



TIPIZACIJA PRENOSNIH ELEKTROENERGETSKIH NAPRAV

SEKUNDARNI SISTEMI

Dokument: TIP 09 - SeS/2022

Ljubljana, november 2022

ELES, d. o. o.
Hajdrihova 2,
1000 Ljubljana

Ljubljana, 25. 11. 2022

Zadeva: Odločba o uporabi dokumenta TIP 09 – SeS/2022 v poslovnih procesih družbe ELES, d. o. o.

Na podlagi internih aktov družbe in sklepa št. 1/2018 ožje delovne skupine za tipizacijo prenosnih elektroenergetskih naprav izdajam

ODLOČBO

o uporabi dokumenta TIP 09 – SeS/2022: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav – Sekundarni sistemi v poslovnih procesih družbe ELES, d. o. o. Ob upoštevanju standardov kakovosti ter z upoštevanjem načel korporativnega upravljanja družbe je dokument treba dopolnjevati in posodabljati v skladu s tehnološkim razvojem in najnovejšim stanjem tehnike na tem področju.

Dostopnost dokumenta zagotovimo z objavo na intranetni strani družbe pod zavihkom INTERNA TIPIZACIJA. Začetek uporabe dokumenta je predviden z dnem objave na intranetni strani.

Direktor družbe:

mag. Aleksander Mervar



TIPIZACIJA PRENOSNIH ELEKTROENERGETSKIH NAPRAV SEKUNDARNI SISTEMI

Dokument: TIP 09 - SeS/2022

**Izdelovalci (člani področne
delovne skupine, PDS):**

Miran Železnik, vodja PDS,
Martin Hostnik, član,
Rok Judnič, član,
Boris Zupanc, član,
Blaž Koprivec, član,
Blaž Slapar, član,
dr. Anton Pozne, član,
Janez Hrovat, član,
mag. Drago Bokal, član

Ljubljana, november 2022



SI - 1000 Ljubljana, Hajdrihova 2
tel. +386 (0)1 474 3501
fax. +386 (0)1 425 3502
www.eles.si

**Dokument je obravnavan in potrjen na sestanku ožje (ODS) in področne (PDS) delovne skupine
za tipizacijo prenosnih elektroenergetskih naprav v sestavi:**

mag. Marko Hrast, predsednik (ODS)	Miran Železnik, vodja (PDS)
Miran Marinšek, nam. predsednika (ODS)	Martin Hostnik, član (PDS)
mag. Rado Ferlič, član (ODS)	Rok Judnič, član (PDS)
mag. Saša Jamšek, član (ODS)	Boris Zupanc, mag., član (PDS)
Boštjan Barl, član (ODS)	Blaž Koprivec, član (PDS)
dr. Jurij Klančnik, član (ODS)	Blaž Slapar, član (PDS)
mag. Uroš Salobir, član (ODS)	dr. Anton Pozne, član (PDS)
Janez Hrovat, član (ODS)	Janez Hrovat, član (PDS)
	mag. Drago Bokal, član (PDS)

© **ELES, d. o. o., 2022**

Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira.

VSEBINA

1	UVOD	11
2	NAMEN DOKUMENTA IN PODROČJE UPORABE	13
3	PREGLED IZDAJ	14
4	KRATICE	15
5	IZRAZOSLOVJE – JEZIK.....	18
6	STANDARDI IN PREDPISI	20
7	SPLOŠNO O SEKUNDARNIH SISTEMIH	22
8	SPLOŠNE TEHNIČNE ZAHTEVE ZA OPREMO NA PODROČJU SEKUNDARNIH SISTEMOV	24
8.1	Splošni pogoji	24
8.2	Identifikacijski napisi	25
8.3	Barvno označevanje.....	25
8.4	Zahteve za omare zaščite, vodenja in meritev	25
8.4.1	Konstruktivske zahteve	25
8.4.2	Električne zahteve, EMC, ožičenje, sponke in ozemljevanje	27
9	PODSISTEM ZAŠČITE	31
9.1	Zaščitni terminali in zaščitne naprave.....	31
9.1.1	Splošno	31
9.1.2	Mehanske zahteve	31
9.1.3	Električne in okoljske zahteve	32
9.1.4	Komunikacije	33
9.1.5	Ostale zahteve	34
9.1.6	Terminal distančne zaščite.....	35
9.1.7	Terminal diferenčne zaščite voda	39
9.1.8	Terminal diferenčno-distančne zaščite voda.....	41
9.1.9	Terminal diferenčne zaščite transformatorja	45
9.1.10	Terminal diferenčno-distančne zaščite transformatorja	47
9.1.11	Terminal nadtokovne in zemeljskostične zaščite	50

9.1.12	Zaščita zbiralk	52
9.2	Preizkusne vtičnice za zaščitne terminale in naprave	57
9.3	Naprave za prenos kriterija distančne zaščite (KDZ)	58
9.3.1	Mehanske zahteve	58
9.3.2	Električne in funkcijske zahteve	58
9.3.3	Komunikacije	59
9.4	Kontrola izklopnih tokokrogov	60
9.4.1	Splošno o kontroli izklopnih tokokrogov	60
9.4.2	Zahteve za releje za kontrolo izklopnih tokokrogov	60
9.5	Kombinacija za zaščito pred neskladjem polov odklopnika	62
10	PODSISTEM VODENJA	63
10.1	Lokalni krmilno-signalni panel.....	63
10.2	Vklopni in izklopni rele	65
10.3	Računalnik polja.....	66
10.3.1	Splošno	66
10.3.2	Mehanske zahteve	66
10.3.3	Električne in okoljske zahteve	67
10.3.4	Komunikacije	68
10.3.5	Funkcijske zahteve.....	68
10.3.6	Ostale zahteve	69
10.4	Napetostni regulator	70
10.4.1	Splošno	70
10.4.2	Mehanske zahteve	70
10.4.3	Električne zahteve	71
10.4.4	Funkcijske zahteve.....	71
10.4.5	Komunikacije	72
10.5	Postajni komunikacijski računalnik.....	74
10.5.1	Splošno	74
10.5.2	Zahteve za strojno opremo	74
10.5.3	Električne in okoljske zahteve	75
10.5.4	Funkcijske zahteve.....	75
10.6	Postajni SCADA računalnik.....	79
10.6.1	Splošno	79
10.6.2	Zahteve za strojno in sistemsko programsko opremo	79
10.6.3	Električne in okoljske zahteve	80
10.6.4	Funkcijske zahteve.....	80
10.7	Sprejemnik in strežnik točnega časa.....	82

10.7.1	Splošno	82
10.7.2	Mehanske zahteve	82
10.7.3	Električne in okoljske zahteve	82
10.7.4	Funkcijske zahteve	83
11	PODSISTEM MERITEV	84
11.1	Števec električne energije	84
11.1.1	Splošno	84
11.1.2	Mehanske zahteve	84
11.1.3	Električne in okoljske zahteve	85
11.1.4	Metrološke in funkcijske zahteve	85
11.1.5	Ostale zahteve	86
11.2	Merilnik kakovosti električne energije	87
11.2.1	Mehanske zahteve	87
11.2.2	Električne in okoljske zahteve	87
11.2.3	Metrološke in funkcijske zahteve	87
11.2.4	Ostale zahteve	89
11.3	Merilnik fazorjev	90
11.3.1	Splošno	90
11.3.2	Mehanske zahteve	90
11.3.3	Električne in okoljske zahteve	90
11.3.4	Funkcijske zahteve	92
11.3.5	Ostale zahteve	92
12	KOMUNIKACIJSKI PODSISTEM	93
12.1	Komunikacijska oprema za postajno vodilo SIST EN 61850, meritve in nadzor zaščite	93
12.1.1	Tehnične zahteve za omrežna stikala	93
12.1.2	Tehnične zahteve za varnostni usmerjevalnik	96
12.1.3	Redundančni vmesnik (RedBox)	98
13	OPREMA OMAR DALJNOVODNIH (DV) IN KABLOVODNIH (KB) POLJ	99
13.1	Napetostni nivo 110 kV	99
13.2	Napetostna nivoja 220 kV in 400 kV	100
13.2.1	Oprema omare vodenja in meritev 220 kV ali 400 kV DV polja	100
13.2.2	Oprema omare zaščite 220 kV ali 400 kV DV polja	100
14	OPREMA OMAR ZVEZNIH, MERILNIH IN OZEMLJILNIH POLJ	101
14.1	Napetostni nivo 110 kV	101
14.1.1	Oprema omare vodenja 110 kV ZMOP	101

14.1.2	Oprema omare zaščite zbiralk 110 kV ZMOP	101
14.2	Napetostna nivoja 220 kV in 400 kV.....	102
14.2.1	Oprema omare vodenja 220 kV ali 400 kV ZMOP	102
14.2.2	Oprema omare zaščite 220 kV ali 400 kV ZMOP	102
15	OPREMA OMAR TRANSFORMATORSKIH (TR) POLJ	103
15.1	Oprema omare 110 kV strani VN/VN transformatorjev.....	103
15.2	Oprema omar 220 kV strani VN/VN transformatorjev.....	104
15.2.1	Oprema omare vodenja in meritev 220 kV strani VN/VN transformatorjev	104
15.2.2	Oprema omare zaščite 220 kV strani VN/VN transformatorjev	104
15.3	Oprema omar 400 kV strani VN/VN transformatorjev.....	105
15.3.1	Oprema omare vodenja in meritev 400 kV strani VN/VN transformatorjev	105
15.3.2	Oprema omare zaščite 400 kV strani VN/VN transformatorjev	105
15.4	Oprema omare 110 kV strani transformatorjev lastne rabe (TR LR)	107
16	SEZNAM VIROV	108

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Omara vodenja, zaščite in meritev</i>	<i>27</i>
<i>Slika 2: Kovinske kableske uvodnice in bakrena zaščitna ozemljitvena zbiralka</i>	<i>30</i>
<i>Slika 3: Terminal distančne zaščite ABB REL670 s preizkusno vtičnico RTXP24</i>	<i>35</i>
<i>Slika 4: Enota polja zaščite zbiralk ABB REB500 BU s preizkusno vtičnico RTXP18</i>	<i>55</i>
<i>Slika 5: Standardni razpored kontaktov preizkusnih vtičnic RTXP 18 (a), RTXP 24 (b) in RTXP 24 za žično izvedbo zunanjega zvezdišča (c).....</i>	<i>57</i>
<i>Slika 6: Naprava za prenos kriterija distančne zaščite ABB NSD570.....</i>	<i>59</i>
<i>Slika 7: Tipična konfiguracija relejev v podnožju »Combiflex«</i>	<i>60</i>
<i>Slika 8: Primer lokalnega krmilno-signalnega panela transformatorskega polja</i>	<i>64</i>
<i>Slika 9: Računalnik polja ABB REC670</i>	<i>66</i>
<i>Slika 10: Napetostni regulator</i>	<i>70</i>
<i>Slika 11: GPS sprejemnik točnega časa SEL-2488.....</i>	<i>82</i>
<i>Slika 12: Števec električne energije Cewe Prometer 100.....</i>	<i>84</i>
<i>Slika 13: Merilnik fazorjev Arbiter Systems, Model 1133A Power Sentinel</i>	<i>90</i>

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Pregled izdaj tega dokumenta.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabela 2: Seznam uporabljenih kratic</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 3: Seznam standardov na področju SeS.....</i>	<i>20</i>

1 Uvod

Pričujoča tipizacija je delo, ki je nastalo v področni delovni skupini za tipizacijo sekundarnih sistemov (SeS) v prenosnem delu EES Slovenije. Tipizacija v družbi ELES je sprožena z izdelavo dokumenta *Standardizacija optičnih vodnikov OPGW na DV ELES-a*, izdelanega leta 2011. Od tedaj nenehno načrtujemo tipizacijo tudi drugih pomembnih področjih v družbi ELES. Tipizacija posamezne naprave mora zagotavljati naslednje kvalitativne in kvantitativne dejavnike (glej tudi [1, 2]):

- poenotenje tehničnih značilnosti,
- vzpostavitev tehničnih kriterijev, ki bodo zagotovili najboljšo možno izbiro dobavljive naprave,
- spremljanje tehnološkega razvoja z nenehnim izboljševanjem tehničnih kriterijev,
- čim večje poenotenje glede kakovosti vgrajene naprave,
- vzpostavitev izhodišča za vrednotenje učinkovitosti posameznih naprav v njihovi življenjski dobi.

S pregledom in analizo razpoložljivega gradiva postavljamo osnove za tipizacijo posameznega področja ter vzpostavljamo pogoje za doseganje naslednjih ciljev:

- dvig kakovosti vgrajene naprave,
- poenotenje tehničnih lastnosti posamezne naprave,
- optimiranje stroškov obratovanja in vzdrževanja,
- poenotenje kriterijev za nabavo posamezne vrste naprave,
- zmanjšanje trajanja postopkov naročanja,
- prenos znanja na širši krog udeležencev v procesu naročanja,
- izboljšanje dokumentiranosti, preglednosti in sledljivosti pri naročanju posameznih naprav,
- vključevanje zaposlenih s številnimi znanji na tem področju v proces tipizacije in prenosa znanja na druge zaposlene ter na prihodnje generacije tovrstnih strokovnjakov.

Razvoj elektroenergetskega sistema ter nove zahteve, ki se pred njega postavljajo, so privedle do podrobnejših analiz tako tehnične, stroškovne kot tudi okoljske problematike. Zato je nastala potreba po poenotitvi in poenostavitvi postopkov naročanja, kar je osnovni cilj pričujočega dela.

Ob upoštevanju opredeljenih prioritet [1] in postopkov dela ter obveznosti posameznih udeležencev [2] je v imenovanih področnih delovnih skupinah že dokončana tipizacija na naslednjih področjih:

- 110 kV plinsko izolirano stikališče (GIS) [3],
- VN-naprave v prostozračnih stikališčih [4],
- naprave lastne rabe [5],
- transformator [6],
- daljnovodi [7],
- 110 kV kablovodi [8] ter
- zaščitna vrv z optičnimi vlakni (OPGW) in optični kabelski sistem (OKS) [9].

Pričujoča tipizacija sekundarnih sistemov v prenosnem delu EES Slovenije zajema naprave v podsistemih vodenja, zaščite in meritev.

Odperta ostaja le še tipizacija TK-naprav, katere izdelava bo sprožena v bližnji prihodnosti. Tipizacija sekundarnih sistemov v prenosnem delu EES Slovenije je izdelana na podlagi najnovejših dosežkov na študijskem (raziskovalnem) področju, pri čemer je upoštevano tudi trenutno stanje tehnike pripadajočih naprav.

2 Namen dokumenta in področje uporabe

Glavni namen pričujočega dokumenta je opredeliti osnovne značilnosti sekundarnih sistemov v prenosnem delu EES Slovenije, ki so pri nabavi, vgradnji, obratovanju in vzdrževanju odločilnega pomena za kakovostno in varno delovanje elektroenergetskega sistema. S tem bo zagotovljeno tudi ustrezno upravljanje s sredstvi, kar naj bi omogočilo učinkovito delovanje družbe ELES.

Obravnavana tipizacija je usklajena z obstoječim stanjem tehnike, s standardi, predpisi in pravilniki ter drugimi pravnimi akti družbe. Upošteevane so tudi izkušnje strokovnjakov družbe ELES pri nabavi, montaži, obratovanju in vzdrževanju sekundarnih sistemov. Zajete so tudi specifičnosti posameznih področij, ki imajo največji vpliv na zanesljivost delovanja elektroenergetskega sistema. To je s stališča družbe tudi najpomembnejši dejavnik, ki poleg stroškovnih parametrov vpliva na učinkovito in uspešno delovanje slovenskega prenosnega sistema.

V tem dokumentu so opredeljeni naslednji dejavniki:

- relevantni standardi in predpisi,
- splošne zahteve za konstrukcijo omar, krmilno-signalnih panelov, terminalov in naprav,
- podsistem zaščite,
- podsistem vodenja,
- podsistem meritev,
- podsistem komunikacij.

V primeru novonastalih okoliščin v prenosnem sistemu ali na mestu vgradnje novih tehnoloških rešitev so dovoljene korekcije posameznih značilnosti z namenom zagotavljanja zanesljivosti delovanja prenosnega sistema ter optimizacije stroškov v celotni življenjski dobi (upravljanje s sredstvi). Navedene korekcije je treba utemeljiti in potrditi z ustreznim dogovorom na nivoju vodstva ključnih področij v družbi ELES.

3 Pregled izdaj

Pričujoči dokument je izdelan v letu 2022 in predstavlja nadaljevanje prizadevanj na področju tipizacije prenosnih elektroenergetskih naprav. Izdelala in potrdila ga je področna delovna skupina za tipizacijo sekundarnih sistemov v prenosnem delu EES Slovenije, ki je bila imenovana dne 12. 12. 2019. Pregledala in potrdila ga je ožja delovna skupina za tipizacijo, ki je bila imenovana dne 13. 06. 2016.

V nadaljevanju tabela 1 podaja osnovne podatke o izdelavi pričujočega dokumenta.

Tabela 1: Pregled izdaj tega dokumenta

Oznaka	Izdaja	Opis spremembe in predhodne odločbe	Skrbniki procesa	Sodelovali so	Datum uvedbe
TIP 09 SeS/2022	1	Izhodiščni dokument	mag. Marko Hrast, Miran Marinšek, dr. Jurij Klančnik	Miran Železnik, Marin Hostnik, Rok Judnič, Boris Zupanc, Blaž Koprivec, Blaž Slapar, dr. Anton Pozne, Janez Hrovat, mag. Drago Bokal.	25. 11. 2022

V prihodnje pričakujemo nenehno posodabljanje pričujočega dokumenta glede na stanje tehnike na tem področju.

4 Kratice

V tem dokumentu so uporabljene naslednje kratice (okrajšave, tabela 2):

Tabela 2: Seznam uporabljenih kratic

AC	izmenični tok
APV	avtomatski ponovni vklop
BCD	dvojiško kodiranje desetiških števil (angl. Binary-coded Decimal)
BGP	angl. Border Gateway Protocol
CIGRE	Mednarodni svet za velike elektroenergetske sisteme (franc. Conseil International des Grands Réseaux Electriques)
COSEM	angl. Companion Specification for Energy Metering
DC	enosmerni tok
DI	digitalni vhod (angl. digital input)
DLMS	angl. Device Language Message Specification
DO	digitalni izhod (angl. digital output)
DP	angl. DisplayPort
DST	poletni čas (angl. Daylight Saving Time)
DV	daljnovod
DVI	angl. Digital Visual Interface
DZR	dokumentacija za razpis
EE	elektroenergetski
EES	elektroenergetski sistem
EN	evropski standardi (norme)
ELES	ELES, d. o. o., sistemski operater prenosnega elektroenergetskega omrežja
EMC	elektromagnetna združljivost
EMI	elektromagnetna motnja
EMP	elektromagnetno polje
EMS	elektromagnetno sevanje
EU	Evropska unija
FAT	angl. Factory Acceptance Test
GIS	s plinom izolirani postroj (angl. Gas Insulated Switchgear)
GOOSE	angl. Generic Object Oriented Substation Event
GPS	globalni sistem pozicioniranja (angl. Global Positioning System)
HDMI	angl. High-Definition Multimedia Interface
HSR	brezprehodna zanka z visoko razpoložljivostjo (angl. High-availability Seamless Redundancy)
HTTPS	angl. HyperText Transfer Protocol Secure
IBE	Inženirski biro elektroprojekt, Ljubljana
IEC	Mednarodna elektrotehniška komisija
IED	angl. Intelligent Electronic Device

IP	stopnja mehanske zaščite naprav
IPS	angl. In-plane Switching
IRIG	angl. Inter-Range Instrumentation Group
IRIG-B	časovna koda IRIG, format B
ISO	Mednarodna organizacija za standardizacijo
ISO/OSI	Referenčni sedemslojni model ISO/OSI (OSI - angl. Open Systems Interconnection) za omrežne komunikacije, Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO), 1984
KDZ	kriterij distančne zaščite
KIT	kontrola izklopnih tokokrogov
L	fazni vodnik
L2	drugi sloj referenčnega modela ISO/OSI – povezovalni sloj (angl. Data Link Layer)
L3	tretji sloj referenčnega modela ISO/OSI – omrežni sloj (angl. Network Layer)
LCD	zaslon s tekočimi kristali (angl. Liquid Crystal Display)
LED	svetleča dioda (angl. Light-emitting Diode)
LR	lastna raba
MKEE	merilnik kakovosti električne energije
MM	večrodovno optično vlakno (angl. Multi-mode optical fiber)
MMS	angl. Manufacturing Message Specification
N	nevtralni vodnik
NaLR	naprave lastne rabe
NLR	naprave nujne lastne rabe
NC	normalno zaprti kontakt
NMS	angl. Network Management System
NMT	napetostni merilni transformator
NN	nizka napetost
NO	normalno odprti kontakt
NC	normalno zaprti kontakt
NTP	angl. Network Time Protocol
OBIS	angl. Object Identification System
OCV	območni center vodenja
OPGW	zaščitna vrv z optičnimi vlakni (angl. Optical Ground Wire)
OSPF	angl. Open Shortest Path First
PEN	vodnik, ki združuje funkciji nevtralnega in zaščitnega ozemljitvenega vodnika
PIPO	področje za infrastrukturo prenosnega omrežja
PMU	enota za meritev fazorjev (angl. Phasor Measurement Unit)
POS	področje za obratovanje sistema
PQDIF	angl. Power Quality Data Interchange Format
PRP	angl. Parallel Redundancy Protocol

PTP	angl. Precision Time Protocol
PUSP	področje za upravljanje s sredstvi in projekti
PUTT	angl. Permissive Underreach Transfer Trip
PVC	Polivinilklorid
QA	Sistem zagotavljanja kakovosti (angl. Quality Assurance)
QC	kontrola kakovosti (angl. Quality Control)
RADIUS	angl. Remote Authentication Dial-in User Service
RAL	barvni sistem, oznaka za barvni odtenek
RCV	republiški center vodenja
RIP	angl. Routing Information Protocol
RJ-45	angl. Registered Jack-45
RMS	efektivna vrednost (angl. Root Mean Square)
RS	Republika Slovenija
RSTP	angl. Rapid Spanning Tree Protocol
RTP	razdelilna transformatorska postaja
SAT	angl. Site Acceptance Test
SCADA	angl. Supervisory Control and Data Acquisition
SCL	angl. Substation Configuration Language
SDN	angl. Software-Defined Networking
SeS	sekundarni sistemi (v prenosnem delu EES Slovenije)
SF ₆	žveplov heksafluorid
SIST	Slovenski nacionalni standardi
SLR	naprave splošne lastne rabe
SM	enorodovno optično vlakno (angl. Single-mode optical fiber)
SMV	angl. Sampled Measured Values
SN	srednja napetost
SNMP	angl. Simple Network Management Protocol
SNTP	angl. Simple Network Time Protocol
SSH	angl. Secure Shell/Secure Socket Shell
TK	telekomunikacije, telekomunikacijski/-ska
TMT	tokovni merilni transformator
TR	transformator
TR LR	transformator lastne rabe
U	višinska enota modula, U=44,45 mm (1,75")
UPS	sistem brezprekinitvenega napajanja
UTP	angl. Unshielded Twisted Pair
VLAN	angl. Virtual Local Area Network
VN	visoka napetost
VRRP	angl. Virtual Router Redundancy Protocol
ZMOP	zvezno, merilno in ozemljilno polje
ZP	zvezno polje
ZZB	zaščita zbiralk

5 Izrazoslovje – jezik

Vsa tehnična dokumentacija, izseki iz katalogov, ilustracije in tiskane specifikacije morajo biti v slovenskem ali slovenskem in angleškem jeziku.

Vse tablice z oznakami in opozorili, navodila za obratovanje in vzdrževanje, navodila za montažo, navodila za preizkuse in prvi zagon naprav (spuščanje v pogon) ter atesti in risbe izvedenih del morajo biti v slovenskem jeziku.

Za natančno in učinkovito sporazumevanje je v vsaki stroki odločilnega pomena izrazoslovje, ki mora enoumno določati pomen posameznih pojmov. Podane so nekatere osnovne definicije za boljše razumevanje in lažje sporazumevanje na tem področju, ki so povzete po terminološki obdelavi izrazov [10, 11, 12].

Razdelilna transformatorska postaja (RTP) je skupek naprav, strojev in sklopov, ki ga tvorijo transformatorji, polja, stikalne in druge naprave s ciljem zagotavljanja topologije omrežja različnih napetostnih nivojev, v skladu z zahtevami po zanesljivem in učinkovitem obratovanju EES.

Zbiranke tvori sklop vodnikov različnih oblik in izvedb v stikališču postaje ali sklopu, ki je potreben za vzpostavitev skupne povezave večjega števila tokokrogov v skladu z obratovalnimi zahtevami.

Polje je prostor v stikališču, opremljen z napravami in sklopi, ki zagotavljajo povezavo različnih naprav oz. vodov, z namenom zagotavljanja ustrezne konfiguracije omrežja ali povezave med zbiralkami (spojna, vzdolžna) oz. s sekundarnimi napravami.

Odklopnik je naprava, ki lahko vklopi, prevaja in izklopi toke v normalnih obratovalnih pogojih ter vklopi, določen čas prevaja in tudi izklopi toke kratkega stika.

Ločilnik je naprava, ki je namenjena za vidno ločitev delov postroja ali voda, in je sposoben v normalnih obratovalnih pogojih prevajati toke ter določen čas tudi toke kratkih stikov.

Ozemljitveni ločilnik je naprava, ki je vgrajena v celici ali polju in je namenjena za ozemljevanje pripadajočega voda ali naprave, ki sta v normalnih obratovalnih stanjih pod napetostjo.

Pogonski mehanizem je sklop, namenjen za premikanje gibljivega dela stikalnih naprav.

Tokovni merilni transformator (tokovnik) je naprava, ki velike tokove v primarnih tokokrogih pretvarja v tokove majhnih vrednosti, predvsem za napajanje tokovnih merilnih tokokrogov zaščitnih in merilnih sekundarnih naprav.

Napetostni merilni transformator (napetostnik) je naprava, ki visoke napetosti v primarnih tokokrogih pretvarja v nizke napetosti, predvsem za napajanje napetostnih merilnih tokokrogov zaščitnih in merilnih sekundarnih naprav.

Prenapetostni odvodnik je naprava z nelinearno karakteristiko za preprečevanje kratkotrajnih prenapetosti (napetosti, večjih od vnaprej določenih vrednosti), ki so praviloma nastale zaradi obratovalnih ali atmosferskih vzrokov, z odvajanjem v zemljo.

Zaščita je skupek naprav, ki zajemajo vrednosti relevantnih veličin iz EES tako, da v primeru odstopanja le-teh od nastavljenih vrednosti praviloma delujejo na odklopnike z namenom izklopa dela sistema, ki je v okvari.

6 Standardi in predpisi

Ta dokument se sklicuje na določila, ki so v datiranih ali nedatiranih publikacijah. Pri nedatiranih sklicevanjih se pri uporabi tega dokumenta upoštevajo zadnje veljavne izdaje z vsemi poznejšimi dopolnili in spremembami v katerikoli od teh publikacij.

Pri datiranih sklicevanjih velja samo izdaja publikacije, na katero se dokument sklicuje.

Kot splošno veljavni veljajo standardi:

- SIST - Slovenski nacionalni standardi,
- EN - Evropski standardi (CEN, CENELEC, ETSI),
- IEC - Mednarodne elektrotehniške komisije,
- ISO - Mednarodne organizacije za standardizacijo.

Ti so razvrščeni padajoče po prednosti uporabe in navedeni v tabeli 3.

Med splošno veljavne štejemo zadnje izdaje standardov z vsemi dopolnili in spremembami.

Če v kakšnem primeru ne obstajajo SIST, EN, IEC ali ISO standardi, potem je treba uskladiti rabo ustreznega nacionalnega standarda s priporočili CIGRE, DIN ter VDE ali drugimi uveljavljenimi praksami.

Upoštevati je treba še vso veljavno zakonodajo v RS, predvsem s področja graditve objektov, varovanja okolja, varstva in zdravja pri delu ter varstva pred požarom.

V skladu s pozitivno veljavno zakonodajo in internimi akti družbe ELES morajo posamezni elementi in naprave ustrezati najmanj standardom, ki so podani v tabeli 3.

Tabela 3: Seznam standardov na področju SeS

Oznaka	Naslov standarda
SIST EN 50160	Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih
SIST EN 50522	Ozemljitev elektroenergetskih postrojev, ki presegajo 1 kV izmenične napetosti
SIST EN 60068-2-6	Okoljski preskusi - 2-6. del: Preskusi - Preskus Fc: Vibracije (sinusne)
Družina SIST EN 60255	Merilni releji in zaščitna oprema
SIST EN 60445	Osnovna in varnostna načela za vmesnik človek-stroj, označevanje in razpoznavanje - Razpoznavanje terminalov opreme, končnikov vodnikov in vodnikov
SIST EN 60715	Dimenzije nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - Standardizirana vgradnja stikalnih naprav, krmilnih naprav in dodatne opreme na nosilne natične letve za mehansko podporo
SIST EN 60870-5-101	Oprema in sistemi za daljinsko vodenje - 5-101. del: Protokoli prenosa - Spremljevalni standardi za osnovne naloge daljinskega vodenja

SIST EN 60870-5-104	Oprema in sistemi za daljinsko vodenje – 5-104. del: Protokoli prenosa – Omrežni dostop za transportne profile po standardu IEC 60870-5-101
Družina SIST EN 61000	Elektromagnetna združljivost (EMC)
Družina SIST EN 61754	Optični spojni elementi in pasivne komponente - Vmesniki optičnih konektorjev
Družina SIST EN 61850	Komunikacijska omrežja in sistemi za avtomatizacijo porabe električne energije
SIST EN 61936-1	Elektroenergetski postroji za izmenične napetosti nad 1 kV - 1. del: Skupna pravila
SIST EN 62053-22	Oprema za merjenje električne energije (izmenični tok) - Posebne zahteve - 22. del: Statični števcji delovne energije (razreda 0,2 S in 0,5 S)
SIST EN 62053-24	Oprema za merjenje električne energije (izmenični tok) - Posebne zahteve - 24. del: Statični števcji osnovne komponente jalove energije (razredi 0,5 S, 1 S in 1)
Družina SIST EN 62056	Izmenjava podatkov pri merjenju električne energije
SIST EN 62439-3	Industrijska komunikacijska omrežja za avtomatizacijo z visoko razpoložljivostjo - 3. del: Protokol vzporedne redundance (PRP) in brezprehodna zanka z visoko razpoložljivostjo (HSR)

7 Splošno o sekundarnih sistemih

Sekundarni sistemi so skupek naprav za zaščito, vodenje, meritve, nadzor in avtomatizacijo, ki so od primarnih sistemov (visoka napetost) galvansko ločeni preko merilnih transformatorjev.

Osnovna naloga sekundarnih sistemov je zajemanje podatkov iz primarnega sistema, predvsem iz sekundarnih navitij tokovnih in napetostnih merilnih transformatorjev, prenašanje in obdelava le-teh, izvajanje oziroma prenašanje komand ter ustrezno ukrepanje ob različnih dogodkih. Izvedene komande oziroma ukrepi spreminjajo stanje primarnih sistemov preko odklopnikov, ločilnikov in regulacijskih stikal.

Primarna oprema je nenehno izpostavljena električnim, mehanskim in termičnim vplivom. Zaradi teh vplivov lahko kljub kakovostnemu vzdrževanju v vsakem trenutku pride do okvare na katerikoli napravi sistema. Večina teh okvar povzroči kratke stike na napravah elektroenergetskega sistema (EES) in posledično poškodbe na primarni opremi, izgubo stabilnosti v delu sistema, izpade pri dobavi električne energije in odstopanje od predpisane kakovosti. Da bi čim bolj omejili opisane težave, v EES vgrajujemo naprave zaščite, ki imajo nalogo, da:

- s svojo hitrostjo delovanja preprečijo ali čim bolj omejijo posledice okvar,
- s svojo selektivnostjo izločijo le tisti del sistema, ki je v okvari,
- sprožijo delovanje avtomatike, ki omogoči prehod iz stanja motnje v stanje normalnega obratovanja ter
- obveščajo sisteme za nadzor in vodenje o času, kraju in vrsti dogodka.

Sekundarne sisteme delimo na tri podsisteme:

- podsistem zaščite: terminali distančne in diferenčne zaščite vodov, terminali distančne in diferenčne zaščite transformatorjev, terminali nadtokovne in zemeljskostične zaščite, naprave za prenos kriterija distančne zaščite ter enote oz. naprave zaščite zbiralk,
- podsistem vodenja: računalniki polja, lokalni krmilno-signalni paneli, naprave za avtomatsko regulacijo napetosti transformatorjev, komunikacijski strežniki, postajni SCADA računalniki, oprema za sinhronizacijo časa (GPS sprejemnik, strežnik),
- podsistem meritev: števeci delovne in jalove energije, merilniki (tudi registratorji ali analizatorji) kakovosti električne energije (MKEE) ter enote za merjenje fazorjev (PMU, angl. *Phasor Measurement Unit*), ki so preko omrežnih stikal in/ali usmerjevalnikov povezani v komunikacijsko omrežje za prenos zajetih merilnih podatkov ter daljinski nadzor teh naprav.

Poleg navedenih treh podsistemov ima na področju sekundarnih sistemov čedalje pomembnejšo vlogo tudi komunikacijski podsistem, preko katerega so naprave

sekundarnih sistemov povezane med seboj v sistem vodenja ter dostopne preko daljinskega nadzora.

8 Splošne tehnične zahteve za opremo na področju sekundarnih sistemov

Oprema na področju sekundarnih sistemov mora zadoščati številnim splošnim zahtevam, ki se nanašajo predvsem na njene številne lastnosti, kot so:

- splošni pogoji,
- identifikacijski napisi,
- barvno označevanje,
- konstrukcijske zahteve za omare zaščite, vodenja in meritev,
- električne zahteve, EMC, ožičenje, sponke in ozemljevanje.

Izpostavljeni so posamezni dejavniki, ki opredeljujejo lastnosti obravnavanih naprav, tako da zagotavljajo vgradnjo najprimernejše opreme glede na trenutno stanje tehnike. Z razvojem posameznih področij, naprav in postopkov bo sledila tudi osvežitev pričujočega dokumenta, to pa bo prispevalo k uresničevanju strateških ciljev družbe ELES.

8.1 Splošni pogoji

Oprema mora brez poškodb prenesti oz. obratovati pod naslednjimi pogoji:

- nadmorska višina do 1000 m,
- notranji prostori: temperatura od -5 °C do +50 °C, relativna vlažnost do 85 %,
- zunanji prostori: temperatura od -25 °C do +40 °C, relativna vlažnost do 95 %.

Zahtevana je skladnost s standardom SIST IEC 60255-21-3 (Seismic Class I).

Dovoljena jakost hrupa je:

- v zaprtih komandnih in podobnih tehnoloških prostorih: 55 dB(A),
- v odprtih prostorih ali strojnicah na razdalji 1 m: 85 dB(A).

Oprema mora izpolnjevati zahteve za elektromagnetno združljivost (EMC).

Vsi uporabljeni materiali in oprema morajo biti:

- novi, brez tehnoloških napak in pomanjkljivosti,
- ustrezati najsodobnejšim tehniškim predpisom in standardom,
- kakovost ne sme biti slabša od predpisane oz. od zahtev v veljavnih predpisih,
- identični sestavni deli naprav morajo biti med seboj zamenljivi.

8.2 Identifikacijski napisi

Vsa oprema in naprave morajo na vidnem mestu nositi identifikacijsko tablico. Napisi in tablice ter pritrdilni elementi morajo biti vodoodporni, olje-odporni in odporni na druge vplive okolja (npr. odpornost pred korozijo).

Vsaka konstrukcijska enota (kot npr. omara) mora biti označena:

- s tablico, na kateri je identifikacijska oznaka po sistemu oznak iz projektne dokumentacije in
- s tablico z nazivom/imenom naprave v slovenskem jeziku.

Vse naprave in gradniki znotraj omar morajo nositi tablice ali oznake s pozicijskimi indikacijami, ki so enake kot v pripadajoči dokumentaciji.

Vsi standardni gradniki se praviloma lahko dobavijo s standardnimi napisnimi tablicami proizvajalcev.

Vse tablice z navodili za varno uporabo in opozorilne tablice različnih sistemov morajo biti oblikovane uniformno z vgraviranimi napisi in izdelane iz sintetične smole/plastike ter pritrdjene na notranji strani čelnih vrat ali na drugem dobro vidnem mestu.

Vsi napisi morajo biti v slovenskem jeziku.

8.3 Barvno označevanje

Barvno označevanje na krmilno-signalnih panelih, električnih povezavah in podobno mora slediti priporočilom IEC. Aktivni deli električnih povezav morajo biti barvno označeni v skladu s SIST EN 60445.

8.4 Zahteve za omare zaščite, vodenja in meritev

Omare in njihove komponente morajo biti skladne z zahtevami, podanimi v naslednjih podpoglavjih. Nekatere zahteve so podane zaradi poenotenja z ostalimi sistemi.

8.4.1 Konstrukcijske zahteve

1. Kakovost izdelave omare mora biti v skladu s tovrstnimi izdelki priznanega proizvajalca (npr. Rittal ali drugega proizvajalca primerljive kakovosti).
2. Zahtevane dimenzije omar so podane v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
3. Zahteve za podstavke omar so podane v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
4. Zahtevana barva omare je svetlo siva – RAL 7035.

5. Omara mora biti opremljena z vrtljivim notranjim 19" okvirjem za vgradnjo konstrukcijskih enot in z zastekljenimi prednjimi vrati. Steklo prednjih vrat mora imeti EMC zaščito.
6. Prostor v 19" okviru, ki ni zaseden z opremo, mora biti v celoti zapolnjen s prekrivnimi ploščami.
7. Mehanizem sproščanja zapaha (kljuka) vseh vrat omare mora biti izveden z gumbom - brez ključavnice.
8. Vsa vrata morajo imeti prevodna gumijasta tesnila.
9. Vsa vrata in obe stranici morajo biti enostavno snemljivi.
10. Omara mora imeti na levi in desni strani vertikalne urejevalnike (ranžirnike) kablov/ožičenja.
11. Vsi vijačni spoji, namenjeni sestavi omare, morajo imeti vzmetne podložke, mesta spojev brez opleska pa morajo biti protikorozijsko zaščitena.
12. Omara mora imeti vgrajeno LED svetilko za notranjo razsvetljavo omare s končnim stikalom na vratih ter letev z enofaznimi vtičnicami v 19" okviru.
13. Na spodnji strani (dnu) omar mora biti nameščena pločevinasta zaporna plošča s kabelskimi uvodnicami, ki ščitijo proti požaru.
14. Vsa oprema, nameščena v notranjosti omare, razen tiste, ki je predvidena za neposredno pritrditev na 19" okvir, mora biti pritrjena na montažno letev po standardu SIST EN 60715 – 35 x 7,5 (35 mm DIN montažna letev). Vsa oprema, ki se vgrajuje na to letev, mora imeti tovarniško predviden mehanski vmesnik za pritrditev.
15. Provizorične pritrditve opreme niso dovoljene (npr. pritrditev z vezicami, viseča pritrditev na kablji itd.).
16. Omara mora omogočati učinkovito zračenje, pri tem pa ne sme priti do onesnaženja omare skozi hladilne odprtine. Zgornja plošča (strop) omare mora biti dvignjena za 2 cm, da je omogočeno zračenje. Omare, ki bi se lahko pregrevale, pa morajo imeti poleg dvignjenega stropa še rešetke s filtrom na spodnji ali zadnji spodnji strani vrat omare, kar določa vsakokratni projekt za izvedbo (PZI).
17. Aktivne naprave morajo biti vgrajene na način, ki preprečuje njihovo prekomerno segrevanje in prekomerno segrevanje okolice zaradi njihovega oddajanja toplote.
18. Naprave oziroma komponente, ki se grejejo, morajo biti primerno nameščene, da se lahko hladijo in da ne pride do termičnih poškodb oziroma vžiga preostalih naprav in ožičenja.
19. Vsaka konstrukcijska enota (omara in naprave oz. komponente znotraj omar) mora nositi identifikacijske oznake, ki so enake kot v pripadajoči dokumentaciji. Identifikacijske oznake morajo biti nameščene na vidnem mestu spredaj in zadaj. Oznake/ploščice ter pripadajoči pritrdilni elementi morajo biti vodoodporni, oljeodporni in odporni na druge vplive okolja (korozija). Vse

standardne komponente se praviloma lahko dobavijo s standardnimi napisnimi ploščami proizvajalcev.

20. Stopnja zaščite omare mora biti vsaj IP 42.



Slika 1: Omara vodenja, zaščite in meritev

8.4.2 Električne zahteve, EMC, ožičenje, sponke in ozemljevanje

1. Deli naprav, ki bodo stalno ali občasno na nevarnem potencialu, morajo biti zaščiteni pred slučajnim dotikom.
2. Vsa oprema mora biti nameščena in zaščiten tako, da živali ne morejo povzročati kratkih stikov.
3. Vse naprave, povezave in kabelski dovodi morajo biti izdelani tako, da se prepreči nastanek požara, njegovo razširjanje ali kakršnakoli škoda, povzročena z ognjem.
4. Vgrajena oprema v omarah mora dosegati visok nivo kakovosti, kakršnega pri tovrstni opremi dosegajo uveljavljeni proizvajalci (npr. Moeller, Schneider, Siemens, ABB).
5. Celotno interno ožičenje mora ustrezati naslednjim zahtevam:
 - a) Ožičenje mora biti izvedeno z izoliranimi pletenimi (finožičnimi oz. mehkožilnimi) bakrenimi vodniki.

- b) Izolacija vodnikov mora biti iz ognjeodpornega polivinilklorida (PVC) ali drugega odobrenega ognjeodpornega materiala.
- c) Konci vodnikov z odstranjeno izolacijo morajo biti opremljeni z izoliranimi žičnimi tulci (t. i. *ferrules*).
- d) V posamezni sponki sta lahko največ dve žični povezavi, ki morata biti zaključeni v skupnem izoliranem žičnem tulcu, ki je namensko predviden za tovrstno povezavo (t. i. *twin-entry ferrules*).
- e) Kabelski končniki/tulci morajo biti prilagojeni priključnim sponkam na napravi in ustrezati preseku vodnika.
- f) Minimalni preseki vodnikov so:
 - 2,5 mm² za merilne tokokroge - NMT in TMT,
 - 1,5 mm² za krmilne in napajalne tokokroge ter
 - 1,0 mm² za ostalo procesno signalizacijo.

Ne glede na zgornje usmeritve mora izvajalec preveriti usklajenost presekov vodnikov s tokovnimi obremenitvami in po potrebi ustrezno prilagoditi ožičenje.

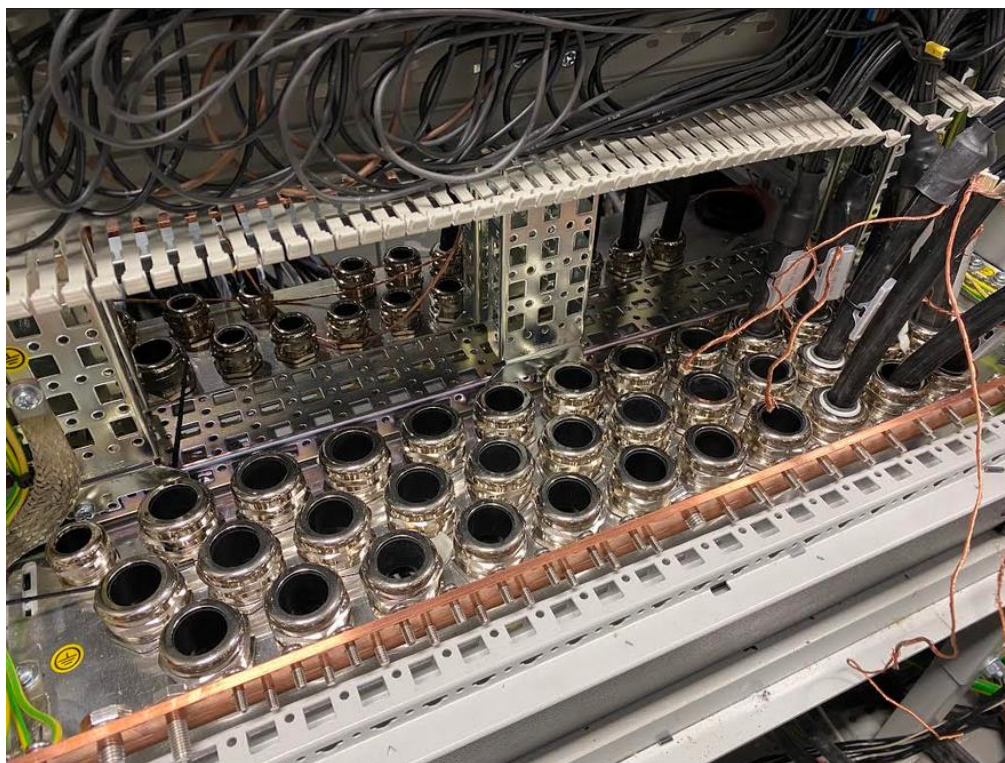
- g) Za identifikacijo žičnih zvez morajo biti vodniki opremljeni s trajnimi oznakami. Oznake morajo biti nameščene tako, da se ne snamejo, ko vodnik odvijemo in/ali iztaknemo iz priključne sponke.
 - h) Ožičenje na vrtljivem okviru med računalnikom polja, zaščitnimi terminali, zaščitnimi napravami, lokalnim krmilno-signalnim panelom ter preostalimi napravami mora biti izvedeno v snopih, ki morajo biti zaščiteni s pleteno ali spiralno cevjo vse do instalacijskega kanala v fiksnem delu omare. Pletena cev mora biti dimenzijsko prilagojena žičnemu snopu.
 - i) Ožičenje med vrtljivim okvirom in fiksnim delom omare mora omogočati nemoteno odpiranje in zapiranje vrtljivega okvira.
 - j) Ožičenje mora biti izvedeno na način, ki ne ovira hlajenja naprav.
6. Priključne (vrstne) sponke morajo izpolnjevati naslednje zahteve:
- a) V kolikor ni s projektom drugače določeno, morajo biti sponke ustrezno visoke kakovosti, kot jo dosegajo uveljavljeni proizvajalci (npr. Phoenix, Weidmüller oz. drugi). Primer izbire sponk proizvajalca Weidmüller:
 - WTL 6/2 za tokovne in napetostne tokokroge,
 - WDU 4 za krmilne in signalne tokokroge,
 - WDK 4N (»dvonadstropne« sponke) za krmilne in signalne tokokroge, ki se uporabijo izjemoma v primeru pomanjkanja prostora v omari.
 - b) Izdelane morajo biti iz negorljive sintetične plastične mase.
 - c) Označene/oštevilčene morajo biti s trajnimi oznakami v skladu s

projektno dokumentacijo.

- d) Priključne sponke morajo biti vtično-vijačnega tipa, pri čemer morajo imeti dve ločeni pritiski ploščici za priključitev vhodnih in izhodnih vodnikov. Vrstne sponke, pri katerih spončni vijak pritiska neposredno na vodnik, niso dovoljene.
 - e) Predpisane so naslednje kategorije vrstnih priključnih sponk:
 - vrstne sponke za priključitev napajanja s kabli do 4 mm²,
 - vrstne sponke za priključitev krmilnih in signalnih tokokrogov (z možnostjo medsebojnega spajanja) s kabli do 4 mm²,
 - ustrezne merilno-ločilne sponke za vodnike do 6 mm² z možnostjo kratkega spajanja za tokokroge tokovnih merilnih transformatorjev ter merilnimi pušami za standardne 4 mm »banana« priključke.
 - f) Vijaki za pritrjevanje žic vseh sponk v omari (na priključnih letvah in na napravah) morajo biti privijačeni z navorom, ki ga predpiše proizvajalec sponk oz. naprav.
7. Vsaka omara mora imeti na spodnjem delu pripravljeno eno ali več bakrenih zaščitnih ozemljitvenih zbiralok (slika 2), ki morajo omogočati oziroma izpolnjevati najmanj naslednje zahteve:
- a) Presek zbiranke mora biti vsaj 30 mm x 5 mm.
 - b) Za pravilno izvedbo ozemljitve oklopa kablov morajo biti uporabljene ustrezne namenske kabelske objemke oz. spojni material. Če je povezava opleta na zbiralko narejena tako, da je oplet na koncu kabla spleten in privit na zbiralko, mora biti taka povezava krajša od 150 mm, le izjemoma do 200 mm, ter ravna in brez zavojev. Za spajanje kabelskih opletov na zbiralko je dovoljena uporaba samo očesnih kabelskih čevljev ali sponk, ki so nataknjene na zbiralko.
 - c) Predvidena mora biti povezava z ozemljilnim sistemom stikališča (z ozemljilno vrvjo min. preseka 70 mm²) in to na vsakih 300 mm.
 - d) Instalacijske zbiranke, imenovane tudi PE/N zbiranke, niso dovoljene.
8. Steklo vrat omare mora imeti EMC zaščito (npr. steklo z naporjeno kovinsko prevleko).
9. Vsa gumijasta tesnila v omari (npr. tesnila vrat) morajo biti prevodna.
10. Za nadaljnje povečanje elektromagnetne kompatibilnosti (EMC in EMS) je treba upoštevati podrobnejša priporočila, ki jih navajamo v nadaljevanju:
- a) Notranja izvedba omar (lokacija naprav v omarah) mora biti takšna, da se v največji možni meri preprečijo medsebojni elektromagnetni vplivi, še posebej med različnimi elektronskimi in mikroprocesorskimi zaščitnimi napravami.
 - b) Kabli znotraj omar morajo biti speljani na način, da se prepreči vpliv zunanjih elektromagnetnih polj na naprave znotraj omar in vplivi med posameznimi kabli v omarah. Kabli različnih razredov morajo biti

položeni ločeno na varnih razdaljah.

- c) Izenačitev potencialov: potencialna razlika med posameznimi kovinskimi deli električnih naprav mora biti čim manjša ali skoraj enaka nič.
- d) Ozemljevanje: vsi neaktivni kovinski deli električnih naprav (npr. ohišja) morajo biti učinkovito povezani na ozemljitveno zbiralko s Cu pletenicami.
- e) Ozemljilne impedance morajo biti čim manjše.



Slika 2: Kovinske kableske uvodnice in bakrena zaščitna ozemljitvena zbiralka

11. V omarah morajo biti tokokrogi izvedeni ločeno, in sicer:

- a) napajalni tokokrogi za vsako napravo vodenja in/ali zaščite,
- b) napajalni tokokrogi VN naprav,
- c) signalni tokokrogi zaščite,
- d) signalni tokokrogi vodenja,
- e) krmilni tokokrogi VN naprav,
- f) izklopni tokokrogi (ločeno za vsako izklopno tuljavo),
- g) merilni tokokrogi (NMT in TMT).

12. Vsi zaščitni avtomati morajo biti opremljeni s pomožnimi kontakti za detekcijo izpada.

9 Podsystem zaščite

Značilne komponente podsystema zaščite so zaščitni terminali in zaščitne naprave, preizkusne vtičnice, naprave za prenos kriterija distančne zaščite, kontrola izklopnih tokokrogov ter relejna kombinacija za zaščito pred neskladjem polov odklopnika.

9.1 Zaščitni terminali in zaščitne naprave

9.1.1 Splošno

Zaščitni terminali in zaščitne naprave (npr. enote zaščite zbiralk) morajo temeljiti na standardnih in v praksi preizkušenih komponentah, ki so namenjene delovanju v elektroenergetskih objektih. Strojna in programska oprema morata biti izdelani za uporabo na tovrstnih napetostnih nivojih. Delovanje zaščitnih terminalov in zaščitnih naprav mora biti samostojno in neodvisno od sistema vodenja.

9.1.2 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti kovinsko, zaščiteno pred korozijo, spredaj odporno proti prahu in vodi vsaj s stopnjo IP 40 in zadaj vsaj z IP 20.
2. Ohišje mora nuditi dobro zaščito pred elektromagnetnimi polji vsem sklopom v notranjosti. Vsi kovinski deli ohišja morajo biti galvansko povezani med seboj in s priključnim mestom za ozemljitev.
3. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" vrtljivi okvir, višina je lahko največ šest enot (6U), globina pa mora omogočati neovirano odpiranje vrtljivega okvirja pri širini omare 800 mm. V sklopu dobave mora biti tudi ves morebiten pomožni material za vgradnjo terminala v 19" okvir.
4. Vsi spončni priključki za napajalne, signalne, krmilne in merilne tokokroge morajo biti vijačni.
5. Na sprednji strani ohišja mora biti osvetljen LCD prikazovalnik, ki je dovolj velik, da lahko prikaže pomembne informacije o delovanju zaščitnih funkcij, diagnostične in procesne informacije ter omogoča pregledovanje zaščitnih nastavitev.
6. Sprednja stran ohišja mora biti opremljena z LED signalnimi svetilkami za prikaz prosto nastavljenih binarnih statusov ali alarmov. Zahtevano število signalnih svetilk za posamezne vrste zaščitnih terminalov oz. naprav je določeno v pripadajočih podpoglavjih v nadaljevanju tega dokumenta.
7. Na sprednji strani ohišja mora biti komunikacijski vmesnik za priključitev osebnega računalnika z orodjem za celovit nadzor in parametriranje zaščitne naprave.

9.1.3 Električne in okoljske zahteve

1. Odpornost na elektromagnetne motnje (EMC) mora biti enaka ali boljša, kot je določeno s standardi:
 - SIST EN 61000-4-18 za dušene oscilacije 1 MHz, 2,5 kV,
 - SIST EN 61000-4-2, razred 4, za elektrostatične razelektritve,
 - SIST EN 61000-4-3, razred 3, za sevana radiofrekvenčna elektromagnetna polja,
 - SIST EN 61000-4-4, razred 4, za hitre električne prehodne pojave,
 - SIST EN 61000-4-5, razred 3, za napetostni udar,
 - SIST EN 61000-4-6, razred 3, za motnje po vodnikih, ki jih inducirajo radiofrekvenčna polja.
2. Izolacijska sposobnost električnih vhodov in izhodov (razen komunikacijskih) mora biti enaka ali boljša, kot je določeno s standardi SIST EN 60255-5 ali SIST EN 60255-27 (dielektrični test z izmenično (RMS) oz. enosmerno napetostjo najmanj 2 kV in test z impulzno napetostjo najmanj 5 kV, 1,2 μ s/50 μ s, 0,5 J).
3. Odpornost na vibracije mora biti enaka ali boljša, kot je določeno s standardom SIST EN 60255-21-1, razred 1, ali SIST EN 60068-2-6; odpornost na potres pa, kot je določeno s standardom SIST EN 60255-21-3, razred 1.
4. Temperaturno območje delovanja mora biti med 0 °C in 55 °C, skladiščenja pa med 0 °C in 70 °C.
5. Napajalnik mora biti primeren za priključitev na enosmerno napetost 220 V (izjemoma 110 V, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) s toleranco vsaj ± 10 %. Naprava mora brez vpliva na delovanje prenesti prekinitev napetosti v trajanju do 20 ms ter superponirano izmenično napetost (*ripple*) v višini do 15 % nazivne napajalne napetosti.
6. Binarni vhodi:
 - a) Na voljo mora biti ustrezno število prosto programirljivih, proti procesu galvansko izoliranih binarnih vhodov, kot je po posameznih poljih določeno v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
 - b) Dimenzionirani morajo biti za enosmerno signalno napetost 220 V ± 10 % (izjemoma 110 V ± 10 %, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) brez vmesnih relejev ali optičnih sklopnikov.
 - c) Galvansko sme biti med seboj povezanih največ osem binarnih vhodov (binarni vhodi s skupno priključno točko na pozitivno ali negativno signalizacijsko napetost).
 - d) Imeti morajo vhodni filter proti motnjam.
7. Relejski (binarni) izhodi:

- a) Na voljo mora biti ustrezno število prosto programirljivih relejskih izhodov, kot je po posameznih poljih določeno v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
- b) Relejski izhodi morajo biti dimenzionirani za enosmerno krmilno napetost 220 V.
- c) Kontaktna zmogljivost relejskih izhodov mora biti:
 - vsaj 5 A za trajni tok,
 - vsaj 20 A za kratkotrajni vklopni tok (0,2 s),
 - vsaj 0,1 A za izklopni tok pri $L/R < 40$ ms.
- d) Dodatno mora biti na voljo statusni izhod, ki signalizira okvaro naprave ali napako v delovanju. Zahtevane lastnosti statusnega izhoda so enake kot za ostale relejske izhode.

8. Analogni vhodi:

- a) Napetostni analogni vhodi morajo biti primerni za neposredno trifazno priključitev na sekundarna navitja napetostnih merilnih transformatorjev z nazivno sekundarno napetostjo $U_n = 100$ V.
- b) Tokovni analogni vhodi morajo biti primerni za neposredno priključitev na sekundarna navitja tokovnih merilnih transformatorjev z nazivnim tokom $I_n = 1$ A. Termična obremenljivost tokovnih analognih vhodov mora dosegati vsaj $20 \times I_n$ za čas 5 s.

9.1.4 Komunikacije

1. Za vključitev v sistem vodenja postaje (skladno z družino standardov SIST EN 61850) morata biti na zadnji strani ohišja na voljo dva Ethernet priključka s hitrostjo prenosa podatkov vsaj 100 Mbps v redundantni konfiguraciji, skladni s standardom SIST EN IEC 62439-3 (PRP). Vrsta priključkov je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
2. Zahtevan je »Zero Recovery Time« v primeru okvare omrežja.
3. Podprto mora biti pošiljanje in sprejemanja GOOSE sporočil.
4. Podprta mora biti komunikacija, skladna z SIST EN 61850-8-1 (MMS), za vsaj štiri odjemalce.
5. Hkrati mora biti preko istega para Ethernet priključkov možna izvedba (daljinske) povezave s centrom za nadzor delovanja zaščitnih naprav. Ta povezava mora omogočati dostop do registracij zaščitnih dogodkov, oscilografij ter z uporabo priložene programske opreme tudi izvajanje celovitega nadzora in parametriranja zaščitne naprave, kot je to mogoče preko komunikacijskega vmesnika na sprednji strani naprave.
6. Zaradi vključitve zaščitne naprave v obstoječi sistem za avtomatsko zajemanje dogodkov in kronologije mora biti zagotovljena popolna dokumentacija uporabljenih komunikacijskih protokolov za izdelavo ustreznih komunikacijskih gonilnikov za vključitev v ta sistem.

9.1.5 Ostale zahteve

1. Nastavljanje, parametriranje, arhiviranje nastavitev, diagnosticiranje, prikazovanje meritev in podatkov o delovanju zaščitne naprave mora biti omogočeno:
 - a) v omejenem obsegu neposredno na zaščitnem terminalu ali napravi preko vgrajene enote človek-stroj (zaščitni terminal ali naprava morata biti opremljena z ustreznim vmesnikom človek/stroj, ki uporabniku zagotavlja hitro in učinkovito osnovno diagnostiko delovanja zaščitnega terminala ali naprave),
 - b) v polnem obsegu lokalno preko začasno priklopljenega prenosnega računalnika z ustrežno programsko opremo (v ta namen mora biti na voljo ločen komunikacijski vhod na sprednji strani zaščitnega terminala ali naprave),
 - c) daljinsko preko obstoječega sistema za analizo delovanja zaščitnega sistema.
2. Priložena mora biti programska oprema za nadzor, programiranje funkcij in parametriranje nastavitev naprave ter branje oscilografij in zaščitnih dogodkov, vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj pet uporabnikov.
3. Podpora, popravila ter dobava rezervnih delov in rezervnih naprav za ponujeni model in tip terminala ali naprave morajo biti na voljo še najmanj deset let od dneva dobave.

9.1.6 Terminal distančne zaščite

9.1.6.1 Splošno

Terminal distančne zaščite mora poleg v tem dokumentu predhodno navedenih izpolnjevati vsaj še naslednje zahteve:

1. Zaščitni terminal mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za zaščito visokonapetostnih daljnovodov v elektroenergetskih omrežjih z učinkovito ozemljeno nevtralno točko.
2. Na sprednji strani ohišja mora imeti možnost prikaza najmanj 15 signalnih sporočil preko LED diod za prikaz prosto nastavljivih binarnih statusov oziroma alarmov.
3. Minimalno zahtevano število analognih vhodov ter digitalnih (binarnih) vhodov in izhodov je:
 - a) analogni tokovni vhodi: 4,
 - b) analogni napetostni vhodi: 4,
 - c) binarni vhodi: 20,
 - d) relejski (binarni) izhodi: 12.



Slika 3: Terminal distančne zaščite ABB REL670 s preizkusno vtičnico RTXP24

9.1.6.2 Funkcijske zahteve

1. Zahteve za funkcijo distančne zaščite:
 - a) Imeti mora najmanj pet distančnih stopenj s poligonalno karakteristiko, ki jim je možno medsebojno neodvisno individualno nastavljati reaktivni in

rezistivni doseg ter časovne zakasnitve.

- b) Usmeritev distančnih stopenj mora biti nastavljiva, in sicer:
- za distančno zaščito voda:
 - tri stopnje v smeri voda,
 - ena stopnja v smeri voda ali neusmerjena (izbira usmeritve mora biti prosto nastavljiva s strani uporabnika),
 - ena stopnja v nasprotni smeri voda;
 - za distančno zaščito transformatorja:
 - ena stopnja v smeri transformatorja,
 - dve stopnji v nasprotni smeri od transformatorja,
 - ena stopnja v nasprotni smeri od transformatorja ali neusmerjena (izbira usmeritve mora biti prosto nastavljiva s strani uporabnika).
- c) Na voljo mora biti možnost prilagoditve distančne karakteristike v področju bremenskih tokov.
- d) Istočasno mora meriti vse medfazne impedance ter impedance faza-zemlja za vse distančne stopnje.
- e) Čas delovanja distančne zaščite od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza sme biti največ 35 ms.
- f) Zanesljivo mora prepoznati smer okvare tudi pri bližnjih kratkih stikih (vrednost napetosti zelo blizu nič) z uporabo uveljavljenih algoritmov.
- g) Delovanje pri razvijajočih se okvarah, kot na primer iz enofaznih v večfazne, mora biti zanesljivo.
- h) Podpirati mora funkcijo oddaje in sprejema signala z nasprotne strani daljnovoda za implementacijo sheme PUTT (angl. *Permissive Underreach Transfer Trip*). Oddaja signala je pogojena z delovanjem osnovne distančne stopnje. Minimalno trajanje oddanega signala mora biti nastavljivo. Prejem signala z 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 GOOSE sporočilo, skladno z družino standardov SIST EN 61850.
- i) Omogočati mora hitro blokado distančne funkcije v primeru okvare na merilnih napetostnih tokokrogih (npr. ob izpadu zaščitnega avtomata merilnih napetosti).
- j) Na voljo mora biti funkcija kompenzacije medsebojne ničelne impedance vzporednega daljnovoda z merjenjem njegovega ničelnega toka, ki se upošteva tako pri izračunu impedance za distančno funkcijo kot za izračun lokacije okvare.

2. Naprava mora podpirati funkciji enopolnega in tripolnega avtomatskega ponovnega vklopa (APV). 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 vzburjanju ali ob izklopu izbrane distančne stopnje. Pri tripolnem APV mora biti na voljo možnost preverjanja sinhronizma z nastavljivimi parametri pred vklopom.
3. Funkcija nadzora napetostnih in tokovnih nesimetrij ter vrtilnega polja.
4. Funkcija zaznavanja in takojšnjega delovanja pri vklopu na okvaro (SOTF, angl. *Switch Onto Fault*).
5. Funkcija usmerjene zemeljskostične zaščite, ki jo je možno pogojevati s prejemom signala iz nasprotne strani daljnovoda.
6. Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) nastavitev.
7. Funkcija oddaje in sprejema signala za KDZ:
 - a) preko ločene TK naprave, in sicer na naslednja dva načina:
 - preko (binarnega) žičnega signala in
 - kot informacija v SIST EN 61850 GOOSE sporočilu;
 - b) z neposredno komunikacijo preko SIST EN 61850 GOOSE sporočil s terminalom distančne zaščite na nasprotni strani voda, za kar je treba zagotoviti naslednje:
 - v objektih na obeh straneh voda morajo biti nameščena SDN omrežna stikala za postajno vodilo SIST EN 61850,
 - zveza med obema stranema mora biti vedno vzpostavljena preko dveh ločenih TK omrežij.
8. Funkcija zaznavanja nasičenja tokovnih merilnih transformatorjev in algoritem za zagotovitev pravilnega delovanja v tem primeru.
9. Neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonske komponente v merilnih vrednostih.
10. Funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar: omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoji proženja ter čas snemanja pred proženjem in po njem morajo biti prosto nastavljivi. Kapaciteta pomnilnika mora zadoščati za vsaj osem posnetkov v skupnem trajanju vsaj 15 s. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v formatu Comtrade.
11. Funkcija lokatorja okvare na podlagi izmerjene impedance ob okvari z natančnostjo vsaj 2,5 %.
12. Funkcija nadtokovne zaščite za fazne toke in ničelni (nevtralni) tok z vsaj dvema stopnjama z neodvisno nastavitvijo prožilnega toka in časovne zakasnitve.
13. Funkcija rezervne nadtokovne zaščite, ki se aktivira ob okvari napetostnih

merilnih tokokrogov in blokadi funkcije distančne zaščite. Nastaviti jo mora biti možno tako za fazne tokove kot hkrati tudi za ničelni (nevtralni) tok z medsebojno neodvisnimi nastavitvami.

14. Funkcija pod- in nadnapetostne zaščite za fazne napetosti z vsaj dvema ločeno nastavljivima stopnjama.
15. Funkcija nadnapetostne zaščite residualne napetosti z nastavljivo prožilno vrednostjo in zakasnitvijo. Residualno napetost mora naprava izračunati iz priključenih faznih napetosti.
16. Funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami.
17. Pri zemeljskih stikih mora biti sposobna delovati tudi ob popolni odsotnosti zemeljskostičnega toka (3I₀).
18. »Weak end infeed« funkcija s komunikacijskim blokom.
19. Funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms.
20. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa distančne zaščite iz NTP strežnika preko Ethernet priključkov za vodenje.

9.1.7 Terminal diferenčne zaščite voda

9.1.7.1 Splošno

Terminal diferenčne zaščite voda mora poleg v tem dokumentu predhodno navedenih izpolnjevati vsaj še naslednje zahteve:

1. Zaščitni terminal mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za zaščito visokonapetostnih daljnovodov v elektroenergetskih omrežjih z učinkovito ozemljeno nevtralno točko.
2. Na sprednji strani ohišja mora imeti možnost prikaza najmanj 15 signalnih sporočil preko LED diod za prikaz prosto nastavljivih binarnih statusov oziroma alarmov.
3. Minimalno zahtevano število analognih vhodov ter digitalnih (binarnih) vhodov in izhodov je:
 - a) analogni tokovni vhodi: 4,
 - b) analogni napetostni vhodi: 4,
 - c) binarni vhodi: 20,
 - d) relejski (binarni) izhodi: 12.

9.1.7.2 Funkcijske zahteve

1. Funkcija diferenčne zaščite:
 - a) Zahtevana je fazno ločena nizkoimpedančna tokovna diferenčna zaščitna funkcija.
 - b) Omogočati mora stabilizacijo delovanja z nastavljivo karakteristiko odvisnosti diferenčnega toka od stabilizacijskega toka. Stabilizacijski tok mora upoštevati vse fazne tokove z obeh strani daljnovoda.
 - c) Čas delovanja diferenčne zaščite od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza sme biti največ 25 ms.
2. Na voljo mora biti funkcija enopolnega avtomatskega ponovnega vklopa (APV). 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.
3. Funkcija zaznavanja nasičenja tokovnih merilnih transformatorjev in algoritem za zagotovitev pravilnega delovanja v tem primeru.
4. Neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonske komponente faznih tokov.
5. Funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar: omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoji proženja ter čas snemanja pred proženjem in po njem morajo biti prosto nastavljivi.

Kapaciteta pomnilnika mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 15 s. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v formatu Comtrade.

6. Funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami.
7. Zahteve za linijski optični komunikacijski vmesnik za zvezo z zaščitnim terminalom na nasprotni strani daljnovoda:
 - a) Naprava mora imeti na voljo optični komunikacijski vmesnik za neposredno optično SM povezavo z zaščitno napravo na drugi strani daljnovoda, preko katere si v realnem času izmenjuje vse potrebne signale in merilne vrednosti za zagotovitev funkcije vzdolžne tokovne diferenčne zaščite. Vmesnik za neposredno optično povezavo naj ustreza enorodovnim (SM) vlaknom premera 9/125 μm .
 - b) Izhodna moč optičnega vmesnika mora biti dovolj velika za kritje optičnega slabljenja prenosne poti (zahteva se navede v vsakokratni dokumentaciji za razpis - DZR).
8. Funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms.
9. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa diferenčne zaščite iz NTP strežnika preko Ethernet priključkov za vodenje.

9.1.8 Terminal diferenčno-distančne zaščite voda

9.1.8.1 Splošno

Terminal diferenčno-distančne zaščite voda mora poleg v tem dokumentu predhodno navedenih izpolnjevati vsaj še naslednje zahteve:

1. Zaščitni terminal mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za zaščito visokonapetostnih daljnovodov v elektroenergetskih omrežjih z učinkovito ozemljeno nevtralno točko.
2. Na sprednji strani ohišja mora imeti možnost prikaza najmanj 15 signalnih sporočil preko LED diod za prikaz prosto nastavljenih binarnih statusov oziroma alarmov.
3. Minimalno zahtevano število analognih vhodov ter digitalnih (binarnih) vhodov in izhodov je:
 - a) analogni tokovni vhodi: 4,
 - b) analogni napetostni vhodi: 4,
 - c) binarni vhodi: 20,
 - d) relejski (binarni) izhodi: 12.

9.1.8.2 Zahteve za funkcijo diferenčne zaščite

1. Diferenčna zaščita:
 - a) Zahtevana je fazno ločena nizkoimpedančna tokovna diferenčna zaščitna funkcija.
 - b) Omogočati mora stabilizacijo delovanja z nastavljivo karakteristiko odvisnosti diferenčnega toka od stabilizacijskega toka. Stabilizacijski tok mora upoštevati vse fazne tokove z obeh strani daljnovoda.
 - c) Čas delovanja diferenčne zaščite od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza sme biti največ 25 ms.
2. Na voljo mora biti funkcija enopolnega avtomatskega ponovnega vklopa (APV). 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.
3. Imeti mora dva linijska optična komunikacijska vmesnika za zvezo z zaščitnim terminalom na nasprotni strani daljnovoda:
 - a) Linijski vmesnik 1: neposredna optična SM komunikacijska povezava:
 - Naprava mora imeti na voljo optični komunikacijski vmesnik za neposredno optično SM povezavo z zaščitno napravo na drugi strani daljnovoda, preko katere si v realnem času izmenjuje vse potrebne signale in merilne vrednosti za zagotovitev funkcije

vzdolžne tokovne diferenčne zaščite. Vmesnik za neposredno optično povezavo naj ustreza enorodovnim (SM) vlaknom premera 9/125 μm .

- Izhodna moč optičnega vmesnika mora biti dovolj velika za kritje optičnega slabljenja prenosne poti (zahteva se navede v vsakokratni dokumentaciji za razpis - DZR).

b) Linijski vmesnik 2: povezava IEEE C37.94

9.1.8.3 Zahteve za funkcijo distančne zaščite

1. Distančna zaščita:

- Imeti mora najmanj pet distančnih stopenj s poligonalno karakteristiko, ki jim je možno medsebojno neodvisno individualno nastavljati reaktivni in rezistivni doseg in časovne zakasnitve.
- Usmeritev distančnih stopenj mora biti nastavljiva, in sicer:
 - tri stopnje v smeri voda,
 - ena stopnja v smeri voda ali neusmerjena (izbira usmeritve mora biti prosto nastavljiva s strani uporabnika),
 - ena stopnja v nasprotni smeri voda.
- Na voljo mora biti možnost prilagoditve distančne karakteristike v področju bremenskih tokov.
- Istočasno mora meriti vse medfazne impedance ter impedance faza-zemlja za vse distančne stopnje.
- Čas delovanja distančne zaščite od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza sme biti največ 35 ms.
- 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.
- Podpirati mora funkcijo oddaje in sprejema signala z nasprotne strani daljnovoda za implementacijo sheme PUTT (angl. *Permissive Underreach Transfer Trip*). Oddaja signala je pogojena z delovanjem osnovne distančne stopnje. Minimalno trajanje oddanega signala mora biti nastavljivo. Prejem signala z nasprotne strani daljnovoda mora sprožiti takojšnje delovanje izbrane vzbujene višje distančne stopnje ter v primeru enopolnih okvar sprožiti tudi funkcijo enopolnega avtomatskega ponovnega vklopa. Funkcija oddaje in sprejema signala za KDZ mora biti omogočena:
 - preko ločene TK naprave, in sicer na naslednja dva načina:
 - preko (binarnega) žičnega signala in
 - kot informacija v SIST EN 61850 GOOSE sporočilu;

- z neposredno komunikacijo preko SIST EN 61850 GOOSE sporočil s terminalom distančne zaščite na nasprotni strani voda, za kar je treba zagotoviti naslednje:
 - v objektih na obeh straneh voda morajo biti nameščena SDN omrežna stikala za postajno vodilo SIST EN 61850,
 - zveza med obema stranema mora biti vedno vzpostavljena preko dveh ločenih TK omrežij.
 - i) Omogočati mora hitro blokado distančne funkcije v primeru okvare na merilnih napetostnih tokokrogih (npr. ob izpadu zaščitnega avtomata merilnih napetosti).
 - j) Na voljo mora biti funkcija kompenzacije medsebojne ničelne impedance vzporednega daljnovoda z merjenjem njegovega ničelnega toka, ki se upošteva tako pri izračunu impedance za distančno funkcijo kot za izračun lokacije okvare.
2. Naprava mora podpirati funkciji enopolnega in tripolnega avtomatskega ponovnega vklopa (APV). 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 vzburjanju ali ob izklopu izbrane distančne stopnje. Pri tripolnem APV mora biti na voljo možnost preverjanja sinhronizma z nastavljivimi parametri.
 3. Funkcija nadzora napetostnih in tokovnih nesimetrij ter vrtilnega polja.
 4. Funkcija zaznavanja in takojšnjega delovanja pri vklopu na okvaro (SOTF, angl. *Switch Onto Fault*).
 5. Na voljo morajo biti vsaj štiri skupine (grupe) nastavitev.

9.1.8.4 Ostale funkcijske zahteve

1. Funkcija zaznavanja nasičenja tokovnih merilnih transformatorjev in algoritem za zagotovitev pravilnega delovanja v tem primeru.
2. Neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonske komponente v merilnih vrednostih.
3. Funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar: omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoji proženja ter čas snemanja pred proženjem in po njem morajo biti prosto nastavljivi. Kapaciteta pomnilnika mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 15 s. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v formatu Comtrade.
4. Funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami.

5. Funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms.
6. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa diferenčne zaščite iz NTP strežnika prek Ethernet priključkov za vodenje.

9.1.9 Terminal diferenčne zaščite transformatorja

9.1.9.1 Splošno

Terminal diferenčne zaščite transformatorja mora poleg v tem dokumentu predhodno navedenih izpolnjevati vsaj še naslednje zahteve:

1. Zaščitni terminal mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za zaščito visokonapetostnih dvonavitnih transformatorjev v elektroenergetskih omrežjih z učinkovito ozemljeno nevtralno točko.
2. Na sprednji strani ohišja mora imeti možnost prikaza najmanj 15 signalnih sporočil preko LED diod za prikaz prosto nastavljivih binarnih statusov oziroma alarmov.
3. Minimalno zahtevano število analognih vhodov ter digitalnih (binarnih) vhodov in izhodov je:
 - a) analogni tokovni vhodi: 9,
 - b) analogni napetostni vhodi: 4,
 - c) binarni vhodi: 24,
 - d) relejski (binarni) izhodi: 12.

9.1.9.2 Funkcijske zahteve

1. Funkcija diferenčne transformatorske zaščite:
 - a) Zahtevana je trifazna nizkoimpedančna tokovna diferenčna zaščita transformatorja z dvema navitjema.
 - b) Omogočati mora stabilizacijo delovanja z nastavljivo karakteristiko odvisnosti diferenčnega toka od stabilizacijskega toka z vsaj dvema naklonoma. Stabilizacijski tok mora upoštevati fazne tokove vseh navitij. Nastavljiva mora biti tudi diferenčna tokovna meja za nestabilizirano delovanje.
 - c) Nuditi mora možnost proste programske prilagoditve na različne vezalne skupine dvonavitnih transformatorjev ter na poljubna tokovna prestavna razmerja med posameznimi navitji brez potrebe po dodatnih zunanjih prilagoditvenih transformatorjih.
 - d) Imeti mora funkcijo blokade delovanja diferenčne zaščite ob nastavljeni vrednosti 2. harmonske komponente kateregakoli izmed faznih tokov.
 - e) Omogočati mora eliminacijo zemeljskostičnega toka v primeru ozemljene nevtralne točke transformatorja za stabilno delovanje diferenčne zaščite ob zunanjih zemeljskih stikih.
 - f) Čas delovanja diferenčne zaščite transformatorja od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza sme biti največ 25 ms.
2. Funkcija diferenčne zemeljskostične zaščite (REF, 87N), ki deluje hitro in občutljivo v primeru notranjih zemeljskih stikov ter ostane stabilna v primeru

zunanjih zemeljskih stikov.

3. Tri funkcije dvostopenjske fazne in residualne nadtokovne zaščite z ločeno nastavljivimi prožilnimi vrednostmi in časovnimi zakasnitvami.
4. Funkcija podnapetostne zaščite (27).
5. Možnost izbire med vsaj dvema skupinama nastavitav.
6. Funkcija zaznavanja nasičenja tokovnih merilnih transformatorjev in algoritem za zagotovitev pravilnega delovanja v tem primeru.
7. Neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonske komponente v merilnih vrednostih.
8. Funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar: omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoji proženja ter čas snemanja pred proženjem in po njem morajo biti prosto nastavljivi. Kapaciteta pomnilnika 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 formatu Comtrade.
9. Funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami.
10. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa diferenčne zaščite iz NTP strežnika preko Ethernet priključkov za vodenje.

9.1.10 Terminal diferenčno-distančne zaščite transformatorja

9.1.10.1 Splošno

Terminal diferenčno-distančne zaščite transformatorja mora poleg v tem dokumentu predhodno navedenih izpolnjevati vsaj še naslednje zahteve:

1. Zaščitni terminal mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za zaščito visokonapetostnih dvonavitnih transformatorjev v elektroenergetskih omrežjih z učinkovito ozemljeno nevtralno točko.
2. Na sprednji strani ohišja mora imeti možnost prikaza najmanj 15 signalnih sporočil preko LED diod za prikaz prosto nastavljenih binarnih statusov oz. alarmov.
3. Minimalno zahtevano število analognih vhodov ter digitalnih (binarnih) vhodov in izhodov je:
 - a) analogni tokovni vhodi: 9,
 - b) analogni napetostni vhodi: 4,
 - c) binarni vhodi: 24,
 - d) relejski (binarni) izhodi: 12.

9.1.10.2 Zahteve za funkcijo diferenčne zaščite transformatorja

1. Diferenčna zaščita transformatorja:
 - a) Zahtevana je trifazna nizkoimpedančna tokovna diferenčna zaščita transformatorja z dvema navitjema.
 - b) Omogočati mora stabilizacijo delovanja z nastavljivo karakteristiko odvisnosti diferenčnega toka od stabilizacijskega toka z vsaj dvema naklonoma. Stabilizacijski tok mora upoštevati tokove vseh navitij. Nastavljiva mora biti tudi diferenčna tokovna meja za nestabilizirano delovanje.
 - c) Nuditi mora možnost proste programske prilagoditve na različne vezalne skupine dvonavitnih transformatorjev ter na poljubna tokovna prestavna razmerja med posameznimi navitji brez potrebe po dodatnih zunanjih prilagoditvenih transformatorjih.
 - d) Imeti mora funkcijo blokade delovanja diferenčne zaščite ob nastavljeni vrednosti 2. harmonske komponente kateregakoli izmed faznih tokov.
 - e) Omogočati mora eliminacijo zemeljskostičnega toka v primeru ozemljene nevtralne točke transformatorja za stabilno delovanje diferenčne zaščite ob zunanjih zemeljskih stikih.
 - f) Čas delovanja diferenčne zaščite transformatorja od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza sme biti največ 25 ms.

2. Funkcija diferenčne zemeljskostične zaščite (REF, 87N), ki deluje hitro in

občutljivo v primeru notranjih zemeljskih stikov ter ostane stabilna v primeru zunanjih zemeljskih stikov.

3. Tri funkcije dvostopenjske fazne in residualne nadtokovne zaščite z ločeno nastavljivimi prožilnimi vrednostmi in časovnimi zakasnitvami.

9.1.10.3 Zahteve za funkcijo distančne zaščite transformatorja

1. Distančna zaščita transformatorja:

- a) Imeti mora najmanj štiri distančne stopnje s poligonalno karakteristiko, ki jim je možno medsebojno neodvisno individualno nastavljati reaktivni in rezistivni doseg in časovne zakasnitve.
- b) Usmeritev distančnih stopenj mora biti nastavljiva, in sicer:
 - ena stopnja v smeri transformatorja,
 - dve stopnji v nasprotni smeri od transformatorja,
 - ena stopnja v nasprotni smeri od transformatorja ali neusmerjena (izbira usmeritve mora biti prosto nastavljiva s strani uporabnika).
- c) Na voljo mora biti možnost prilagoditve distančne karakteristike v področju bremenskih tokov.
- d) Istočasno mora meriti vse medfazne impedance ter impedance faza-zemlja za vse distančne stopnje.
- e) Čas delovanja distančne zaščite od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza mora biti 35 ms ali manj.
- f) Zanesljivo mora prepoznati smer okvare tudi pri bližnjih kratkih stikih (vrednost napetosti zelo blizu nič) z uporabo uveljavljenih algoritmov.
- g) Delovanje pri razvijajočih se okvarah, kot na primer iz enofaznih v večfazne, mora biti zanesljivo.
- h) Omogočati mora hitro blokado distančne funkcije v primeru okvare na merilnih napetostnih tokokrogih (npr. ob izpadu zaščitnega avtomata merilnih napetosti).

2. Funkcija nadzora napetostnih in tokovnih nesimetrij ter vrtilnega polja.

3. Funkcija rezervne nadtokovne zaščite, ki se aktivira ob okvari napetostnih merilnih tokokrogov in blokadi funkcije distančne zaščite. Nastavljiva mora biti tako za fazne tokove kot hkrati tudi za ničelni (nevtralni) tok z medsebojno neodvisnimi nastavitvami.

9.1.10.4 Ostale funkcijske zahteve

1. Funkcija zaznavanja nasičenja tokovnih merilnih transformatorjev in algoritem za zagotovitev pravilnega delovanja v tem primeru.
2. Neobčutljivost na enosmerno komponento in višje harmonske komponente v

merilnih vrednostih.

3. Funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar: omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoji proženja ter čas snemanja pred proženjem in po njem morajo biti prosto nastavljivi. Kapaciteta pomnilnika mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 15 s. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v formatu Comtrade.
4. Funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami.
5. Funkcija kronološke obdelave vseh sprememb zunanjih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms.
6. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa diferenčne zaščite iz NTP strežnika prek Ethernet priključkov za vodenje.

9.1.11 Terminal nadtokovne in zemeljskostične zaščite

9.1.11.1 Splošno

Terminal nadtokovne in zemeljskostične zaščite mora poleg v tem dokumentu predhodno navedenih izpolnjevati vsaj še naslednje zahteve:

1. Zaščitni terminal mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za zaščito visokonapetostnih daljnovodov v elektroenergetskih omrežjih z učinkovito ozemljeno nevtralno točko.
2. Na sprednji strani ohišja mora imeti možnost prikaza najmanj 5 signalnih sporočil preko LED diod za prikaz prosto nastavljivih binarnih statusov oziroma alarmov.
3. Minimalno zahtevano število analognih vhodov ter digitalnih (binarnih) vhodov in izhodov je:
 - a) analogni tokovni vhodi: 4,
 - b) analogni napetostni vhodi: 4,
 - c) binarni vhodi: 12,
 - d) relejski (binarni) izhodi: 10.

9.1.11.2 Funkcijske zahteve

1. Nadtokovna zaščita (50/50N in 51/51N):
 - a) Funkcija kratkostične zaščite za fazne tokove in ničelni (nevtralni) tok (50/50N) s časom delovanja od nastopa okvare do izdaje izklopnega impulza največ 30 ms.
 - b) Dvostopenjska funkcija nadtokovne zaščite za fazne tokove in ničelni (nevtralni) tok (51/51N) s konstantnim časom. Tokovne in časovne nastavitve za vsako od obeh stopenj morajo biti neodvisne za fazne tokove in ničelni (nevtralni) tok, prav tako morajo biti medsebojno neodvisne nastavitve za vsako od obeh stopenj.
2. Zemeljskostična zaščita (59N):
 - a) Omogočati mora izračun residualne napetosti $3U_0$ iz priključenih faznih napetosti.
 - b) Imeti mora dve stopnji z med seboj ločenimi in neodvisnimi napetostnimi in časovnimi nastavitvami, in sicer:
 - nastavitev praga za residualno napetost $3U_0$ vsaj v razponu od 10 V do 170 V,
 - nastavitev časa zakasnitve vsaj v razponu od 0,05 s do 100 s.
 - c) Omogočati mora nadzor nad izpadom zaščitnega avtomata merilnih napetosti.

9.1.11.3 Ostale funkcijske zahteve

1. Funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar: omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoji proženja ter čas snemanja pred proženjem in po njem morajo biti prosto nastavljivi. Kapaciteta pomnilnika mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 15 s. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v formatu Comtrade.
2. Funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami.
3. Funkcija kronološke obdelave vseh sprememb priključenih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms.
4. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa diferenčne zaščite iz NTP strežnika prek Ethernet priključkov za vodenje.

9.1.12 Zaščita zbiralk

9.1.12.1 Splošno

Zaščita zbiralk (ZZB) mora poleg v tem dokumentu predhodno navedenih izpolnjevati vsaj še naslednje zahteve:

1. Zaščita zbiralk mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za zaščito visokonapetostnih zbiralk v elektroenergetskih omrežjih z učinkovito ozemljeno nevtralno točko.
2. V vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR) je določeno, ali se zahteva centralizirana ali distribuirana izvedba. Pri distribuirani izvedbi mora biti za vsako odvodno polje uporabljena ločena enota polja, preko katere se zajemajo analogne veličine in binarni signali ter izdajajo izklopne komande. Enote polja so preko optičnih komunikacij povezane s centralno enoto ali z ločeno komunikacijsko enoto (npr. namenskim omrežnim stikalom). Zahteve v nadaljevanju veljajo smiselno za enote polja in centralno enoto.

9.1.12.2 Komunikacije

1. Na zadnji strani ohišja centralne ali centralizirane enote morata biti na voljo dva Ethernet priključka s hitrostjo prenosa podatkov vsaj 100 Mbps v redundantni konfiguraciji, skladni s standardom SIST EN IEC 62439-3 (PRP), za vključitev v sistem vodenja postaje, skladno z družino standardov SIST EN 61850 in zahtevami v točkah, navedenih v nadaljevanju. Vrsta priključkov je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
2. Zahtevan je »Zero Recovery Time« v primeru okvare omrežja.
3. Vertikalna komunikacija, skladno s SIST EN 61850-8-1 (MMS), mora vsaj štirim odjemalcem hkrati omogočati prenos vseh internih procesnih in logičnih informacij v zaščiti zbiralk, še posebej pa signalizacijo izklopnih komand funkcije zaščite zbiralk po posameznih zaščitnih conah, signalizacijo izklopne komande funkcije zaščite pri zatajitvi odklopnika, informacije o blokadah in alarmnih stanjih posameznih zaščitnih funkcij, signalizacije izklopnih komand funkcij zaščite pri odpovedi odklopnika, nadtokovne zaščite in zaščite mrtve cone, ločeno po posameznih poljih ter signalizacijo aktivnega režima vzdrževanja, ločeno po posameznih poljih.
4. Podprto mora biti tudi pošiljanje in sprejemanje vseh razpoložljivih internih binarnih informacij v obliki GOOSE sporočil (skladno s SIST EN 61850-8-1), še posebej pa sprejem startnih signalov za delovanje funkcije pri zatajitvi odklopnika iz zaščitnih naprav po posameznih poljih, sprejem položajev VN stikalnih aparatov iz naprav vodenja v posameznih poljih, oddajo izklopnih komand funkcij zaščite zbiralk, ločeno po posameznih zaščitnih conah ter oddajo izklopnih komand funkcij zaščite mrtve cone, zaščite pri odpovedi odklopnika in nadtokovne zaščite, ločeno za posamezna polja.
5. Preko istega para Ethernet priključkov mora biti hkrati izvedljiva povezava s

centrom za nadzor delovanja zaščitnih naprav. Ta povezava mora omogočati dostop do registracij zaščitnih dogodkov, oscilografij ter z uporabo priložene programske opreme tudi izvajanje celovitega nadzora in parametriranja zaščitne naprave, kot je to mogoče preko komunikacijskega vmesnika na sprednji strani naprave. Zahteva velja za centralno enoto ter opsijsko tudi za enote polja, če je to zahtevano z vsakokratno DZR.

6. Zaradi vključitve zaščitne naprave v obstoječi sistem za avtomatsko zajemanje dogodkov in kronologije mora biti zagotovljena popolna dokumentacija uporabljenih komunikacijskih protokolov za izdelavo ustreznih komunikacijskih gonilnikov za vključitev v ta sistem.

9.1.12.3 Funkcijske zahteve

1. Funkcija diferenčne zaščite zbiralk:

- a) Hitra in selektivna fazno ločena nizkoimpedančna tokovna diferenčna zaščita zbiralk.
 - b) Stabilizacija delovanja z nastavljivo karakteristiko odvisnosti diferenčnega toka od stabilizacijskega toka z nastavljivim naklonom. Stabilizacijski tok mora upoštevati tokove vseh odvodov v posamezni zaščitni coni.
 - c) Čas delovanja mora biti manjši od 30 ms.
 - d) Možnost delovanja v vsaj štirih prosto nastavljivih zaščitnih conah, ki jih naprava samodejno prepozna s pomočjo priključene položajne signalizacije ločilnikov in odklopnikov.
 - e) Možnost izbire uporabe kontrolne cone, ki upošteva vse tokove, ki pritekajo ali odtekajo iz zbiralk, kot dodatnega izklopnega pogoja za delovanje zaščitnih con.
 - f) Zaželeno je, da je funkcija kontrolne cone popolnoma neodvisna od signalizacije položaja ločilnikov in odklopnikov ter od ostalih zaščitnih funkcij v napravi.
 - g) Blokada delovanja v primeru prekoračitve nastavljivega diferenčnega toka z nastavljivo zakasnitvijo.
 - h) Nastavljiva blokada delovanja v primeru zaznanih napak položajev ločilnikov, ki vplivajo na oblikovanje zaščitnih con.
 - i) Uporabnik mora imeti možnost izdelave konfiguracije stikališča s programsko opremo, namenjeno parametriranju ZZB.
2. Funkcija zaščite pri kratkem stiku v mrtvi coni med odklopnikom in tokovnim transformatorjem odvoda z ločeno nastavljivim delovanjem za primera lokacije tokovnega transformatorja na strani voda in na strani zbiralk, pri čemer mora funkcija upoštevati položaj odklopnika in tok v posameznem polju. V primeru obhodnega obratovanja se mora funkcija samodejno blokirati.
 3. Funkcija zaščite pri zatajitvi odklopnika v dveh stopnjah. Prva stopnja proži

izklop le v polju, v katerem je do zatajitve odklopnika prišlo, druga stopnja sproži izklope v coni, ki ji polje pripada. Zakasnilni časi, startni signali in prožilni toki morajo biti prosto nastavljivi. Sistem mora imeti možnost enofaznega ali trifaznega delovanja.

4. Funkcija nadtokovne zaščite, prosto nastavljive ločeno za vsako polje. Nastavljiva mora biti prožilna vrednost faznega in residualnega toka ter časovna zakasnitev delovanja za fazno in residualno stopnjo. Časovno zakasnjena residualna nadtokovna funkcija je lahko realizirana tudi kot časovno zakasnjena nadtokovna funkcija na analognem tokovnem vhodu, ki meri dejanski residualni tok.
5. Funkcija zaznavanja nasičenja tokovnih transformatorjev in algoritem za zagotovitev pravilnega delovanja v tem primeru.
6. Funkcija zaznavanja napake v signalizaciji položaja ločilnikov, ki vplivajo na oblikovanje zaščitnih con ter ustrezna reakcija, ki omogoča nadaljnje varno delovanje zaščitnega sistema.
7. Možnost, da se posamezno polje preklopi v režim vzdrževanja, kar izloči podatke tega polja iz obdelave.
8. Funkcija snemanja (oscilografije) dogodkov in okvar. Omogočeno mora biti snemanje vsaj 8 analognih veličin in vsaj 30 digitalnih signalov. Pogoji proženja ter čas snemanja pred proženjem in po njem morajo biti prosto nastavljivi. Kapaciteta pomnilnika mora biti dovolj velika za vsaj 8 posnetkov v skupnem trajanju vsaj 8 sekund. Frekvenca vzorčenja analognega signala mora biti vsaj 1000 Hz. Omogočen mora biti izvoz posnetkov v formatu Comtrade.
9. Omogočena mora biti blokada vsake posamezne zaščitne funkcije in blokada izhodnih relejev preko binarnih vhodov s pomočjo lokalnega panela zaščite zbiralk.
10. Funkcija kronološke obdelave vseh sprememb zunanjih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms.
11. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa centralne oz. centralizirane enote z NTP strežnika preko Ethernet priključka za vodenje.

9.1.12.4 Distribuirana ZZB – enota polja

Enote polja morajo s centralno enoto komunicirati po optični povezavi. Enota polja mora ustrezati predhodnemu splošnemu opisu in izpolnjevati naslednje zahteve:

1. Enota polja distribuirane zaščite zbiralk mora biti opremljena z ustreznim številom analognih vhodov za zajemanje tokov ter binarnih vhodov za zajemanje položajev ločilnikov in odklopnika po posameznih poljih.
2. Optični priključki za komunikacijo s centralno enoto distribuirane zaščite zbiralk oz. opsijsko komunikacijski vmesnik, skladen s SIST EN 61850, ki mora imeti dva optična Ethernet priključka s hitrostjo prenosa podatkov vsaj 100 Mbps v redundantni konfiguraciji, skladni s SIST EN IEC 62439-3 (PRP).

3. Minimalno zahtevano število analognih tokovnih vhodov ter digitalnih (binarnih) vhodov in izhodov je:
- analogni tokovni vhodi: 4,
 - binarni vhodi: 12 prosto nastavljivih vhodov,
 - relejski (binarni) izhodi: 8 prosto nastavljivih izhodov ali 5 prosto nastavljivih izhodov, od katerih imajo vsaj trije dvojne izhodne kontakte.



Slika 4: Enota polja zaščite zbiralk ABB REB500 BU s preizkusno vtičnico RTXP18

9.1.12.5 Distribuirana ZZB – centralna enota

Centralna enota distribuirane zaščite zbiralk mora poleg predhodno navedenih izpolnjevati vsaj naslednje zahteve:

- Zahteve za optične komunikacijske priključke za povezavo s terminali enot polja:
 - Število optičnih priključkov mora zadoščati za komunikacijo z vsemi zahtevanimi enotami polja.
 - Ostati morata vsaj dva rezervna prosta optična priključka.
 - Optični priključki so lahko fizično izvedeni:
 - na zadnji strani centralne enote ali
 - preko ustreznega omrežnega stikala ali druge naprave, ki je s strani proizvajalca zaščitnega terminala predvidena za ta namen,
 - v primeru izvedbe z omrežnim stikalom mora centralna enota še vedno omogočati vgradnjo v 19" vrtljivi okvir, višina je lahko največ šet enot (6U). Vgradnjo v 19" vrtljivi okvir mora omogočati tudi namensko omrežno stikalo. V sklopu dobave morajo biti vsi

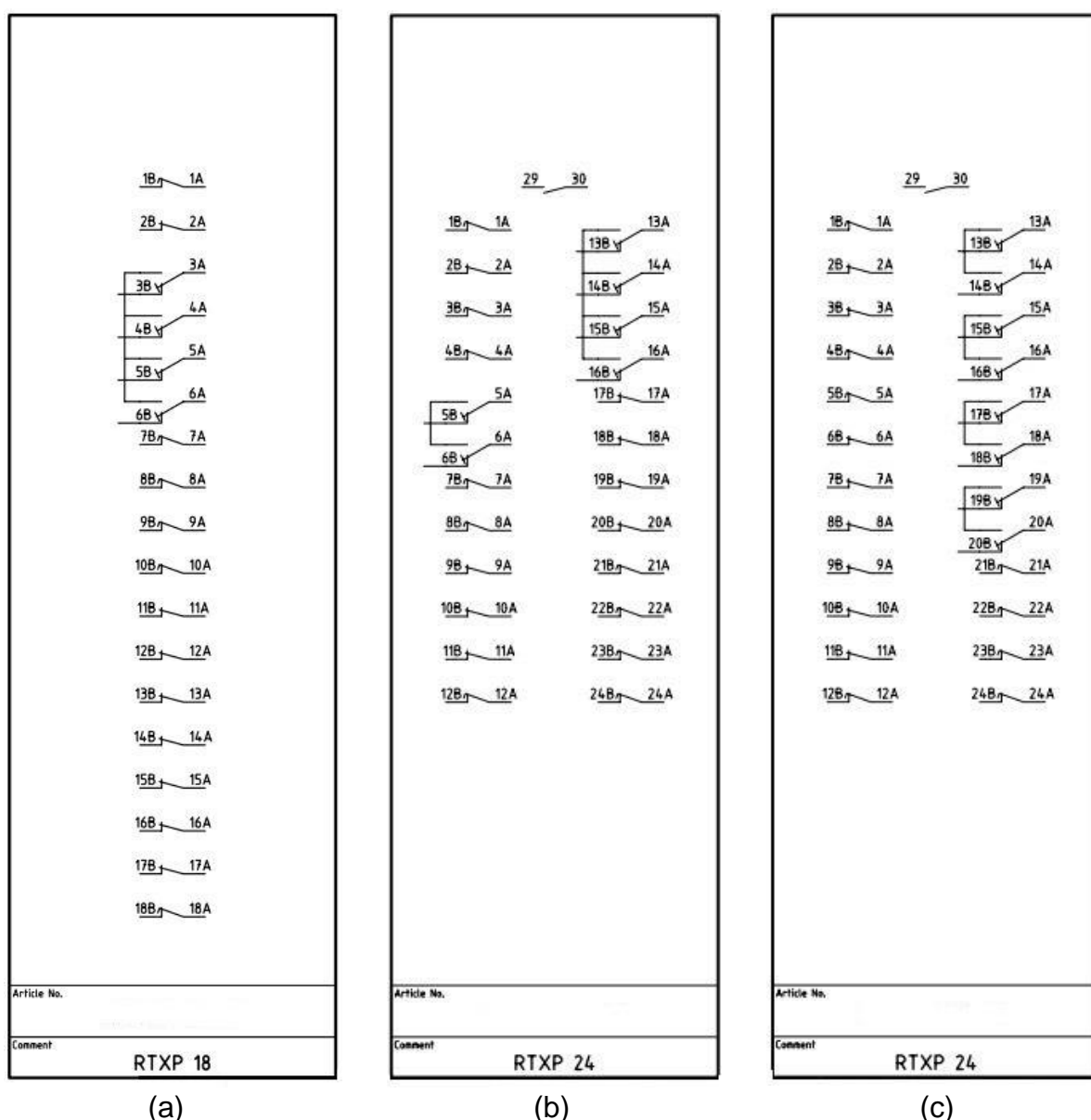
potrebni pritrdilni elementi ter urejevalniki povezovalnih (*patch*) kablov med napravami, kjer je to potrebno.

2. Zahteve za komunikacijski vmesnik za povezavo z nadrejenim sistemom vodenja so določene v podpoglavju 9.1.12.2.
3. Minimalno zahtevano število digitalnih vhodov/izhodov:
 - a) binarni vhodi: 12,
 - b) relejski (binarni) izhodi: 12.

9.2 Preizkusne vtičnice za zaščitne terminale in naprave

Terminali zaščite in zaščitne naprave morajo biti opremljeni s pripadajočimi tipskimi preizkusnimi vtičnicami, skladnimi z naslednjimi zahtevami:

1. Zaradi skladnosti z obstoječimi preizkusnimi vtiči so dovoljene izključno preizkusne vtičnice proizvajalca ABB tipa RTXP 18 ter RTXP 24.
2. Predviden je standardni razpored kontaktov (slika 5), po potrebi (glede na zahteve vsakokratne dokumentacije za razpis - DZR) pa je potrebno preizkusne vtičnice ustrezno predelati z zamenjavo posameznih kontaktov.
3. Uporabljamo preizkusne vtičnice z notranjim zvezdiščem. Izvedba z zunanjim zvezdiščem je dovoljena le izjemoma za terminal diferenčne zaščite voda, ki je vzankan v isto tokovno jedro kot terminal distančne zaščite.



Slika 5: Standardni razpored kontaktov preizkusnih vtičnic RTXP 18 (a), RTXP 24 (b) in RTXP 24 za žično izvedbo zunanjega zvezdišča (c)

9.3 Naprave za prenos kriterija distančne zaščite (KDZ)

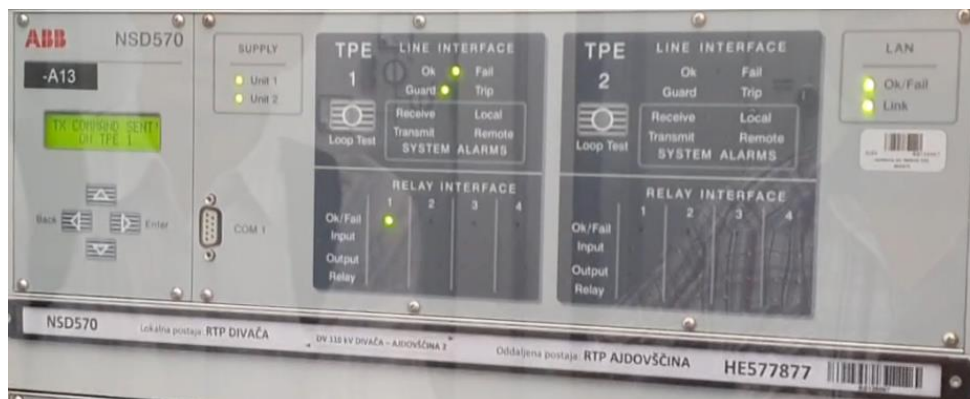
9.3.1 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti kovinsko, zaščiteno pred korozijo, spredaj odporno proti prahu in vodi vsaj s stopnjo IP 40 in zadaj vsaj z IP 20.
2. Ohišje mora nuditi dobro elektromagnetno zaščito vsem sklopom v notranjosti. Vsi kovinski deli ohišja morajo biti galvansko povezani med seboj in s priključnim mestom za ozemljitev.
3. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" vrtljivi okvir, višina naprave skupaj z vsemi morebitnimi dodatki in kabelskimi uvodi je lahko največ šest enot (6U), globina pa mora omogočati neovirano odpiranje vrtljivega okvirja pri širini omare 800 mm.

9.3.2 Električne in funkcijske zahteve

1. Napajanje naprave mora biti redundantno – podvojeno, 2 x 220 V DC (izjemoma je lahko napajalna napetost drugačna – npr. 110 V DC, če je to zahtevano v vsakokratni DZR).
2. Naprava mora podpirati prenos vsaj osmih programsko nastavljenih neodvisnih komand preko sporočil GOOSE in/ali preko binarnih vhodov/izhodov.
3. Na voljo mora biti vsaj osem proti procesu galvansko izoliranih binarnih vhodov.
4. Binarni vhodi morajo biti dimenzionirani za enosmerno signalizacijsko napetost 220 V $\pm 10\%$ (izjemoma je lahko signalizacijska napetost drugačna, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) brez dodatnih vmesnih relejev ali optičnih sklopnikov.
5. Na voljo mora biti vsaj osem proti procesu galvansko izoliranih binarnih izhodov (potencialno prosti kontakti).
6. Binarni izhodi morajo biti dimenzionirani za uporabo z enosmerno signalizacijsko napetostjo 220 V brez dodatnih vmesnih relejev ali optičnih sklopnikov.
7. Naprava mora omogočati signalizacijo izpada zveze preko GOOSE sporočila in / ali dveh ločenih in potencialno prostih kontaktov, dimenzioniranih za uporabo z enosmerno signalizacijsko napetostjo 220 V brez dodatnih vmesnih relejev ali optičnih sklopnikov.
8. Naprava mora imeti možnost nastavljanja več prenosnih časov in nastavitev odziva.
9. Na sprednji plošči mora imeti naprava ustrezen prikazovalnik in/ali kontrolne LED za prikaz pomembnih informacij o stanju in delovanju funkcij KDZ. Minimalne zahteve so:
 - a) prikaz stanja vgrajenih števecv prejetih in oddanih komand (ločena števena naprava ni dovoljena),

- b) indikacija stanja linijskih komunikacij,
 - c) indikacija stanja SIST EN 61850 (GOOSE) komunikacij.
10. Naprava mora podpirati protokol SNMP, verzija 1.



Slika 6: Naprava za prenos kriterija distančne zaščite ABB NSD570

9.3.3 Komunikacije

1. Komunikacijski vmesnik naprave za vključitev v sistem vodenja mora biti skladen z družino standardov SIST EN 61850 in izpolnjevati še naslednje zahteve:
 - a) imeti mora dva Ethernet priključka s hitrostjo prenosa podatkov vsaj 100 Mbps v redundantni konfiguraciji, skladni s standardom SIST EN IEC 62439-3 (PRP),
 - b) vrsta Ethernet priključkov je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR),
 - c) funkcionalnost PRP je lahko realizirana tudi preko zunanje vmesnika (RedBox),
 - d) »Zero Recovery Time« v primeru okvare omrežja.
2. Linijski komunikacijski vmesnik naprave mora imeti:
 - a) priključek, skladen s standardom IEEE C37.94, in/ali
 - b) priključek Ethernet z MM optičnim vmesnikom.
3. Naprava mora vsebovati Ethernet komunikacijski vmesnik naprave za daljinski nadzor delovanja z vsemi potrebnimi dodatnimi elementi za priključitev na omrežno stikalo, preko katerega se izvaja daljinski nadzor. Zahtevane lastnosti vmesnika za daljinski nadzor so:
 - a) omogočati mora ločeno (neodvisno) nastavljen naslov IP, masko podomrežja in prehod,
 - b) imeti mora priključek z MM optičnim vmesnikom ali
 - c) izjemoma priključek tipa RJ-45.

9.4 Kontrola izklopnih tokokrogov

9.4.1 Splošno o kontroli izklopnih tokokrogov

Brezhibnost izklopnih tokokrogov je ključnega pomena za zanesljiv izklop odklopnika ob delovanju zaščitnih naprav v primeru okvare (defekta) na ščitenem objektu. Naprave za kontrolo izklopnih tokokrogov (največkrat so to namenski releji) stalno nadzirajo stanje izklopnih tokokrogov in so sposobne zaznavanja in signalizacije v primerih:

- prekinitve v povezavah izklopnega tokokroga,
- prekinitve navitja izklopnega elektromagneta odklopnika,
- okvare (prekinitve) pomožnih kontaktov odklopnika,
- okvare same naprave (releja) za kontrolo izklopnega tokokroga.



Slika 7: Tipična konfiguracija relejev v podnožju »Combiflex«

9.4.2 Zahteve za releje za kontrolo izklopnih tokokrogov

Rele za kontrolo izklopnega tokokroga (slika 7, šest relejev z zeleno LED) mora izpolnjevati naslednje zahteve:

1. Rele za kontrolo izklopnega tokokroga mora omogočati tako nadzor galvanske zveze kot prisotnost napetosti na izklopnem tokokrogu odklopnika.
2. Ima naj enosmerno napajalno napetost, skladno z vsakokratno dokumentacijo za razpis (DZR), to je 110 V ali 220 V.
3. Velikost toka za nadzor galvanske zveze naj ne presega vrednosti 2 mA.
4. Delovanje releja naj bo neodvisno od enosmerne napetosti, ki jo KIT nadzoruje,

vsaj v razponu od 60 V do 260 V.

5. Rele naj vsebuje vsaj eno kontrolno LED (signalizacija normalnega stanja oziroma izpada) ter najmanj dva potencialno prosta preklopna kontakta (250 V DC) s funkcijo signalizacije izpada nadzorne napetosti in/ali prekinitve galvanske zveze.
6. Signalizacija ob zaznavi okvare naj bo zakasnjena za nekaj sekund (npr. okrog 3 s).
7. Rele mora omogočati nadzor izklopnih tokokrogov v vklopljenem in/ali izklopljenem stanju odklopnika (preko prigrajenega linijskega upora).

9.5 Kombinacija za zaščito pred neskladjem polov odklopnika

Zaščita pred neskladjem polov odklopnika (levo spodaj na sliki 7) mora zagotoviti izklop odklopnika, če pride do razhajanja v položaju polov odklopnika po posameznih fazah. Osnovne zahteve so:

1. Zgrajena naj bo kot kombinacija časovnega in močnostnega releja v »Combiflex« izvedbi.
2. Proži jo ustrezna vezava mirnih in delovnih signalnih (pomožnih) kontaktov odklopnika.
3. Delovati mora na obe izklopni tuljavi odklopnika.
4. Močnostni rele mora biti ABB, tip RXMH 2, ali rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca.

10 Podsystem vodenja

Značilne komponente podsistema vodenja so: lokalni krmilno-signalni panel, vklopni in izklopni rele, računalnik polja, napetostni regulator, postajni komunikacijski računalnik, postajni SCADA računalnik ter sprejemnik in strežnik točnega časa.

10.1 Lokalni krmilno-signalni panel

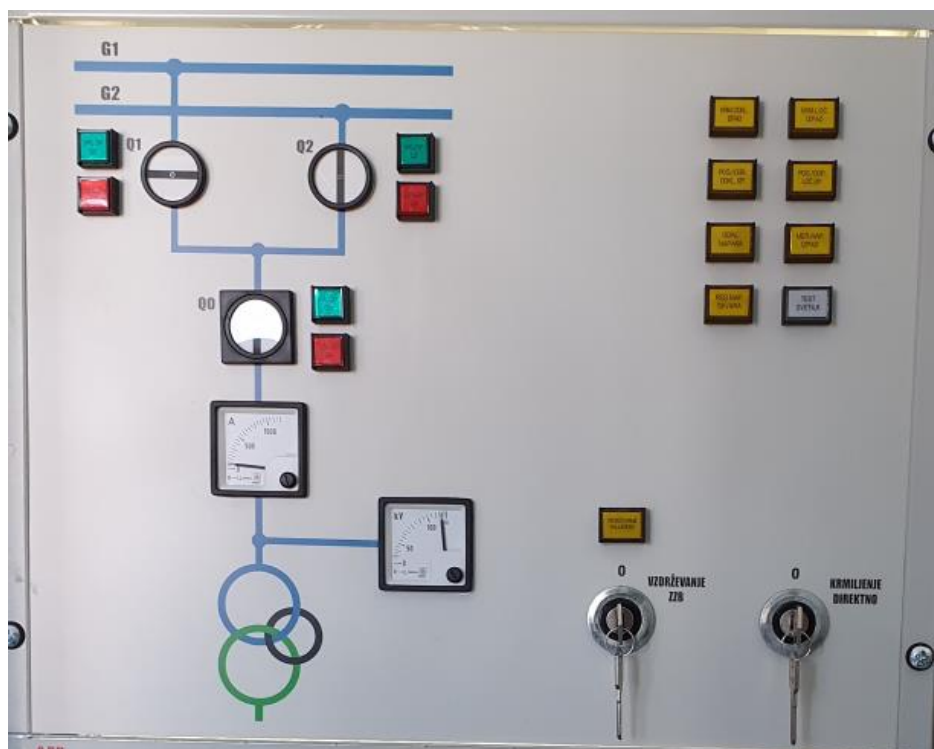
V vsaki omari polja s funkcijo krmiljenja VN naprav mora biti vgrajen lokalni krmilno-signalni panel, ki je namenjen zasilnemu in servisnemu lokalnemu vodenju polja.

Lokalni krmilno-signalni panel mora izpolnjevati naslednje zahteve:

1. Izdelan mora biti s poliestrsko folijo z globinskim večbarvnim podtiskom, kaširanim na plastificirano aluminijasto podlago, na zadnji strani pa mora imeti pritrjene spončne letve in nameščeno zaščito pred dotikom.
2. Izdelan mora biti za pritrditev na 19" vrtljivi okvir omare in mora biti na mestih za pritrditev dodatno ojačan.
3. Hrbtni del konstrukcije krmilno – signalnega panela mora biti izveden na tečajih, tako da je omogočen enostaven dostop do komponent panela za potrebe servisiranja.
4. Krmilno-signalni panel mora vsebovati vsaj naslednje komponente:
 - a) Za prikaz položajev VN naprav mora imeti vgrajene elektromehanska pokazala (indikatorje), krmiljena z enosmerno napetostjo.
 - b) Za indikacijo stanja zveznega in ozemljilnega polja (v DV in TR poljih) mora imeti vgrajene LED diode s svetilnostjo minimalno 180 mcd pri toku 20 mA.
 - c) Za zasilno in servisno krmiljenje mora imeti vgrajen preklopnik s ključem z avtomatskim vračanjem v nevtralni položaj ter po en par tipk (vklop in izklop) za vsako VN napravo. Krmiljenje se izvaja dvoročno s hkratnim aktiviranjem preklopnika in pritiskom ustrezne tipke. Za krmiljenje se uporablja enosmerna napetost.
 - d) Za prikaz najpomembnejših alarmov mora imeti vgrajeno ustrezno število LED kontrolnih svetilk z ustreznimi predupori za enosmerno napetost, določeno v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR), ter tipko za preizkus njihovega delovanja.
 - e) Vgrajen mora imeti A-meter in V-meter z linearno skalo, prilagojeno karakteristikam merilnih transformatorjev. Instrumenta morata omogočati priključitev neposredno na sekundarne merilne tokokroge z nazivno izmenično napetostjo 100 V in nazivnim izmeničnim tokom 1 A.
 - f) Vgrajen mora imeti preklopnik s ključem za aktiviranje in kontrolno LED svetilko za povratno signalizacijo aktivirane funkcije vzdrževanja zaščite

zbiralk v polju.

5. Videz, grafika, dimenzije, število in razpored elementov so določeni v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
6. Zaradi boljšega prezračevanja opreme, ki je nameščena nad lokalnim krmilno-signalnim panelom in pod njim, mora biti tako ožičenje panela kot tudi ožičenje med panelom in ostalo opremo v omari izvedeno s t. i. žičnimi snopi, ustrezno povitimi z namenskimi trakovi.



Slika 8: Primer lokalnega krmilno-signalnega panela transformatorskega polja

10.2 Vklonpi in izklopni rele

Za ročni vklop in izklop odklopnika preko lokalnega krmilno-signalnega panela ali preko računalnika polja standardno vgrajujemo par enakih močnostnih relejev (levo zgoraj na sliki 7). Osnovni zahtevi sta:

1. »Combiflex« izvedba.
2. Močnostna releja naj bosta ABB, tip RXMH 2, ali releja enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca.

10.3 Računalnik polja

10.3.1 Splošno

1. Računalnik polja mora biti mikroprocesorske izvedbe, standardni proizvod, načrtovan in izdelan za vodenje in avtomatizacijo visokonapetostnega polja v prenosnem stikališču.
2. Podpora, popravila ter dobava rezervnih delov in rezervnih naprav za ponujeni model in tip naprave morajo biti na voljo še najmanj deset let.



Slika 9: Računalnik polja ABB REC670

10.3.2 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti kovinsko, zaščiteno pred korozijo, spredaj odporno proti prahu in vodi vsaj s stopnjo IP 40 in zadaj vsaj z IP 20.
2. Ohišje mora nuditi dobro elektromagnetno zaščito vsem sklopom v notranjosti. Vsi kovinski deli ohišja morajo biti galvanjsko povezani med seboj in s priključnim mestom za ozemljitev.
3. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" vrtljivi okvir, višina je lahko največ šest enot (6U), globina pa mora omogočati neovirano odpiranje vrtljivega okvirja pri širini omare 800 mm.
4. Vsi spončni priključki za napajalne, signalne, krmilne in merilne tokokroge morajo biti vijačni.
5. Na sprednji strani ohišja mora biti osvetljen grafični LCD prikazovalnik, ki je dovolj velik in dovolj visoke ločljivosti, da lahko jasno prikaže enopolno shemo lastnega, zveznega ali ozemljilnega polja z vsemi simboli VN naprav, trenutne vrednosti faznih tokov in napetosti, delovne in jalove moči in frekvence ter vse informacije in povratna javljanja, potrebna za varno lokalno krmiljenje polja

preko funkcijskih tipk.

6. Na sprednji strani ohišja mora biti najmanj osem signalnih svetilk za prikaz prosto nastavljivih binarnih statusov ali alarmov.
7. Na sprednji strani ohišja mora biti komunikacijski vmesnik za priključitev osebnega računalnika z orodjem za celovit nadzor in parametriranje računalnika polja.

10.3.3 Električne in okoljske zahteve

1. Odpornost na elektromagnetne motnje (EMC) mora biti enaka ali boljša, kot je določeno s standardi:
 - SIST EN 61000-4-18 za dušene oscilacije 1 MHz, 2,5 kV,
 - SIST EN 61000-4-2, razred 4, za elektrostatične razelektritve,
 - SIST EN 61000-4-3, razred 3, za sevana radio-frekvenčna elektromagnetna polja,
 - SIST EN 61000-4-4, razred 4, za hitre električne prehodne pojave,
 - SIST EN 61000-4-5, razred 3, za napetostni udar,
 - SIST EN 61000-4-6, razred 3, za motnje po vodnikih, ki jih inducirajo radiofrekvenčna polja.
2. Izolacijska sposobnost električnih vhodov in izhodov (razen komunikacijskih) mora biti enaka ali boljša, kot je določeno s standardi SIST IEC 60255-5 ali SIST IEC 60255-27 (dielektrični test z izmenično (RMS) oz. enosmerno napetostjo najmanj 2 kV in test z impulzno napetostjo najmanj 5 kV, 1,2 μ s/50 μ s, 0,5 J).
3. Odpornost na vibracije mora biti enaka ali boljša, kot je določeno s standardom SIST IEC 60255-21-1, razred 1, ali SIST IEC 60068-2-6; odpornost na potres pa, kot je določeno s standardom SIST IEC 60255-21-3, razred 1.
4. Temperaturno območje delovanja mora biti med 0 °C in 55 °C, skladiščenja pa med 0 °C in 70 °C.
5. Napajalnik mora biti izdelan za priključitev na enosmerno napetost 220 V (izjemoma 110 V, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) s toleranco vsaj ± 10 %. Naprava mora brez vpliva na delovanje prenesti prekinitev napetosti v trajanju do 20 ms ter superponirano izmenično napetost (*ripple*) v višini do 15 % nazivne napajalne napetosti.
6. Na voljo mora biti ustrezno število prosto programirljivih, proti procesu galvansko izoliranih binarnih vhodov, kot je po posameznih poljih določeno v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
7. Binarni vhodi morajo biti dimenzionirani za enosmerno signalizacijsko napetost 220 V ± 10 % (izjemoma 110 V ± 10 %, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) in morajo imeti vhodni filter proti motnjam.

8. Na voljo mora biti ustrezno število prosto programirljivih relejskih izhodov, kot je po posameznih poljih določeno v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
9. Relejski izhodi morajo biti dimenzionirani za enosmerno krmilno napetost 220 V.
10. Zmogljivost relejskih izhodov mora biti vsaj 5 A za stalni tok, za kratkotrajni vklopni tok vsaj 20 A, 0,2 s, ter za izklopni tok vsaj 0,1 A pri $L/R < 40$ ms.
11. Dodatno mora biti na voljo statusni izhod, ki signalizira okvaro naprave ali napako v delovanju. Zahtevane lastnosti statusnega izhoda so enake kot za ostale relejske izhode.
12. Analogni vhodi morajo biti primerni za neposredno trifazno priključitev na sekundarna navitja napetostnih merilnih transformatorjev z nazivno sekundarno napetostjo 100 V in sekundarna navitja tokovnih merilnih transformatorjev z nazivnim tokom 1 A. Zahtevano število in vrsta analognih vhodov po posameznih poljih je določeno v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
13. Točnost analognih veličin (RMS), izmerjenih preko direktnih analognih vhodov (UL1, UL2, UL3, IL1, IL2, IL3), ter P, Q in S, mora biti vsaj 0,5 % nazivne vrednosti.
14. Na voljo mora biti ustrezno (glede na zahteve v vsakokratni DZR) število analognih vhodov za (0 - 20) mA oziroma (4 - 20) mA tokovne zanke z nastavljivim območjem in nastavljivo merilno konstanto ter točnostjo vsaj 1 % nazivne vrednosti.

10.3.4 Komunikacije

Za vključitev v sistem vodenja postaje (skladno z družino standardov SIST EN 61850) morata biti na zadnji strani ohišja na voljo dva Ethernet priključka s hitrostjo prenosa podatkov vsaj 100 Mbps v redundantni konfiguraciji, skladni s standardom SIST EN IEC 62439-3 (PRP). Vrsta priključkov je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR). Podprto mora biti pošiljanje in sprejemanje GOOSE sporočil.

10.3.5 Funkcijske zahteve

Računalnik polja mora podpirati najmanj naslednje funkcije:

1. Lokalni nadzor stanja polja prek programirljive dinamične procesne slike z enopolno shemo lastnega ter 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.
2. Lokalno krmiljenje polja z uporabo funkcijske tipkovnice, upoštevajoč vse pogoje za krmiljenje (integriran ali zunanji preklopnik lokalno/daljinsko, programirljive blokade in zapahovalni pogoji, preverjanje sinhronizma) ter z možnostjo programske prilagoditve različnim VN napravam.

3. Daljinski nadzor vseh zajetih in izračunanih procesnih informacij ter daljinsko krmiljenje polja prek komunikacije, skladne z družino standardov SIST EN 61850.
4. Funkcija kronološke obdelave vseh sprememb zunanjih in internih procesnih informacij ter njihovo opremljanje s časovno značko ločljivosti 1 ms.
5. Funkcija časovne sinhronizacije interne ure točnega časa računalnika polja iz NTP strežnika preko Ethernet priključka za vodenje.
6. Funkcija preverjanja sinhronizma pred vklopom odklopnika, ki omogoča varno spajanje dveh sinhronih delov omrežja s preverjanjem razlike velikosti in faznega kota dveh medfaznih napetosti glede na nastavljivo mejo. V primeru več razpoložljivih referenčnih napetosti mora funkcija preverjanja sinhronizma izbrati ustrezno referenčno napetost glede na stikalno stanje (položaje) VN naprav. Nastavljivo mora biti preverjanje odsotnosti ene, druge ali obeh napetosti za premostitev preverjanja sinhronizma z upoštevanjem stikalnega stanja (vključen ali izključen/izpadel) avtomata oz. avtomatov merilnih napetosti. Omogočena mora biti komanda za premostitev.
7. Funkcija sinhronnega 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.
8. Funkcija podrobnega internega samonadzora nad strojno in programsko opremo računalnika polja, ki v primeru zaznane napake opozori uporabnika in prepreči nepravilno delovanje.
9. Funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami.
10. Funkcija zapahovanja (logičnih blokad nedovoljenih stikalnih manipulacij) vključno z blokado ozemljilnikov pri prisotnosti napetosti v katerikoli fazi. Potrebne informacije iz preostalih naprav vodenja in zaščite se prenašajo z GOOSE sporočili.
11. Funkcija izračunavanja residualne napetosti za vse sisteme zbiralk iz priključenih faznih napetosti ter proženje signala ob prekoračitvi nastavljenega spodnjega praga z nastavljivo časovno zakasnitvijo.

10.3.6 Ostale zahteve

Priložena mora biti programska oprema za nadzor, programiranje funkcij in parametriranje nastavitve naprave, vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj 5 uporabnikov.

10.4 Napetostni regulator

10.4.1 Splošno

Osnovna funkcija napetostnega regulatorja je spreminjanje položaja regulacijskega stikala transformatorja pod obremenitvijo preko krmiljenja motornega pogona regulacijskega stikala. Na ta način regulator preklaplja med odcepi transformatorja ter tako spreminja njegovo prestavo in s tem napetost.

Krmiljenje motornega pogona poteka preko posameznih komand za spremembo regulacijske stopnje, kar pomeni, da komanda »višje« oziroma »nižje« povzroči spremembo ene stopnje na regulacijskem stikalu transformatorja. Napetostni regulator lahko deluje v ročnem režimu, kjer izbiro ustrezne regulacijske stopnje izvaja operater, ali v avtomatskem režimu, kjer regulacijo napetosti izvaja avtomatski program napetostnega regulatorja na podlagi meritve dejanske vrednosti napetosti.

Napetostni regulator mora omogočati avtomatsko regulacijo napetosti tako v samostojnem načinu obratovanja transformatorja kot v paralelnem načinu obratovanja, kjer sta na ciljni sistem (zbiralke) vzporedno povezana dva ali več transformatorjev.



Slika 10: Napetostni regulator

10.4.2 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti kovinsko, zaščiteno pred korozijo, spredaj odporno proti prahu in vodi vsaj s stopnjo IP 40 in zadaj vsaj z IP 20.
2. Ohišje mora nuditi dobro elektromagnetno zaščito vsem sklopom v notranjosti. Vsi kovinski deli ohišja morajo biti galvansko povezani med seboj in s priključnim mestom za ozemljitev.
3. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" vrtljivi okvir, višina je lahko največ šest enot (6U), globina pa mora omogočati neovirano odpiranje vrtljivega okvirja pri širini omare 800 mm.
4. Vsi spončni priključki za napajalne, signalne, krmilne in merilne tokokroge morajo biti vijačni.

10.4.3 Električne zahteve

1. Napajalnik mora biti ustrezen za priključitev na enosmerno napetost 220 V (izjemoma 110 V, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) s toleranco vsaj $\pm 10\%$.
2. Analogni vhodi morajo biti primerni za neposredno priključitev na sekundarna navitja napetostnih merilnih transformatorjev z nazivno sekundarno napetostjo 100 V ter sekundarna navitja tokovnih merilnih transformatorjev z nazivnim tokom $I_n = 1\text{ A}$.
3. Napetostni regulator mora imeti ustrezno število proti procesu galvansko izoliranih binarnih vhodov za zajem vseh informacij, potrebnih za ugotavljanje paralelnega obratovanja in stanja regulacijskega stikala. Zahtevano je:
 - a) vhodi BCD z utežmi vsaj 1, 2, 4, 8, 10 in 20 za zajem položaja regulacijskega stikala (regulacijske stopnje transformatorja) preko kodirnika BCD,
 - b) vsaj 16 dodatnih binarnih vhodov (poleg vhodov BCD).
4. Binarni vhodi morajo biti dimenzionirani za enosmerno signalizacijsko napetost 220 V $\pm 10\%$ (izjemoma 110 V $\pm 10\%$, če je to zahtevano v vsakokratni DZR).
5. Na voljo mora biti vsaj osem proti procesu galvansko izoliranih binarnih izhodov (potencialno prosti kontakti) poleg obeh izhodov za izdajanje komand višje/nizje na pogon regulacijskega stikala transformatorja.
6. Binarni izhodi morajo biti dimenzionirani za uporabo enosmerne signalizacijske napetosti 220 V.

10.4.4 Funkcijske zahteve

Napetostni regulator mora izpolnjevati vsaj naslednje zahteve:

1. Omogočati mora avtomatsko in ročno regulacijo napetosti.
2. Regulator mora vsebovati programe za avtomatsko regulacijo napetosti v samostojnem in paralelnem načinu delovanja.
3. Želeno (referenčno) vrednost napetosti mora biti mogoče nastavljati iz sistema vodenja na naslednja dva načina:
 - a) preko izbire ene od vsaj štirih predhodno nastavljenih vrednosti ali
 - b) z neposredno nastavitvijo (vnosom) vrednosti.
4. Omogočeno mora biti paralelno delovanje avtomatske napetostne regulacije za skupine vsaj štirih transformatorjev.
5. Zahteve za algoritem avtomatske napetostne regulacije v paralelnem obratovanju transformatorjev:
 - a) temeljiti mora na metodi minimalnega jalovega krožnega toka,
 - b) omogočati mora paralelno regulacijo tudi v primeru transformatorjev, ki so primarno priključeni na različne napetostne nivoje (220 kV in 400 kV), so različnih nazivnih moči, imajo različno število stopenj regulacijskega

stikala in različne odcepne napetosti,

- c) pravilno mora delovati tudi v primeru, če se energija prenaša s sekundarne na primarno stran,
- d) omogočati mora prosto nastavljanje logike za ugotavljanje paralelnega obratovanja,
- e) omogočati mora blokado delovanja avtomatske regulacije v naslednjih primerih:
 - prevelik krožni tok,
 - previsoka ali prenizka sekundarna napetost,
 - preobremenitev transformatorja ter
 - pri napakah krmiljenja in/ali okvarah regulacijskega stikala;
- f) regulator mora imeti funkcije samonadzora in alarmiranja v primeru zaznanih napak tako preko komunikacijske povezave s sistemom vodenja kot z galvansko prostim alarmnim kontaktom,
- g) regulator mora imeti možnost izbire nastavitve fiksnega oz. variabilnega časa med izdajo posamezne komande ter ostalih nastavitvev regulacijske funkcije, kot so na primer mrtvi pasovi, zakasnilni časi, uteži za vpliv napetosti in krožnega toka,
- h) regulator mora omogočati nastavitve alarmne signalizacije za prekomerno število delovanj regulacijskega stikala (urno in dnevno).

10.4.5 Komunikacije

1. Komunikacijski vmesnik napetostnega regulatorja mora biti skladen z družino standardov SIST EN 61850 ter dodatno izpolnjevati naslednje zahteve:
 - dva Ethernet priključka s hitrostjo prenosa podatkov vsaj 100 Mbps v redundantni konfiguraciji, skladni s standardom SIST EN IEC 62439-3 (PRP). Vrsta priključkov je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
 - »Zero Recovery Time« v primeru okvare omrežja,
 - preko te povezave mora biti izvedeno posredovanje procesnih informacij, informacij o delovanju ter sprejem in izvršitev vseh komand.
2. Zaželeno je SIST EN 61850 horizontalna komunikacijska povezava med napetostnimi regulatorji, vendar je lahko uporabljen tudi drugačen tip komunikacije, ki pa mora biti dovolj robusten in primeren za uporabo v elektroenergetskih objektih.
3. Napetostni regulator mora imeti vgrajen primerno velik in osvetljen grafični LCD prikazovalnik. Vmesnik človek – stroj napetostnega regulatorja mora omogočati naslednje funkcionalnosti:
 - a) Imeti mora preklopnik lokalno/daljinsko, ki mora omogočati izbiro med:

- lokalnim posluževanjem preko vmesnika človek – stroj,
 - daljinskim posluževanjem preko vmesnika SIST EN 61850,
- b) možnost ročnega spreminjanja napetosti (komande višje/nížje) ali avtomatske napetostne regulacije z izbiro oziroma nastavitvijo želene vrednosti napetosti,
- c) prikaz stopnje regulacijskega stikala in meritev na transformatorju,
- d) prikaz parametrov in možnost nastavitve parametrov,
- e) prikaz diagnostike naprave.

Priložena mora biti vsa potrebna programska oprema za parametriranje in diagnostiko regulatorja napetosti.

10.5 Postajni komunikacijski računalnik

10.5.1 Splošno

Postajni komunikacijski računalnik mora s svojo strojno in programsko opremo omogočati pretok procesnih informacij z uporabo standardnih komunikacijskih protokolov med napravami na nivoju polja (računalniki polja, zaščitne naprave, napetostni regulatorji in ostalo), postajnim SCADA računalnikom, centri daljinskega vodenja ter drugimi nadzornimi in krmilnimi sistemi. Vsebovati mora bazo procesnih podatkov v realnem času, omogočati arhiviranje ter izvajanje logičnih ali programskih obdelav procesnih podatkov. Nameščen je skupaj z vsemi zanj potrebnimi napravami v omari postajnega komunikacijskega računalnika.

Postajni komunikacijski računalnik mora delovati v redundantni konfiguraciji (*hot stand-by*), ki jo tvorita dve enakovredni enoti.

Za postajni komunikacijski računalnik so pomembne naslednje lastnosti:

- visoka razpoložljivost – izdelan mora biti za zanesljivo in neprekinjeno obratovanje,
- delovanje v realnem času – ustrezna zmogljivost za časovno kritične obdelave,
- delovati mora brez posebnih zahtev po vzdrževanju oz. omogočati preprosto vzdrževanje,
- konfiguracija postajnega komunikacijskega računalnika mora ob času ponudbe (dobave) predstavljati zadnjo generacijo tovrstne opreme in po zmogljivosti/hitrosti spadati v vrh ponudbe na trgu.

Postajni komunikacijski računalnik mora biti dimenzioniran tako, da z vso programsko opremo (sistemsko in aplikativno) zagotavlja v nadaljevanju opisano funkcionalnost, odzivnost in zanesljivost sistema.

10.5.2 Zahteve za strojno opremo

1. Ohišje mora biti kovinsko, zaščiteno pred korozijo, brez odprtin, skozi katere bi lahko v notranjost vstopal prah.
2. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" vrtljivi okvir ali pa ga mora biti možno namestiti na polico v 19" okviru.
3. Postajni komunikacijski računalnik mora biti robustne izvedbe in ne sme vsebovati nobenih vrtečih se delov (npr. ventilatorjev in mehanskih trdih diskov).
4. Zahteve za komunikacijske vmesnike:
 - a) dva RJ-45 Ethernet vmesnika s hitrostjo 10/100/1000 Mbps, skladna s standardom SIST EN 61850-8-1, v redundantni konfiguraciji, skladni s SIST EN 62439-3 (PRP),

- b) dva RJ-45 Ethernet vmesnika s hitrostjo 10/100/1000 Mbps, skladna s standardom SIST EN 60870-5-104,
 - c) dva RJ-45 Ethernet vmesnika s hitrostjo 10/100/1000 Mbps za izvedbo daljinskega nadzora.
5. Za nadzor delovanja, parametriranje in vzdrževanje obeh enot postajnega komunikacijskega računalnika je potrebna še oprema po naslednjih zahtevah:
- a) standardna slovenska tipkovnica, namenjena montaži na izvlečno 19" polico, vgrajeno v omaro
 - b) standardna optična miška s tremi gumbi in kolescem, prilagojena za uporabo v 19" omari (omejen prostor)
 - c) zaslon (prikazovalnik) z naslednjimi tehničnimi lastnostmi:
 - namenjen za vgradnjo v 19" omaro,
 - tehnologija zaslona IPS (*in-plane switching*),
 - diagonalna zaslon 21,5",
 - ločljivost vsaj 1920 x 1080 slikovnih pik,
 - vsaj 16,7 milijona barv,
 - svetilnost vsaj 360 cd/m²,
 - vidni kot vsaj 178°;
 - d) preklopna enota (preklopnik KVM), ki omogoča enostaven preklon tipkovnice, miške in zaslona na eno ali drugo enoto postajnega komunikacijskega računalnika.

10.5.3 Električne in okoljske zahteve

1. Napajanje postajnega komunikacijskega računalnika mora biti redundantno – podvojeno, 2 x 220 V DC (izjemoma je lahko napajalna napetost drugačna – npr. 110 V DC, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) s toleranco vsaj $\pm 10\%$.
2. Primeren mora biti za stalno delovanje v temperaturnem območju od 0 °C do 50 °C.
3. Zahtevana je neobčutljivost na elektromagnetne motnje.

10.5.4 Funkcijske zahteve

Postajni komunikacijski računalnik mora omogočati komunikacijo z vsaj dvema centroma vodenja družbe ELES po standardu SIST EN 60870-5-104, pri čemer mora vsaka izmed povezav omogočati redundantno skupino vsaj štirih logičnih povezav preko dveh neodvisnih Ethernet vmesnikov z ločenima IP naslovoma. Redundantna skupina povezav mora delovati tako, da so vse TCP povezave vzpostavljene, le ena izmed njih pa je v stanju prenosa podatkov (STARTDT). Ostale povezave so v stanju ustavljenega prenosa podatkov (STOPDT) ter stalnega preverjanja razpoložljivosti (TESTFR). Center vodenja lahko kadarkoli sproži prenos podatkov preko katerekoli

redundantne povezave, tako da nanjo naslovi ukaz STARTDT_ACT. V tem primeru se prenos podatkov preko prej aktivne povezave ustavi in preide v stanje preverjanja razpoložljivosti. Pri tem postopku ne sme priti niti do podvajanja niti do izgube podatkov pri prenosu v center vodenja.

Postajni komunikacijski računalnik tekoče odčitava iz naprav vodenja in zaščite trenutna stanja procesa ter le-ta sproti vpisuje v svojo podatkovno bazo, v nasprotni smeri pa iz podatkovne baze na te naprave pošilja ustrezne komande. Podatkovna baza komunikacijskega računalnika je centralni del sistema in izhodišče za izvajanje vseh funkcij lokalnega in daljinskega vodenja postaje.

Funkcijske zahteve za komunikacijski računalnik so naslednje:

- komunikacija s terminali v skladu s standardom SIST EN 61850 »Client« prek dveh Ethernet priključkov v redundantni konfiguraciji, skladni s standardom SIST EN 62439-3 (PRP) ter z »Zero Recovery Time« v primeru okvare omrežja,
- funkcija logične obdelave procesnih in internih informacij z uporabo programskega jezika, logičnih tabel ali funkcijskih diagramov s standardnimi logičnimi funkcijami za potrebe postajne avtomatizacije, kot so na primer združevanje signalov, zakasnitev signalov, pretvorba merilnih veličin in podobno,
- zagotovljen mora biti uvoz procesnih podatkov iz datotek, skladnih s SCL specifikacijo SIST EN 61850,
- omogočati mora komunikacijo z množico terminalov, določeno z vsakokratno DZR, ki mora potekati v realnem času – brez zaznavnih zakasnitev,
- komunikacija z različnimi podrejenimi napravami, distribuiranimi po postaji,
- pretvorba med protokoli,
- povezava različnih naprav v enovit sistema vodenja,
- časovna sinhronizacija sistema z NTP strežnika v lokalnem omrežju,
- povezava z enoto za nadzor in vodenje skupnih naprav,
- prenos komand,
- obdelava podatkov v realnem času,
- funkcija ročnega vnosa vrednosti za poljuben procesni podatek (digitalni ali analogni) za potrebe testiranja,
- zagotovljeno mora biti upravljanje in nastavljanje računalnika in njegovih funkcij prek omrežja iz oddaljene lokacije z uporabo oddaljenega namizja ali podobne tehnologije, ki omogoča dostop do vseh funkcij na način, enakovreden lokalnemu dostopu,
- podpora redundantni konfiguraciji (dve enoti):
 - obe enoti postajnega komunikacijskega računalnika morata biti enakovredni, kar pomeni, da je lahko katerakoli od obeh enot vodilna,

- v normalnem stanju vsa komunikacija in obdelava procesnih podatkov poteka preko vodilne enote, enota v pripravljenosti pa mora preko izmenjave podatkov z vodilno enoto v vsakem trenutku ohranjati identično stanje celotne procesne baze, vseh konfiguracij in nastavitev, arhivskih podatkov ter vseh ostalih podatkov delovanja,
- ob morebitnem izpadu vodilne enote se mora enota v pripravljenosti takoj aktivirati in prevzeti vlogo vodilne enote, vzpostaviti vse komunikacijske povezave z napravami v poljih in centrih vodenja ter nadaljevati vse obdelave podatkov,
- zamenjava vodilne in enote v pripravljenosti mora biti možna tudi na zahtevo uporabnika.

Programska oprema postajnega komunikacijskega računalnika mora zagotavljati naslednje funkcije:

- parametriranje baze podatkov in vseh funkcij sistema postajnega in daljinskega vodenja,
- pretvorbo med protokoli,
- zajem in obdelavo (normiranje, skaliranje, združevanje in ustvarjanje novih signalov s poljubnimi logičnimi funkcijami itd.) podatkov iz računalnikov polj in iz enote za nadzor in vodenje skupnih naprav postaje,
- izdajo komand (računalnikom polj in enoti za vodenje skupnih naprav),
- enostavno shranjevanje vseh nastavitev (komunikacijskih parametrov in baze podatkov),
- enostavno spreminjanje baze podatkov (dodajanje novih signalov, preusmerjanje podatkov itd.),
- enostavno delo s komunikacijskimi povezavami (dodajanje, brisanje, spreminjanje parametrov),
- samodiagnostiko,
- diagnostiko delovanja komunikacijskih povezav,
- prikaz trenutnih vrednosti vseh procesnih točk z možnostjo simulacije signalov, meritev in komand med obratovanjem za postajni in daljinski nivo.

Programska oprema mora omogočati parametriranje komunikacijskega računalnika med delovanjem sistema (parametriranje ne sme motiti procesa vodenja oz. delovanja sistema). Omogočati mora tudi programiranje in izvajanje sekvenc. Odzivnost sistema mora biti trenutna – postajni komunikacijski računalnik mora skupaj s svojo programsko opremo zagotavljati obdelavo podatkov v realnem času.

Programska oprema komunikacijskega računalnika mora omogočati/podpirati komunikacije po naslednjih protokolih:

- SIST EN 61850 »Client« ter SIST EN IEC 62439-3 (PRP) za komunikacijo z računalniki polj, zaščitnimi napravami in enoto za nadzor in vodenje skupnih naprav,
- SIST EN 60870-5-104 »Slave« za komunikacijo z RCV,
- SIST EN 60870-5-101 »Master« in »Slave« za komunikacijo s komunikacijskim računalnikom distribucijskega ali proizvodnega podjetja.

10.6 Postajni SCADA računalnik

10.6.1 Splošno

Postajni SCADA računalnik je namenjen lokalnemu nadzoru in krmiljenju naprav v objektu, praviloma iz komandne sobe. Poudarek je na uporabniku prijazni vizualni predstavitvi obratovalnega stanja objekta, aktivnih opozoril in alarmov, možnosti izvajanja komand ter možnosti prikaza arhivskih podatkov, tako digitalnih signalov kot analognih meritev.

Funkcionalno je lahko postajni SCADA računalnik realiziran kot ločena programska in strojna enota, ki ima svojo bazo procesnih podatkov in nastavitev, podatke pa izmenjuje preko komunikacije s postajnim komunikacijskim računalnikom. Lahko pa je tudi funkcionalno integriran v programski opremi postajnega komunikacijskega računalnika, uporabniški vmesnik pa teče na ločeni strojni opremi preko oddaljenega namizja ali enakovredne tehnologije.

Za večje objekte se zahteva, da je postajni SCADA računalnik pri komunikaciji z napravami na nivoju polja neodvisen od postajnega komunikacijskega računalnika.

10.6.2 Zahteve za strojno in sistemsko programsko opremo

1. Konfiguracija postajnega SCADA računalnika mora ob času ponudbe (dobave) predstavljati zadnjo generacijo tovrstne opreme in po zmogljivosti/hitrosti soditi v vrh ponudbe na trgu. Ponujena oprema mora biti s strani proizvajalca deklarirana kot ustrezna za časovno kritične obdelave, zanesljiva in visoko zmogljiva ter namenjena za neprekinjeno delovanje.
2. Ohišje računalnika mora biti zaščiteno pred vstopom prahu.
3. Zahtevana je standardna slovenska tipkovnica ter standardna optična miška s tremi gumbi in kolescem.
4. Zahteve za zaslon (prikazovalnik):
 - tehnologija zaslona IPS (in-plane switching),
 - diagonalna zaslon vsaj 27",
 - ločljivost vsaj 2560 x 1440 slikovnih pik,
 - odzivni čas največ 15 ms,
 - svetilnost vsaj 300 cd/m².
 - vidni kot vsaj 178°,
 - zahtevano število zaslonov je določeno z vsakokratno DZR,
 - tipi video vhodov zaslonov morajo biti skladni s tipi video izhodov grafičnega vmesnika računalnika.
5. Zahteve za video izhode grafičnega vmesnika računalnika:

- video priključki morajo biti tipa HDMI, DVI ali DP,
- zahtevano število video izhodov je določeno z vsakokratno DZR in mora zadoščati vsaj za zahtevano število zaslonov,
- tipi video izhodov morajo biti skladni s tipi video vhodov zaslonov.

6. Zahteve za komunikacijske vmesnike:

- dva RJ-45 Ethernet vmesnika s hitrostjo 10/100/1000 Mbps, skladna s standardom SIST EN 61850-8-1, v redundantni konfiguraciji, skladni s SIST EN 62439-3 (PRP),
- RJ-45 Ethernet vmesnik s hitrostjo 10/100/1000 Mbps za izvedbo daljinskega nadzora.

7. Zahteve za trde diske:

- zahtevano je diskovno polje v konfiguraciji RAID 1 ali druga ustrezna rešitev, ki predstavlja primerljivo zavarovanje proti izgubi podatkov v primeru okvare diska,
- zagotovljena mora biti diskovna kapaciteta, ki po namestitvi celotne systemske in aplikativne programske opreme ter izvedenem parametriranju zadošča za hranjenje vsaj triletna količine vseh arhiviranih procesnih podatkov.

8. Zahteve za sistemsko programsko opremo:

- operacijski sistem mora biti v celoti združljiv s predvideno aplikativno programsko opremo ter ostalimi zahtevami v vsakokratni DZR,
- v primeru izbire operacijskega sistema Microsoft Windows® je zahtevana vsaj različica 10 ali višja.

10.6.3 Električne in okoljske zahteve

1. Napajalnik mora biti ustrezen za priključitev na enosmerno napetost 220 V ali izmenično napetost 230 V s toleranco vsaj $\pm 10\%$.
2. Postajni SCADA računalnik mora biti primeren za stalno delovanje v temperaturnem območju od 0 °C do 50 °C.

10.6.4 Funkcijske zahteve

1. Podpora uporabniškemu računu z nastavljenimi pravicami glede interakcije s procesom, programiranja in administracije sistema.
2. Omogočena mora biti prijava v operacijski sistem z različnimi uporabniškimi računi, tako lokalnimi kot domenskimi. Med delovanjem SCADA aplikacije mora biti možna odjava enega in prijava drugega uporabnika, pri čemer mora v vmesnem času komunikacija s procesom in shranjevanje procesnih podatkov v

bazo ter liste dogodkov in alarmov delovati brez prekinitve. Alternativno se lahko to funkcionalnost izvede tudi tako, da je prijava v operacijski sistem samodejna, uporabnik nima dostopa do operacijskega sistema (možna je le uporaba SCADA aplikacije), uporabniški računi v SCADA aplikaciji pa so vezani na domenske uporabniške račune.

3. Baza podatkov v realnem času za procesne podatke in nastavitve.
4. Za večje objekte se zahteva neposredna komunikacija z napravami na nivoju polja (IED), skladna s standardom SIST EN 61850 »Client«, preko dveh Ethernet priključkov v redundantni konfiguraciji, skladni s standardom SIST EN IEC 62439-3 (PRP). Zagotovljen mora biti uvoz procesnih podatkov iz datotek, skladnih s SCL specifikacijo SIST EN 61850.
5. Arhivska baza podatkov sprememb digitalnih procesnih informacij s točnim časom in potekov analognih meritev. Kapaciteta baze mora biti odvisna le od razpoložljivega prostora na shranjevalnem mediju.
6. Prikaz arhivskih podatkov v nastavljivih listah dogodkov, listah alarmov, grafov in tabel analognih meritev z možnostjo filtriranja, izpisa in izvoza podatkov v standardnem formatu.
7. Liste dogodkov in alarmov morajo omogočati vsaj 30 znakov za identifikacijo objekta, polja in naprave, 30 znakov za opis signala ter 15 znakov za dinamični tekst glede na stanje signala.
8. Prikaz stikalnega stanja postrojev in ostalih procesnih veličin v realnem času (meritev, digitalnih statusov, alarmov) na preglednih ali podrobnih, prosto programirljivih enopolnih procesnih shemah.
9. Funkcija dinamičnega barvanja procesnih enopolnih shem glede na trenutno topologijo, meritve napetosti in stanja ozemljenosti.
10. Knjižnica standardnih simbolov za dinamično predstavitev VN elementov na procesnih shemah.
11. Prikaz krmilnih dialogov za izdajanje procesnih komand.
12. Prikaz poljubnih procesnih informacij s programirljivo vizualno predstavitevjo stanj (alarm, opozorilo, normalno, nedefinirano).
13. Prikaz diagnostike komponent sistema vodenja in komunikacij.
14. Zagotoviti je treba možnost izdelave uporabniškega vmesnika za operaterja v slovenskem jeziku in to v celoti.
15. Logične obdelave vseh procesnih informacij z uporabo programskega jezika ali funkcijskih diagramov.
16. Omogočena mora biti administracija sistema in programiranje funkcij vodenja prek omrežja z oddaljene lokacije z uporabo oddaljenega namizja ali podobne tehnologije. Funkcionalnost pri oddaljenem dostopu mora biti enaka kot v primeru lokalnega administriranja in programiranja.

10.7 Sprejemnik in strežnik točnega časa

10.7.1 Splošno

Sprejemnik in strežnik točnega časa mora na podlagi sprejema točnega časa iz satelitskega sistema GPS omogočiti natančno sinhronizacijo časa vseh naprav v Ethernet omrežju, na katerega je sprejemnik priključen.



Slika 11: GPS sprejemnik točnega časa SEL-2488

10.7.2 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti kovinsko, zaščiteno pred korozijo, odporno proti prahu in vodi spredaj vsaj s stopnjo IP 40 in zadaj vsaj IP 20.
2. Ohišje mora nuditi dobro elektromagnetno zaščito vsem sklopom v notranjosti. Vsi kovinski deli ohišja morajo biti galvansko povezani med seboj in s priključnim mestom za ozemljitev.
3. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" vrtljivi okvir, višina je lahko največ ena enota (1U), globina pa mora omogočati neovirano odpiranje vrtljivega okvirja pri širini omare 800 mm.

10.7.3 Električne in okoljske zahteve

1. Napajalnik mora biti podvojen in predviden za priključitev na enosmerno napetost 220 V s toleranco vsaj $\pm 10\%$.
2. Temperaturno območje delovanja mora biti med 0 °C in 55 °C, skladiščenja pa med 0 °C in 70 °C.
3. Na voljo mora imeti relejski izhodni kontakt, ki signalizira notranjo napako ali okvaro. Kontakt mora biti izdelan za enosmerno signalizacijsko napetost 220 V.
4. Imeti mora vsaj štiri optične (100Base-FX, konektor tipa LC) ali električne (10/100/1000 Base-TX, konektor tipa RJ-45) Ethernet vmesnike, ki jih je možno priključiti v štiri med seboj neodvisna Ethernet omrežja. Dva od teh Ethernet vmesnikov morata omogočati delovanje v redundantni konfiguraciji, skladni s SIST EN IEC 62439-3 (PRP). Zahtevana vrsta posameznega Ethernet vmesnika je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
5. Priložena mora biti ustrezna zunanja antena za sprejem signala GPS z vsemi potrebnimi pritrdilnimi elementi ter ustrezen antenski kabel dolžine, ki je določena z vsakokratno DZR oziroma vsaj 20 m.

10.7.4 Funkcijske zahteve

1. Naprava mora sprejemati točen čas satelitskega sistema GPS.
2. Naprava mora na vsakem od svojih Ethernet vmesnikov omogočati časovno sinhronizacijo naprav v omrežju z uporabo protokolov NTP in SNTP.
3. Zagotoviti mora časovno sinhronizacijo priključenih naprav s toleranco do ± 1 ms.
4. Avtomatsko mora prepoznavati in preklapljati med zimskim in poletnim časom (DST).

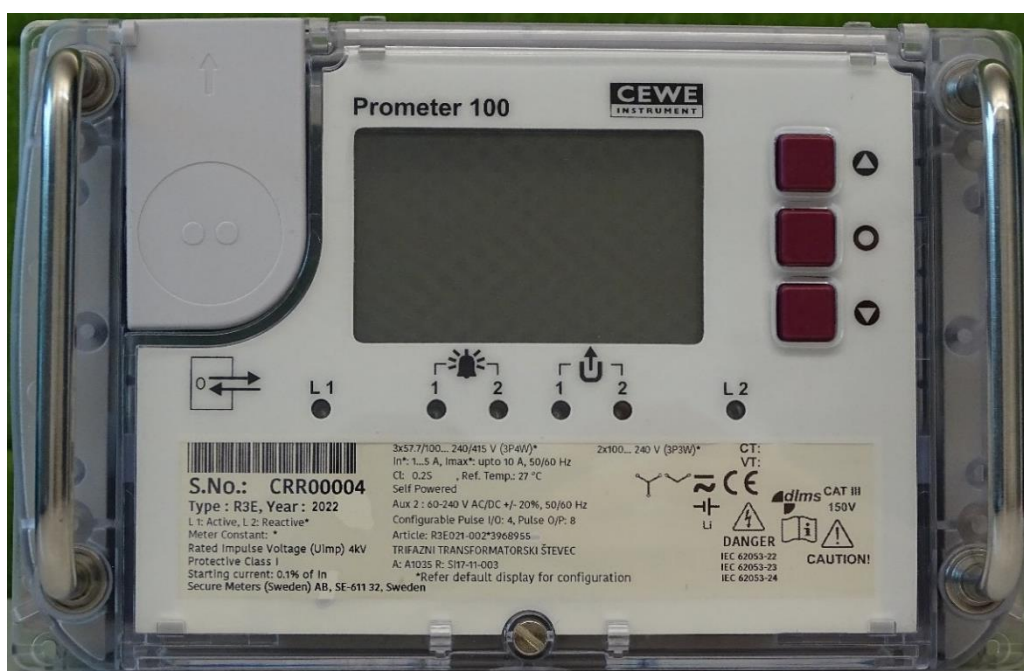
11 Podsystem meritev

Značilne komponente podsystem meritev so: števec električne energije, merilnik kakovosti električne energije in merilnik fazorjev.

11.1 Števec električne energije

11.1.1 Splošno

Števec mora omogočati trifazno dvosmerno merjenje delovne in jalove energije ter shranjevanje merilnega profila z nastavljivo merilno periodo.



Slika 12: Števec električne energije Cewe Prometer 100

11.1.2 Mehanske zahteve

1. Števec mora biti primeren za vgradnjo v 19" okvir s priključnimi konektorji, ki zagotavljajo varno vstavljanje in odstranjevanje števca med obratovanjem polja s samodejnim kratkostičenjem merilnih tokov.
2. Dobavljeni morajo biti tudi 19" montažni okvirji z možnostjo namestitve dveh števcov v en okvir. Za prazno mesto mora biti dobavljena pokrivna plošča.
3. Na prednji strani mora števec imeti optični vmesnik za lokalno odčitavanje ter nastavljanje parametrov in registrov, skladno s standardom SIST EN 62056-21.
4. Na prednji strani mora biti števec opremljen s prikazovalnikom (zaslonom), glej še podpoglavje 11.1.4.

11.1.3 Električne in okoljske zahteve

1. Nazivna fazna merilna izmenična napetost mora biti $(100/\sqrt{3})$ V za vsako od treh faz ter nazivni fazni merilni izmenični tok 1 A. Trajno dopusten povišan tok mora biti vsaj 2 A. Nazivna frekvenca je 50 Hz.
2. Števec mora podpirati napajanje na enega od navedenih načinov:
 - neposredno iz merilnih napetosti z avtomatskim preklopom na zunanjo napetost 110 V - 220 V AC ali DC v primeru izpada merilnih napetosti ali
 - preko dveh redundantnih in med seboj galvansko ločenih vhodov za zunanjo napajalno napetost 110 V - 220 V AC ali DC.
3. Na voljo morajo biti vsaj štirje pulzni izhodi za posredovanje merilnih vrednosti energije z nastavljivo vrednostjo in dolžino impulza.
4. Na voljo mora biti binarni izhod za signaliziranje alarmnega stanja.

11.1.4 Metrološke in funkcijske zahteve

1. Razred točnosti za delovno energijo mora biti 0,2S skladno s SIST EN 62053-22 in za jalovo energijo 1S, skladno s SIST EN 62053-24.
2. Podpirati mora možnost merjenja izgub v transformatorju ali na daljnovodu.
3. Števec mora podpirati vpis korekcij za odpravo sistematskih pogreškov merilnih transformatorjev v velikosti do $\pm 0,1$ % v območju med 5 % in 120 % nazivne vrednosti.
4. Omogočati mora merjenje primarnih vrednosti ter možnost nastavljanja prenosnih razmerij tokovnih in napetostnih merilnih transformatorjev.
5. Na voljo mora biti vsaj osem prosto programirljivih energijskih registrov z možnostjo izbire med kumulativnimi vrednostmi in vrednostmi v posamezni merilni periodi.
6. Omogočati mora shranjevanje vsaj osem merilnih veličin po prosti izbiri z nastavljivo merilno periodo med 1 minuto in 60 minut ter kapaciteto spomina za najmanj 20 dni pri merilni periodi 15 minut.
7. Na voljo mora biti interna lista dogodkov in alarmov.
8. Podprt mora biti interni nadzor nad delovanjem števca z možnostjo alarmiranja stanj in dogodkov, ki jih predhodno nastavi uporabnik.
9. Števec mora imeti lastno (notranjo) uro realnega časa s koledarjem ter avtomatskim preklopom med zimskim in letnim časom skladno z veljavnimi pravili. Omogočati mora časovno sinhronizacijo preko protokola DLMS/COSEM ali protokola SNTP.
10. Podprti morata biti dve neodvisni in sočasni komunikaciji po protokolu DLMS/COSEM skladno s SIST EN 62056-42/46/53/61/62 (vmesnik Ethernet in RS-485) za prenos merilnih podatkov in dogodkov v dva neodvisna sistema daljinskega odčitavanja števecv.

11. Zaslona števec mora poleg vrednosti (8 mest) in OBIS kode prikazovati tudi trenutno smer pretoka delovne in jalove energije, prisotnost faznih napetosti, kontrolo smeri vrtenja in različne statusne.
12. Na zaslonu mora biti možno prikazati tudi veličine, ki so v pomoč pri namestitvi in spuščanju števca v pogon: čas in datum, trenutne vrednosti napetosti in tokov po fazah ter trenutno moč.

11.1.5 Ostale zahteve

1. Števec mora imeti tipsko odobritev Urada RS za meroslovje ali drugega akreditiranega evropskega kontrolnega organa ter veljaven kalibracijski certifikat.
2. Priložena morajo biti osnovna navodila z opisom tehničnih lastnosti in podroben opis vseh funkcij (v slovenskem ali angleškem jeziku).
3. Priloženi morajo biti tovarniški preizkusi (merilni listi).
4. Priložena mora biti programska oprema (vključno z morebiti potrebnimi licencami za vsaj pet uporabnikov) za nastavljanje vseh parametrov in registrov v števcu ter branje izmerjenih vrednosti.
5. Če je za delo s števcem potreben dodatni pribor (npr. sonda, posebna orodja in podobno), morajo biti priloženi najmanj trije kompleti.

11.2 Merilnik kakovosti električne energije

11.2.1 Mehanske zahteve

1. Naprava mora biti primerna za montažo na standardni 19" vrtljivi okvir omare ali na standardno (DIN) »omega« letev.
2. Ohišje mora nuditi dobro elektromagnetno zaščito vsem sklopom v notranjosti. Vsi kovinski deli ohišja morajo biti galvansko povezani med seboj in s priključnim mestom za ozemljitev.
3. Vsi spončni priključki za napajalne, signalne, krmilne in napetostne merilne tokokroge morajo biti vijačni.

11.2.2 Električne in okoljske zahteve

1. Napetostni merilni vhodi na napravi morajo biti primerni za priključitev na sekundarne tokokroge napetostnih merilnih transformatorjev z nazivno izmenično napetostjo $U_n = (100/\sqrt{3})$ V in trajno zdržati vsaj napetost $2 \times U_n$. Na voljo mora biti vsaj osem napetostnih merilnih vhodov, ki omogočajo meritev dveh trifaznih sistemov napetosti UL1, UL2, UL3 skupaj z UN, pri čemer lahko ponudnik zahtevano število napetostnih merilnih vhodov zagotovi tudi tako, da ponudi dve napravi.
2. Vsi napetostni merilni vhodi morajo biti med seboj galvansko ločeni.
3. Naprava mora delovati na enosmerno napajalno napetost vsaj v razponu od 110 V do 220 V.
4. Naprava mora imeti Ethernet priključek po standardu IEEE 802.3 za posredovanje podatkov v centralni sistem za zbiranje podatkov o kakovosti električne energije. Zahtevana vrsta priključka je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
5. Temperaturno območje delovanja naprave mora biti med 0 °C in 55 °C, skladiščenja pa med 0 °C in 70 °C.

11.2.3 Metrološke in funkcijske zahteve

1. Naprava mora neprekinjeno meriti in shranjevati:
 - napajalno napetost,
 - neravnotežja napajalne napetosti,
 - upade napajalne napetosti,
 - dolgotrajni in kratkotrajni fliker,
 - kratkotrajne in dolgotrajne prekinitve napetosti,
 - občasne prenapetosti omrežne frekvence,
 - prehodne prenapetosti,

- komponento pozitivne sekvence napajalne napetosti,
 - komponento negativne sekvence napajalne napetosti,
 - harmonske napetosti vsaj do štiridesete višje harmonske komponente,
 - med-harmonske napetosti,
 - harmonski faktor popačenja,
 - signalne napetosti,
 - omrežno frekvenco.
2. Nabor parametrov kakovosti električne energije, principi merjenja, negotovost meritev in vrednotenje merilnih veličin morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 61000-4-30, razred A.
 3. Intervali merjenja merilnih veličin morajo biti od 10 s do 10 min, za dolgotrajni fliker pa 2 h.
 4. Naprava mora imeti funkcijo oscilografiranja hitrih sprememb napetosti s frekvenco vzorčenja vsaj 10 kHz, z nastavljivim trajanjem registracije posameznega dogodka do 2 s in z registracijo pred proženjem vsaj 30 ms.
 5. Proženje oscilografiranja mora biti prosto nastavljivo na poljubno merjeno veličino in vrednost.
 6. Naprava mora posneti tudi potek efektivne napetosti (RMS) pri vseh odstopanjih merjenih veličin preko prednastavljenih mej, in sicer mora biti časovna ločljivost registracije vsaj 10 ms, trajanje pa do zaključka dogodka oziroma do nastavljivega maksimalnega časa registracije posameznega dogodka.
 7. Nastaviti mora biti mogoče vsaj štiri mejne vrednosti napetosti.
 8. Naprava mora zabeležiti tudi točen datum in čas dogodka.
 9. Kapaciteta notranjega, na izpad napajalne napetosti neobčutljivega pomnilnika v merilniku mora biti dovolj velika, da se vanj lahko hkrati shranijo srednje vrednosti vseh merilnih veličin, ki jih je treba meriti po SIST EN 50160 vključno z minimumi in maksimumi za obdobje 14 dni ter najmanj 200 oscilografij s povprečnim trajanjem 0,2 s ter najmanj 500 RMS posnetkov dogodkov s povprečnim trajanjem 3 s.
 10. Princip merjenja dogodkov in merilna negotovost morata biti izvedena v skladu s standardom SIST EN 61000-4-30, razred A.
 11. Naprava mora imeti možnost merjenja kratkotrajnih in dolgotrajnih prekinitev napetosti. Prosto nastavljive morajo biti meje med kratkotrajnimi in dolgotrajnimi prekinitvami, mejna vrednost prekinitve in histereza. Prekinitve se morajo beležiti v skladu s standardom SIST EN 61000-4-30, razred A.
 12. Naprava mora med upadi, porasti in prekinitvami napetosti označiti druge merjene parametre kakovosti (frekvenca, napajalna napetost, fliker, neravnotežje napajalne napetosti, harmonske napetosti, medharmonske napetosti, signalne napetosti) s statusno označbo, ki označuje, da vrednosti

niso zanesljive. Agregirani podatki, ki vsebujejo tako označene podatke, morajo biti prav tako avtomatsko označeni.

13. Naprava mora zagotavljati avtomatski prenos vseh registriranih podatkov o kakovosti napetosti, oscilografij in RMS posnetkov po komunikacijskem kanalu v centralni sistem, kjer se vsi podatki shranjujejo v odprto relacijsko bazo podatkov arhitekture odjemalec – strežnik. Priložena mora biti programska oprema za shranjevanje v bazo in za obdelavo podatkov, shranjenih v tej bazi, vključno z vsemi potrebnimi licencami.
14. Centralni sistem mora podpirati izvoz podatkov v formatu IEEE 1159.3 PQDIF.
15. Naprava mora podpirati sinhronizacijo časa z NTP strežnikom, negotovost časa interne ure pa mora biti v skladu s standardom SIST EN 61000-4-30, točka 4.6, razred A.

11.2.4 Ostale zahteve

1. Naprava mora imeti certifikat o skladnosti s standardom SIST EN 61000-4-30, razred A.
2. Priloženo mora biti podrobno testno poročilo o vseh preizkusih, opravljenih za certificiranje skladnosti s standardom SIST EN 61000-4-30, razred A.
3. Priložena morajo biti vsa potrebna programska orodja za parametriranje registratorja kakovosti električne energije, vključno z vsemi potrebnimi licencami.

11.3 Merilnik fazorjev

11.3.1 Splošno

Merilnik fazorjev omogoča sinhrono merjenje izmeničnih napetosti in tokov s skupno časovno (kotno) referenco ter izračunavanje trenutne delovne in jalove moči.



Slika 13: Merilnik fazorjev Arbiter Systems, Model 1133A Power Sentinel

11.3.2 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti kovinsko, zaščiteno pred korozijo, spredaj odporno proti prahu in vodi vsaj s stopnjo IP 40 in zadaj vsaj z IP 20.
2. Ohišje mora nuditi dobro elektromagnetno zaščito vsem sklopom v notranjosti. Vsi kovinski deli ohišja morajo biti galvansko povezani med seboj in s priključnim mestom za ozemljitev.
3. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" vrtljivi okvir, višina je lahko največ tri enote (3U), globina pa mora omogočati neovirano odpiranje vrtljivega okvirja pri širini omare 800 mm.
4. Vsi spončni priključki za napajalne, signalne, krmilne in merilne tokokroge morajo biti vijačni.
5. Na sprednji strani mora imeti LCD prikazovalnik ter funkcijsko tipkovnico za spremljanje delovanja naprave in nastavljanje parametrov ali ustrezen komunikacijski vmesnik s priloženo programsko opremo za spremljanje delovanja in nastavljanje parametrov naprave.

11.3.3 Električne in okoljske zahteve

1. Napajalnik mora biti izdelan za priključitev na enosmerno napetost 220 V (izjemoma 110 V, če je to zahtevano v vsakokratni DZR) s toleranco vsaj $\pm 10\%$.
2. Temperaturno območje delovanja mora biti med 0 °C in 55 °C, skladiščenja pa med 0 °C in 70 °C.
3. Na voljo mora imeti tri merilne tokovne vhode za priključitev na merilni transformator s 6-vodno priključitvijo z nazivno vrednostjo izmeničnega toka 1 A in trajno dopustno povišano vrednostjo 4 A.
4. Na voljo mora imeti tri merilne napetostne vhode za priključitev na merilni transformator s 4- ali 6-vodno priključitvijo z nazivno vrednostjo izmenične napetosti 100 V in trajno dopustno povišano vrednostjo 150 V.

5. Nazivna frekvenca za izmenične veličine mora biti 50 Hz, naprava pa mora meriti v območju vsaj ± 5 Hz okrog nazivne frekvence.
6. Na voljo morajo biti vsaj štirje digitalni vhodi, dimenzionirani za enosmerno signalizacijsko napetost $220\text{ V} \pm 10\%$ (izjemoma $110\text{ V} \pm 10\%$, če je to zahtevano v vsakokratni DZR).
7. Na voljo morajo biti vsaj štirje digitalni relejski izhodi s potencialno prostimi kontakti, dimenzionirani za enosmerno krmilno napetost 220 V.
8. Na voljo mora biti statusni relejski izhodni kontakt, ki signalizira okvaro naprave ali napako v delovanju. Kontakt mora biti primeren za enosmerno signalizacijsko napetost 220 V.
9. Naprava mora neprekinjeno meriti vsaj:
 - vse tri fazne napetosti (UL1, UL2, UL3),
 - vse tri fazne tokove (IL1, IL2, IL3),
 - frekvenco napetosti na vsakem od treh napetostnih vhodov,
 - spremembo frekvence v času (odvod) na vsakem od treh napetostnih vhodov,
 - delovno moč po posameznih fazah (PL1, PL2, PL3) in trifazno delovno moč,
 - jalovo moč po posameznih fazah (QL1, QL2, QL3) in trifazno jalovo moč,
 - navidezno moč po posameznih fazah (SL1, SL2, SL3) in trifazno navidezno moč,
 - stanje digitalnih vhodov.
10. Točnost časovne sinhronizacije izmerjenih vrednosti mora biti vsaj $\pm 1\text{ }\mu\text{s}$.
11. Časovna sinhronizacija mora biti izvedena z vgrajenim GPS sprejemnikom, ki mora omogočati točnost sinhronizacije izmerjenih vrednosti, kakršna je navedena v predhodni točki. Priložena mora biti tudi GPS antena za zunanjo montažo s kablom dolžine vsaj 25 m z možnostjo podaljšanja. Naprava mora podpirati tudi vmesnik IRIG-B (ali podoben), ki omogoča medsebojno sinhronizacijo več merilnikov fazorjev. Zahteva, katere enote naj imajo vgrajen GPS sprejemnik in katere vmesnik za medsebojno sinhronizacijo (npr. IRIG-B), je vsebovana v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
12. Naprava mora imeti vsaj enega od naslednjih komunikacijskih vmesnikov:
 - optični Ethernet priključek po standardu IEEE 802.3, 10 BASE-FX ali 100 BASE-FX z optičnimi konektorji tipa ST ali LC,
 - električni Ethernet priključek po standardu IEEE 802.3, 10 BASE-TX ali 100 BASE-TX s konektorjem tipa RJ-45.
 - Zahtevana vrsta priključka oz. priključkov je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).

11.3.4 Funkcijske zahteve

1. Naprava mora zajemati podatke s časovno ločljivostjo vsaj 20 ms oziroma najmanj 50 vzorcev na sekundo. Vse izmerjene podatke mora pošiljati po komunikacijskem kanalu skladno s protokolom IEEE C37.118.
2. Naprava mora omogočati enostavno nastavitev vseh parametrov (še posebej komunikacijskih, merilnih in protokolnih) s pomočjo programske opreme, ki teče na operacijskem sistemu Microsoft Windows. Programska oprema za nastavljanje naprave mora biti priložena. Če programska oprema za nastavljanje zahteva licenco, mora biti tudi ta priložena.

11.3.5 Ostale zahteve

1. Če naprava za vgradnjo, nastavitev in nadzor zahteva kakršnokoli posebna strojna ali programska orodja, morajo ta biti priložena.
2. Napravi mora biti priložen certifikat o kalibraciji naprave, ki potrjuje zahtevano točnost zajema merilnih veličin, ter izjava o skladnosti komunikacijskega protokola s standardom IEEE C37.118.

12 Komunikacijski podsistem

12.1 Komunikacijska oprema za postajno vodilo SIST EN 61850, meritve in nadzor zaščite

12.1.1 Tehnične zahteve za omrežna stikala

12.1.1.1 Okoljski pogoji delovanja

1. Naprava mora biti skladna s standardom IEEE 1613.
2. Temperaturno območje normalnega obratovanja naprave mora biti vsaj med 0 °C in 50 °C.

12.1.1.2 Napajanje

1. Napajalnik mora biti primeren za priključitev na enosmerno napetost 220 V (izjemoma 110 V, če je to zahtevano v vsakokratni DZR).
2. Napajanje mora biti redundantno – podvojeno.
3. Na voljo mora biti statusni relejski izhodni kontakt, ki signalizira okvaro naprave ali napako v delovanju. Kontakt mora biti primeren za enosmerno signalizacijsko napetost 220 V.

12.1.1.3 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" montažni okvir.
2. Višina naprave je lahko največ ena enota (1U).
3. Naprava ne sme vsebovati nobenih vrtečih se delov (npr. ventilatorjev in mehanskih trdih diskov).

12.1.1.4 Zahteve za nadgradnjo strojne in programske opreme

1. Strojna oprema mora biti zasnovana tako, da omogoča enostavno spreminjanje oziroma nadgradnjo/razširitev naprave (možnost spreminjanja oziroma dodajanja modulov).
2. Zaželeno je, da je mogoče module omrežnega stikala enostavno odstranjevati ali nameščati med delovanjem naprave brez vpliva na delovanje preostalih vgrajenih modulov (*hot-swap*).
3. Vgrajena programska oprema (*firmware*) mora omogočati enostavno izvajanje nadgradenj.

12.1.1.5 Vmesniki

1. Tipizirane so naslednje vrste vmesnikov za omrežna stikala:

- 1000 Mbps, 850 nm multi-mode,
 - 100 Mbps, 1300 nm multi-mode,
 - 10/100/1000 Mbps, RJ-45.
2. Zahtevano število in vrsta vmesnikov na posameznem omrežnem stikalu je določeno s ponujeno opremo in zahtevami iz vsakokratne DZR.
 3. Za upravljanje oziroma lokalni in daljinski nadzor stikala mora biti na voljo namenski vmesnik s hitrostjo prenosa podatkov 1000 Mbps.

12.1.1.6 Storitve in protokoli

1. Upravljanje:

- SDN tehnologija (*Software Defined Networking*),
- podpora SNMPv2c,
- podpora beleženja sistemskih dogodkov (*syslog*),
- možnost kreiranja več različnih uporabnikov z različnimi nivoji dostopa (vsaj trije različni nivoji dodeljenih pravic),
- programska oprema z licencami za vsaj 5 uporabnikov (če je le-ta potrebna za izvedbo parametriranja),
- funkcionalno neodvisno delovanje omrežja ob izpadu povezave z nadzornim sistemom (kontrolerjem, NMS).

2. Podpora storitvam L2:

- podpora virtualnih omrežij (VLAN) 802.1Q,
- NTP sinhronizacija časa,
- podpora za PTP (IEEE 1588),
- RSTP.

3. Podpora storitvam L3:

- omogočeno mora biti ločevanje prometa po protokolih na posameznem Ethernet priključku:
 - 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.

4. Varnost:

- privzeto mora na vseh Ethernet priključkih zavrniti vsak promet (*deny-by-default*),
- zahtevana je kriptografsko varna komunikacija z nadzornim sistemom (kontrolerjem, NMS).

12.1.2 Tehnične zahteve za varnostni usmerjevalnik

12.1.2.1 Okoljski pogoji delovanja

1. Naprava mora biti skladna s standardoma SIST EN 61850-3 in IEEE 1613.
2. Temperaturno območje normalnega obratovanja naprave mora biti vsaj med 0 °C in 50 °C.

12.1.2.2 Napajanje

1. Napajalnik mora biti izdelan za priključitev na enosmerno napetost 220 V (izjemoma 110 V, če je to zahtevano v vsakokratni DZR).
2. Napajanje mora biti redundantno – podvojeno.
3. Na voljo mora biti statusni relejski izhodni kontakt, ki signalizira okvaro naprave ali napako v delovanju. Kontakt mora biti primeren za enosmerno signalizacijsko napetost 220 V.

12.1.2.3 Mehanske zahteve

1. Ohišje mora biti izdelano za vgradnjo v 19" montažni okvir.
2. Višina naprave je lahko največ tri enote (3U).

12.1.2.4 Zahteve za nadgradnjo strojne in programske opreme

1. Strojna oprema mora biti zasnovana tako, da omogoča enostavno spreminjanje oziroma nadgradnjo/razširitev naprave (možnost spreminjanja oziroma dodajanja modulov).
2. Vgrajena programska oprema (*firmware*) mora omogočati enostavno izvajanje nadgradenj.

12.1.2.5 Vmesniki

1. Tipizirane so naslednje vrste vmesnikov za omrežna stikala:
 - 1000 Mbps, 850 nm multi-mode,
 - 100 Mbps, 1300 nm multi-mode,
 - 100 Mbps, 1300 nm multi-mode, PRP,
 - 10/100/1000 Mbps, RJ-45.
2. Zahtevano število in vrsta vmesnikov na varnostnem usmerjevalniku je določeno s ponujeno opremo in zahtevami iz vsakokratne DZR.

12.1.2.6 Storitve in protokoli

1. Upravljanje:

- podpora upravljanja preko protokolov HTTPS, SNMP v3 in SSH,
- podpora beleženja sistemskih dogodkov (*syslog*),
- možnost arhiviranja/shranjevanja konfiguracij ter obnove konfiguracij iz shranjenih arhivskih kopij,
- preverjanje pristnosti preko protokola RADIUS,
- možnost kreiranja več uporabnikov z različnimi nivoji dostopa (vsaj trije različni nivoji dodeljenih pravic).

2. Podpora storitvam L2:

- podpora virtualnih omrežij (VLAN) 802.1Q,
- NTP sinhronizacija časa.

3. Podpora storitvam L3:

- podpora za VRRP ali podoben protokol.

4. Varnost:

- funkcionalnost požarne pregrade,
- podpora preslikovanju naslovov (NAT 1:1).

5. Podpora protokolom IPv4:

- OSPFv2,
- RIPv2,
- BGP.

12.1.3 Redundančni vmesnik (RedBox)

8Namen redundančnega vmesnika (RedBox) je, da se lahko naprava z enim komunikacijskim vmesnikom poveže v dve omrežji na način, da je v celoti zagotovljena funkcionalnost PRP.

Redundančni vmesnik mora izpolnjevati vsaj naslednje zahteve:

1. Zahteve za ohišje naprave:
 - a) izvedba za pritrditev na montažno letev po standardu SIST EN 60715 – 35 x 7,5 (35 mm DIN montažna letev),
 - b) ohišje mora nuditi dobro elektromagnetno zaščito vsem sklopom v notranjosti.
2. Napajalnik mora biti primeren za priključitev na enosmerno napetost 220 V (izjemoma 110 V, če je to zahtevano v vsakokratni DZR).
3. Redundančni vmesnik mora skupaj z napravo, na katero je primarno priključen, izpolnjevati zahteve iz standarda SIST EN 61850-3.
4. Zahteve za Ethernet komunikacijske vmesnike:
 - a) za priključitev na napravo, katere funkcionalnost se razširja na PRP, mora biti predviden Ethernet priključek s hitrostjo prenosa podatkov vsaj 100 Mbps. Vrsta priključka je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
 - b) za priključitev na strani komunikacijskega omrežja morata biti predvidena dva Ethernet priključka s hitrostjo prenosa vsaj 100 Mbps v redundantni konfiguraciji, skladni s SIST EN IEC 62439-3 (PRP). Vrsta priključkov je določena v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR). Priključka morata izpolnjevati naslednji zahtevi:
 - "Zero Recovery Time" v primeru okvare omrežja,
 - podprto mora biti pošiljanje in sprejemanje GOOSE sporočil.
5. Omogočati mora podatkovne komunikacije brez napak ob elektromagnetnih motnjah, skladno s standardom IEEE 1613.

13 Oprema omar daljnovodnih (DV) in kablovodnih (KB) polj

13.1 Napetostni nivo 110 kV

Ključna oprema sistema vodenja, zaščite in meritev, ki se vgrajuje v omaro 110 kV DV ali KB polja, je:

1. Računalnik polja.
2. Zaščitni terminal distančne zaščite.
3. Zaščitni terminal diferenčne zaščite voda v primeru kratkih vodov ali kablovodov.
4. Enota polja zaščite zbiralk (kadar je ZZB distribuirane izvedbe).
5. Merilnik fazorjev (PMU) – skladno z zahtevami, podanimi v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
6. Števec električne energije, vgrajen v 19" okvir, ki omogoča namestitvev dveh števecov, prosto mesto za rezervni števec mora biti pokrito s kovinsko pokrивно ploščo.
7. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk DV oz. KB polja.
8. Vklonni in izklonni močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
9. Preizkusne vtičnice (ločene za vsak zaščitni terminal/napravo) proizvajalca ABB, tip RTXP 24 oziroma RTXP 18.
10. Zaščita pred neskladjem polov odklopnika, zgrajena kot zunanja kombinacija časovnega in močnostnega releja v »Combiflex« izvedbi, ki jo proži ustrezna vezava mirnih in delovnih signalnih kontaktov odklopnika ter deluje na obe izklonni tuljavi. Močnostni rele mora biti tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca.
11. Releji za kontrolo izklonih tokokrogov (KIT).
12. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

13.2 Napetostna nivoja 220 kV in 400 kV

13.2.1 Oprema omare vodenja in meritev 220 kV ali 400 kV DV polja

Ključna oprema, nameščena v omaro vodenja in meritev 220 kV ali 400 kV DV polja, je:

1. Računalnik polja.
2. Števec električne energije, vgrajen v 19" okvir, ki omogoča namestitev dveh števcov, prosto mesto za rezervni števec mora biti pokrito s kovinsko pokrivno ploščo.
3. Merilnik fazorjev (PMU).
4. Vklonni in izklonni močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
5. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk (za enoto polja).
6. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

13.2.2 Oprema omare zaščite 220 kV ali 400 kV DV polja

Ključna oprema, nameščena v omaro zaščite 220 kV ali 400 kV DV polja, je:

1. Dva terminala diferenčno-distančne zaščite voda (zaščita A in zaščita B).
2. Enota polja zaščite zbiralk.
3. Preizkusne vtičnice (ločene za vsak zaščitni terminal/napravo) proizvajalca ABB, tip RTXP 24 oziroma RTXP 18.
4. Zaščita pred neskladjem polov odklopnika, predvidena kot zunanja kombinacija časovnega in močnostnega releja v »Combiflex« izvedbi, ki jo proži ustrezna vezava mirnih in delovnih signalnih kontaktov odklopnika ter deluje na obe izklopni tuljavi. Močnostni rele mora biti tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca.
5. Releji za kontrolo izklopnih tokokrogov (KIT).
6. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

14 Oprema omar zveznih, merilnih in ozemljilnih polj

14.1 Napetostni nivo 110 kV

14.1.1 Oprema omare vodenja 110 kV ZMOP

Ključna oprema, nameščena v omaro vodenja 110 kV ZMOP, je:

1. Računalnik polja.
2. Merilnik kakovosti električne energije (po en merilnik za vsakega od sistemov zbiralk).
3. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk (za enoto polja).
4. Vklonni in izklonni močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
5. Releji za kontrolo izklonnih tokokrogov (KIT).
6. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

14.1.2 Oprema omare zaščite zbiralk 110 kV ZMOP

Ključna oprema, nameščena v omaro zaščite zbiralk 110 kV ZMOP, je:

1. Centralna enota zaščite zbiralk (v primeru distribuirane izvedbe ZZB) ali terminal zaščite zbiralk (v primeru centralizirane izvedbe ZZB).
2. Enota polja zaščite zbiralk (v primeru distribuirane izvedbe ZZB).
3. Lokalni panel zaščite zbiralk za centralno enoto ZZB oz. terminal zaščite zbiralk.
4. Preizkusna vtičnica proizvajalca ABB, tip RTXP 18.
5. Vsi potrebni povezovalni (*patch*) kabli znotraj omare.
6. Preostala oprema omare (npr. optični delilniki za ZZB, pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

14.2 Napetostna nivoja 220 kV in 400 kV

14.2.1 Oprema omare vodenja 220 kV ali 400 kV ZMOP

Ključna oprema, nameščena v omaro vodenja 220 kV ali 400 kV ZMOP, je:

1. Računalnik polja.
2. Merilnik kakovosti električne energije (po en merilnik za vsakega od sistemov zbiralk).
3. Merilnik fazorjev (PMU).
4. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk (za enoto polja).
5. Vklonpi in izklonpi močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
6. Releji za kontrolo izklonpih tokokrogov (KIT).
7. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

14.2.2 Oprema omare zaščite 220 kV ali 400 kV ZMOP

Ključna oprema, nameščena v omaro zaščite 220 kV ali 400 kV ZMOP, je:

1. Centralna enota zaščite zbiralk.
2. Enota polja zaščite zbiralk.
3. Lokalni panel zaščite zbiralk za centralno enoto zaščite zbiralk.
4. Preizkusna vtičnica proizvajalca ABB, tip RTXP 18.
5. Vsi potrebni povezovalni (*patch*) kabli znotraj omare.
6. Preostala oprema omare (npr. optični delilniki za ZZB, pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).
7. Dva terminala distančne zaščite (zaščita A in zaščita B) s pripadajočima preizkusnima vtičnicama ABB RTXP 24, kadar obstaja pomožni sistem zbiralk in s tem možnost obhodnega obratovanja, razen če v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR) ni drugače določeno.

15 Oprema omar transformatorskih (TR) polj

15.1 Oprema omare 110 kV strani VN/VN transformatorjev

Ključna oprema sistema vodenja, zaščite in meritev, ki se vgrajuje v omaro na 110 kV strani VN/VN transformatorjev (omara 110 kV TR polja), je:

1. Računalnik polja.
2. Napetostni regulator.
3. Terminal distančne zaščite.
4. Enota polja zaščite zbiralk (v primeru distribuirane izvedbe ZZB).
5. Števec električne energije, vgrajen v 19" okvir, ki omogoča namestitve dveh števecov, prosto mesto za rezervni števec mora biti pokrito s kovinsko pokrivno ploščo.
6. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk 110 kV TR polja.
7. Vklonni in izklonni močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
8. Preizkusne vtičnice (ločene za vsak zaščitni terminal/napravo) proizvajalca ABB, tip RTXP 24 oziroma RTXP 18.
9. Releji za kontrolo izklopnih tokokrogov (KIT).
10. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

15.2 Oprema omar 220 kV strani VN/VN transformatorjev

15.2.1 Oprema omare vodenja in meritev 220 kV strani VN/VN transformatorjev

Ključna oprema, nameščena v omaro vodenja in meritev 220 kV strani VN/VN transformatorjev (omara vodenja in meritev 220 kV TR polja), je:

1. Računalnik polja.
2. Števec električne energije, vgrajen v 19" okvir, ki omogoča namestitve dveh števcov, prosto mesto za rezervni števec mora biti pokrito s kovinsko pokrivno ploščo.
3. Merilnik fazorjev (PMU).
4. Vklonni in izklonni močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
5. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk (za enoto polja).
6. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

15.2.2 Oprema omare zaščite 220 kV strani VN/VN transformatorjev

Ključna oprema, nameščena v omaro zaščite 220 kV strani VN/VN transformatorjev (omara zaščite 220 kV TR polja), je:

1. Dva terminala diferenčno-distančne zaščite transformatorja (zaščita A in zaščita B).
2. Enota polja zaščite zbiralk.
3. Preizkusne vtičnice (ločene za vsak zaščitni terminal/napravo) proizvajalca ABB, tip RTXP 24 oziroma RTXP 18.
4. Releja za kontrolo izklopnih tokokrogov (KIT).
5. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

15.3 Oprema omar 400 kV strani VN/VN transformatorjev

15.3.1 Oprema omare vodenja in meritev 400 kV strani VN/VN transformatorjev

Ključna oprema, nameščena v omaro vodenja in meritev 400 kV strani VN/VN transformatorjev (omara vodenja in meritev 400 kV TR polja), je:

1. Računalnik polja.
2. Števec električne energije, vgrajen v 19" okvir, ki omogoča namestitve dveh števcov, prosto mesto za rezervni števec mora biti pokrito s kovinsko pokrovno ploščo.
3. Merilnik fazorjev (PMU).
4. Vklonni in izklonni močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
5. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk (za enoto polja).
6. Naprava za sinhroniziran vklop in izklop polov odklopnika – če je zahtevana v vsakokratni dokumentaciji za razpis (DZR).
7. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

15.3.2 Oprema omare zaščite 400 kV strani VN/VN transformatorjev

Ključna oprema, nameščena v omaro zaščite 400 kV strani VN/VN transformatorjev (omara zaščite 400 kV TR polja), je:

1. Dva terminala diferenčno-distančne zaščite transformatorja (zaščita A in zaščita B).
2. Enota polja zaščite zbiralk.
3. V primeru, da je zahtevana naprava za sinhroniziran vklop in izklop polov odklopnika (vgrajena v omari vodenja), mora biti v omari zaščite vgrajena zaščita pred neskladjem polov odklopnika, izdelana kot zunanja kombinacija časovnega in močnostnega releja v »Combiflex« izvedbi, ki jo proži ustrezna vezava mirnih in delovnih signalnih kontaktov odklopnika ter deluje na obe izklonni tuljavi. Močnostni rele mora biti tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca.
4. Preizkusne vtičnice (ločene za vsak zaščitni terminal/napravo) proizvajalca ABB, tip RTXP 24 oz. RTXP 18.
5. Releji (v primeru vgrajene naprave za sinhroniziran vklop in izklop polov odklopnika) oz. releja za kontrolo izklonnih tokokrogov (KIT).
6. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice

230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

15.4 Oprema omare 110 kV strani transformatorjev lastne rabe (TR LR)

Ključna oprema sistema vodenja, zaščite in meritev, ki se vgrajuje v omaro na 110 kV strani transformatorjev lastne rabe (omara 110 kV TR LR polja), je:

1. Računalnik polja.
2. Terminal diferenčne zaščite transformatorja.
3. Terminal nadtokovne in zemeljskostične zaščite.
4. Enota polja zaščite zbiralk (v primeru distribuirane izvedbe ZZB).
5. Števec električne energije, vgrajen v 19" okvir, ki omogoča namestitve dveh števecov, prosto mesto za rezervni števec mora biti pokrito s kovinsko pokrivno ploščo.
6. Lokalni krmilno-signalni panel sistema vodenja, na panelu je integriran tudi preklopnik za vklop vzdrževanja zaščite zbiralk 110 kV TR polja LR.
7. Vklonni in izklonni močnostni rele tipa RXMH 2 proizvajalca ABB oz. rele enake ali boljše kakovosti drugega proizvajalca, v »Combiflex« izvedbi z ustreznim številom delovnih (NO) in mirnih (NC) kontaktov.
8. Preizkusne vtičnice (ločene za vsak zaščitni terminal/napravo) proizvajalca ABB, tip RTXP 24 oziroma RTXP 18.
9. Releji za kontrolo izklonnih tokokrogov (KIT).
10. Preostala oprema omare (npr. pomožni releji, sponke, servisne vtičnice 230 V AC, razsvetljava omare, zaščitni avtomati za interne vtičnice in razsvetljavo itd.).

16 Seznam virov

- [1] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Določanje prioritet – rezultati ankete, Ljubljana: ELES, d. o. o., 2016.
- [2] Tipizacija elektroenergetske opreme v družbi ELES, Interno navodilo za delovanje delovnih skupin za tipizacijo prenosnih elektroenergetskih naprav v družbi ELES, d. o. o., Ljubljana: ELES, d. o. o., 2016.
- [3] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, 110 kV plinsko izolirano stikališče (GIS), Dokument: TIP 04 - GIS/2021, Ljubljana: ELES, d. o. o., november 2021.
- [4] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, VN-naprave v prostozračnih stikališčih, Dokument: TIP 06 - VNN/2022, Ljubljana: ELES, d. o. o., avgust 2022.
- [5] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Naprave lastne rabe, Dokument: TIP 05 - NaLR/2018, Ljubljana: ELES, d. o. o., september 2018.
- [6] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Transformator, Dokument: TIP 03 - TR/2018, Ljubljana: ELES, d. o. o., november 2018.
- [7] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Daljnovodi, Dokument: TIP 01 - DV/2022, Ljubljana: ELES, d. o. o., junij 2022.
- [8] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, 110 kV kablovodi, Dokument: TIP 02 - KV/2019, Ljubljana: ELES, d. o. o., julij 2019.
- [9] Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Zaščitna vrv z optičnimi vlakni (OPGW) in optični kabelski sistem (OKS), Dokument: TIP 10 - OPGW-OKS/2021, Ljubljana: ELES, d. o. o., maj 2021.
- [10] ELES TRM (terminološka obdelava izrazov): Izrazi s področja tipizacije in statistike dogodkov, Dokument: TRM TIP – VNN-STAT-OPGW 01/2021, Ljubljana: ELES, d. o. o., maj/junij 2021.
- [11] D. Bokal in L. Bokal, Pojmovnik s področja obratovanja in vzdrževanja distribucijskega elektroenergetskega omrežja in postrojev, Ljubljana: Elektroinštitut Milan Vidmar [etc.], 1994.
- [12] Elektrotehniški priročnik (Prevod dela Fachkunde Elektrotechnik, 28. Auflage; Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten – Germany), Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2013.

BELEŽKA

BELEŽKA