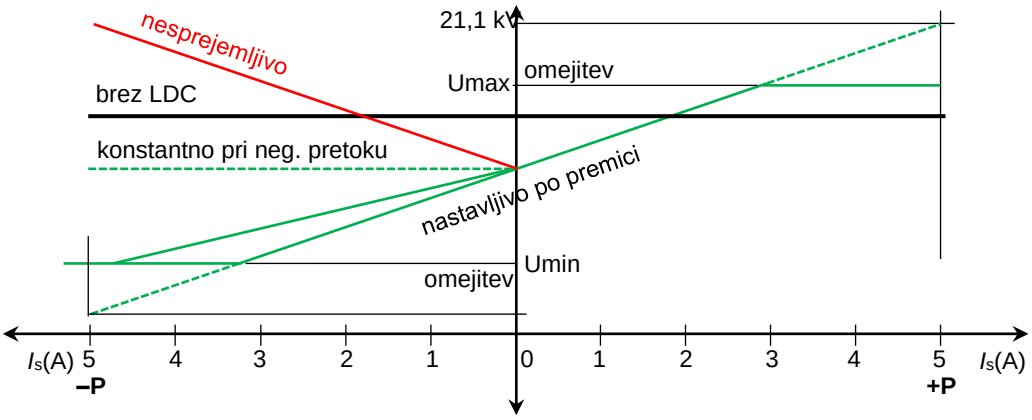
Za zaščito transformatorja na 110 kV strani, v primeru izpada pomožnih napetosti, mora biti vgrajena samostojna zaščita (trifazna nadtokovna zaščita), grajena v numerični tehnologiji ali relejni tehniki. K zaščiti mora biti obvezno prigrajeno ločeno napajanje naprave iz merilnih transformatorjev 110 kV s pomočjo AC/DC pretvornika, z možnostjo izklopa 110 kV odklopnika. Za avtonomno zaščito se ne predvideva vključitev v redundantni LAN po protokolu IEC 61850 ed.2 razen v primeru, ko vgrajena oprema to omogoča.
Preizkus avtonomne zaščite se izvede preko tipske preizkusne vtičnice RTXP 18-CV, "ABB".

3.2.8 Avtomatski regulator napetosti

Za regulacijo napetosti na transformatorju se v omari 110 kV TR polja vgradi samostojni avtomatski numerični regulator napetosti (n.pr. TAPCON proizvajalca MR Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, ABB REU615, ABB REX 640, A-Eberle REG-D ali podobno) vključen po protokolu IEC 61850 ed.2 v sistem vodenja.
Avtomatski regulator je namenjen samostojnemu delovanju energetskega transformatorja. Preko tega samostojnega regulatorja se tudi izvede daljinska regulacija napetosti.
Avtomatski regulator napetosti mora imeti:

- vsaj en analogni vhod za tok (n.pr. IL2) in vsaj en analogni vhod za napetost (n.pr. U12) na 20 kV strani TR oziroma odvisno od izbranega regulatorja;
- omogočati mora izbiro načina delovanja (avtomatsko/ročno); v primeru ročnega načina delovanja mora omogočati izbiro komande višje/nižje;
- krmiljenje regulatorja mora biti lokalno in daljinsko preko sistema SCADA v DCV. Način se izbere na samem regulatorju ali v sistemu SCADA;
- komandna regulatorja VIŠJE oz. NIŽJE;
- primerno osvetljen prikazovalnik (HMI) s prikazom vseh osnovnih parametrov (U, I, stopnja TR, tendenca regulacije, …);
- ustrezno število LED svetilk za prikaz alarmnih signalizacij;
- omogočati mora željeno nastavljivo napetost:
  - fiksno nastavljivo napetost, neodvisno od obremenitve;
  - spremenljivo nastavljivo napetost v odvisnosti od padcev napetosti v omrežju in obremenitve ter smeri pretoka oz. t.i. LDC (Line Drop Compensation):
    - LDC po modelu R in X;
    - LDC po modelu Z.
- omogočati mora blokado delovanja avtomatske regulacije v primeru previsoke ali prenizke sekundarne napetosti, pri preobremenitvah energetskega transformatorja in pri napakah krmiljenja ali okvarah regulacijskega stikala;
- omogočati mora blokado delovanja avtomatske regulacije v primeru prenizke primarne napetosti 110 kV;
- imeti mora možnost izbire nastavitve fiksnega oz. variabilnega časa med izdajo posamezne komande;
- digitalne BCD vhode za zajem stopenj regulacijskega stikala in vsaj 16 dodatnih signalnih vhodov;
- digitalne izhode za krmilno napetost in vsaj 8 dodatnih izhodov;
- podpirati mora GOOSE integracijski protokol skladno s skupino standardov IEC 61850 ed.2;
- parametriranje preko čelne plošče s tipkami in s pomočjo računalnika;
- daljinsko parametriranje iz postajnega SCADA računalnika. Redundanca na povezavi SCADA – regulator napetosti mora biti zagotovljena tudi med parametriranjem.

Preizkus avtomatskega regulatorja napetosti se izvede preko tipske preizkusne vtičnice RTXP 18-AD, "ABB".
Zaradi vse več razpršenih virov v 20 kV omrežju marsikdaj teče energija v 110 kV omrežje. Prav zaradi tega želimo, da je možna regulacija napetosti v polnem obsegu vgrajenega energetskega transformatorja (od $-P_{tr}$ do $+P_{tr}$ (označeno na naslednji sliki z zeleno črto).



Slika 3-1: Želje gibanja napetosti od smeri pretoka energije

Obravnavanje stanja regulacijske sklopke energetskega transformatorja "00" pri regulaciji je potrebno rešiti s posebno logiko na nivoju avtomatskega regulatorja napetosti ali na samem postajnem računalniku v SCADI.
Avtomatski regulator napetosti tvori funkcionalno celoto s preklopko izbire režima regulacije, ki je nameščena na lokalnem panelu.

3.2.9 Kontrola izklopnih tokokrogov

Za kontrolo izklopnih tokokrogov (KIT) je potrebno uporabiti zunanje releje, ločeno za izklopni tuljavi A in B za 110 kV odklopnik in za 20 kV odklopnik po shemi dodatnega kontrolnega voda. Priključeni morajo biti v TR omari na koncu vezave izklopnih tokokrogov. Področje delovanja KIT-a je 80-110 % Un s časom delovanja ≤ 3,5 s, merilni tok mora biti ≤ 5 mA. Nadzor izklopnih tokokrogov mora biti izvedeno tudi v izklopljenem položaju odklopnika preko istih žičnih povezav in s pomočjo upora, vgrajenega v odklopniku. Pomožno napajanje mora biti galvansko ločeno od merilnega dela. Za signalizacijo mora KIT imeti vsaj 2 signalna kontakta COM-NO-NC. V primeru razmnožitve izklopnih kontaktov zaradi premajhnega števila kontaktov je potrebno uporabiti hitre pomožne releje in ne močnostnih relejev.

Opomba:
Priložena mora biti programska oprema za nadzor, programiranje funkcij in parametriranje nastavitev numeričnih naprav v 110 kV transformatorskem polju ter branje oscilografij in zaščitnih dogodkov, vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj 5 uporabnikov.

3.3 ZAŠČITA IN VODENJE 20 kV NEVTRALNE TOČKE (UPOR, FIKSNA DUŠILKA, PETERSENOVA DUŠILKA)

Zvezdišče 20 kV navitja transformatorja 110/20 kV TR 1 in TR 2 bo ozemljeno preko resonančne dušilke s preklopom na posamezni transformator z ločilnikoma Q1L-TR1 in Q1L-TR2 ter nizkoohmskega upora na vsakem transformatorju. V vsakem 20 kV zvezdišču transformatorja bo možnost še vgradnje dodatne fiksne dušilke zaradi zmanjšanja kapacitivnega toka omrežja.
Za tak način obratovanja se predvidi numerično napravo Petersenove dušilke (regulator) in se jo vgradi v ločeno, za ta namen dobavljeno omaro, ki naj bo po osnovi enaka, ostalim omaram zaščite in vodenja. Omara nevtralnih točk 110/20 kV TR naj bo dimenzij (š×g×v) 800×800×2000 mm s coklom 100 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm ter vgrajenim vrtljivim 19" okvirjem s kotom odpiranja sprednjih steklenih (pleksi) vrat 180°. Neuporabljen prostor naj bo zapolnjen v celoti s prekrivnimi ploščami višine 6U, 3U ali 1U. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani. Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka bo priključena na glavni ozemljilni sistemi, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost. Omara naj bo protikorozijsko zaščitena z barvo odtenka RAL 7035.

3.3.1 Lokalni panel nevtralne točke

V omari 20 kV nevtralne točke mora biti vgrajen lokalni krmilni panel, ki je namenjen zasilnemu in servisnemu lokalnemu vodenju nevtralne točke transformatorjev.
Lokalni krmilni panel mora izpolnjevati naslednje zahteve:

- izdelan mora biti s poliestrsko folijo z globinskim večbarvnim podtiskom, keširanim na plastificirano aluminijasto podlago, na zadnji strani pa mora imeti pritrjene spončne letve in zaščito pred dotikom. Ta del, kjer so spončne letve mora biti izveden, da je možnost odpreti po principu vrat;
- izdelan mora biti za pritrditev na 19" vrtljivi okvir omare in mora biti na mestih za pritrditev dodatno ojačan;
- krmilni panel mora vsebovati vsaj naslednje elemente:
  - za prikaz položajev 110 kV in 20 kV aparatov posameznega transformatorja mora imeti vgrajena elektromehanska pokazala (odklopnik upora, ločilnik Petersenove dušilke, ločilnik fiksne dušilke);
  - za zasilno in servisno krmiljenje mora imeti vgrajeno preklopko s ključem z avtomatskim vračanjem v nevtralni položaj ter po enim parom tipk (vklop in izklop) za vsak 20 kV aparat. Krmljenje se vrši dvoročno s hkratnim aktiviranjem preklopke in pritiskom ustrezne tipke za vklop (zelena) in izklop (rdeča);
  - za prikaz najpomembnejših alarmov mora imeti vgrajeno ustrezno število svetilk z ustreznimi predupori ter tipko za test njihovega delovanja;
- zaradi boljšega prezračevanja opreme, ki je nameščena nad in pod lokalnim krmilnim panelom, mora biti ožičenje na lokalnem panelu in iz lokalnega panela (predvsem okrog ostale opreme n.pr. enote vodenja polja, zaščitne naprave, itd…) izvedeno s t.i. žičnimi snopi, ki so ustrezno poviti s trakovi, ki so s strani proizvajalca predvideni za ta namen.

3.3.2 Numerična naprava (regulator) Petersenove dušilke

Numerična naprava Petersenove dušilke (regulator) bo vključena v sistem vodenja. Ta numerična naprava (npr. ABB REX640, A-Eberle REG-DP, Trench ali podobno) mora omogočiti samostojno krmiljenje in reguliranje tako dušilke, kot vseh močnostnih elementov Q1L-TR1, Q1L-TR2, Q0R-TR1 in Q0R-TR2 ter morebitnih fiksnih dušilk in pripadajočih elementov Q2L-TR1, Q2L-TR2 na način obratovanja dušilke na enega od močnostnih transformatorjev, ki je določen v skladu z obratovalnimi pogoji.
Numerična naprava (regulator) Petersenove dušilke mora imeti naslednje tehnične lastnosti:

- ustrezno število analognih merilnih vhodov;
- ustrezno število digitalnih vhodov;
- ustrezno število digitalnih izhodov;
- digitalni izhod za signalizacijo lastne okvare;
- komunikacijo za priključitev v nadrejen sistem vodenja oz. komunikacijo s postajnim komunikacijskim in postajnim SCADA računalnikom po IEC 61850 ed.2 preko redundantne povezave PRP ali HSR;
- dostop za nadzor in parametriranje;
- lokalno in daljinsko signalizacijo delovanja;
- zmožnost vgradnje v 19" okvir;
- grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo primarne opreme (HMI).

Numerična naprava (regulator) Petersenove dušilke mora omogočati naslednje:

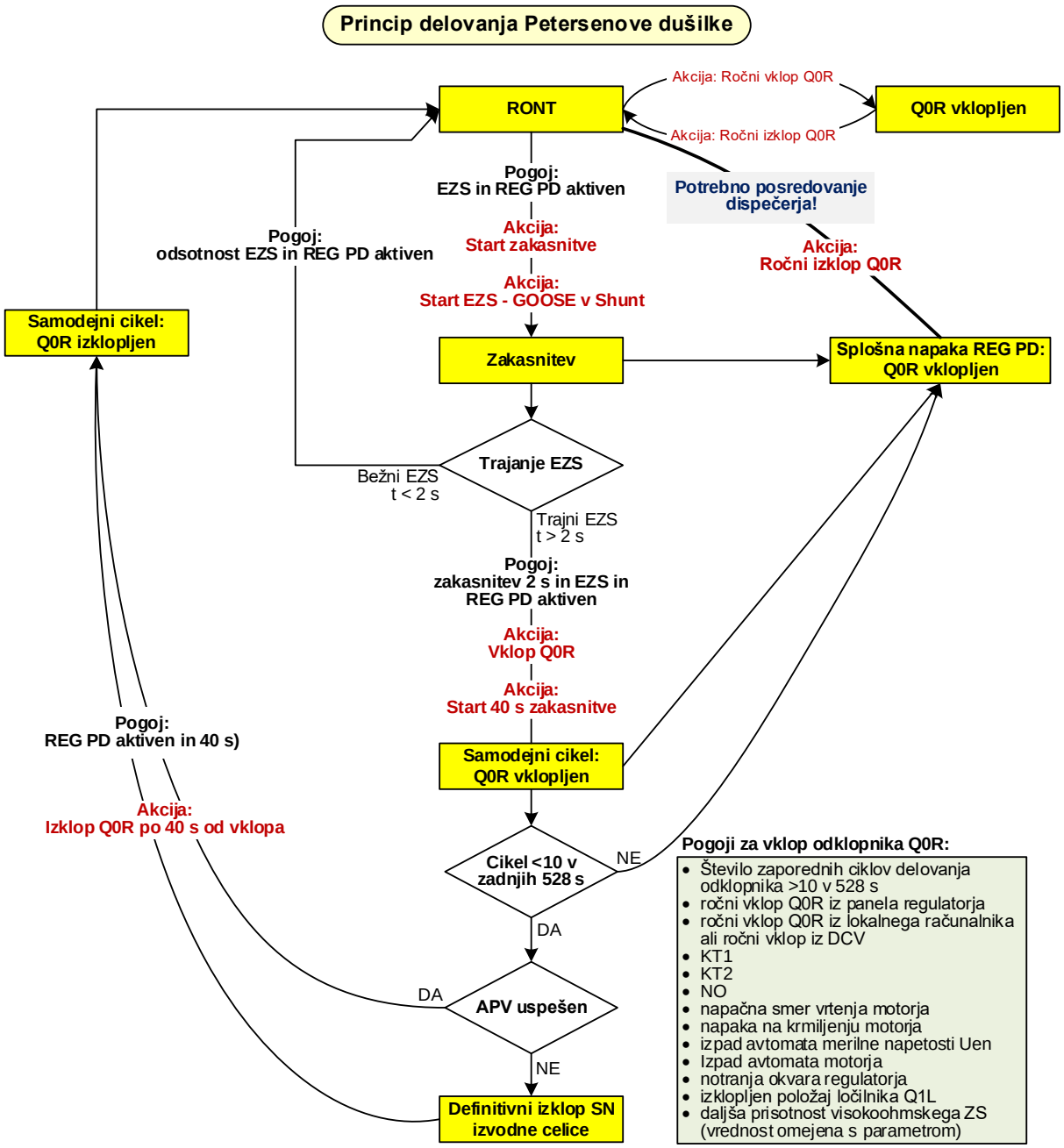
- nadzor celotnega procesa delovanja zvezno nastavljive resonančne dušilke;
- nadzor prikazovanja na svojem zaslonu karakteristične obratovalne vrednosti (položaj dušilke, residualna napetost, trenutna nastavitev kompenzacije, preostala ohmska komponenta toka, resonančna krivulja s karakterističnimi podatki…);
- zmožnost hranjenja kronoloških podatkov (log – datoteke) o delovanju, opremljenih s časovno značko časa nastanka dogodka in karakterističnimi vrednostmi (residualna napetost, kapacitivna komponenta toka kompenzacije, delovna komponenta toka zemeljskega stika…);
- nastavitev kompenzacije kapacitivne komponente toka vgrajene Petersenove dušilke in vpliv na višino preostalega (residualnega) toka, pri tem pa mora upoštevati tudi morebitno paralelno fiksno dušilko;
- izbiro načina vodenja daljinsko/lokalno (regulator/SCADA/DCV);

- izbiro načina obratovanja avtomatsko/ročno (regulator/SCADA/DCV);
- izbiro načina reguliranja višje/nižje (regulator/SCADA/DCV);
- blokado regulacije v primeru, ko iz kakršnih koli vzrokov ni mogoče določiti resonančne točke;
- avtomatski vklop nizkoohmskega upora zvezdišča transformatorja 110/20 kV v primeru izklopa ločilnika PD (bypass shema, delovanje preko nizko ohmskega upora) in preklop režima obratovanja na ročno;
- avtomatski vklop nizkoohmskega upora zvezdišča v primeru okvare numerične naprave (regulatorja), nivoja olja ali kontaktnega termometra in preklop režima obratovanja na ročno;
- nadzor obratovanja morebitnega notranjega dodatnega upora dušilke za povečanje ohmske komponente toka zemeljskega stika;
- prikaz položaja resonančne dušilke, zamika delovne točke glede na resonanco, napetosti v nevtralni točki in delovni tok omrežja (izgube);
- hranjenje statističnih podatkov o delovanju naprave (čase in števce delovanja, število uspešnih in neuspešnih nastavitev resonančne točke, število zemeljskih stikov, število povečanja ohmske komponente toka zemeljskega stika…);
- časovno sinhronizacijo naprave;
- uporabniku omogočeno prosto programiranje z uporabo logičnih funkcijskih blokov (OR, AND, XOR, NOT, TON, TOFF, RS-flipflop, ...) skladno s standardom IEC 61131;
- ob začetku zemeljskega stika GOOSE sporočilo morebitnemu Shuntu.

Obratovanje Petersenove dušilke se izbere v načinu "Daljinsko" numerične naprave (regulatorja), z izbiro načina obratovanja "Avtomatsko". Pogoj za "Avtomatsko" regulacijo PD je vklopljen en izmed ločilnikov PD in izklopljen ustrezen odklopnik upora. Po 120 s se numerična naprava (regulator) avtomatsko uglasi. V primeru zemeljskega stika numerična naprava (regulator) le tega javi v nadzorni sistem, v primeru zemeljskega stika daljšega od nastavljena, tipično 4 s z možnostjo nastavitve do 2 ur, numerična naprava (regulator) priklopi upor. Upor je priklopljen 40 s, kar pomeni, da se lahko v izvodnih celicah zvrstijo vsi cikli avtomatskih ponovnih vklopov. Po 40 s od vklopa upora numerična naprava (regulator) le tega izklopi, numerična naprava (regulator) preide v način obratovanja "Avtomatsko". V kolikor je potreba, se numerična naprava (regulator) ponovno uglasi.
Pri pogoju vklopa upora, npr. Q0R-TR 2, je potrebno še upoštevati:

- število zaporednih ciklov delovanja odklopnika upora večje od 10 v zadnjih 9 minutah;
- signalizacija nivoja olja PD;
- signalizacija kontaktnega termometra PD
- napačna smer motorja ali napaka na krmiljenju motorja PD;
- izpad avtomata merilne napetost Uen;
- izpad avtomata motorja PD;
- notranja okvara numerične naprave (regulatorja) PD;
- izklopljen ločilnik Q1L-TR 2.

Princip delovanja regulatorja Petersenove dušilke lahko prikažemo na naslednji sliki.



Slika 3-2: Princip delovanja regulatorja Petersenove dušilke

Opomba:
Priložena mora biti programska oprema za nadzor, programiranje funkcij in parametriranje nastavitev numeričnih naprav v 20 kV nevtralni točki ter branje oscilografij in zaščitnih dogodkov, vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj 5 uporabnikov.

3.4 ZAŠČITA IN VODENJE 20 kV STIKALIŠČA

Za zanesljivo in varno obratovanje primarne opreme 20 kV elektroenergetske opreme je potrebna sekundarna oprema, vgrajena v 20 kV stikališču. Sekundarna oprema za vodenje in zaščito mora zajemati procesne podatke neposredno kot posamezni vhod, posredovati mora ukaze do 20 kV naprav. Zaščita mora biti sposobna delovanja in detekcije pri visoko in nizko ohmskih okvarah, tako pri obratovanju 20 kV zvezdišča energetskega transformatorja v načinu resonančnega zvezdišča (Petersenova dušilka) kot tudi v načinu indirektno ozemljene nevtralne točke preko nizko ohmskega upora.

V posamezni numerični napravi za zaščito in vodenje mora biti preklop nastavitev posameznih skupin nastavitev in/ali blokade posameznih zemeljskostičnih zaščit, izveden s pomočjo GOOSE sporočil, v odvisnosti od načina obratovanja nevtralne 20 kV točke. Ta zahteva je pogojena zaradi načina tretiranja nevtralne točke in preprečevanja nepravilnega ali prezgodnjega delovanja zemeljskostične detekcije. Zaenkrat bo obratovanje na transformatorju TR 1 zgolj z obratovanjem z indirektno ozemljeno nevtralno točko preko nizkoohmskega upora (80 Ohm – 150 A) in fiksno dušilko, na drugem TR 2 pa z resonančno nevtralno točko preko Petersenove dušilke in možnostjo vklopa upora paralelno k Petersenovi dušilki. S pomočjo vklopa/izklopa ustreznega ločilnika Petersenove dušilke se izbira način obratovanja posamezne nevtralne točke 20 kV zvezdišča TR. S stališča detekcije zemeljskega stika je osnovna nastavitev vezana na indirektno ozemljeno nevtralno točko, pri tem pa zaščite delujejo na avtomatski ponovni vklop in izpad odklopnika. Zemeljskostične zaščite pri resonančnem načinu nevtralne točke bodo zaenkrat zgolj alarmirane in ne delujejo na izklop odklopnika. Obratovanje transformatorja TR 3, na katerega bodo priključeni proizvodni viri, bo zgolj z indirektno ozemljeno nevtralno točko preko nizkoohmskega upora.
Obratovanje pri zemeljskem stiku v omrežju z resonančnim zvezdiščem bomo zaenkrat dovoljevali zgolj približno 4 sekunde z možnostjo podaljšanja vse do dveh (2) ur, po tem času se v primeru trajnega zemeljskega stika vzporedno k Petersenovi dušilki vključi nizkoohmski upor, zvezdišče s tem preide iz načina resonančno v indirektno ozemljeno preko nizkoohmskega upora.
Preklopitev posameznih skupin nastavitev preko GOOSE sporočil mora upoštevati v logiki še kontrolo GOOSE sporočil oz. njeno validacijo. V primeru izostanka GOOSE sporočil morajo biti vse zemeljskostične zaščite prirejene za obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko preko nizkoohmskega upora. Preklopitev posameznih skupin nastavitev preko fizičnih digitalnih vhodov in fizične izvedbe logike je prepovedana.
Vse zahtevane zemeljskostične zaščite za obratovanje z resonančno nevtralno točko in indirektno ozemljeno nevtralno točko morajo biti implementirane v eni napravi.
Zaščita in vodenje se nahaja v krmilnih omaricah posameznih celic, razen v TR celicah, kjer bodo nameščene v omarah zaščite in vodenja transformatorjev. Zaščitne numerične naprave z integriranimi funkcijami vodenja se namesti na vrata krmilnih omaric. Osnovne funkcije vmesnika človek-stroj, kot sta parametriranje naprave in lokalna signalizacija (LED), morajo biti integrirani v napravi. Ostala sekundarna oprema z vrstnimi sponkami pomožnimi releji, avtomati omogočajo izvedbo medsebojnih povezav v omarici in izven omarice. Napajanje krmilnih omaric bo preko krožnih napajalnih vodov za 110 V DC in 230 V AC. Skozi celice v zankah po sektorjih bodo speljani tudi optični kabli za prenos podatkov v postajni komunikacijski in SCADA računalnik. Povezave med krmilnimi omaricami bodo potekale v samih omaricah in na ločenih policah/kanalih, ločeno za krmilno signalne povezave in komunikacijske povezave. Vsi komunikacijski kabli bodo povlečeni iz 20 kV stikališča do komandnega prostora. Napajalni kabli bodo priključeni na omare razvoda lastne porabe.
Podatki iz naprave zaščite in vodenja se prenašajo v postajni komunikacijski in SCADA računalnik preko dveh parov optičnega kabla z redundantno povezavo po principu dvojnega obroča (ringa) skladno s standardom IEC 61850 ed.2 (HSR/PRP). Zaščita avtonomno izklaplja odklopnik v celici neodvisno od sistema vodenja. Preko postajnega komunikacijskega računalnika in sistema daljinskega prenosa se bo iz centra vodenja Elektro Maribor upravljalo posamezne celice.

3.4.1 Splošne zahteve

Naprava zaščite in vodenja mora izpolnjevati naslednje splošne zahteve:

- izvedena mora biti v numerični, multi mikroprocesorski tehnologiji;
- imeti mora vgrajen neprekinjen notranji samonadzor in kontinuirano notranjo preizkušanje vseh vitalnih elementov in funkcij. To naj omogoči takojšnjo detekcijo internih okvar na fizičnih gradnikih, pa tudi v programskem delu numerične naprave;
- imeti mora možnost nastavljanja časovne zakasnitve delovanja posameznih zaščit, prav tako možnost izbire tokovno odvisnih časovnih karakteristik v skladu z IEC 60255-4;
- vgrajeno mora imeti za uporabnika prijazno/enostavno komunikacijo človek/stroj in tako zagotoviti enostavno nastavitev vseh parametrov ter enostaven dostop do vseh internih signalov in poročil (oscilografij, dnevnika dogodkov, dnevnika okvar, ...) opremljenih s točnim časom;
- imeti mora možnost začasnega priklopa prenosnega PC, preko katerega poteka parametriranje zaščitne naprave ter dostop do vseh internih informacij numerične naprave. Redundanca na povezavi SCADA – numerična naprava mora biti zagotovljena tudi med parametriranjem;
- imeti mora možnost komunikacije z dislociranim centrom nadzora za opremo zaščite;

- v kolikor je LCD prikazovalnik ločen od same naprave mora le ta (LCD) biti vgrajen na vrata krmilne omarice celice, naprava pa je lahko v celici ali na vratih omare;
- kjer bodo v napravi uporabljene zaščitne funkcije, mora biti opremljena s samostojno preizkusno vtičnico RTXP 18, "ABB";
- dopuščati mora enostavno in varno preizkušanje posameznih zaščitnih funkcij;
- imeti mora lastno uro in omogočiti časovno Ethernet sinhronizacijo iz NTP strežnika prek Ethernet priključka za vodenje;
- za vključitev v sistem vodenja mora podpirati HSR/PRP redundantno LAN povezavo;
- "Zero Recovery Time" v primeru okvare omrežja;
- neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonike v merilnih vrednostih;
- vsa položajna signalizacija stikalnih elementov mora biti izvedena dvobitno, pri tem sta merodajna samo signalizacija vklopa in izklopa oz. stanja 01 ali 10;
- podpirati mora vsaj štiri neodvisne skupine nastavitev in preklop med njimi mora biti omogočen programsko;
- funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms;
- funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar. Omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 32 digitalnih signalov. Pogoj proženja, čas snemanja pred in po proženju mora biti prosto nastavljivo. Kapaciteta spomina mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 10 sekund. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz oz. vsaj 32 odčitkov/periodo. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v Comtrade formatu;
- naprave zaščit in vodenja 20 kV celic morajo biti od enovitega proizvajalca, zaščite na 110 kV delu pa so lahko od drugega proizvajalca. Numerična naprava v shunt celici je prav zaradi posebnosti iz tega izvzeta;
- programiranje z uporabo logičnih funkcijskih blokov v skladu s standardom IEC 61131;
- morajo biti testirane v skladu s standardi IEC 60255;
- podprto pošiljanje in sprejemanje GOOSE sporočil.

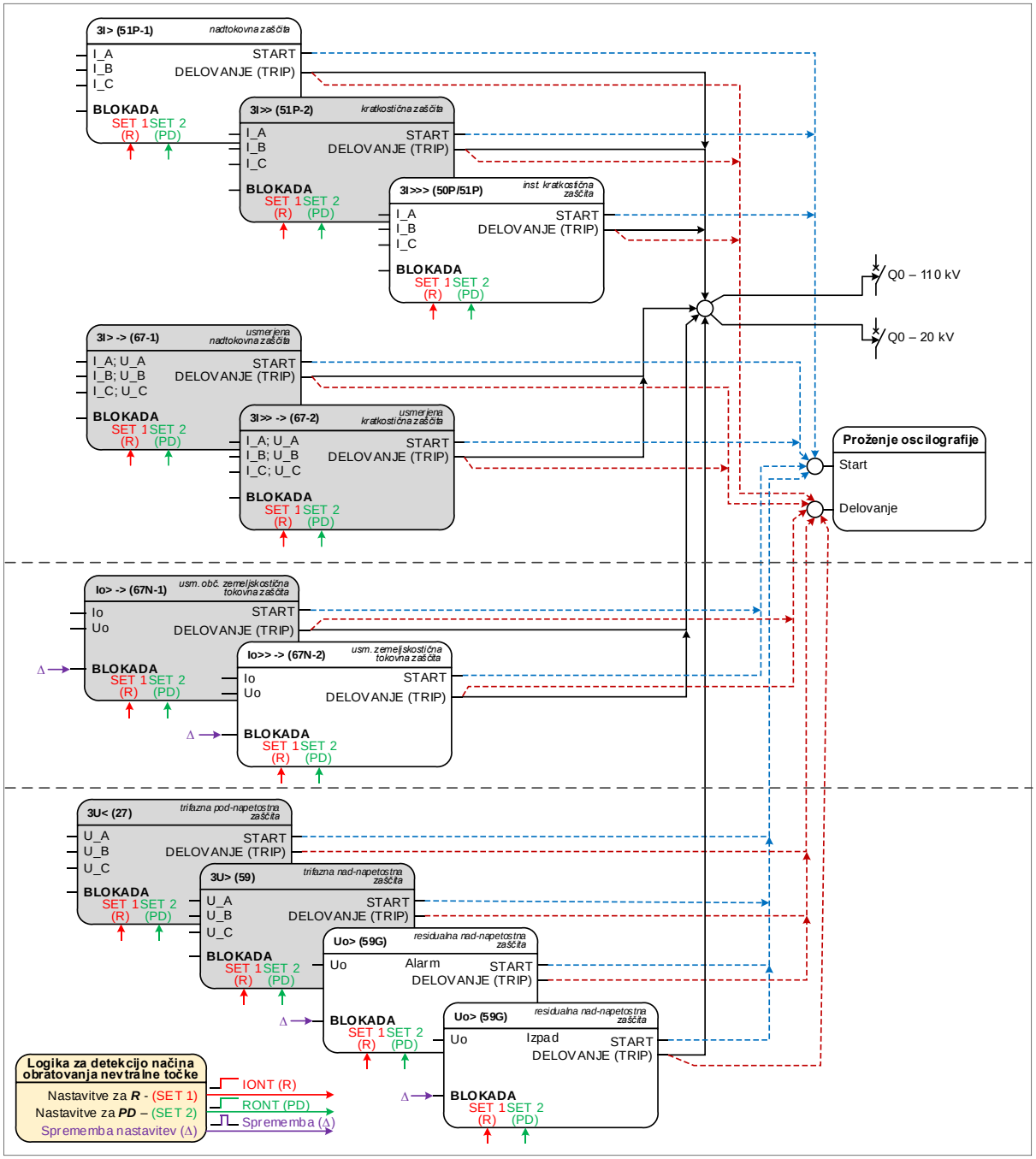
Izvedba mora omogočati preizkušanje posameznih delov naprave med obratovanjem, ne da bi bilo potrebno posegati na vrstnih sponkah numerične naprave. Zagotovljeno mora biti avtomatsko kratko sklepanje tokovnih tokokrogov in blokada zaščitnih tokokrogov ter injiciranje tokov, napetosti in signalov za preizkus.
Zaščite delujejo ločeno od enot vodenja in zaščit na 110 kV aparate. Merilne veličine in signalizacije položajev 20 kV aparatov so priključene neposredno na zaščitno napravo.
Prenos zaščitnih podatkov (parametriranje, oscilografiranje) se ločeno prenašajo v center zaščite in postajni računalnik. Oscilografije, dogodkovni dnevniki in dnevniki okvar morajo ostati prisotni tudi po resetiranju ali izklopu numerične naprave.

3.4.2 Zaščita in vodenje 20 kV transformatorske celice

Vodenje in zaščita 20 kV transformatorske celice je podana v sklopu vodenja in zaščite 110 kV dela, ker se le ta fizično nahaja v omari TR 110/20 kV.
Pri izdelavi dokumentacije in zagotovitvi funkcionalnosti je potrebno upoštevati sledeče za 20 kV krmilno omarico TR celice:

- mora biti vgrajena fizična preklopka za izklop daljinskih komand;
- komande vklopa in izklopa odklopnika 20 kV TR celice morajo biti omogočene s tipkami na sami transformatorski celici;
- montirani morajo biti pokazatelji položajev stikalnih elementov 20 kV TR celice;
- montiran mora biti A-meter in V-meter z linearno skalo za 20 kV, prilagojeno karakteristikam merilnih transformatorjev. Instrumenta morata omogočata priključitev neposredno na sekundarne merilne tokokroge z nazivno izmenično napetostjo 100 V in nazivnim izmeničnim tokom 5 A;
- V-metru mora biti dodana preklopka za izbiro prikazovalnih napetosti med vsemi možnimi faznimi in medfaznimi napetostmi;
- elektronski indikator prisotnosti trifazne napetosti bo vgrajen na vrata celice, tipanje napetosti v podpornih izolatorjih na strani proti 20 kV strani transformatorja;

- sekundarnemu tokokrogu odprtega trikota NIT-a je potrebno prigraditi napravo proti feroresonanci, npr. ABB VT Guard pro, ščiten z ustreznim avtomatom. Vgradnja upora za preprečitev feroresonance ni dovoljena.



Slika 3-3: Princip uporabljenih zaščit v 20 kV transformatorskih celicah

3.4.3 Zaščita in vodenje 20 kV vodne celice

Distribuirana enota vodenja vsebuje tudi zaščito odvoda.
Samostojna naprava za zaščito in vodenje 20 kV vodne celice mora poleg splošnih zahtev vključevati še:

- priključitev na 20 kV tokovni transformator preko 1/5 A vhodov in residualnega toka preko objemnega tokovnika (1 ali 5 A);
- priključitev faznih ali medfaznih napetosti ter residualne napetosti preko odprtega trikotnika (100 V) iz napetostnih transformatorjev, vgrajenih v merilni celici;

- priključitev ene fazne ali medfazne napetosti iz napetostnega transformatorja, vgrajenega na izvodu vodne celice;
- zmožnost izračunavanja residualnega toka in residualne napetosti;
- grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV vodne celice (HMI);
- tipke za izbiro menija in krmiljenje 20 kV odklopnika, vozička in ozemljilnega ločilnika;
- nadzor odklopnika;
- elektronski indikator prisotnosti trifazne napetosti bo vgrajen na vrata celice, tipanje povratne napetosti v podpornih izolatorjih na izvodni strani (dovod v celico);
- krmiljenje motoriziranega vozička mora biti pogojeno s stanjem odklopnika (izklopljen), stanjem morebitnega ozemljilnega ločilnika (izklopljen), vse izvedeno v logiki naprave. V primeru zaustavitve vozička mora biti logika sestavljena tako, da omogoča le izklop vozička, vklop pa mora biti onemogočen;
- krmiljenje motoriziranega ozemljilnega stikala mora biti pogojeno s stanjem vozička (izklopljen), stanjem indikatorja napetosti in odsotnosti napetosti na izvodu, vse izvedeno v logiki numerične naprave.

Za distribuirano enoto vodenja in zaščite vodne celice so zahtevane naslednje minimalne zaščitne funkcije:

- Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) neodvisnih nastavitev. Preklop nastavitev v odvisnosti od obratovanja nevtralne točke s pomočjo logike v ponujeni napravi in GOOSE sporočil iz 20 kV sklopnih celic in 20 kV transformatorskih celic. Pri tem je 1. grupa obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko, 2. grupa obratovanje z resonančno ozemljeno nevtralno točko, ostali dve sta rezervni. Preklop nastavitev skupin (grup) mora resetirati oz. ponastaviti posamezne zaščite in čase delovanj;
- 3I> trifazna neusmerjena nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I>> trifazna neusmerjena kratkostična zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I> −> trifazna usmerjena nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- 3I>> −> trifazna usmerjena kratkostična zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- Io> −> usmerjena občutljiva zemeljskostična nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na <u>merjen</u> ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;
- Io>> −> usmerjena zemeljskostična nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali <u>izračunan</u> residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;
- Io> −>IEF tranzientna zemeljskostična zaščita, usmerjena (izklop, naprej, nazaj), praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja

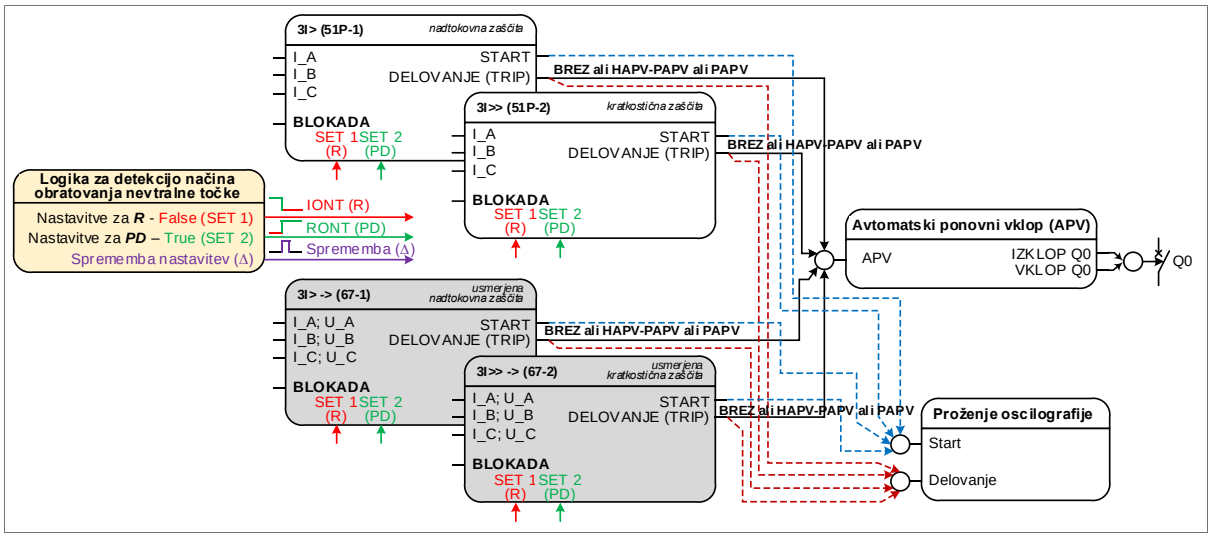
na odklopnik. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjeno ali izračunano residualno napetost, residualni tok merjen s pomočjo objemnega tokovnika;

- Po> −> Watt-metrična usmerjena zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost;
- Io>HA harmonska zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik;
- Yo> −> admitančna usmerjena zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Možnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. Možnost izbire usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj) in izbire načina delovanja (vsaj Go,Bo);
- Io> −>Y multifrekvenčna admitančna zemeljskostična zaščita, usmerjena, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Možnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost;
- f< podfrekvenčna zaščita z možnostjo nastavitve načina delovanja: f<; df/dt; f< + df/dt; f< ali df/dt;
- f> nadfrekvenčna zaščita z možnostjo nastavitve načina delovanja: f>; df/dt; f> + df/dt; f> ali df/dt;
- 3U< trifazna podnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- 3U> trifazna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- Uo> residualna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev merjene ali izračunane vrednosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- U< enofazana podnapetostna zaščita (napetost na izvodu za odklopnikom) z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje in blokado ob izpadu avtomata merilne napetosti. Uporabljena za morebitno proženje APV-ja, skladno s SONDSEE;
- avtomatski ponovni vklop APV z vsaj tremi nastavljivimi sekvencami ločeno za posamezne tokovne zaščite. Blokada ob vklopu odklopnika za določen čas (reclaim time - trajanje rekuperacije);
- možnost zakasnitve zaščit ob priklopu;
- funkcija priklopa na okvaro (SOTF).

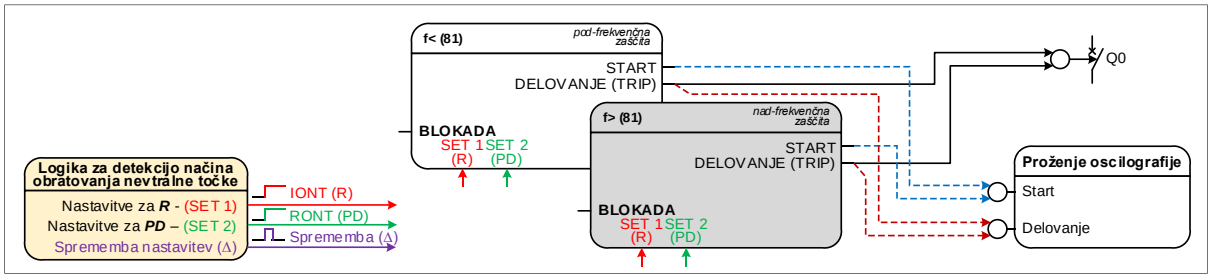
Poleg zaščitnih funkcij mora naprava zaščite in vodenja omogočati še:

- nadzor in krmiljenje 20 kV celice;
- za lokalni nivo vodenja mora biti na napravi vgrajen primerno osvetljen grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV celice (HMI), funkcijska tipkovnica ter ustrezno število LED svetilk za prikaz alarmnih signalizacij;
- kontrolo izklopnih tokokrogov, izvedeno z dvema ločenima digitalnima vhodoma ali interno;
- signalizacijo izpada enote vodenja (posebni relejski izhod);
- signalizacija izpada komunikacije vodenja (alarm – izpad ene od obeh optičnih povezav, izpad – izpad obeh optičnih povezav);
- signalizacija izpada GOOSE sporočil;
- signalizacija izpada sinhronizacije časa;
- meritve in prikaz na enoti zaščite U, I, f, prikaz P, Q, S, cosφ; meritve se morajo osvežiti nemudoma po spremembi, ki je večja od nastavljenega praga posamezne meritve, oziroma vsaj 1 krat v minuti;
- zmožnost internega snemalnika profila obremenitve "load profile";
- pregled dogodkov, statistik, oscilografij, …

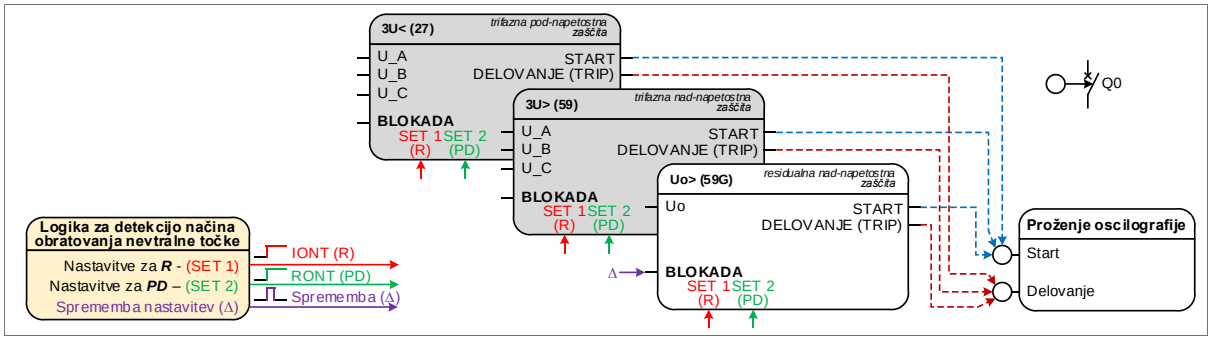
Prenos zaščitnih podatkov (parametriranje, oscilografije, profili obremenitev) se ločeno prenašajo v center zaščite in postajni računalnik. Oscilografije, dogodkovni dnevniki in dnevniki okvar morajo ostati prisotni tudi po resetiranju ali izklopu numerične naprave.



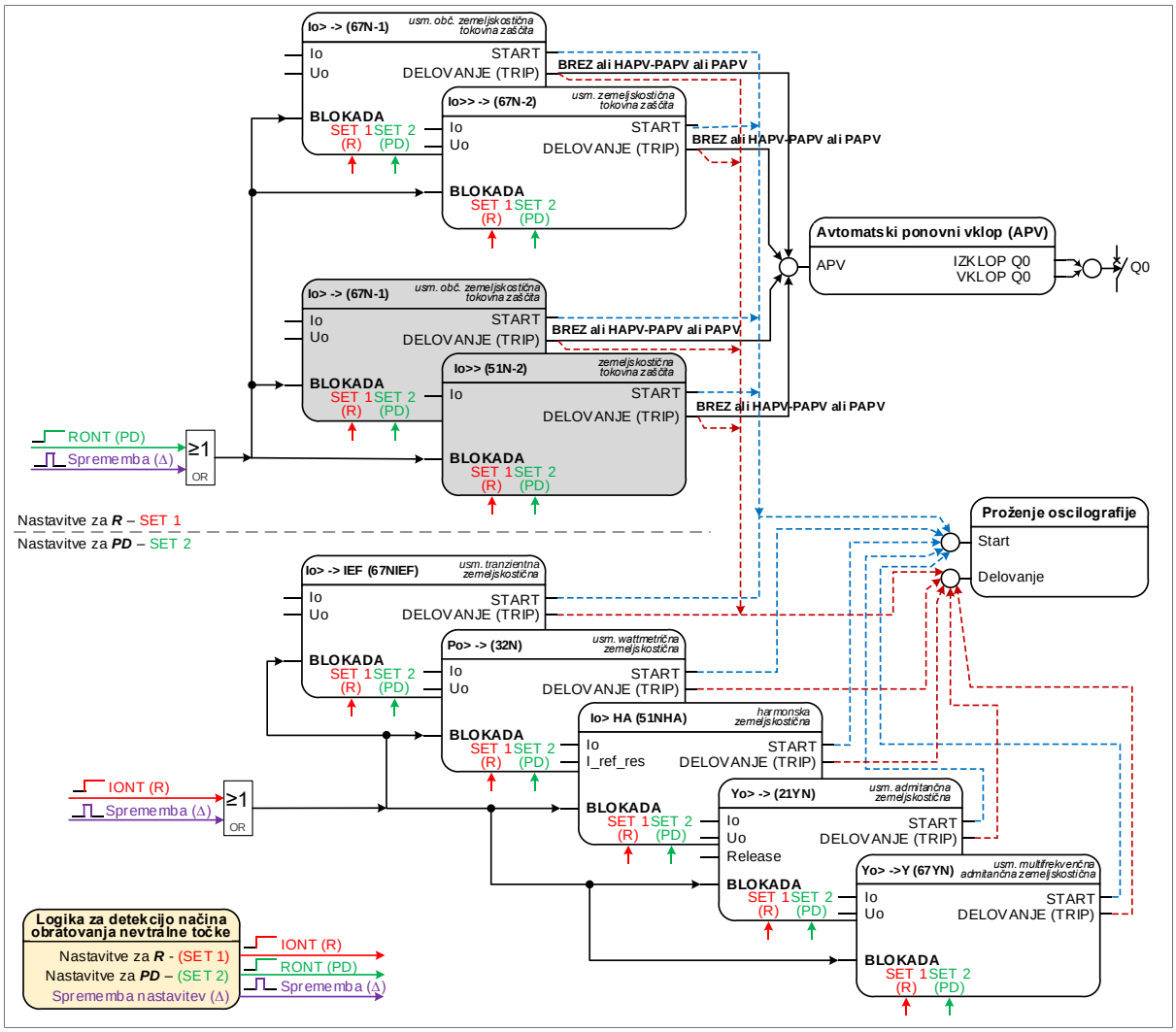
Slika 3-4: Princip uporabljenih nadtokovnih zaščit v 20 kV izvodnih celicah



Slika 3-5: Princip uporabljenih frekvenčnih zaščit v 20 kV izvodnih celicah



Slika 3-6: Princip uporabljenih napetostnih zaščit v 20 kV izvodnih celicah



Slika 3-7: Princip uporabljenih zemeljskostičnih zaščit v 20 kV izvodnih celicah

3.4.4 Zaščita in vodenje 20 kV merilne celice

Distribuirana enota vodenja vsebuje tudi zaščito merilne celice.
Samostojna naprava za zaščito in vodenje 20 kV merilne celice mora poleg splošnih zahtev vključevati še:

- priključitev faznih ali medfaznih napetosti ter residualne napetosti preko odprtega trikotnika (100 V);
- zmožnost izračunavanja residualne napetosti;
- grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV merilne celice (HMI);
- elektronski indikator prisotnosti trifazne napetosti bo vgrajen na vrata celice, tipanje napetosti v podpornih izolatorjih na zbiralkah oz. zbiralčni povezavi k sklopni celici;
- krmiljenje vozička bo izvedeno ročno.

Za distribuirano enoto vodenja in zaščite merilne celice so zahtevane naslednje minimalne zaščitne funkcije:

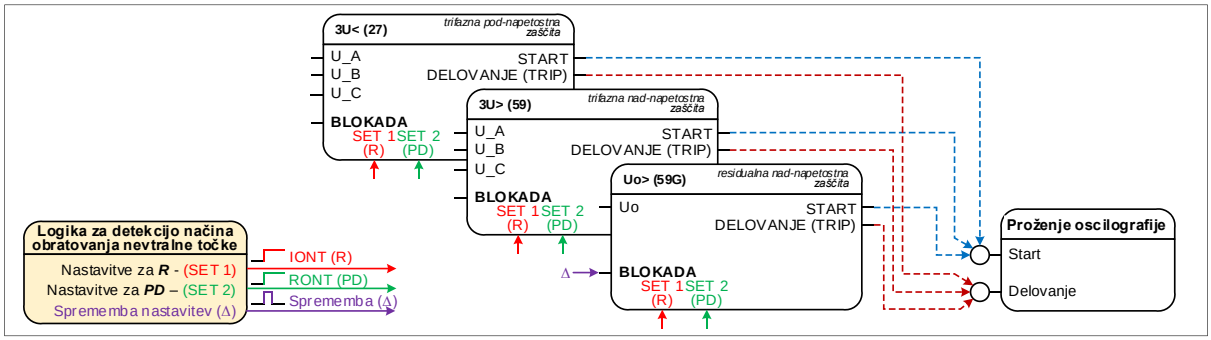
- Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) neodvisnih nastavitev. Preklop nastavitev v odvisnosti od obratovanja nevtralne točke s pomočjo logike v ponujeni napravi in GOOSE sporočil iz 20 kV sklopnih celic in 20 kV transformatorskih celic. Pri tem je 1. grupa obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko, 2. grupa obratovanje z resonančno ozemljeno nevtralno točko, ostali dve sta rezervni. Preklop nastavitev skupin (grup) mora resetirati oz. ponastaviti posamezne zaščite in čase delovanj;

- 3U< trifazna podnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje in blokado ob izpadu avtomata merilne napetosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj alarmirana;
- 3U> trifazna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj alarmirana;
- Uo> residualna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev merjene ali izračunane vrednosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj alarmirana.

Poleg zaščitnih funkcij mora naprava zaščite in vodenja omogočati še:

- nadzor in krmiljenje 20 kV celice;
- za lokalni nivo vodenja mora biti na napravi vgrajen primerno osvetljen grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV celice (HMI), funkcijska tipkovnica ter ustrezno število LED svetilk za prikaz alarmnih signalizacij;
- signalizacijo izpada enote vodenja (posebni relejski izhod);
- signalizacija izpada komunikacije vodenja (alarm – izpad ene od obeh optičnih povezav, izpad – izpad obeh optičnih povezav);
- signalizacija izpada GOOSE sporočil;
- signalizacija izpada sinhronizacije časa;
- meritve in prikaz na enoti zaščite U, f; meritve se morajo osvežiti nemudoma po spremembi, ki je večja od nastavljenega praga posamezne meritve, oziroma vsaj 1 krat v minuti;
- zmožnost internega snemalnika profila obremenitve "load profile";
- pregled dogodkov, statistik, oscilografij;
- sekundarnemu tokokrogu odprtega trikota NIT-a je potrebno prigraditi napravo proti feroresonanci, npr. ABB VT Guard pro, ščiten z ustreznim avtomatom. Vgradnja upora za preprečitev feroresonance ni dovoljena.
- …

Prenos zaščitnih podatkov (parametriranje, oscilografiranje) se ločeno prenašajo v center zaščite in postajni računalnik. Oscilografije, dogodkovni dnevniki in dnevniki okvar morajo ostati prisotni tudi po resetiranju ali izklopu numerične naprave.



Slika 3-8: Princip uporabljenih zaščit v merilnih celicah

3.4.5 Zaščita in vodenje 20 kV sklopne celice

Distribuirana enota vodenja vsebuje tudi zaščito sklopne celice. Zaradi poenotenja opreme in možnosti zamenjav se zahteva enaka numerična naprava, kot je vgrajena v merilni celici.
Samostojna naprava za zaščito in vodenje 20 kV sklopne celice mora poleg splošnih zahtev vključevati še:

- priključitev faznih ali medfaznih napetosti ter residualne napetosti preko odprtega trikotnika (100 V);
- zmožnost izračunavanja residualne napetosti;
- grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV sklopne celice (HMI);
- tipke za izbiro menija in krmiljenje 20 kV odklopnika in vozička;
- elektronski indikator prisotnosti trifazne napetosti bo vgrajen na vrata celice, tipanje napetosti v podpornih izolatorjih na zbiralčni povezavi k merilni celici;
- krmiljenje motoriziranega vozička mora biti pogojeno s stanjem odklopnika (izklopljen), izvedeno v logiki naprave. V primeru zaustavitve vozička mora biti logika sestavljena tako, da omogoča le izklop vozička, vklop pa mora biti onemogočen;

Za distribuirano enoto vodenja in zaščite merilne celice so zahtevane naslednje minimalne zaščitne funkcije:

- Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) neodvisnih nastavitev. Preklop nastavitev v odvisnosti od obratovanja nevtralne točke s pomočjo logike v ponujeni napravi in GOOSE sporočil iz 20 kV sklopnih celic in 20 kV transformatorskih celic. Pri tem je 1. grupa obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko, 2. grupa obratovanje z resonančno ozemljeno nevtralno točko, ostali dve sta rezervni. Preklop nastavitev skupin (grup) mora resetirati oz. ponastaviti posamezne zaščite in čase delovanj;
- 3U< trifazna podnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje in blokado ob izpadu avtomata merilne napetosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj alarmirana;
- 3U> trifazna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj alarmirana;
- Uo> residualna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev merjene ali izračunane vrednosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, je zgolj alarmirana.

Poleg zaščitnih funkcij mora naprava zaščite in vodenja omogočati še:

- nadzor in krmiljenje 20 kV celice;
- za lokalni nivo vodenja mora biti na napravi vgrajen primerno osvetljen grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV celice (HMI), funkcijska tipkovnica ter ustrezno število LED svetilk za prikaz alarmnih signalizacij;
- kontrolo izklopnih tokokrogov, izvedeno z dvema ločenima digitalnima vhodoma ali interno;
- signalizacijo izpada enote vodenja (posebni relejski izhod);
- signalizacija izpada komunikacije vodenja (alarm – izpad ene od obeh optičnih povezav, izpad – izpad obeh optičnih povezav);
- signalizacija izpada GOOSE sporočil;
- signalizacija izpada sinhronizacije časa;
- meritve in prikaz na enoti zaščite U, f; meritve se morajo osvežiti nemudoma po spremembi, ki je večja od nastavljenega praga posamezne meritve, oziroma vsaj 1 krat v minuti;
- zmožnost internega snemalnika profila obremenitve "load profile";
- pregled dogodkov, statistik, oscilografij;
- …

Prenos zaščitnih podatkov (parametriranje, oscilografiranje) se ločeno prenašajo v center zaščite in postajni računalnik. Oscilografije, dogodkovni dnevniki in dnevniki okvar morajo ostati prisotni tudi po resetiranju ali izklopu numerične naprave.

3.4.6 Zaščita in vodenje 20 kV celice lastne rabe

Distribuirana enota vodenja vsebuje tudi zaščito lastne celice. Zaradi poenotenja opreme in možnosti zamenjav se zahteva enaka numerična naprava, kot je vgrajena v izvodni celici.
Samostojna naprava za zaščito in vodenje 20 kV celice lastne rabe mora poleg splošnih zahtev vključevati še:

- priključitev na 20 kV tokovni transformator preko 1/5 A vhodov in residualnega toka preko objemnega tokovnika (1 ali 5 A);
- priključitev faznih ali medfaznih napetosti ter residualne napetosti preko odprtega trikotnika (100 V) iz napetostnih transformatorjev, vgrajenih v merilni celici;
- priključitev ene fazne ali medfazne napetosti iz napetostnega transformatorja, vgrajenega na izvodu vodne celice;
- zmožnost izračunavanja residualnega toka in residualne napetosti;
- grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV vodne celice (HMI);
- tipke za izbiro menija in krmiljenje 20 kV odklopnika, vozička in ozemljilnega ločilnika;
- nadzor odklopnika;
- elektronski indikator prisotnosti trifazne napetosti bo vgrajen na vrata celice, tipanje povratne napetosti v podpornih izolatorjih na strani 20 kV transformatorja lastne rabe (dovod v celico);
- krmiljenje motoriziranega vozička mora biti pogojeno s stanjem odklopnika (izklopljen), stanjem morebitnega ozemljilnega ločilnika (izklopljen), vse izvedeno v logiki naprave. V primeru

zaustavitve vozička mora biti logika sestavljena tako, da omogoča le izklop vozička, vklop pa mora biti onemogočen;
- krmiljenje motoriziranega ozemljilnega stikala mora biti pogojeno s stanjem vozička (izklopljen), stanjem indikatorja napetosti in odsotnosti napetosti na izvodu, vse izvedeno v logiki numerične naprave.

Za distribuirano enoto vodenja in zaščite vodne celice so zahtevane naslednje minimalne zaščitne funkcije:

- Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) neodvisnih nastavitev. Preklop nastavitev v odvisnosti od obratovanja nevtralne točke s pomočjo logike v ponujeni napravi in GOOSE sporočil iz 20 kV sklopnih celic in 20 kV transformatorskih celic. Pri tem je 1. grupa obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko, 2. grupa obratovanje z resonančno ozemljeno nevtralno točko, ostali dve sta rezervni. Preklop nastavitev skupin (grup) mora resetirati oz. ponastaviti posamezne zaščite in čase delovanj;
- 3I> trifazna neusmerjena nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I>> trifazna neusmerjena kratkostična zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I> −> trifazna usmerjena nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- 3I>> −> trifazna usmerjena kratkostična zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- Io> −> usmerjena občutljiva zemeljskostična nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na <u>merjen</u> ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;
- Io>> −> usmerjena zemeljskostična nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali <u>izračunan</u> residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;
- Io> −>IEF tranzientna zemeljskostična zaščita, usmerjena (izklop, naprej, nazaj), praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjeno ali izračunano residualno napetost, residualni tok merjen s pomočjo objemnega tokovnika;
- Po> −> Watt-metrična usmerjena zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost;
- Io>HA harmonska zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik;
- Yo> −> admitančna usmerjena zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Možnost

nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. Možnost izbire usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj) in izbire načina delovanja (vsaj Go,Bo);
- Io> −>Y multifrekvenčna admitančna zemeljskostična zaščita, usmerjena, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Možnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost;
- f< podfrekvenčna zaščita z možnostjo nastavitve načina delovanja: f<; df/dt; f< + df/dt; f< ali df/dt;
- f> nadfrekvenčna zaščita z možnostjo nastavitve načina delovanja: f>; df/dt; f> + df/dt; f> ali df/dt;
- 3U< trifazna podnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- 3U> trifazna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- Uo> residualna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev merjene ali izračunane vrednosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- U< enofazana podnapetostna zaščita (napetost na izvodu za odklopnikom) z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje in blokado ob izpadu avtomata merilne napetosti. Uporabljena za morebitno proženje APV-ja, skladno s SONDSEE;
- avtomatski ponovni vklop APV z vsaj tremi nastavljivimi sekvencami ločeno za posamezne tokovne zaščite. Blokada ob vklopu odklopnika za določen čas (reclaim time - trajanje rekuperacije);
- možnost zakasnitve zaščit ob priklopu;
- funkcija priklopa na okvaro (SOTF).

Poleg zaščitnih funkcij mora naprava zaščite in vodenja omogočati še:
- nadzor in krmiljenje 20 kV celice;
- za lokalni nivo vodenja mora biti na napravi vgrajen primerno osvetljen grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV celice (HMI), funkcijska tipkovnica ter ustrezno število LED svetilk za prikaz alarmnih signalizacij;
- kontrolo izklopnih tokokrogov, izvedeno z dvema ločenima digitalnima vhodoma ali interno;
- signalizacija termične zaščite transformatorja lastne rabe (alarm in izpad);
- signalizacija Bucholz zaščite transformatorja lastne rabe (izpad);
- signalizacijo izpada enote vodenja (posebni relejski izhod);
- signalizacija izpada komunikacije vodenja (alarm – izpad ene od obeh optičnih povezav, izpad – izpad obeh optičnih povezav);
- signalizacija izpada GOOSE sporočil;
- signalizacija izpada sinhronizacije časa;
- meritve in prikaz na enoti zaščite U, I, f, prikaz P, Q, S, cosφ; meritve se morajo osvežiti nemudoma po spremembi, ki je večja od nastavljenega praga posamezne meritve, oziroma vsaj 1 krat v minuti;
- zmožnost internega snemalnika profila obremenitve "load profile";
- pregled dogodkov, statistik, oscilografij, …

Prenos zaščitnih podatkov (parametriranje, oscilografije, profili obremenitev) se ločeno prenašajo v center zaščite in postajni računalnik. Oscilografije, dogodkovni dnevniki in dnevniki okvar morajo ostati prisotni tudi po resetiranju ali izklopu numerične naprave.

3.4.7 Zaščita in vodenje 20 kV rezervne celice

Distribuirana enota vodenja vsebuje tudi zaščito rezervne celice. Zaradi poenotenja opreme in možnosti zamenjav se zahteva enaka numerična naprava, kot je vgrajena v izvodni celici.
Samostojna naprava za zaščito in vodenje 20 kV rezervne celice mora poleg splošnih zahtev vključevati še:
- priključitev na 20 kV tokovni transformator preko 1/5 A vhodov in residualnega toka preko objemnega tokovnika (1 ali 5 A);

- priključitev faznih ali medfaznih napetosti ter residualne napetosti preko odprtega trikotnika (100 V) iz napetostnih transformatorjev, vgrajenih v merilni celici;
- priključitev ene fazne ali medfazne napetosti iz napetostnega transformatorja, vgrajenega na izvodu vodne celice;
- zmožnost izračunavanja residualnega toka in residualne napetosti;
- grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV vodne celice (HMI);
- tipke za izbiro menija in krmiljenje 20 kV odklopnika, vozička in ozemljilnega ločilnika;
- nadzor odklopnika;
- elektronski indikator prisotnosti trifazne napetosti bo vgrajen na vrata celice, tipanje povratne napetosti v podpornih izolatorjih na izvodni strani (dovod v celico);
- krmiljenje motoriziranega vozička mora biti pogojeno s stanjem odklopnika (izklopljen), stanjem morebitnega ozemljilnega ločilnika (izklopljen), vse izvedeno v logiki naprave. V primeru zaustavitve vozička mora biti logika sestavljena tako, da omogoča le izklop vozička, vklop pa mora biti onemogočen;
- krmiljenje motoriziranega ozemljilnega stikala mora biti pogojeno s stanjem vozička (izklopljen), stanjem indikatorja napetosti in odsotnosti napetosti na izvodu, vse izvedeno v logiki numerične naprave.

Za distribuirano enoto vodenja in zaščite rezervne celice so zahtevane naslednje minimalne zaščitne funkcije:

- Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) neodvisnih nastavitev. Preklop nastavitev v odvisnosti od obratovanja nevtralne točke s pomočjo logike v ponujeni napravi in GOOSE sporočil iz 20 kV sklopnih celic in 20 kV transformatorskih celic. Pri tem je 1. grupa obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko, 2. grupa obratovanje z resonančno ozemljeno nevtralno točko, ostali dve sta rezervni. Preklop nastavitev skupin (grup) mora resetirati oz. ponastaviti posamezne zaščite in čase delovanj;
- 3I> trifazna neusmerjena nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I>> trifazna neusmerjena kratkostična zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4;
- 3I> −> trifazna usmerjena nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- 3I>> −> trifazna usmerjena kratkostična zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj nasprotne zdrave napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj;
- Io> −> usmerjena občutljiva zemeljskostična nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na <u>merjen</u> ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;
- Io>> −> usmerjena zemeljskostična nadtokovna zaščita s tokovno odvisno in neodvisno časovno karakteristiko v skladu z IEC 60255-4. Možnost izbire referenčnega pogoja, od tega izbira vsaj residualne napetosti, izbira usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj), izbira karakterističnega (referenčnega) kota v polnem 360° obsegu ter nastavitve posameznega kota omejitve delovanja v obsegu od 0° do 90° (maksimalni in minimalni) za smer naprej in nazaj. Izbira smernega pogoja glede na kot ∠(Uo/Io), IoCos ali IoSin. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali <u>izračunan</u> residualni tok in/ali residualno napetost. V primeru nezmožnosti določitve smernosti (npr. zaradi izpada merilne napetosti) možnost nastavitve nesmernega delovanja ali blokade zaščite;

- Io> −>IEF tranzientna zemeljskostična zaščita, usmerjena (izklop, naprej, nazaj), praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjeno ali izračunano residualno napetost, residualni tok merjen s pomočjo objemnega tokovnika;
- Po> −> Watt-metrična usmerjena zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Zmožnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost;
- Io>HA harmonska zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik;
- Yo> −> admitančna usmerjena zemeljskostična zaščita, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Možnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost. Možnost izbire usmerjenosti (izklop, naprej, nazaj) in izbire načina delovanja (vsaj Go,Bo);
- Io> −>Y multifrekvenčna admitančna zemeljskostična zaščita, usmerjena, praviloma uporabljena pri resonančno ozemljeni nevtralni točki, zaenkrat alarmirana, možnost delovanja na odklopnik. Možnost nastavljanja detekcije na merjen ali izračunan residualni tok in/ali residualno napetost;
- f< podfrekvenčna zaščita z možnostjo nastavitve načina delovanja: f<; df/dt; f< + df/dt; f< ali df/dt;
- f> nadfrekvenčna zaščita z možnostjo nastavitve načina delovanja: f>; df/dt; f> + df/dt; f> ali df/dt;
- 3U< trifazna podnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- 3U> trifazna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- Uo> residualna nadnapetostna zaščita z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev merjene ali izračunane vrednosti. Zaščita ne deluje na noben odklopnik, se ne prenaša v SCADA sistem, je zgolj za morebitno logiko, kontrolo napetosti ali starta oscilografije;
- U< enofazana podnapetostna zaščita (napetost na izvodu za odklopnikom) z nastavitvijo časovne zakasnitve. Možnost nastavitev na medfazno ali fazno delovanje in blokado ob izpadu avtomata merilne napetosti. Uporabljena za morebitno proženje APV-ja, skladno s SONDSEE;
- avtomatski ponovni vklop APV z vsaj tremi nastavljivimi sekvencami ločeno za posamezne tokovne zaščite. Blokada ob vklopu odklopnika za določen čas (reclaim time - trajanje rekuperacije);
- možnost zakasnitve zaščit ob priklopu;
- funkcija priklopa na okvaro (SOTF).

Poleg zaščitnih funkcij mora naprava zaščite in vodenja omogočati še:

- nadzor in krmiljenje 20 kV celice;
- za lokalni nivo vodenja mora biti na napravi vgrajen primerno osvetljen grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo 20 kV celice (HMI), funkcijska tipkovnica ter ustrezno število LED svetilk za prikaz alarmnih signalizacij;
- kontrolo izklopnih tokokrogov, izvedeno z dvema ločenima digitalnima vhodoma ali interno;
- signalizacijo izpada enote vodenja (posebni relejski izhod);
- signalizacija izpada komunikacije vodenja (alarm – izpad ene od obeh optičnih povezav, izpad – izpad obeh optičnih povezav);
- signalizacija izpada GOOSE sporočil;
- signalizacija izpada sinhronizacije časa;
- meritve in prikaz na enoti zaščite U, I, f, prikaz P, Q, S, cosφ; meritve se morajo osvežiti nemudoma po spremembi, ki je večja od nastavljenega praga posamezne meritve, oziroma vsaj 1 krat v minuti;
- zmožnost internega snemalnika profila obremenitve "load profile";
- pregled dogodkov, statistik, oscilografij, …

Prenos zaščitnih podatkov (parametriranje, oscilografije, profili obremenitev) se ločeno prenašajo v center zaščite in postajni računalnik. Oscilografije, dogodkovni dnevniki in dnevniki okvar morajo ostati prisotni tudi po resetiranju ali izklopu numerične naprave.

3.4.8 Zaščita in vodenje 20 kV shunt celice

Izpolnjevati mora naslednje pogoje.

3.4.8.1 Numerična naprava shunt celice

Distribuirana enota vodenja vsebuje tudi zaščito oz. krmilnik za shunt celico.
Tradicionalno Shunt odklopnik povezujemo z obratovanjem z indirektno ozemljeno nevtralno točko preko nizkoohmskega upora. Njegov namen je v izločanju prehodnih zemeljskih stikov v 20 kV omrežju. Sestavljajo ga trije odklopniki z numerično napravo in ustreznim algoritmov, kateri zaznava okvarjeno fazo, ki jo za kratek čas tudi ozemlji in kasneje razzemlji.
Za svoje delovanje mora imeti numerična naprava shunt celice:

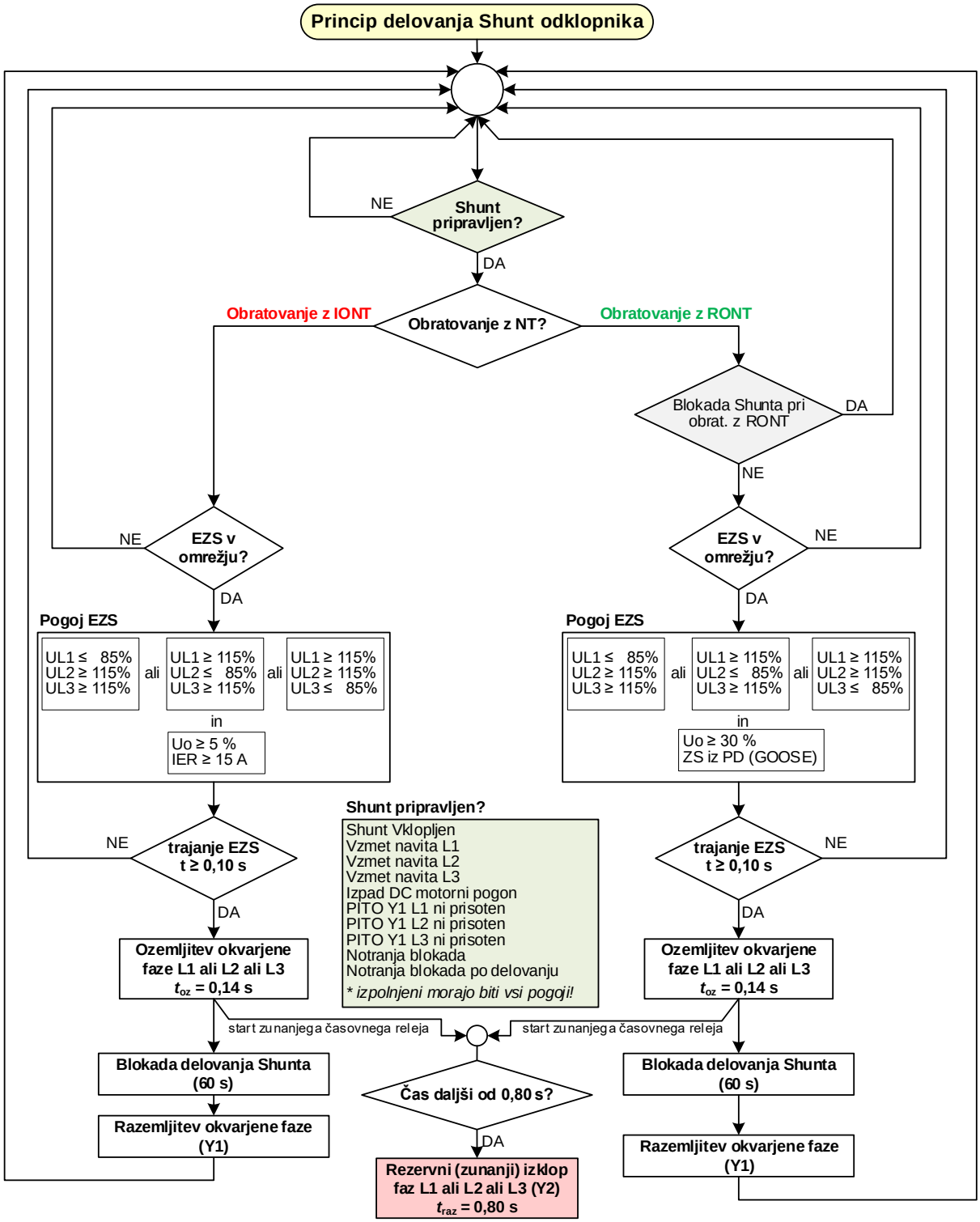
- meritev vseh treh faznih napetosti sistema (ponavadi iz merilne celice);
- meritev residualnega toka zvezdišča transformatorja skozi nizkoohmski upor;
- položajno signalizacijo stikalnih elementov;
- zunanjo kontrolo izklopnih tokokrogov za glavno izklopno tuljavico;
- zunanjo kontrolo izklopnih tokokrogov za pomožno izklopno tuljavico;
- izklop na drugo pomožno izklopno tuljavico, urejen s časovnim relejem in neodvisen od same numerične naprave;
- signalizacija izklopa s pomožno izklopno tuljavico na sosednji numerični napravi v sosednji celici;
- zunanjo preklopko za blokado delovanja;
- algoritem za zaznavo okvarjene faze pri enofaznem zemeljskem stiku z ustreznimi blokadami.

Za preizkušanje same numerične naprave shunt celice naj bo prigrajena še ustrezna preizkusna vtičnica.
Preklop delovanja shunt odklopnika na posamezni transformator je izvedeno s preklopom ustreznega odklopnika v sklopnih celicah in pa vmesnim tokovnim transformatorjem (5+5)/5 A, ki meri tok skozi upor na obeh transformatorjih.
Delovanje shunta je možno in smiselno tudi pri obratovanju transformatorja z resonančno nevtralno točko, kjer v primeru zemeljskega stika Petersenova dušilka kompenzira le del kapacitivnega toka (ponavadi v prekompenziranem stanju, preostali tok še vedno okrog 10 A ali 10% skupnega kapacitivnega toka omrežja). Na mestu okvare je še vedno prisoten tok, ki lahko vzdržuje oblok. Le tega se lahko dodatno "znebimo", v kolikor okvarjeno fazo v RTP-ju dodatno ozemljimo, kar pa lahko storimo s Shunt odklopnikom.
Pri obratovanju shunta v režimu obratovanja z resonančno nevtralno točko so podobne zahteve, kot pri uporu. Namesto informacije o toku skozi upor je pri tem režimu podatek o zemeljskem stiku, ki je pridobljen iz numerične naprave (regulator) Petersenove dušilke preko GOOSE sporočila. Prav tako je pri tem režimu predviden rezervni izklop, za kar uporabimo samostojen zunanji časovni rele.
Preklop med obema režimoma obratovanja naj bo avtomatski, izveden podobno z logiko kot pri vodnih celicah z možnostjo posamične blokade delovanja.
Enota vodenja in zaščite oz. numerična naprava shunt celice naj bo izvedena v eni napravi, vključena v redundantno povezavo po principu HSR/PRP z IEC 61850 ed.2 protokolom. Zaradi specifičnosti celice in naprave le ta ni pogojena z zahtevo po enovitosti naprav na 20 kV nivoju.
Za distribuirano enoto vodenja in zaščite shunt celice so zahtevane naslednje minimalne zaščitne funkcije:

- Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) neodvisnih nastavitev. Preklop nastavitev v odvisnosti od obratovanja nevtralne točke s pomočjo logike v ponujeni napravi in GOOSE sporočil iz 20 kV sklopnih celic in 20 kV transformatorskih celic. Pri tem je 1. grupa obratovanje z indirektno ozemljeno nevtralno točko, 2. grupa obratovanje z resonančno ozemljeno nevtralno točko, ostali dve sta rezervni. Preklop nastavitev skupin (grup) mora resetirati oz. ponastaviti posamezne zaščite in čase delovanj;
- 3U< trifazna podnapetostna zaščita v dveh stopnjah z nastavitvijo časovne zakasnitve. Nastavitev na fazno delovanje. Iz zaščite se mora pridobiti informacija o fazi okvare;

- 3U> trifazna nadnapetostna zaščita v dveh stopnjah z nastavitvijo časovne zakasnitve. Nastavitev na fazno delovanje. Iz zaščite se mora pridobiti informacija o fazi okvare;
- Uo> residualna nadnapetostna zaščita v dveh stopnjah z nastavitvijo časovne zakasnitve;
- Io> občutljiva zemeljskostična nadtokovna zaščita v dveh neodvisnih stopnjah. Meritev toka skozi upor.

Princip delovanja shunt odklopnika lahko prikažemo na naslednji sliki.



Slika 3-9: Poenostavljena shema delovanja shunt odklopnika

3.4.8.2 Kontrola izklopnih tokokrogov

Za kontrolo izklopnih tokokrogov (KIT) je potrebno uporabiti zunanje releje, ločeno za izklopni tuljavi A in B za 20 kV odklopnik za posamezno fazo po shemi dodatnega kontrolnega voda. Priključeni morajo biti v 20 kV omarici na koncu vezave izklopnih tokokrogov na DIN letev. Področje delovanja KIT-a je 80-110 % Un s časom delovanja ≤ 3,5 s, merilni tok mora biti ≤ 5 mA. Nadzor izklopnih tokokrogov mora biti izveden tudi v izklopljenem položaju odklopnika preko istih žičnih povezav in s pomočjo upora, vgrajenega v odklopniku. Pomožno napajanje mora biti galvansko ločeno od merilnega dela. Za signalizacijo mora KIT imeti vsaj 2 signalna kontakta COM-NO-NC. V primeru razmnožitve izklopnih kontaktov zaradi premajhnega števila kontaktov je potrebno uporabiti hitre pomožne releje in ne močnostnih relejev.

3.4.8.3 Časovni rele z zakasnjenim vklopom

Za rezervni izklop, neodvisno od vgrajene numerične naprave, uporabimo časovna releja za napetost 110 V DC. Funkcija časovnega releja naj bo časovno zakasnjena z nastavljivim časom med 0,1 in 4 s. Imeti mora vsaj en močnostni kontakt COM-NO-NC. V primeru po večjem številu signalnih kontaktov se naj uporabijo hitri pomožni releji in ne močnostnih relejev. Izdelani naj bodi za vgradnjo na DIN letev.

3.4.8.4 Tokovni merilni transformator 5+5/5 A

Za potrebe meritev residualnega toka iz obeh transformatorjev je potreben tokovni transformator 2×5/5 A. Ta sumarni transformator bo vgrajen v 20 kV omarici celice.

Opomba:
Priložena mora biti programska oprema za nadzor, programiranje funkcij in parametriranje nastavitev numeričnih naprav v 20 kV celicah ter branje oscilografij in zaščitnih dogodkov, vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj 5 uporabnikov.

3.5 VODENJE OBJEKTA

3.5.1 Splošno o vodenju objekta

Obravnavan RTP bo daljinsko voden objekt brez posadke. Iz tega sledi, da sta primarni in sekundarni del krmiljena na nivoju 110 V DC in 400/230 V AC popolnoma samostojna. Vsa zaščita, blokade, pogoni in naprave za vzdrževanje obratovalne pripravljenosti so neodvisne od načina in vodenja postaje.
Objekt v celoti vodi Elektro Maribor, za kasnejše morebitno vodenje 110 kV daljnovodnih polj s prečnima ločilnikoma Q11 in Q12 s strani ELES-a pa naj bo vse pripravljeno za čim lažjo ločitev.

3.5.2 Nivoji vodenja

V skladu z usmeritvami ELMB in ELES so v RTP-jih definirani naslednji nivoji krmiljenja:
za posamezni 110 kV del:

- lokalno mehansko na krmilnih omaricah VN polja 110 kV;
- lokalno električno na krmilnih omaricah VN polja 110 kV;
- lokalno električno na lokalnih panelih posameznega VN polja 110 kV;
- lokalno električno iz naprave vodenja (HMI) posameznih VN polj 110 kV;
- lokalno električno iz postajnega SCADA računalnika ELMB za vsa 110 kV polja;
- daljinsko električno iz DCV ELMB za vsa 110 kV polja;

za posamezni SN kV del ELMB:

- lokalno mehansko na krmilnih omaricah SN celic;
- lokalno električno na krmilnih omaricah SN celic – le transformatorskih celic;
- lokalno električno iz naprave zaščite in vodenja (HMI) posameznih SN celic;
- lokalno električno iz postajnega SCADA računalnika;
- daljinsko električno iz DCV.

Omarice na SN celicah bodo opremljene s preklopko lokalno/daljinsko samostojno ali v sklopu naprave zaščite in vodenja (HMI).

Na nivoju RTP za ELMB bo ena centralna dvopoložajna preklopka (vgrajena v omaro vodenja kot centralna preklopka) z naslednjo namembnostjo:

- položaj 1 = blokada (izklop) daljinskih komand;
- položaj 2 = daljinsko vodenje.

Celoten sistem vodenja in nadzora ter zaščite bo omogočal:

- lokalno krmiljenje RTP na vseh navedenih nivojih krmiljenja;
- daljinsko vodenje RTP z upoštevanjem stanja postrojev in vgrajenih preklopk delovanja na različnih nivojih krmiljenja in
- vedno delujočo zaščito po posameznih postrojih.

Sistem vodenja bo temeljil na enotni programski platformi, kar pomeni, da bodo programska oprema na postajnih komunikacijskih strežnikih in programska oprema na postajnem SCADA računalniku proizvodi istega proizvajalca.

3.5.3 Komunikacijska shema delovanja sistema zaščite in vodenja

V sklopu daljinskega vodenja bo oprema vgrajena v omari daljinskega vodenja.
V omari daljinskega vodenja ELMB bo naslednja oprema:

- komunikacijska mrežna oprema (stikala) v skladu z izbrano opremo za zaščito in vodenje;
- postajni komunikacijski računalnik z monitorjem velikosti zmožnosti postavitve v omari;
- postajni SCADA računalnik z monitorjem (postavljena na komandnem pultu);
- varnostni telekomunikacijski usmerjevalnik za sistem nadzora vodenja in zaščite ELMB;
- varnostni telekomunikacijski usmerjevalnik za sistem nadzora vodenja in zaščite ELES;
- sistem točnega časa (GPS).

Za naprave v 110 kV DV poljih in 110 kV vzdolžnem polju se pri postajnem vodilu uporabi redundantna povezava PRP. Preko istega vodila se izvede tudi nadzor zaščite iz RCV ELES (dostop prek dodatnega varnostnega telekomunikacijskega usmerjevalnika).

Za prenos signalov med distančno zaščito in KDZ napravo se naj uporabi GOOSE na postajnem vodilu.

Informacije za blokade se med delom 110 kV DV polj in 110 kV TR polj izmenjajo preko GOOSE sistema IEC 61850 ed.2.

Za 110 kV DV, vzdolžno polje in TR polja ter celice je potrebno zagotoviti za ELES:

- meritve (3×U, 3×I, P in Q). Meritve se morajo osvežiti nemudoma po spremembi, ki je večja od praga posamezne meritve (P = 0,1 MW, Q = 0,1 MVAr, U = 0,1 kV in I = 1 A), oziroma vsaj 1 krat v minuti;
- dvopoložajno signalizacijo primarne opreme opremljeno s časom in stanje stopnje regulacijskega stikala ter podatek načina delovanja regulacije (avtomatsko/ročno).

Prenos podatkov med RTP in DCV Elektro Maribor bo potekal po protokolu IEC 60870-5-104 (predvideva se dve povezavi). Prav tako mora biti predvidena ena povezava za nadzor vseh zaščit in dve ločeni povezavi za nadzor vodenja postajnega komunikacijskega računalnika in postajnega SCADA računalnika iz DCV ELMB. Izvede se tudi daljinski nadzor varnostnega telekomunikacijskega usmerjevalnika iz DCV ELMB.

Prenos podatkov med RTP in RCV ELES bo potekal po protokolu IEC 60870-5-104 (predvideva se dve povezavi). Prav tako mora biti omogočena ena povezava za nadzor 110 kV daljnovodnih zaščit, KDZ in dodatni dve ločeni povezavi za morebitni kasnejši nadzor vodenja postajnega komunikacijskega računalnika in postajnega SCADA računalnika iz RCV ELES. Izvede se tudi daljinski nadzor varnostnega telekomunikacijskega usmerjevalnika iz RCV ELES.

3.5.4 Oprema za vodenje na nivoju postaje

Naprave za vodenje bodo nameščene v omari, namenjeni vodenju RTP-ja. Omara vodenja naj bo dimenzij (š×g×v) 800×800×2000 mm s coklom 100 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm ter vgrajenim vrtljivim 19" okvirjem s kotom odpiranja sprednjih steklenih (pleksi) vrat 180°. Neuporabljen prostor naj bo zapolnjen v celoti s prekrivnimi ploščami višine 6U, 3U ali 1U. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani. Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka bo priključena na glavni ozemljilni sistemi, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost. Omare naj bodo protikorozijsko zaščitene z barvo odtenka RAL 7035. Na zadnji strani omare na lokaciji proti dnu dve rozeti za prezračevanje oz. dotok zraka.
V omari vodenja RTP-ja bo predvidoma nameščena naslednja oprema:

- enota vodenja pomožnih naprav;
- postajni komunikacijski računalnik z monitorjem, tipkovnico in miško;
- postajni SCADA računalnik z monitorjem, tipkovnico, miško in tiskalnikom (na/pod mizo v posebno omarico);
- GPS sprejemnik točnega časa;
- vsaj 2× mrežna SDN stikala IEC 61850 PRP za vodenje in zaščito 110 kV DV polj in 110 kV vzdolžnega polja (ELES);
- vsaj 2× mrežna SDN stikala IEC 61850 PRP za vodenje in zaščito 110 kV TR polj in 20 kV celic, pomožnih naprav ELMB;
- ustrezno število redundantnih vmesnikov HSR/PRP (RedBox);
- 1× varnostni telekomunikacijski usmerjevalnik za nadzor vodenja in zaščit ELMB;
- 1× varnostni telekomunikacijski usmerjevalnik za nadzor zaščit ELES.

3.5.4.1 Vodenje pomožnih naprav

V omaro daljinskega vodenja bo vgrajena enota vodenja za pomožne naprave. Omogočala bo nadzor omar enosmernega razvoda, izmeničnega razvoda, usmernika, razsmernika, vstopa, požara.

Enota vodenja pomožnih naprav naj ima naslednje funkcije:

- nadzor in krmiljenje pomožnih naprav (vsaj 8 komandnih izhodov);
- merilni vhodi (vsaj 4 analogni vhodi 4 – 20 mA);
- zajem signalov in kontrola vrednosti vhodnih veličin;
- za lokalni nivo vodenja mora biti na napravi vgrajen primerno osvetljen grafični prikazovalnik z živo enopolno shemo obeh dovodov =ND (HMI), funkcijska tipkovnica ter ustrezno število LED svetilk za prikaz alarmnih signalizacij;
- opremljanje signalov s točnim časom;
- samotestiranje.

Zagotovljena mora biti naslednja daljinska signalizacija in krmiljenje pomožnih naprav:

- krmiljenje:
  - kvitiranje lokalnih prikazovalnikov.
- dvopoložajna signalizacija:
  - odklopnikov =ND;
  - preklopke ročno/avtomatsko.
- alarmna signalizacija:
  - pomožnih naprav.
- meritve:
  - 110 V DC;
  - 400 V AC;
  - 230 V AC.

Podatki iz enote vodenja pomožnih naprav se prenašajo v postajni komunikacijski računalnik preko dveh parov optičnega kabla z redundantno povezavo HSR/PRP po principu dvojnega obroča (ringa) skladno s standardom IEC 61850 ed.2.

Opomba:
Priložena mora biti programska oprema za nadzor, programiranje funkcij in parametriranje nastavitev numerične naprave za vodenje pomožnih naprav ter branje oscilografij in zaščitnih dogodkov, vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj 5 uporabnikov.

3.5.4.2 Postajni komunikacijski računalnik

Postajni komunikacijski računalnik bo omogočal povezave vseh numeričnih naprav zaščite in vodenja ter numeričnih regulacijskih naprav regulacije napetosti na TR 110/20 kV in regulacije Petersenove dušilke s povezavo z DCV ELMB ter izmenjavo podatkov na objektu z ELES-om. Omogočati mora tudi zgoščevanje in razvrščanje podatkov. Nanj mora biti možen priklop numeričnih naprav različnih proizvajalcev.
Omogočati mora, da lahko vsak kanal komunicira z različnim protokolom.

Osnovne minimalne zahtevane lastnosti in funkcije naprave:
- brez vrtečih delov, industrijske gradnje;
- operacijski sistem renomiranega proizvajalca;
- tip ohišja mora biti 19″ »rack -mount«;
- kabli, miška, tipkovnica, USB priključki, LCD monitor skladen z razpoložljivim prostorom v omari vodenja, tehnologije IPS;
- dvojni SSD disk v RAID 1 konfiguraciji;
- redundantno napajanje;
- komunikacija z 2× RJ45 Ethernet vmesnikoma z napravami vodenja in zaščite ter ostalimi napravami preko IEC 61850 ed.2 v redundantni konfiguraciji skladni z IEC 62439-3 PRP (Parallel Redundancy Protocol);
- komunikacija v skladu s standardom IEC 60870-5-101 (dvosmerna komunikacijska povezava med obema postajnima komunikacijskima računalnikoma ELMB in ELES – kasneje, v kolikor bo ELES vgradil svoj komunikacijski računalnik);
- komunikacija s centrom vodenja po IEC 60870-5-104;
- sinhronizacija časa mora biti omogočena po NTP protokolu iz DCV ELMB, prav tako pa tudi preko GPS-a z NTP strežnikom;
- repliciranje podatkov lokalno SCADA/DCV-RCV:
  - sistem mora zagotavljati 100 % identičnost med podatki na lokalni SCADI in podatki poslani v DCV/RCV;
  - identičnost velja tako za informacijo, kot čas, kdaj se je zgodilo.
- omogočiti mora tudi oddaljeni (daljinski) dostop preko oddaljenega namizja (RDP);

3.5.4.3 Postajni SCADA računalnik

Za potrebe lokalnega vodenja na samem objektu je predviden postajni SCADA računalnik s SCADA sistemom. Nameščen bo pod komandno mizo posluževalca v primernem ohišju.

Postajni SCADA računalnik bo deloval neodvisno od postajnega komunikacijskega računalnika. Namen slednjega je, da v primeru izpada delovanja postajnega komunikacijskega računalnika, postajni SCADA računalnik zagotavlja vse funkcije lokalnega postajnega SCADA vodenja. Tega pogoja ni potrebno zadostiti za medsebojno izmenjavo signalov med morebitnima dvema komunikacijskima računalnika po IEC 60870-5-101.
Osnovne minimalne zahtevane lastnosti za postajni SCADA računalnik:
- brez vrtečih delov;
- operacijski sistem renomiranega proizvajalca;
- kabli, miška, tipkovnica, USB priključki;
- LCD monitor ≥ 27″ oz. skladen s razpoložljivim prostorom z IPS (In-plane switching) tehnologijo zaslona, resolucija ≥ 1920 × 1080 točk;
- dvojni SSD disk v RAID 1;
- redundantno napajanje;
- 2× RJ45 Ethernet vmesnika za komunikacijo z napravami vodenja in zaščite ter ostalih naprav preko IEC 61850 ed.2 v redundantni konfiguraciji skladni z IEC 62439-3 PRP (Parallel Redundancy Protocol);
- 1× RJ45 Ethernet vmesnik za parametriranje SDN stikal 20 kV ELMB za meritve;

- 2× RJ45 Ethernet vmesnik za parametriranje numeričnih naprav in za rezervo;
- 1× RJ45 Ethernet vmesnik za priklop tiskalnika;

Na postajnem SCADA računalniku bo nameščeno ustrezno okolje SCADA z naslednjimi minimalnimi lastnostmi:

- prikaz stanja opreme v realnem času;
- dogodki visoke resolucije, lista dogodkov, lista alarmov;
- časovni prikaz zgodovine poteka tokov, napetosti in moči, tudi v grafični obliki z možnostjo izvoza;
- komande z vgrajenimi blokadami;
- prikaz liste trenutnih in nepotrjenih alarmov;
- arhiviranje podatkov;
- poročila in izpisi na zahtevo operaterja;
- možnost parametriranja ciljnih uporabniških naprav z namestitvijo ustreznih licenčnih programov za parametriranje;
- spreminjanje/parametriranje posameznih parametrov (dodajanje novih polj, spremembe imen signalov, spremembe zapisov, spreminjanje protokola itd.) brez nevarnosti za korupcijo trenutno delujočega sistema;
- omogočiti mora tudi oddaljeni (daljinski) dostop.

3.5.4.4 Sistem točnega časa (GPS)

Za sistem točnega časa bo predvidena zunanja GPS naprava z naslednjimi zahtevami:

- brez vrtečih delov;
- redundantno napajanje;
- tip ohišja: 19" Rack-mount;
- način časovne sinhronizacije NTP in SNTP ter PTP;
- način priključitve v sistem Ethernet s 4× RJ45 mrežnimi priključki;
- sinhronizacijo naprav, ki so združljive z IEC 61850;
- sinhronizacijo vseh komponent v sistemu s točnostjo ≤ 1 ms;
- razlikovanje med zimskim in poletnim časom;
- zunanja GPS antena s priloženim kablom ustrezne dolžine;
- upravljanje in nadzor preko LAN/WAN;
- statusni izhod za signalizacijo okvare.

3.5.4.5 Komunikacijska mrežna oprema (stikala)

Komunikacijska mrežna oprema bo omogočala povezave vseh numeričnih naprav zaščite in vodenja ter numeričnih regulacijskih naprav regulacije napetosti na TR 110/20 kV in regulacije Petersenove dušilke z ustreznim postajnim komunikacijskim računalnikom. Za povezovanje z numeričnimi napravami mora omogočati IEC 61850 ed.2 protokol. Zaradi zanesljivosti se zahteva princip HSR/PRP redundantnih povezav.

Komunikacijska mrežna oprema bo omogočala tudi povezave vseh števčnih meritev in merilnikov KEE ter prenos v nadzorne centre meritev.

Za prenos meritev se naj predvidi naslednja mrežna stikala:

- SDN stikalo za prevzemno predajne, nadomestne in kontrolne meritve (ELES);
- serijski pretvornik RS485/ETH (ELES);
- SDN stikalo za prevzemno predajne, nadomestne in kontrolne meritve (ELMB):
- SDN stikalo za meritve KEE in SN celic ter LR (ELMB);
- stikalo za meritve SN celic in LR (ELMB);
- SDN stikala IEC 61850 PRP za vodenje in zaščito 110 kV DV polj in 110 kV vzdolžnega polja (ELES);
- SDN stikala IEC 61850 PRP za vodenje in zaščito 110 kV TR polj, 20 kV celic (ELMB), celice LR, regulatorja Petersenove dušilke;
- redundantni vmesniki (RedBox) IEC 61850 HSR/PRP.

3.5.4.5.1 Mrežna SDN stikala za meritve

Za potrebe prenosa meritev se zahtevajo mrežna SDN stikala z naslednjimi minimalnimi lastnostmi:

- upravljanje SDN (Software Defined Networking);
- izvedba za vgradnjo v 19" montažni okvir maksimalne višine 1U;
- brez vrtečih delov;
- redundantno napajanje;
- nadzor: na sprednji strani signalizacija LED vseh pomembnih informacij, tipka za test signalizacije LED, signalizacija delovanja/okvare posameznega napajalnika;
- samodiagnostika z relejskim izhodom za signalizacijo okvare;
- ustrezno število električnih ali optičnih vmesnikov, vsi na zadnji strani naprave:
  - za upravljanje oziroma lokalni in daljinski nadzor stikala mora biti na voljo namenski vmesnik s hitrostjo prenosa podatkov 1000 Mbps;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za sinhronizacijo časa (NTP);
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 1000 Mbps (RJ45) za medsebojno povezavo stikal;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za povezavo do TK ELES;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za povezavo do TK ELMB;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za priključitev števcev skupaj z upoštevano rezervo;
- podpora virtualnih omrežij (VLAN) 802.1Q;
- NTP sinhronizacija časa;
- podpora za PTP (IEEE 1588);
- RSTP;
- varnost:
  - privzeto mora na Ethernet priključku zavrniti vsak promet (deny-by-default);
  - kriptografsko varna komunikacija z nadzornim sistemom (NMS).
- upravljanje iz dveh obstoječih centralnih kontrolerjev SDN proizvajalca SEL, ki sta nameščena v Mariboru (OE-Uprava).

3.5.4.5.2 Serijski pretvornik RS485/ETH

Namen serijskega pretvornika RS485/ETH bo pretvorba RS485 komunikacije glavnih in kontrolnih števcev na Ethernet komunikacijo za prenos sistema števčnih meritev k ELES.

Zahtevane so naslednje minimalne lastnosti:

- izvedba za vgradnjo v 19" montažni okvir maksimalne višine 1U;
- brez vrtečih delov;
- redundantno napajanje;
- nadzor: na sprednji strani signalizacija LED vseh pomembnih informacij, tipka za test signalizacije LED, signalizacija delovanja/okvare posameznega napajalnika;
- samodiagnostika z relejskim izhodom za signalizacijo okvare;
- modularnost serijskih vmesnikov, vsaj do 16 priključkov RS485;
- integrirano Ethernet mrežno stikalo, možnost izbire optičnega in električnega priključka;
- NTP sinhronizacija časa;
- podpora za PTP (IEEE 1588).

3.5.4.5.3 Mrežno stikalo za meritve 20 kV celic in LR ELMB

Za potrebe prenosa meritev 20 kV celic in LR ELMB se zahteva mrežno stikalo z naslednjimi minimalnimi lastnostmi:

- upravljano (angl. Managed) mrežno stikalo;
- izvedba za vgradnjo v 19" montažni okvir maksimalne višine 1U;
- brez vrtečih delov;
- redundantno napajanje;
- nadzor: na sprednji strani signalizacija LED vseh pomembnih informacij, tipka za test signalizacije LED, signalizacija delovanja/okvare posameznega napajalnika;

- samodiagnostika z relejskim izhodom za signalizacijo okvare;
- ustrezno število električnih ali optičnih vmesnikov, vsi na zadnji strani naprave:
  - za upravljanje oziroma lokalni in daljinski nadzor stikala mora biti na voljo namenski vmesnik s hitrostjo prenosa podatkov 1000 Mbps;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za sinhronizacijo časa (NTP);
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 1000 Mbps (RJ45) za medsebojno povezavo stikal;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za povezavo do SDN stikala ELMB;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za priključitev števcev skupaj z upoštevano rezervo;
- podpora virtualnih omrežja (VLAN) 802.1Q;
- NTP sinhronizacija časa;
- podpora za PTP (IEEE 1588);
- RSTP;
- varnost:
  - port-based MAC security.
- upravljanje iz dveh obstoječih centralnih kontrolerjev SDN proizvajalca SEL, ki sta nameščena v Mariboru (OE-Uprava).

3.5.4.5.4 Mrežna SDN stikala IEC 61850 PRP za vodenje in zaščito

Za potrebe zaščit in vodenja se zahtevajo mrežna SDN stikala IEC 61850 PRP z naslednjimi minimalnimi lastnostmi:

- upravljanje SDN (Software Defined Networking);
- izvedba za vgradnjo v 19" montažni okvir maksimalne višine 1U;
- brez vrtečih delov;
- redundantno napajanje;
- nadzor: na sprednji strani signalizacija LED vseh pomembnih informacij, tipka za test signalizacije LED, signalizacija delovanja/okvare posameznega napajalnika;
- samodiagnostika z relejskim izhodom za signalizacijo okvare;
- ustrezno število električnih ali optičnih vmesnikov, vsi na zadnji strani naprave:
  - za upravljanje oziroma lokalni in daljinski nadzor stikala mora biti na voljo namenski vmesnik s hitrostjo prenosa podatkov 1000 Mbps;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za sinhronizacijo časa (NTP);
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 1000 Mbps (RJ45) za medsebojno povezavo stikal PRP IEC 61850;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za povezavo do TK usmerjevalnika (ELES ali ELMB);
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za nadzor KDZ DV polja;
  - optični s hitrostjo 100 Mbps / 1300 nm MM/LC konektor ali električni s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za priključitev naprav za zaščito in vodenje IEC 61850 in za KDZ naprave skupaj z upoštevano rezervo;
- podpora virtualnih omrežij (VLAN) 802.1Q;
- NTP sinhronizacija časa;
- podpora za PTP (IEEE 1588);
- RSTP;
- omogočeno mora biti ločevanje prometa po protokolih na posameznem ethernet priključku in posredovanje posameznega prometa preko omrežja po različnih poteh:
  - (MMS (Manufacturing Message Specification);
  - GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event);
  - SMV (Sampled Measured Values);
  - NTP;
  - PRP supervision.
- podprto mora biti posredovanje posamezne vrste prometa preko omrežja po različnih poteh;
- varnost:

  - privzeto mora na Ethernet priključku zavrniti vsak promet (deny-by-default);
  - kriptografsko varna komunikacija z nadzornim sistemom (NMS).
- upravljanje iz dveh obstoječih centralnih kontrolerjev SDN proizvajalca SEL, ki sta nameščena v Mariboru (OE-Uprava).

3.5.4.5.5 Redundantni vmesnik (RedBox) IEC 61850 HSR/PRP

Namen redundantnega vmesnika (RedBox) IEC 61850 HSR/PRP je, da se lahko naprava z enim komunikacijskim vmesnikom poveže v dve omrežji na način, da je v celoti zagotovljena PRP (Parallel Redundancy Protocol) funkcionalnost.

Zahtevane so naslednje minimalne lastnosti:
- izvedba za pritrditev na DIN montažno letev;
- brez vrtečih delov;
- redundantno napajanje;
- Ethernet komunikacijski vmesniki morajo izpolnjevati naslednje zahteve:
  - vsi vmesniki morajo biti izvedeni kot optični priključki 10/100 Base-FX multi-mode z naslednjimi zahtevami:
    - Ethernet priključek 100-Mbps za priključitev na napravo, katere funkcionalnost se razširja na PRP;
    - dva Ethernet priključka 100-Mbps v redundantni konfiguraciji skladni z IEC 62439-3 HSR (High-availability Seamless Redundancy):
- "Zero Recovery Time" v primeru okvare omrežja;
- podprto mora biti pošiljanje in sprejemanja GOOSE sporočil.

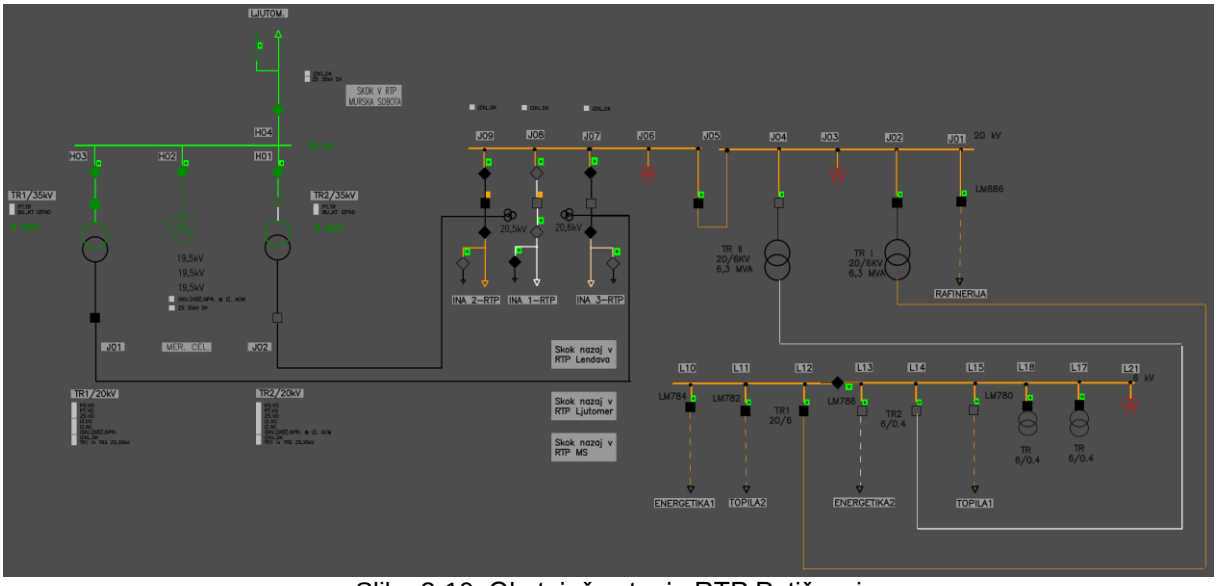
3.5.4.6 Telekomunikacijski usmerjevalnik za nadzor zaščit in vodenja

Za potrebe daljinskega nadzora zaščit in vodenja ELMB in ELES je potrebno predviditi ustrezen varnostni telekomunikacijski usmerjevalnik (za ELES in za ELMB), ki bo priključen na mrežna SDN stikala IEC 61850 PRP.

Zahtevane so naslednje minimalne lastnosti:
- izvedba za vgradnjo v 19" montažni okvir maksimalne višine 3U;
- brez vrtečih delov;
- redundantno napajanje;
- samodiagnostika z relejskim izhodom za signalizacijo okvare;
- možnost nadgradnje programske opreme;
- možnost nadgradnje strojne opreme (možnost dodajanja oziroma spreminjanja modulov);
- vsaj trije električni vmesniki s hitrostjo 1 Gbps (optika/elektrika);
- vsaj štirje električni 100/1000 Mbps (RJ45), vsaj dva vmesnika morata omogočati delovanje v PRP (PRP se lahko izvede z RedBox, v primeru vgradnje RedBox mora le ta izpolnjevati zahteve iz poglavja Redundantni vmesnik (RedBox) IEC 61850 HSR/PRP;
- vsaj dva električna 100/1000 Mbps (RJ45) za povezavo s postajnim komunikacijskim računalnikom;
- vsaj dva električna vmesnika s hitrostjo 100/1000 Mbps (RJ45) za rezervo;
- podpora virtualnih omrežij (VLAN) 802.1Q;
- NTP sinhronizacija časa;
- podpora protokolu VRRP ali podobno;
- funkcionalnost požarne pregrade;
- podpora preslikovanju naslovov (NAT 1:1).

3.5.5 Oprema za vodenje RTP Petišovci

Ker so RTP Petišovci 35/20 kV vodeni iz RTP Lendava, se planira tudi ureditev in navezava vodenja RTP Petišovci na novo vodenje v RTP Lendava. Od zaščitne opreme se obdrži vsa oprema, zamenja se enoto vodenja z dovolj ustreznimi analognimi vhodi, digitalnimi vhodi in izhodi. Obstoječo serijsko komunikacijo (štiri žično) med RTP Lendava in RTP Petišovci se zamenja z optično povezavo.
Prikaz sheme RTP Petišovci mora biti na lokalni SCADA v RTP Lendava, omogočeno mora biti manipuliranje s stikalnimi elementi iz lokalne SCADA in DCV Elektro Maribor.



Slika 3-10: Obstoječe stanje RTP Petišovci

3.6 MERITVE IN KONTROLA KAKOVOSTI ELEKTRIČNE ENERGIJE

3.6.1 Kakovost električne energije

V smislu veljavnih Splošnih pogojev z dobavo in odjem električne energije, je potrebno vzpostavit sistem trajnega monitoringa kakovosti električne energije. Opremo je potrebno montirati na primopredajnih mestih med prenosnim in distribucijskim omrežjem, ki so praviloma v RTP 110/20 kV.
V TR omare je potrebno vgraditi po dva instrumenta za trajni nadzor kakovosti električne napetosti tipa npr. Janitza UMG512-PRO (en za 110 kV in en za 20 kV del) razreda A. Ta merilni sistem mora biti kompatibilen z obstoječim sistemom za spremljanje kakovosti električne energije, v katerega so vključeni monitorji proizvajalca Janitza.
Spremljanje KEE bo:

- Analizator 1 – napetost in tok (L1, L2 in L3) na 110 kV strani TR;
- Analizator 2 – napetost in tok (L1, L2 in L3) na 20 kV strani TR.

Zahtevani so trifazni analizatorji za trajno spremljanje kakovosti električne energije na 110 kV in 20 kV nivoju v RTP. Opremljeni morajo biti obvezno z Ethernet priključkom in RS232 ali RS485 komunikacijskim vmesnikom. Omogočena mora biti montaža na vrata omaric in z uporabo posebnega nosilca, tudi na DIN letev. Analizatorjem mora biti priložena programska oprema za parametriranje na daljavo in/ali na terenu, analiziranje in delo z bazo podatkov (SQL).

3.6.2 Prevzemno predajne, nadomestne in kontrolne meritve

V RTP 110/20 kV bodo izvedene prevzemno predajne meritve na 110 kV strani energetskih transformatorjev. Prav tako bodo izvedene nadomestne meritve na 20 kV strani energetskih transformatorjev. V 110 kV DV poljih bodo izvedene kontrolne meritve.
V RTP se prevzemno predajne, nadomestne in kontrolne meritve električne energije in moči med prenosnim in distribucijskim sistemom izvedejo na:

- vseh 110 kV TR poljih (obračunske merilne točke);
- vseh 20 kV TR celicah (nadomestne merilne točke);
- vseh 110 kV DV poljih (kontrolne merilne točke).

Na vseh merilnih točkah se vgradijo panelni precizijski števci (npr. Landis+Gyr, CEWE) za vgradnjo v 19 colska ohišja z vsaj enim RS485 vmesnikom in dvema neodvisnima Ethernet vmesnikoma. Prvi Ethernet komunikacijski kanal služi komunikacijskim potrebam prenosnega operaterja ELES, drugi Ethernet pa komunikacijskim potrebam pogodbenega izvajalca nalog distribucijskega operaterja Elektro Maribor. RS485 se uporabi za nadomestne (rezervne) meritve ELES.
Precizijski števci morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

- merjenje delovne energije v obeh smereh pretoka energije v vseh fazah skupaj in ločeno po fazah;
- merjenje jalove energije v obeh smereh pretoka energije in po kvadrantih v vseh fazah skupaj;
- merjenje navidezne energije v obeh smereh pretoka energije v vseh fazah skupaj (S+=Q1+Q4, S-=Q2+Q3);
- merjenje delovne moči v obeh smereh pretoka energije v vseh fazah skupaj in po fazah (P+=Q1+Q4, P-=Q2+Q3);
- merjenje jalove moči v obeh smereh pretoka energije v vseh fazah skupaj (Q+=Q1+Q2, Q-= Q3+Q4);
- merjenje navidezne moči v obeh smereh pretoka energije v vseh fazah skupaj (S+=Q1+Q4, S- = Q2+Q3);
- merjenje trenutnih in povprečnih moči v vseh fazah skupaj;
- razred točnosti za delovno energijo 0,2S skladno z SIST EN 62053-22;
- razred točnosti za jalovo energijo 0,5S skladno z SIST EN 62053-24;
- merjenje delovne energije v dveh smereh ter jalove v vseh štirih kvadrantih in kombiniranih kvadrantih;
- nazivni tok In = 1/5 A (Imax = 2 × In), nazivna fazna napetost 3×100/√3 V, fn=50 Hz;
- primarno merjenje, prestavno razmerje tokovnih in napetostnih transformatorjev mora biti nastavljivo preko optičnega vmesnika na števcu (protokol SIST EN 62056-21 in/ali SIST EN 62056-46);
- ura realnega časa s koledarjem in TOU;
- možnost daljinske in lokalne sinhronizacije točnega časa;
- nastavljiva merilna perioda shranjevanja podatkov v FIFO pomnilnik (vsaj med 1 in 60 minut);
- registriranje bremenske krivulje (minimalno 8 kanalov);
- LCD zaslon za prikaz izmerjenih vrednosti in ostalih parametrov števca;
- podpirati mora tri neodvisne in sočasne komunikacije po protokolu DLMS/COSEM skladno z IEC 62056-42/46/53/61/62 (Ethernet in RS-485 vmesniki) za prenos merilnih podatkov in dogodkov v ločene neodvisne sisteme daljinskega odčitavanja števcev in sicer:
  - 2× Ethernet;
  - 1× RS485.
- kapaciteta pomnilnika mora zadoščati vsaj za obdobje 20 dni pri osmih izbranih merjenih veličinah shranjevanja v 15 minutni periodi shranjevanja;
- izvedba za vgradno namestitev v 19" okvir, z ESSAILEC priključki, ki omogočajo kratko sklenitev tokovnih vej v primeru odstranitve števca;
- odobritev tipa merila s strani Urada za meroslovje RS ali druge EU akreditirane inštitucije in izjava o skladnosti merila s standardi ter predpisi.

Komunikacijska mrežna oprema mora omogočati povezave vseh števcev v omari meritev z RCV ELES in DCV Elektro Maribor v skladu z zahtevano blokovno shemo. Pretvorbo RS485 na mrežno komunikacijo mora izvesti ustrezen komunikacijski pretvornik z ustreznim številom komunikacijskih vrat. Tehnične zahteve za komunikacijsko opremo za potrebe meritev so podane v predhodnih.
Panelni precizijski števci s pripadajočo komunikacijsko opremo bodo nameščeni v omari števčnih meritev. Omara števčnih meritev naj bo dimenzij (š×g×v) 800×800×2000 mm s coklom 100 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm ter vgrajenim vrtljivim 19" okvirjem s kotom odpiranja sprednjih steklenih (pleksi) vrat 180°. Neuporabljen prostor naj bo zapolnjen v celoti s prekrivnimi ploščami višine 6U, 3U ali 1U. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani. Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka bo priključena na glavni ozemljilni sistemi, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost. Omare naj bodo protikorozijsko zaščitene z barvo odtenka RAL 7035.

3.6.3 Trifazni industrijski merilni centri v izvodnih in rezervnih celicah, celici lastne rabe in v =ND razdelilniku

V 20 kV stikališču se vgradi merilna in komunikacijska oprema za merjenje električne energije v vsako izvodno celico, kompenzacijsko (rezervno) celico, celico lastne rabe in v =ND razdelilec, ki omogoča po metodi PUSH v skoraj realnem času pošiljanje telegramov.
Primarni in sekundarni tokokrogi MNT morajo biti varovani pred kratkimi stiki. Zaščitne naprave je treba izbrati in namestiti tako, da je mogoče opaziti njihovo stanje, prav tako mora biti izvedena daljinska signalizacija v center vodenja, kjer mora biti avtomatsko poslana preko SMS sporočila določenim delavcem v službi za merjenje električne energije. Zaščitne naprave sekundarnih tokokrogov je potrebno namestiti čim bližje MNT. Določilo ni obvezujoče v 20 kV stikališčih, kjer so nameščene s plinom izolirane stikalne naprave.
Prerez vodnikov merilnih tokokrogov mora biti izbran tako, da padec napetosti med sekundarnimi sponkami MNT in priključnimi sponkami električnega števca, ni višji od:

- 0,05 % merilne napetosti pri razredu točnosti 0,2 za obračunske meritve in
- 0,1 % merilne napetosti pri razredu točnosti 0,5 za obratovalne meritve.

Minimalne zahteve glede merjenja električnih energij in moči:

- merjenje delovne energije v obeh smereh pretoka energije po fazah in v vseh fazah skupaj (A+=Q1+Q4, A-=Q2+Q3);
- merjenje jalove energije v obeh smereh pretoka energije po fazah in v vseh fazah skupaj (R+=Q1+Q2, R-= Q3+Q4);
- merjenje jalove energije v vseh štirih kvadrantih v vseh fazah skupaj (Q1, Q2, Q3 in Q4);
- merjenje navidezne energije v obeh smereh pretoka energije v vseh fazah skupaj (S+=Q1+Q4, S-=Q2+Q3);
- merjenje delovne moči v obeh smereh pretoka energije po fazah in v vseh fazah skupaj (P+=Q1+Q4, P-=Q2+Q3);
- merjenje jalove moči v obeh smereh pretoka energije po fazah in v vseh fazah skupaj (Q+=Q1+Q2, Q-= Q3+Q4);
- merjenje navidezne moči v obeh smereh pretoka energije v vseh fazah skupaj (S+=Q1+Q4, S-=Q2+Q3);
- merjenje trenutnih in povprečnih moči po fazah in v vseh fazah skupaj.

Minimalne zahteve glede merjenja električne napetosti, toka in frekvence:

- tok po fazah;
- napetost po fazah;
- frekvenca in faktor moči ($\cos\varphi$ /$tg\varphi$).

Zraven merjenja trenutnih vrednosti mora števec omogočati meritve nekaterih parametrov kakovosti električne energije v časovni periodi, ki jo določa SIST EN 50160 (podnapetosti, nadnapetosti, kratkotrajni in dolgotrajni izpadi, itd.). Merilna perioda (MP) je tako 10 min. Števec ni uradno merilo za ugotavljanje dejanskih značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih, ampak je zgolj indikator, za spremljanje nekaterih značilnosti, ki distribucijskemu operaterju omogočajo pravočasno ukrepanje.
Merjenje in prikaz parametrov kakovosti energije in ostalih podatkov za potrebe učinkovitega upravljanja omrežja obsega:

- efektivne vrednosti napetosti po fazah;
- tok po fazah;
- povprečni faktor moči po fazah in skupaj v obeh smereh pretoka energije;
- THD v napetosti in toku;
- izpadi napetosti;
- nihanja napetosti (nadnapetosti, podnapetosti).

Za merilne tokovne (MTT) in merilne napetostne transformatorje (MNT) je skladno s predpisi zahtevan Certifikat o odobritvi tipa merila izdanega ali potrjenega s strani Urada RS za meroslovje in prva overitev.

3.7 LASTNA RABA

Da bo vsa ta tehnika delovala pravilno in zanesljivo, je potrebno zagotoviti še sistem lastne rabe, ki vsebuje izmenično napetost 0,4 kV, presmerjeno izmenično napetost in enosmerno napetost.
Vsa signalizacija lastne rabe bo speljana na enoto vodenja pomožnih naprav v omari daljinskega vodenja.

3.7.1 Transformator lastne rabe

Za napajanje izmenične lastne rabe je predviden obstoječi transformator lastne rabe.

3.7.2 Glavni razdelilnik 0,4 kV AC razvoda (=ND)

Glavni razdelilnik 0,4 kV AC razvoda (=ND) bo priključen na TR LR1 in zunanji dovod iz 0,4 kV.
Omara glavnega razdelilnika 0,4 kV AC razvoda (=ND) naj bo dimenzij (š×g×v) 1300×2000×600 mm s coklom 200 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani (dvodelna vrata). Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka bo priključena na glavni ozemljilni sistem, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost. Omara naj bo protikorozijsko zaščitena z barvo odtenka RAL 7035.
Poleg celotne funkcionalnosti mora razdelilnik =ND zagotoviti sledeče detajle in sicer se:

- vgradi dva močnostna odklopnika 3-polna (-Q101, -Q102) z motornim pogonom in signalnimi položajnimi kontaktni z In 250 A ter se zagotovi daljinsko signalizacijo obeh odklopnikov;
- zagotovi avtomatski preklop med dovodoma v primeru izpada napajalne napetosti na enem od dovodov oz. z indikacijo napetosti (podnapetostni rele) se mora po določenem času izključiti 0,4 kV stikalo prvega dovoda in se mora vključiti drugo stikalo dovoda;
- vgradi trifazni industrijski merilni center.

Zahtevani karakteristični podatki glavnega 0,4 kV razdelilnika =ND naj bodo:

- Un = 0,4 kV nazivna napetost;
- In = 250 A nazivni tok dovoda > 243 A (160 kVA);
- Ik = 6,3 kA kratkostični 1 s tok;
- Ikud = 15,75 kA udarni kratkostični tok;
- TN-C-S zaščitni sistem.

3.7.3 AKU baterije 110 V DC

Baterija mora ustrezati tehničnim zahtevam in nalogi, da zanesljivo napaja naprave zaščite, vodenja, krmiljenja in signalizacije ter pomožne razsvetljave. Zahtevana kapaciteta baterije mora zagotavljati ustrezno napajanje v zahtevanem časovnem intervalu. Baterija mora biti proizvedena in preizkušena po veljavnih IEC, DIN ali enakovrednih mednarodnih ali nacionalnih standardih.
Baterija mora biti v OPzS tehnologiji. Ustrezati mora IEC 60896-1, DIN 40736, EN 60896 ali drugim potrjenim standardom za baterije.
Sestavljena mora biti iz 52 (največ 56) zaporedno vezanih celic, 350 (250) Ah.
Ohišja celic morajo biti odporna na vse kemične, toplotne in mehanske vplive, izdelana morajo biti iz ustreznega plastičnega materiala, ki je prozoren ali prosojen za lahko in hitro kontrolo količine elektrolita v posamezni celici.
Baterija mora biti nameščena na ustrezen korozijsko zaščiten protipotresno odporen podstavek v dveh vrstah. Podstavek mora biti stabilen, opremljen s skledo za zajem izpuščenega elektrolita po slovenski zakonodaji v primeru poškodbe ohišja celic. Baterija bo postavljena v baterijski prostor, ki bo ustrezno naravno prezračevan.
Priključitev baterije na sistem enosmerne lastne rabe bo preko ustrezne baterijske priključne omarice.

3.7.4 Redundantni modularni brezprekinitveni sistem 110/48 V DC / 230 V AC moči 12 kVA

Redundantni modularni napajalni sistem bo namenjen brezprekinitvenemu napajanju sodobne telekomunikacijske opreme in drugih kritičnih porabnikov z izmenično sinusno napetostjo 230 V ter enosmernimi napetostmi 110 V in 48 V.

Brezprekinitvenost napajalnega sistema bo zagotavljala zunanja baterija z minimalno 52 in maksimalno 56 svinčevimi celicami (2V), glede na število celic mora usmernik/polnilec omogočati nastavitev izhodne/vzdrževalne napetosti, ki je obenem tudi vhodna napetost razsmernika, razpon vhodne enosmerne napetosti razsmernika mora omogočati normalno delovanje v območju od 1,6 V/celico do 2,6 V/celico. V primeru izpada mrežne napetosti se razsmernik 230 V, 50 Hz na vhodu napaja neposredno iz baterije, prav tako tudi porabniki 110 V DC, medtem ko se porabniki 48 V DC napajajo preko pretvornika iz 110 V DC ali 230 V AC.
V smislu nivojev enosmernih napetosti napajalni sistem tvorita dva osnovna sklopa, in sicer sklop z enosmerno napetostjo 110 V, kateri je priključen neposredno na zunanjo baterijo 110 V, in 48 V sklop, ki nima lastne baterije, pač pa se napaja iz baterije preko močnostnega pretvornika. V 110 V DC sklop spada tudi razsmernik, ki zagotavlja brez prekinitveno napajanje AC porabnikov 230 V.
Osnovni gradniki napajalnega sklopa 110 V DC / 230 V AC so pretvorniški moduli s tremi dvosmernimi pretvorniškimi kanali, kateri omogočajo pretvorbo napetosti in pretok energije na vsakem kanalu v obe smeri, kar pomeni, da je vsak od pretvorniških kanalov v modulu dejansko lahko vhod ali izhod.
Za napajanje porabnikov z napetostjo 48 V DC se uporabijo pretvorniški moduli z vhodom 110 V DC ali 230 V AC.
Vsi močnostni pretvorniški moduli izkoriščajo visoko-frekvenčno stikalno tehniko pri pretvorbi električne energije, kar zagotavljala popolnoma reguliran in izoliran izhod od vhoda. Vhod modulov mora omogočati širok razpon vhodne napetosti. Moduli morajo delovati v povezavi z nadzorno enoto, ki jim ob vsaki vstavitvi v sistem preko CAN vodila najprej nastavi vrednosti privzetih obratovalnih parametrov in jih med obratovanjem krmili in nadzoruje. Pri okvari nadzorne enote ne sme priti do nikakršnih sprememb v napajanju sistema – moduli obratujejo samostojno po privzetih nastavitvah.
Vsi moduli morajo biti hitro zamenljivi med samim delovanjem in pod obremenitvijo. Nastavljivi parametri modulov morajo biti nastavljivi preko nadzorne enote brez uporabe dodatne strojne in programske opreme.
Moduli morajo biti opremljeni z LED sinoptičnimi elementi, ki omogočajo enostavno razpoznavanje stanja modula. Moduli morajo biti zaščiteni pred pregrevanjem z omejitvijo izhodne moči. Če se temperatura nepredvideno dvigne, se morajo moduli selektivno izključiti in ponovno samodejno vključiti, ko temperatura upade.
Hlajenje pretvorniških modulov bo naravno ali prisilno z možnostjo menjave ventilatorjev brez poseganja v notranjost modula.
Za napajanje porabnikov 110 V DC in 230 V AC morajo biti v sistem v začetni konfiguraciji vgrajeni minimalno 3 pretvorniški moduli 110 V DC / 230 V AC z skupno izhodno močjo enako ali večjo od 9 kVA, sistem mora biti razširljiv in pripravljen za vgradnjo dodatnih modulov, s čimer bo mogoče povečati redundantnost sistema oziroma moč sistema na končno moč vsaj 12 kVA brez kakršnih koli predelav na sistemu.
Faktor moči kW/kVA mora biti vsaj 0,9. Ne glede na trenutno razmerje med AC in DC močjo porabnikov, mora biti sistem sposoben dinamično v razmerju, kot ga določajo porabniki, med AC in DC močjo napajati tako AC kot DC porabnike, fiksna moč modula za napajanje DC ali AC porabnikov mora biti manjša od 10% skupne instalirane izhodne moči, kar odpravlja omejitve pri izbiri naprav glede vrste napajanja in zmanjšuje potrebe po skupni moči sistema. Pretvorniški moduli morajo omogočati dvosmerni pretok energije med vsemi vhodi in izhodi.
Sistem bo zaščiten z ustreznimi 2p DC odklopniki na DC kanalih in ustreznimi odklopniki na vseh AC kanalih ter opremljen z vsemi ostalimi zaščitami, ki zagotavljajo najvišjo raven varnosti in ustrezno selektivnost delovanja zaščit.
Sistem bo na mrežnih vhodih opremljen s prenapetostnimi odvodniki kategorije II (C).
Nastavljivi parametri sistema morajo biti v celoti nastavljivi daljinsko preko spletnega vmesnika in lokalno preko zaslona sistemske nadzorne enote brez uporabe dodatne strojne in programske opreme.
Razsmerniški sklop bo opremljen z ročnim obvodnim stikalom min. nazivne moči 12 kVA, ki bo omogočal ročni preklop porabnikov brez prekinitve na direktno napajanje iz mrežnega vira za potrebe servisiranja itn.
Izhodna napetost porabnikov mora biti ves čas stabilizirana in sinusne oblike – porabniki morajo biti zaščiteni pred vsemi vplivi iz omrežja z dvojno pretvorbo mrežne napetosti (AC-DC/DC-AC).
Pretvorniški sklop 48 V DC mora zagotavljati zanesljivo napajanje opreme s tipsko enosmerno napetostjo 48 V. Za napajanje porabnikov 48 V DC morajo biti v sistem v začetni konfiguraciji vgrajeni minimalno 3 pretvorniški moduli 110 V DC / 48 V DC oziroma 230 V AC / 48 V DC s skupno izhodno močjo enako ali večjo od 2 kW ob redundantnosti (n+1), sistem mora biti razširljiv in pripravljen za vgradnjo dodatnih modulov, s čimer bo mogoče povečati redundantnost sistema oziroma moč sistema na končno moč vsaj 3 kW brez kakršnih koli predelav na sistemu.

Sistem bo zaščiten z ustreznimi 2p DC odklopniki na vhodu in izhodu. Nadzor sistema bo enoten za 110 V DC sklop in 48 V DC sklop.

3.7.5 Razdelilnik izmenične in presmerjene napetosti (=NE, =NJ)

Splošna lastna raba bo priključena na transformator LR 20/0,4 kV. Razdelilnika splošne (=NE) in razsmerjene (=NJ) izmenične napetosti bosta medsebojno povezana preko odklopnika in preklopnega stikala.
Omara Razdelilnika izmenične in presmerjene napetosti (=NE, =NJ) naj bo dimenzij (š×g×v) 1700×2000×600 mm s coklom 200 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani (dvodelna vrata). Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka PE bo priključena na glavni ozemljilni sistem, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost, za izvedbo TN-C-S zaščitnega sistema. Omara naj bo protikorozijsko zaščitena z barvo odtenka RAL 7035.
Karakteristični podatki glavnega 0,4 kV razdelilnika (=NE) naj bodo:

- Un = 3×400/230 V nazivna izmenična napetost, 50 Hz;
- In = 250 A nazivni tok zbiralk;
- Ik = 10 kA kratkostični 1 s tok;
- Ikud = 25 kA udarni kratkostični tok;
- TN-C-S zaščitni sistem.

Na vratih razdelilnika (=NE) bodo nameščeni merilniki toka in napetosti, signalni tablo ter ostala oprema za krmiljenje in signalizacijo glavnih dovodov.
Karakteristični podatki razdelilnika presmerjene izmenične napetosti (=NJ) naj bodo:

- Un = 230 V nazivna izmenična napetost, 50 Hz;
- In = 63 A nazivni tok zbiralk;
- Ik = 10 kA kratkostični 1 s tok;
- Ikud = 25 kA udarni kratkostični tok;
- TT zaščitni sistem.

Na vratih razdelilnika (=NJ) bodo nameščeni merilniki toka in napetosti, signalni tablo ter ostala oprema za krmiljenje in signalizacijo glavnih dovodov.

3.7.6 Razdelilnik enosmerne napetosti 110 V DC (=NK)

Razdelilnik enosmernega razvoda (=NK) bo priključen preko odklopnika na usmernik. V normalnem obratovalnem stanju se bo razdelilnik napajal iz usmernika.
Omara Razdelilnika enosmerne napetosti (=NK) naj bo dimenzij (š×g×v) 1700×2000×600 mm s coklom 200 mm in s kovinskim podstavkom višine cca 300 mm. Dostop v omaro naj bo s sprednje in zadnje strani (dvodelna vrata). Osvetlitev omare naj bo z LED razsvetljavo in vtičnicami ter bakreno ozemljitveno zbiralko z najmanjšim presekom 3×0,5 cm, ki mora potekati v celotni dolžini omare. Ozemljitvena zbiralka PE bo priključena na glavni ozemljilni sistem, nanjo pa bodo priključeni vsi kovinski deli v omari, ki niso pod napetostjo. Uvod kablov bo s spodnje strani na način, ki zagotavlja EMC ustreznost. Omara naj bo protikorozijsko zaščitena z barvo odtenka RAL 7035.
Karakteristični podatki razdelilnika enosmerne napetosti (=NK) naj bodo:

- Un = 110 V DC nazivna napetost;
- In = 160 A nazivni tok dovoda;
- Ik = 10 kA / 1 s kratkostični tok;
- Sistem neozemljen s kontrolo izolacije IT.

4 OBVEZNE OBVEZE PROJEKTANTA PRI IZDELAVI DOKUMENTACIJE

4.1 Splošni pogoji

Projektant izdela in vodi obrazce skladno s Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov (Uradni list RS, št. 30/23).
Projektant bo novogradnjo optimiziral iz ekonomskega in racionalnega vidika, da bo zagotovljena funkcionalnost, kot je zahtevana v projektni nalogi.
Projektant mora upoštevati, da je objekt industrijske narave in da morajo biti rešitve takšne, da je vzdrževanje enostavno in z minimalnimi stroški v času življenjske dobe.
Zasnovo objekta in prostorov mora biti prilagojena namenu in potrebam te projektne naloge.

4.2 Zakonodaja

Upoštevati je potrebno vso veljavno slovensko in evropsko zakonodajo in standarde ter ravnati v skladu z dobro inženirsko prakso.

4.3 Drugi dokumenti

Poleg veljavne zakonodaje in predpisov je pri načrtovanju in izdelavi projektne dokumentacije potrebno upoštevati še naslednje dokumente:

- Sklenjeno pogodbo.
- To projektno nalogo.
- Vsakokrat veljavno tipizacijo Elektro Maribor in ELES.
- Projektne pogoje oziroma mnenja h gradnji.
- Geodetske posnetke oziroma podatke o poteku obstoječe infrastrukture.
- Geološke razmere tal.
- Podatke o predvidnem GIS postroju in ostalih napravah.
- Dokumentacijo proizvajalcev opreme.
- Študijo požarne varnosti in Izkaz požarne varnosti.
- Vse pisne dogovore z odgovornim predstavnikom naročnika.
- Zapisnike in beležke, ki so pomembni za objekt in jih bo dostavil investitor.

4.4 Zagotovitev elektromagnetne združljivosti (EMC)

Za vso dobavljeno opremo vodenja, zaščite in meritev, morajo biti izvedeni zaščitni in varnostni ukrepi za odstranitev oz. ublažitev elektromagnetnih motenj, ki vplivajo na delovanje vseh občutljivejših električnih naprav.

Posamezne komponente krmilnih sistemov in vsa ostala sekundarna oprema bo izpostavljena raznim zunanjim elektromagnetnim vplivom, ki jih stalno povzročajo prisotne elektroenergetske naprave, občasno pa tudi posamezne okvare na teh napravah. Med tovrstne motnje lahko štejemo tudi vse atmosferske razelektritve. Motnje lahko povzročajo nepravilno delovanje sekundarne elektro opreme in z njimi povezanih naprav ali pa celo nezaželeni izpad posameznega sklopa postaje. Elektromagnetne motnje delimo na naravne in na tiste, nastale zaradi prisotnosti drugih energetskih in elektronskih naprav.

Naravne motnje so predvsem atmosferske motnje. Vse ostale motnje pa so posledica prisotnosti drugih električnih naprav, ki stalno povzročajo različne motnje, kot so nihanje napetosti, onesnaženje z višjimi harmoniki, razni stikalni manevri bližjih elektroenergetskih stikalnih naprav, hitri in ultra hitri prehodni pojavi in tudi hitre tokovne in napetostne spremembe.

Viri motenj so tudi fluorescentne svetilke, napajalne enote, usmerniške in razsmerniške naprave, pogoni v sklopu lastne rabe, kontaktorji, elektromagnetni ventili in podobno.

Zagotovitev elektromagnetne kompatibilnosti dosežemo z različnimi ukrepi.

Razpored opreme v omarah in konstrukcija omar:

- kabli in polaganje kablov;

- izenačevanje potencialov v objektu;
- oklaplanje in ukrepi za zmanjšanje elektromagnetnih motenj;
- izvedba ozemljitev in strelovodne napeljave.

Za sekundarne tokokroge v poljih se morajo uporabljati predpisani kabli in upoštevati naslednja pravila:

- uporabljajo se samo kabli z bakrenimi oklepi;
- oklep mora biti tokovno zmogljiv (obremenljiv) glede na standard za kable za izbrani presek;
- konstrukcija oklepa mora biti takšna, da čim bolj pokrije obseg kabla;
- oklep mora biti iz bakrenih žičk, ki so spletene v mrežo ali radialno razporejene po obsegu ali iz kontinuiranega traku, ki je ovit radialno po obsegu kabla ali iz kombinacije traku in žičk;
- za kable, ki potekajo po zgradbi ali med gosto postavljenimi primarnimi elementi, je priporočljivo uporabljati oklep iz žičk, ki tvorijo gibko pletenico, ta je lahko tudi korozijsko zaščitena.

Vsa oprema mora biti izdelana po domačih standardih SIST in mednarodnih standardih, ki predpisujejo vse potrebne ukrepe za preprečitev vplivov ali omilitev elektromagnetnih motenj.

4.5 Predpisane barvne kode za blok sheme

Barvne kode za sheme (na omarah, upravljalnih panelih in ploščah, itd. morajo imeti naslednje barve):

- 110 kV..... svetlo modra;
- 10 kV..... rdeča;
- 20 kV ..... črna;
- 230/400 V AC ..... vijoličasta;
- 110 V DC ..... oranžna;
- 100 V AC merilna..... bela.

4.6 Predpisane barvne kode za električne povezave

Električne povezave morajo imeti barvno kodo po IEC 60446.
Preglednica 1: Oznaka vodnika in barvna koda po IEC 60446

Oznaka		Alfanumerična oznaka	Simbol	Barva
Sistem izmenične napetosti	faza L1 faza L2 faza L3 nevtralni N	L1 L2 L3 N		črna rjava siva ali vijolična svetlo modra
Sistem enosmerne napetosti	pozitiven + negativen – ničelni	L+ L- M	+ -	rdeča ferula modra ferula svetlo modra
Skupni ozemljilni in ničelni vodnik v TN-C	PEN		PEN	zeleno rumena
Zaščitne ozemljitve	PE		PE	zeleno rumena
Zemlja			E	črna svetlo modra

4.7 Ostale obveze

Upoštevati je potrebno pozitivne izkušnje dosedanjih tovrstnih posegov v EES Slovenije in drugje.
Izdelati je potrebno tehnično poročilo za gradbeni in elektromontažni del z opisom predvidenih rešitev.
Izdelati je potrebno natančen popis del, opreme in materialov, ki bo potreben za izvedbo investicijskega projekta.
Izdelati je potrebno grafične priloge in detajle za nemoteno izvedbo vseh del.
Upoštevati navodila, dogovore in zahteve pooblačenega predstavnika investitorja.
Vse mape in načrti projektne dokumentacije naj bodo označeni, oštevilčeni in podpisani po predhodno dogovorjeni sistematiki.
Čistopise dokumentacije dostaviti v enem digitalnem izvodu investitorju v pregled in jih po odpravi pripomb kopirati in izročiti v številu kot je določeno s pogodbo.
Dokumentacija mora vsebovati vse zahteve in metodologijo programa zagotovitve kakovosti, upoštevajoč veljavno zakonodajo, o čemer vodi projektant evidenco in ima urejeno arhiviranje. Projektant mora v času operativne izvedbe del na zahtevo investitorja sodelovati na vsakem

operativnem sestanku, ki so praviloma enkrat na teden, pri končnih preverjanih ter preizkušanjih, vseh strokovnih tehničnih pregledih in končnem tehničnem pregledu.
Izvajati projektantski nadzor.
Vsa projektna in tehnična dokumentacija mora biti izdelana v slovenskem jeziku.
Vsa dokumentacija, ki je načrtovana, izdelana v 3D modelih (BIM) (*.IFC, *.dwg ...) mora biti predana v aktivni obliki.
Vsa projektna in tehnična dokumentacija mora biti izdelana in predana v roku, določenem v terminskem planu v papirni obliki v tiskanih izvodih in v elektronski obliki (nezaklenjena) na USB ključu. Pričakovani formati dokumentacije so: *.doc," .docx, *.xls, *.xlsx, *.pdf, *.Jpg, *.tif, *.dxf, *.dwg, *.dwf, *.shp.
Število predvidenih (količina se lahko na zahtevo investitorja tudi spremeni) tiskanih izvodov za posamezno vrsto dokumentacije je naslednje:

- INP: 2 izvoda;
- DGD: 5 izvodov;
- DZR: 4 izvodi;
- PZI: 5 izvodov;
- PID: 5 izvodov;
- NOV: 5 izvodov;
- PVE: 2 izvoda.

5 VSEBINA DOKUMENTACIJE

Dokumentacijo je potrebno izdelati ločeno po posameznih delih in sicer kot je spodaj navedeno.

5.1 Investicijski program

Potrebno je izdelati investicijski program za varianto opisano v tej projektni nalogi.
Investicijski program mora biti izdelan skladno z Uredbo o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ (Uradni list RS, št. 60/06, 54/10, 27/16),
Investicijski program bo s svojim tehnično tehnološkim in ekonomskim delom strokovna podlaga za investicijsko odločitev. Investicijski program obravnava podrobno razčlenjeno optimalno varianto, ki temelji na ustreznih prvinah.
INP bo po vsebini izdelan v skladu s 13. členom o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ, ki bo obsegal tehnološko zaključeno celoto gradnje RTP Pobrežje.

5.2 Tehnične specifikacije za izvedbo javnih naročil (DZR)

Dokumentacija DZR mora biti izdelana na osnovi predhodno izdelane DGD dokumentacije za predmetni projekt.
Izdelana mora biti smiselno zaključene mape.

Poleg ponudbenega predračuna mora projektant izdelati tudi specifikacijo v Excel datoteki. Projektant za posamezne postavke v okviru e-specifikacije v ločenem dokumentu določi tudi cene na enoto usklajene z nabavnim šifrantom investitorja. Ponudbeni predračun mora biti razdeljen, tako da se vidi razmejitev investicije glede na udeležence v investiciji, če jih bo več.
Vsebina tehničnih specifikacij za izvedbo javnih naročil:

- Splošne razpisne pogoje za izvajanje predmetnih del z navodili ponudnikom za izdelavo ponudbe (investitor bo zagotovil splošni del in komercialne pogoje).
- Tehnični razpisni pogoji naj vsebujejo:
  - podrobnejši popis vseh del in materiala;
  - popis del s količinami (predati je potrebno ponudbene predračune v Excel obliki v skladu z navodilom);
  - tehnični opisi in prikazi;
  - terminski plan izvedbe del;

Tehnični razpisni pogoji morajo biti na nivoju PZI-jev v smislu popisov opreme.

5.3 Projekt za izvedbo (PZI)

Projektna dokumentacija PZI (v ločenih načrtih) mora vsebovati:

- Vodilni načrt in povzetek skladno z veljavno regulativo;
- Tehnično poročilo z opisi, izračuni, pred izmerami in predračunom;
- Opis sedanjega stanja;
- Uporabo standardov za simbolizacijo: IEC - 113-2 in DIN – 40719;
- Enopolne sheme;
- Delavniški načrti za jeklene konstrukcije;
- Armaturni načrti za betonske konstrukcije;
- Situacije in prereze;
- Veljaven geodetski načrt;
- Dimenzioniranje naprav;
- Načrte primarnih povezav in faznega reda;
- Načrte ozemljitev ter kompenzacijskih vodnikov;
- Tovarniške načrte za izdelavo omar vodenja, zaščite in meritev;
- Popis del in materiala.

5.4 Projekt izvedenih del (PID)

Projektna dokumentacija PID mora biti izdelana na osnovi PZI oziroma podlagi prejete dokumentacije izvajalcev del s podatki o spremembah, ki so nastale med gradnjo.

5.5 Navodila za obratovanje in vzdrževanje (NOV)

Izdelati je potrebno navodila za obratovanje NOV. Lokalna in daljinska obratovalna navodila bo izdelal naročnik sam.

6 DRUGE STORITVE, KI JIH IZVEDE PROJEKTANT

6.1 Vključitev koordinatorja za varnost in zdravje pri delu v fazi priprave projekta

Projektant mora v ponudbeni ceni imeti zajet strošek koordinatorja za varnost in zdravje pri delu, ki bo sodeloval in koordiniral delo v fazi priprave projekta.

6.2 Pridobitev projektnih pogojev in mnenj

Potrebna je pridobitev vseh projektnih pogojev in mnenj pristojnih soglasodajalcev za predmetni objekt.

6.3 Projektantski nadzor

V času izvajanja projekta je potrebno izvajati projektantski nadzor ki vsebuje predvsem naslednje: nadzor ali se gradnja objekta izvaja v skladu s projektom za pridobitev gradbenega dovoljenja, podpis izjave, da je objekt zgrajen v skladu z DGD, sodelovanje na internem tehničnem pregledu ter sodelovanje na tehničnem pregledu – odgovorni vodja projekta.

Nadzor nad skladnostjo izgradnje v skladu s PZI - občasne kontrole in usklajeno delovanje z nadzorom investitorja.

Sprotno potrjevanje vseh sprememb, ki bodo morebiti nastale med gradnjo, reševanje morebitnih nejasnosti in pomanjkljivostì v projektni dokumentaciji, tolmačenje projektnih rešitev, potrjevanje opreme, pregled in potrjevanje dokumentacije dobaviteljev, občasna udeležba na operativnih sestankih – odgovorni projektant.

6.4 Ostale obveze projektanta

Pri izdelavi dokumentacije je potrebno upoštevati obstoječo dokumentacijo in jo po potrebi dopolniti.

Vso projektno dokumentacije je potrebno pred izdelano končno verzijo poslati v pregled in potrditev naročniku.

Priloge morajo vsebovali načrte za ves uporabljeni material.

Vse mape in načrti projektne dokumentacije naj bodo označeni, oštevilčeni in podpisani po že ustaljeni in dogovorjeni sistematiki.

Projektna dokumentacija mora vsebovati vse zahteve in metodologijo programa zagotovitve kakovosti, upoštevajoč veljavno zakonodajo, o čemer vodi projektant evidenco in ima urejeno arhiviranje.

Projektna dokumentacija mora vsebovati elaborate in poročila o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih.

Projektant mora dobavitelju jeklenih konstrukcij in naročniku predati vse delavniške načrte v dwg formatu (ACAD) v elektronski obliki.

Projektant mora v aktivni obliki v dveh izvodih izdelati 3D modele (*.IFC, *.dwg, ...)

Projektant mora predati vse zahtevane mape v številu izvodov kot je zahtevano.

6.5 Predvideni terminski plan izdelave dokumentacije

INP: en mesec po podpisu pogodbe;

DZR: štiri mesece po podpisu pogodbe;

PZI: tri mesece po predaji podatkov (pridobitvi podlog od proizvajalcev opreme) o ponujeni opremi izbranega ponudnika;

PID: dva meseca po predaji izvodov PZI z označenimi spremembami;

NOV: sočasno z izdelavo PID;

PVE: en mesec po predaji PID.

7 BIM PRISTOP

Na investiciji se zahteva BIM pristop v procesu projektiranja in gradnje objekta.

Projektant mora projektno dokumentacijo kljub uporabi BIM pristopa dostaviti tudi v tradicionalni papirnati in/ali PDF obliki. Tradicionalni 2D načrti v tradicionalni papirnati in/ali PDF obliki morajo biti izdelani na podlagi 3D BIM modela.

Naročnik si pridržuje na projektu zagotoviti skupno informacijsko okolje (CDE), projektant pa je v tem primeru zavezan k uporabi le tega od trenutka vzpostavitve sistema skladno z navodili, ki bodo namensko pripravljene v ta namen.

7.1 PROJEKT DIGITALIZACIJE INFRASTRUKTURE CELOTNEGA RTP-ja

7.1.1 Splošno

Naloga projektanta je tudi izdelava digitalnega dvojčka VN infrastrukture na informacijski platformi, ki bo nudila uporabnikom enostaven pregled nad infrastrukturo v 3D obliki, z možnostjo podrobnejšega več nivojskega pregledovanja s sredstvi povezanih podatkov in povezane tehnične dokumentacije.

Pregled in uporaba mora biti možna s 3D pregledovalnikom VN infrastrukture, ki bo omogočal uvoz 3D prikaza, povezav do podatkov in dokumentacije po zaključku projektov izgradnje VN infrastrukture v BIM okolju in rezultatov projektov laserskega snemanja z obdelanimi podatki.

Izvesti bo potrebno osnutek stanja objekta, v digitalni obliki 3D BIM modela s priključeno projektno dokumentacijo, opisi, geometrijo, volumni in s podatki dejanskega stanja, kateri bo služi tako kot osnova za nadaljnje projektiranje, modifikacije in prenove infrastrukture (gradbena in konstrukcijska dela, prenove strojnih inštalacij, itd …), kot tudi predstavlja orodje za vzdrževanje objekta.

7.1.2 Obseg del

7.1.2.1 Digitalizacija nadzemne infrastrukture

Terensko izvajanje del:

Lasersko skeniranje celotnega področja (objekti – zunanjost, notranjost; stikališče; okolica) z dodano RGB vrednostjo z opcijo geodetske umestitve področja v državni koordinatni sistem

Obdelava podatkov:

Izdelava georeferenciranega oblaka točk (opcijsko)

Izdelava 3D CAD modela gradbenih in MEP (mechanical, electrical, plumbing) sistemov v BIM modelirnih programih za namen upravljanja v različnih BIM pregledovalnikih (format .IFC)

Izvedba atributiranja v fazi izdelave modela, po dogovoru z naročnikom

7.1.2.2 Digitalizacija podzemne infrastrukture

Terensko izvajanje del:

Uporaba orodij za lociranje podzemne infrastrukture; georadar, lokatorji podzemnih vodov, geodetski posnetek…

Markiranje površja lociranih vodov za nadaljnjo digitalizacijo in umestitev v prostor

Pregled jaškov in segmentiranje

Obdelava podatkov:

Obdelava georadarskih profilov ali ostalih merilnih rezultatov za namen določevanja globin

Izdelava 3D CAD modela locirane podzemne infrastrukture v BIM modelirnih programih (Revit) za namen upravljanja v različnih BIM pregledovalnikih (format .IFC)

Izvedba atributiranja v fazi izdelave modela, po dogovoru z naročnikom

7.2 Faza projektiranja

Za izmenjavo podatkov, vključno s pregledovanjem dokumentacije, se uporablja odprti BIM-pristop. Zahtevana stopnja razvitosti modela:

	DGD	PZI	PID
LOD:	300	400	400
BIM model:	3D	3D	3D

BIM model:

- modeli VN opreme: projektant v DZR poda zahteve za poenostavljene 3D BIM modele, ki jih je dolžan predati dobavitelj posamezne opreme
- vsi modeli morajo imeti isti Project Base Point, v istem koordinatnem sistemu, kot situacija v dwg.

PZI:

3D BIM model bo razdeljen po posameznih strokah na naslednje BIM podmodele:

- podmodel terena, zemeljskih del,
- podmodel gradbenih konstrukcij in kanalizacije,
- podmodel jeklenih konstrukcij,
- podmodel elektrotehnološke opreme.

Po zaključeni fazi izdelave projektne dokumentacije projektant dokumentacijo naloži v predvideno mapo CDE oz. jo preda naročniku, po predhodnem dogovoru.

7.3 Faza potrjevanja opreme in materialov

Tekom gradnje je predvidena komunikacija med dobavitelji opreme oz. izvajalci ter naročnikom, nadzorom in projektantom (potrjevanje, dopolnitve, …), ki se odvija v CDE po predhodno definiranem protokolu.

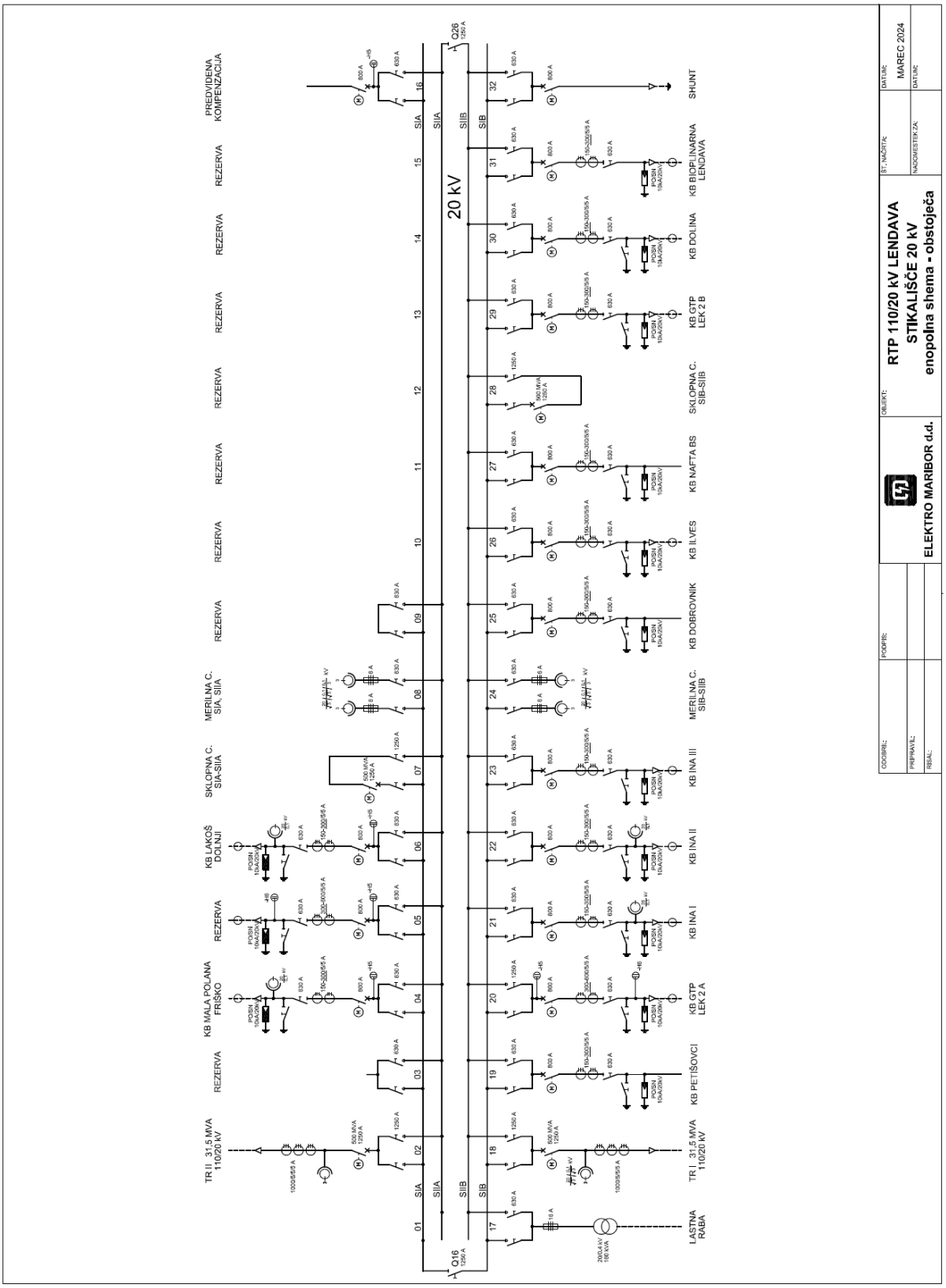
7.4 Faza gradnje

Tekom gradnje je predvidena komunikacija med izvajalci ter naročnikom, nadzorom izvajalci strokovnih storitev in projektantom (vprašanja, dopolnitve, …), ki se odvija v CDE po predhodno definiranem protokolu.

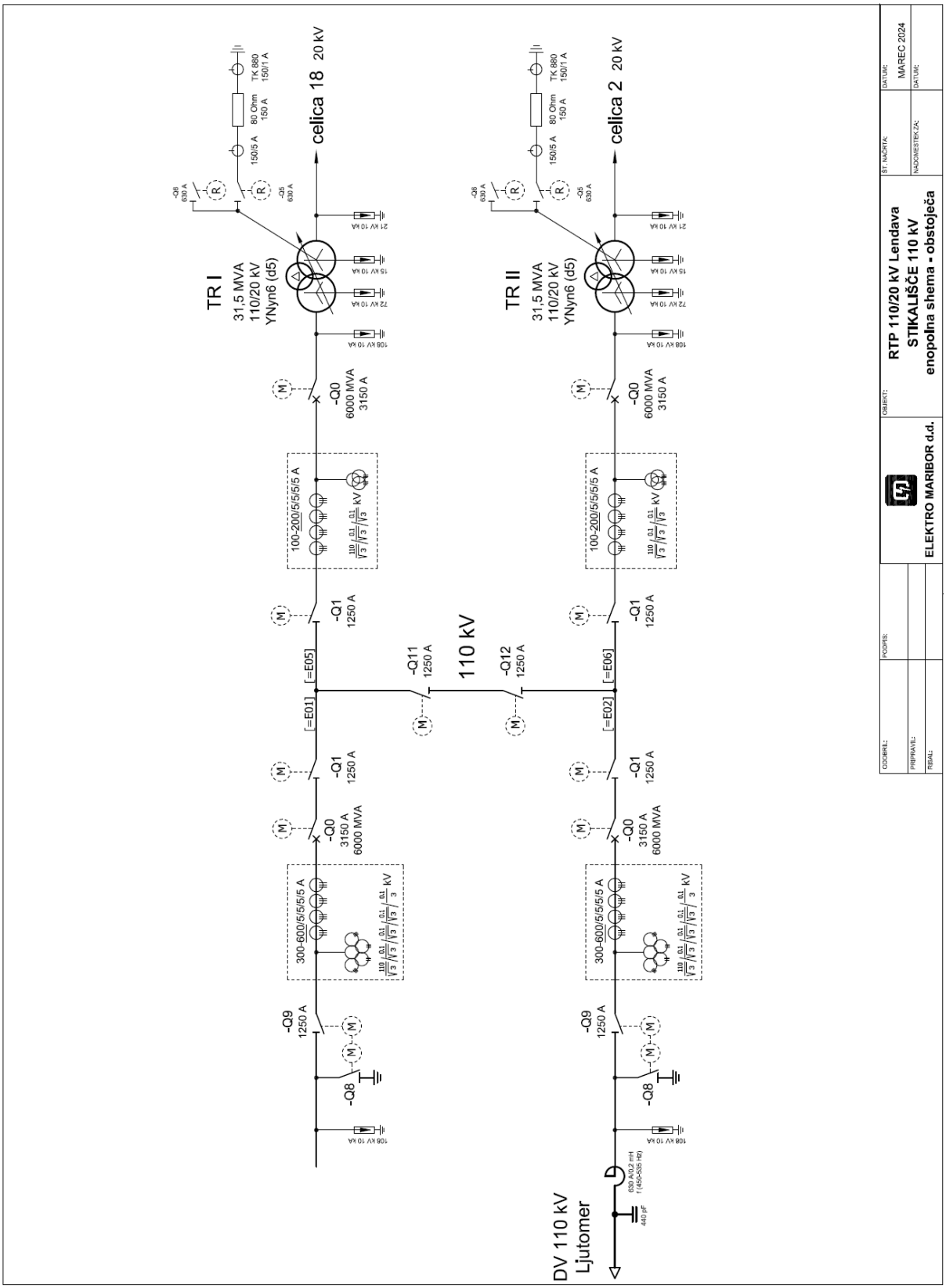
8 PRILOGE

1. Enopolna shema obstoječega SN stikališča
2. Enopolna shema obstoječega VN stikališča
3. Enopolna shema predvidenega SN stikališča
4. Enopolna shema predvidenega VN stikališča

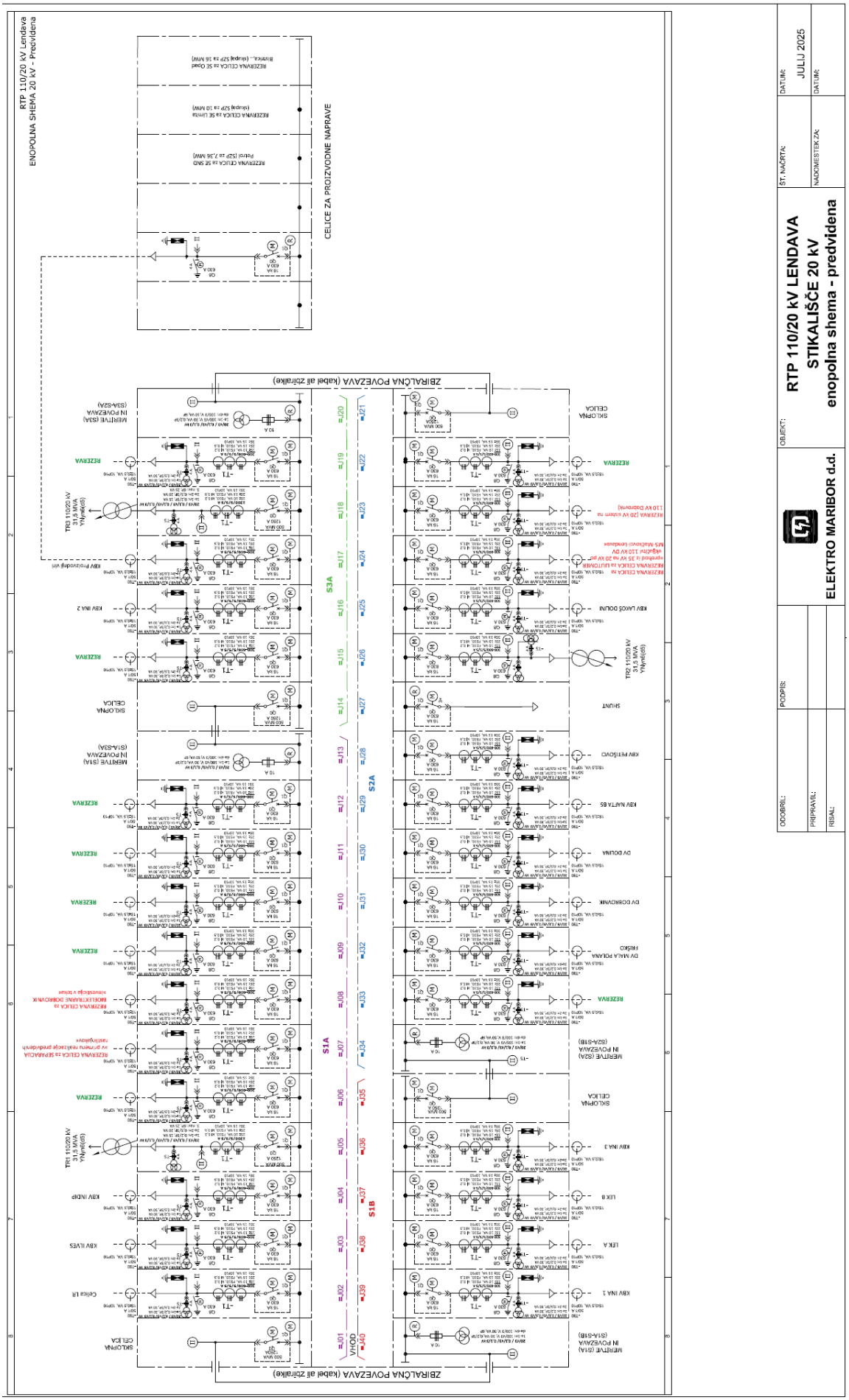
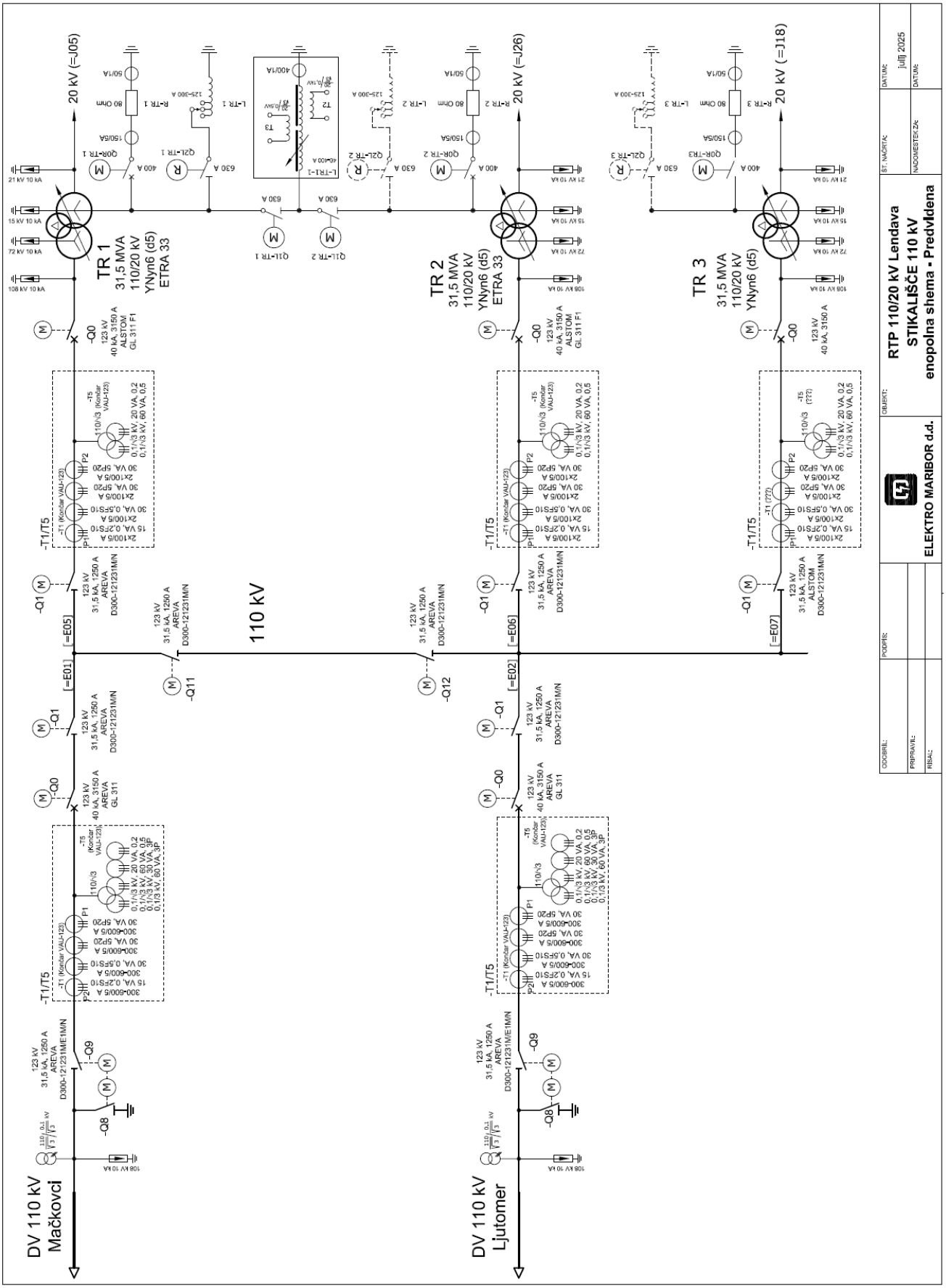
1. ENOPOLNA SHEMA OBSTOJEČEGA SN STIKALIŠČA V RTP 110/20 kV LENDAVA



2. ENOPOLNA SHEMA OBSTOJEČEGA VN STIKALIŠČA V RTP 110/20 kV LENDAVA



3. ENOPOLNA SHEMA PREDVIDENEGA SN STIKALIŠČA V RTP 110/20 kV LENDAVA



4. ENOPOLNA SHEMA PREDVIDENEGA VN STIKALIŠČA V RTP 110/20 kV LENDAVA