



TIPIZACIJA PRENOSNIH ELEKTROENERGETSKIH NAPRAV

VN-NAPRAVE

v prostozačnih stikališčih

Dokument: TIP 06 – VNN/2023

Ljubljana, november 2023

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

Ljubljana, 13.11.2023

Zadeva: Odločba o uporabi dokumenta TIP 06 – VNN/2023 v poslovnih procesih družbe ELES, d. o. o.

Na podlagi internih aktov družbe in dela ožje delovne skupine za tipizacijo prenosnih elektroenergetskih naprav izdajam

ODLOČBO

o uporabi dokumenta TIP 06 – VNN/2023: VN-naprave, 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 VN-NAPRAVE

v prostozračnih stikališčih

Dokument: TIP 06 - VNN/2023

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

Rok Judnič, vodja PDS,
Aleksander Polajner, član,
Aleš Zagoričnik, član,
Miran Železnik, član,
Benjamin Erjavec, član,
Jure Praznik, član,
Janez Hrovat, član
Miha Bečan, član

Ljubljana, november 2023



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 delovne skupine (PDS)
za tipizacijo prenosnih elektroenergetskih naprav v sestavi:**

Boštjan Barl, predsednik
(ODS)

Rok Judnič, vodja
(PDS)

mag. Klemen Dragaš,
nam. predsednika
(ODS)

Aleksander Polajner,
član (PDS)

dr. Jurij Klančnik, član
(ODS)

Aleš Zagoričnik, član
(PDS)

mag. Uroš Salobir, član
(ODS)

Miran Železnik, član
(PDS)

mag. Marko Hrast, član
(ODS)

Benjamin Erjavec,
član (PDS)

Rok Judnič, član
(ODS)

Jure Praznik, član
(PDS)

Janez Hrovat, član
(PDS)

Miha Bečan, član
(PDS)

© **ELES, d. o. o., 2023**

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.....	9
2	NAMEN DOKUMENTA IN PODROČJE UPORABE	11
3	PREGLED IZDAJ.....	12
4	KRATICE	14
5	IZRAZOSLOVJE – JEZIK.....	16
6	STANDARDI IN PREDPISI.....	18
7	SPLOŠNE ZAHTEVE - VN NAPRAV	21
7.1	Pogoji vgradnje	21
7.2	Standardne napetosti	22
7.3	Barvno označevanje	22
7.4	Napisne tablice	22
7.5	Zasnova naprav	23
7.5.1	<i>Konstrukcijske zahteve</i>	<i>23</i>
7.5.2	<i>Nizkonapetostni stikalni in zaščitni elementi.....</i>	<i>25</i>
7.5.3	<i>Ožičenje in priključni elementi.....</i>	<i>26</i>
7.5.4	<i>Materiali in izdelava</i>	<i>27</i>
7.5.5	<i>Zaščita proti koroziji</i>	<i>27</i>
7.5.6	<i>Pomožna oprema.....</i>	<i>28</i>
7.5.7	<i>Ozemljitev naprav</i>	<i>28</i>
8	ODKLOPNIKI 400 kV IN 110 kV.....	29
8.1	Konstrukcijske zahteve odklopnikov	29
8.2	Zahteve za priključitev na sekundarne naprave oz. opremo	31
8.3	Pogonske in krmilne omarice odklopnikov	32
8.4	Pogonski mehanizmi odklopnikov.....	33
8.5	Preizkusi odklopnikov.....	33
8.6	Tabele ustreznosti za odklopnike.....	34

9	LOČILNIKI IN OZEMLJITVENI LOČILNIKI 400 kV IN 110 kV	43
9.1	Konstruktivske zahteve ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov	43
9.2	Zahteve za priključitev na sekundarno opremo	45
9.3	Pogonske in krmilne omarice ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov	46
9.4	Pogonski mehanizmi ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov	46
9.5	Preizkusi ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov	47
9.6	Tabele ustreznosti ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov	48
10	MERILNI TRANSFORMATORJI.....	55
10.1	Splošno o merilnih transformatorjih	55
10.2	Tehnične zahteve za merilne transformatorje	55
10.2.1	<i>Transformatorsko olje in izolacijski papir</i>	<i>56</i>
10.2.2	<i>Sekundarna priključna omarica</i>	<i>57</i>
10.2.3	<i>Dodatne zahteve za tokovne merilne transformatorje</i>	<i>58</i>
10.2.4	<i>Dodatne zahteve za napetostne merilne transformatorje</i>	<i>58</i>
10.3	Dokumentacija merilnih transformatorjev	59
10.4	Preizkusi merilnih transformatorjev.....	60
10.5	Tabele ustreznosti merilnih transformatorjev	61
11	PRENAPETOSTNI ODVODNIKI.....	74
11.1	Splošno o prenapetostnih odvodnikih	74
11.2	Preizkusi prenapetostnih odvodnikov	75
11.3	Tabele ustreznosti prenapetostnih odvodnikov	76
12	PODPORNI IZOLATORJI.....	82
12.1	Splošno o podpornih izolatorjih	82
12.2	Preizkusi podpornih izolatorjev	82
12.3	Tabele ustreznosti podpornih izolatorjev	83
13	VN-SPONČNA OPREMA.....	87
13.1	Splošne zahteve za spončno opremo.....	87
13.2	Testiranje spončne opreme.....	89
13.3	Dokumentacija spončne opreme	89
14	PREGLEDI IN PREIZKUSI	91

14.1	Prezemni preizkusi v tovarni.....	91
14.2	Prezemni preizkusi na objektu	92
15	EMBALIRANJE IN TRANSPORT	93
16	DOKUMENTACIJA.....	94
17	LITERATURA	95

KAZALO TABEL

Tabela 1: Pregled izdaj tega dokumenta.	12
Tabela 2: Seznam uporabljenih kratic.	14
Tabela 3: Seznam standardov na področju VN-naprav in spončne opreme.	18
Tabela 4: Standardne napetosti za prenosni sistem.	22
Tabela 5: Standardne napetosti za napajanje sekundarnih sistemov.	22
Tabela 6: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV odklopnik.	34
Tabela 7: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV odklopnik.	39
Tabela 8: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV ločilnik in (smiselno) ozemljitveni ločilnik.	48
Tabela 9: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV ločilnik in (smiselno) ozemljitveni ločilnik.	51
Tabela 10: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV tokovni merilni transformator.	61
Tabela 11: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV napetostni merilni transformator. ...	65
Tabela 12: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV tokovni merilni transformator.	67
Tabela 13: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV napetostni merilni transformator. ...	71
Tabela 14: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV prenapetostni odvodnik.	76
Tabela 15: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV prenapetostni odvodnik - fazni.	78
Tabela 16: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV prenapetostni odvodnik - zvezdišče.	80
Tabela 17: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV podporne izolatorje.	83
Tabela 18: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV podporne izolatorje.	85

1 Uvod

Pričujoča tipizacija je delo, ki je nastalo v področni delovni skupini za tipizacijo VN-naprav (opreme). Preimenovanje iz VN-oprema v VN-naprave je upravičeno, ker se delo ukvarja z napravami, oprema pa je vse tisto, kar zagotavlja njeno varno in zanesljivo obratovanje. Sistem za tipizacijo 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 poenotenju in poenostavitvi postopkov naročanja, kar je osnovni cilj pričujočega dela.

Ob upoštevanju opredeljenih prioritet [1] in postopkov dela in obveznosti posameznih udeležencev [2] je v imenovanih področnih delovnih skupinah dokončana tipizacija na naslednjih področjih [3 –9]:

- 110 kV GIS-postroji,
- naprave lastne rabe,

- transformator,
- daljinovodi,
- kablovodi,
- sekundarni sistemi in
- zaščitna vrv z optičnimi vlakni (OPGW) in optični kabelski sistem (OKS).

Pričujoča tipizacija VN-naprav zajema naslednje naprave:

- odklopnike in ločilnike,
- napetostne in tokovne merilne transformatorje,
- prenapetostne odvodnike,
- podporne izolatorje in
- spončno opremo.

Tipizacija VN-naprav je izdelana na podlagi najnovejših dosežkov na študijskem (raziskovalnem) področju, pri čemer je upoštevano tudi trenutno stanja tehnike pripadajočih naprav.

2 Namen dokumenta in področje uporabe

Glavni namen pričujočega dokumenta je opredeliti osnovne značilnosti VN-naprav za prostozračna stikališča (odklopniki, ločilniki, merilni transformatorji, prenapetostni odvodniki, podporni izolatorji), ki so pri nabavi, vgradnji, obratovanju in vzdrževanju odločilnega pomena za kakovost delovanja v njihovi življenjski dobi. 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. Upoštevane so tudi izkušnje strokovnjakov družbe ELES pri nabavi, montaži, obratovanju in vzdrževanju posamezne VN-naprave. Zajete so tudi specifičnosti posameznih področij, ki imajo največji vpliv na zanesljivost delovanja. 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:

- pogoji vgradnje in obratovalni pogoji,
- zahteve za konstrukcijo, materiale in izdelavo,
- tehnični podatki naprav,
- relevantni standardi in predpisi,
- potrebni preizkusi ob prevzemu in pred začetkom obratovanja,
- pogoji transporta in montaže.

V primeru novonastalih okoliščin v prenosnem sistemu ali na mestu vgradnje novih tehnoloških rešitev so dovoljene korekcije posameznih značilnosti z namenom zagotavljanja zanesljivost delovanja VN-naprav oz. 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.

Dokument je namenjen strokovnjakom vseh področij v družbi ELES pri odločanju o nabavi, vgradnji, obratovanju in vzdrževanju posameznih naprav, ki tvorijo prenosno elektroenergetsko omrežje.

3 Pregled izdaj

Pričujoči dokument je nadgradnja dokumenta izdelanega leta 2022 [11] in predstavlja nadaljevanje prizadevanj na področju tipizacije prenosnih elektroenergetskih naprav. Izdelala in potrdila ga je področna delovna skupina za tipizacijo VN-naprav v RTP, ki je bila imenovana dne 03. 06. 2019. Pregledala in potrdila pa ga je ožja delovna skupina za tipizacijo.

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

Tabela 1: Pregled izdaj tega dokumenta.

Oznaka	Izdaja	Opis spremembe in predhodne odločbe	Skrbnika procesa	Sodelovali so	Datum uvedbe
TIP 06 VNN/2021	1	Izhodiščni dokument	mag. Marko Hrast, Miran Marinšek	Rok Judnič, Aleksander Polajner, Tomaž Kovač, Aleš Zagoričnik, Miran Železnik, Boris Zupanc, Jure Praznik, Miha Bečan, Janez Hrovat, mag. Drago Bokal.	20. 7. 2021
TIP 06 VNN/2022	2	Dopolnjena izdaja	mag. Marko Hrast, Miran Marinšek	Rok Judnič, Aleksander Polajner, Tomaž Kovač, Aleš Zagoričnik, Miran Železnik, Boris Zupanc, Jure Praznik, Miha Bečan, Janez Hrovat.	16. 8. 2022
TIP 06 VNN/2023	3	Dopolnjena izdaja	Boštjan Barl, mag. Klemen Dragaš	Rok Judnič, Aleksander Polajner, Aleš Zagoričnik, Miran Železnik,	13. 11. 2023

				Boris Zupanc, Jure Praznik, Miha Bečan, Janez Hrovat.	
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------	--

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

4 Kratice

V tem dokumentu so uporabljene naslednje kratice (tabela 2).

Tabela 2: Seznam uporabljenih kratic.

AC	izmenična napetost
ACLD	preizkus z inducirano napetostjo (angl. long-duration induced AC)
AKZ	antikorozijska zaščita
APV	avtomatski ponovni vklop
ASTM	ameriško združenje za testiranje in material (angl. American Society for Testing and Materials)
BCD	(kodirnik) regulacijskega stikala (angl. binary-coded decimal)
BIM	informacijsko modeliranje objektov
CIGRE	mednarodni svet za velike elektroenergetske sisteme
DBPC	vsebnost inhibitorja v transformatorskem olju (angl. Diteriary-Butyl Paracresol)
DC	enosmerna napetost
DGA	analiza raztopljenega plina (angl. Dissolved Gas Analysis)
DP	stopnja polimerizacije izolacijskega papirja (angl. Degree of Polymerization)
DV	daljnovod
EE	elektroenergetski
EN	evropski standardi (norme)
EEO	elektroenergetsko omrežje
EES	elektroenergetski sistem
EIMV	Elektroinštitut Milan Vidmar
ELES	ELES, d. o. o., sistemski operater prenosnega elektroenergetskega omrežja
EKS	enofazni kratki stik
EMC	elektromagnetna združljivost
EPR	etilen propilen kavčuk (angl. ethyl propylene rubber)
EU	Evropska unija
EVA	etilen vinil acetat
FAT	tovarniški prevzemni preizkus
FRNC	razred izolacije (angl. flame retardant non – corrosive)
HPLC	tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (angl. high-performance liquid chromatography)
HRC	varovalke velike izklopne (prekinitvene) zmogljivosti (angl. high rupturing capacity fuse)
HTV	vulkanizirano pri visoki temperaturi (angl. High Temperature Vulcanized)

IEC	Mednarodna elektrotehniška komisija
IP	stopnja mehanske zaščite naprav
ISO	Mednarodna organizacija za standardizacijo
KB	kabel
KBV	kablovod
LOD	stopnja razvitosti modela (angl. Level of Development)
LSR	tekoči silikonski kavčuk (angl. Liquid Silicone Rubber)
NN	nižjenapetostni (kratica se v tem dokumentu ne uporablja za nizkonapetostne inštalacije do 1.000 V)
PCB	poliklorirani bifenol
PIPO	področje za infrastrukturo prenosnega omrežja
POS	področje za obratovanje sistema
PSI	področje za sistemske inovacije
PV	procesna spremenljivka (angl. process variable)
PVA	polivinil acetat
PVC	polivinil klorid
PUSP	področje za upravljanje s sredstvi in projekti
QA/QC	zagotavljanja/preverjanje kakovosti (angl. Quality Assurance/Quality Control)
RAL	oznaka za odtenek barve
RIV	radiointerferenčna napetost (angl. Radio Interference Voltage)
RMS	efektivna vrednost (RMS – Root Mean Square – kvadratična srednja vrednost) je vrednost izmenične veličine, ki ima enake učinke, kot enako velika enosmerna veličina
RTP	razdelilna transformatorska postaja
RVM	meritev povratne napetosti (angl. Return Voltage Measurement)
SAT	preizkusi na mestu vgradnje
SF ₆	žveplov heksafluorid
SIR	silikonska guma (angl. Silicone Rubber)
SIST	Slovenski nacionalni standardi
SN	srednja napetost, srednjenapetostno
SSN	sistem sprotnega nadzora
SQL	jezik za strukturirane poizvedbe (angl. Structured Query Language)
UV	ultravijolično valovanje
TR	transformator
TRV	prehodna povratna napetost (angl. Transient Recovery Voltage)
VN	visoka napetost, visokonapetostni

5 Izrazoslovje – jezik

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

Vse ploščice 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 [12].

Razdelilna transformatorska postaja 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 postaji ali sklopu, ki so potrebni 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 toke v primarnih tokokrogih pretvarja v toke majhnih vrednosti za napajanje predvsem zaščitnih in merilnih sekundarnih naprav.

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

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

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 katerekoli od teh publikacij.

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

Kot splošno veljavni veljajo standardi:

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

Ti so razvrščeni padajoče po prednosti uporabe.

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 VN-naprave ustrezati najmanj standardom, ki so podani v tabeli 3.

Tabela 3: Seznam standardov na področju VN-naprav in spončne opreme.

Št.	Oznaka	Naslov standarda
1	SIST EN ISO/IEC 17025	Splošne zahteve za usposobljenost preskuševalnih in kalibracijskih laboratorijev
2	SIST EN 50341-1	Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV - 1. del: Splošne zahteve - Skupna določila
3	SIST EN 60034	Električni rotacijski stroji
4	SIST EN 60038	Standardne napetosti IEC
5	SIST EN 60071-1	Koordinacija izolacije - 1. del: Definicije, načela in pravila
6	SIST EN 60099-4	Prenapetostni odvodniki - 4. del: Kovinskooksidni prenapetostni odvodniki brez iskrišč za sisteme z izmenično napetostjo
7	SIST EN 60156	Izolacijske tekočine - Ugotavljanje prebojne napetosti pri mrežni frekvenci - Testna metoda

Št.	Oznaka	Naslov standarda
8	SIST EN 60168	Tests on Indoor and Outdoor Post Insulators of Ceramic Material or Glass for Systems with Nominal Voltages Greater Than 1 000 V
9	SIST EN 60247	Izolirne tekočine - Merjenje relativne dielektrične konstante, faktor dielektrične izgube (tangens δ) in enosmerne upornosti
10	IEC 60273	Characteristic of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V
11	SIST EN 60296	Tekočine za elektrotehniko - Nerabljena mineralna izolacijska olja za transformatorje in omrežne stikalne naprave
12	SIST EN 60376	Specifikacija tehničnega žveplovega heksafluorida (SF ₆) in komplementarnih plinov v mešanica za uporabo v električni opremi
13	SIST EN 60417	Graphical symbols for use on equipment
14	SIST EN 60422	Mineralna izolacijska olja v električni opremi - Napotki za nadzorovanje in vzdrževanje
15	SIST EN 60445	Osnovna in varnostna načela za vmesnik človek-stroj, označevanje in razpoznavanje - Razpoznavanje terminalov opreme, končnikov vodnikov in vodnikov
16	SIST EN 60450	Merjenje povprečne viskozimetrične stopnje polimerizacije novih in starih celuloznih elektroizolacijskih materialov
17	SIST EN 60529	Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje (koda IP)
18	SIST EN 60567	Z oljem polnjena električna oprema - Vzorčenje plinov in analiziranje prostih in raztopljenih plinov - Napotek
19	SIST EN 60672	Ceramic and glass-insulating materials
20	SIST EN 60814	Insulating liquids - Oil-impregnated paper and pressboard - Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration
21	IEC TS 60815-1	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
22	SIST EN 60869-1	Optični spojni elementi in pasivne komponente - Pasivne optične naprave za krmiljenje moči - 1. del: Rodovna specifikacija
23	SIST EN 61125	Nerabljene izolacijske tekočine na osnovi ogljikovodikov – Preskusne metode za ocenjevanje oksidacijske stabilnosti
24	SIST EN 61181	Impregnirani izolacijski materiali - Uporaba analize raztopljenih plinov pri tovarniškem preskušanju električne opreme
25	SIST EN 61198	Mineral insulating oils - Methods for the determination of 2-furfural and related compounds
26	SIST EN 61462	Kompozitni votli izolatorji - Tlačni in breztladni izolatorji za električno opremo z naznačeno napetostjo nad 1 000 V - Definicije, preskusne metode, sprejemna merila in načrtovalska priporočila
27	SIST EN 61869-1	Merilni transformatorji - 1. del: Splošne zahteve
28	SIST EN 61869-2	Merilni transformatorji – 2. del: Dodatne zahteve za tokovne transformatorje
29	SIST EN 61869-3	Merilni transformatorji – 3. del: Posebne zahteve za induktivne napetostne transformatorje
30	IEC/TR 61869-103	Instrument transformers - The use of instrument transformers for power quality measurement
31	SIST EN 61936-1	Elektroenergetski postroji za izmenično napetost nad 1 kV – 1. del: Skupna pravila
32	SIST EN 62021-1	Insulating liquids - Determination of acidity - Part 1: Automatic potentiometric titration
33	SIST EN 62271-1	Visokonapetostne stikalne in krmilne naprave - 1. del: Skupne specifikacije
34	SIST EN 62271-100	Visokonapetostne stikalne in krmilne naprave - 100. del: Izmenični odklopniki
35	SIST EN 62271-102	Visokonapetostne stikalne in krmilne naprave - 102. del: Ločilna stikala za izmenični tok in ozemljitvena stikala
36	SIST EN 62271-110	Visokonapetostne stikalne in krmilne naprave - 110. del: Preklapljanje induktivnega bremena

Št.	Oznaka	Naslov standarda
37	ISO 2179	Elektrolitske prevleke iz kositer-nikljevih zlitin - Specifikacija in preskusne metode
38	ISO 3016	Naftni in sorodni proizvodi iz naravnih ali sintetičnih virov - Določevanje točke tečenja
39	ISO 14001	Sistemi ravnanja z okoljem
40	DIN 4100	Welded structural steelwork – calculation and structural details
41	DIN 46206-3	Terminals for electrical equipment; flat terminals for equipment from and above 52 kV; basic dimensions, coordination
42	DIN 18800	Steel structures
43	VDE 0210	Planning And Design Of Overhead Power Lines With Rated Voltages Above 1 kV

7 Splošne zahteve - VN naprav

Visokonapetostne (VN) naprave morajo biti načrtovane in izdelane po najnovejših strokovnih dognanjih za take naprave. Naprave in materiali morajo ustrezati klimatskim in obratovalnim pogojem na mestu vgradnje. V tekstu in tabelah so podane minimalne (električne in mehanske) zahteve, ki pa lahko odstopajo navzgor, če izračuni pri načrtovanju zato pokažejo upravičenost.

Visokonapetostne naprave morajo biti v čim večjem obsegu, kolikor to dovoljujejo transportne in druge omejitve, sestavljene pri proizvajalcu.

Vsi postopki izdelave naprav morajo potekati v skladu z najnovejšo izdajo standarda ISO 9001 in ISO 14001, za kar mora proizvajalec predložiti ustrezne dokaze.

7.1 Pogoji vgradnje

Upoštevanji morajo biti naslednji pogoji vgradnje:

- naprava bo vgrajena na nadmorski višini do 1.000 m,
- naprava mora brez poškodb prenesti in obratovati vsaj v temperaturnem območju od -25 °C do +40 °C (za zunanje prostore), relativna vlažnost do 95 %,
- naprava mora biti izdelana po predpisih za potresno varno gradnjo EUROCODE 8. Upoštevati je treba projektni pospešek $a_g = 0,25 g$,
- stopnja onesnaženja b (po IEC/TS 60815-1),
- ledene obloge razred 10 (SIST EN 62271-1),
- naprava mora biti dimenzionirana za obremenitve hitrosti vetra 42 m/s ($1,1 \text{ kN/m}^2$),
- naprava mora ustrezati največji dovoljeni glasnosti 85 dB na prostem,
- naprava mora ustrezati elektromagnetni kompatibilnosti za tovrstne elektroenergetske objekte,
- ker se kratkostične razmere od objekta do objekta spreminjajo, projektant na podlagi analize, ki jo pridobi s strani družbe ELES, določi minimalne mehanske sile, ki delujejo na odklopnike in ločilnike.

7.2 Standardne napetosti

Uporabljene standardne napetosti za prenosni sistem in napajanje sekundarnih sistemov podajata tabeli 4 in 5.

Tabela 4: Standardne napetosti za prenosni sistem.

nazivna napetost [kV]	400	220	110
najvišja obratovalna napetost [kV]	420	245	123
ozemljitev nevtralne točke	učinkovita	učinkovita	učinkovita

Tabela 5: Standardne napetosti za napajanje sekundarnih sistemov.

izmenična trifazna napetost	400/231 V, ± 5 %, štirižični, ozemljen (TN-C-S)
izmenična enofazna napetost	230 V, ± 5 %, trižični, ozemljen (TN-C-S)
enosmerna napetost za krmiljenje in zaščito	220 V, +15 %, -10 %, neozemljen s kontrolo izolacije

V tej točki navedene napetosti so v skladu z SIST EN 60038. Frekvenca izmeničnega sistema je 50 Hz. Vse napetosti in tokovi so RMS.

7.3 Barvno označevanje

V splošnem naj označevanje na krmilnih panelih, električnih povezavah in podobno sledi priporočilom IEC. Električne povezave naj bodo barvno označene po SIST EN 60445 ali pa enobarvno s tem, da so na žičnih zvezah navedene številčne oznake.

Vse zaščitne povezave (PE in PEN) naj bodo izvedene z vodniki, ki imajo rumeno/zeleno oznako.

7.4 Napisne tablice

Vse oznake in napisne tablice morajo biti v skladu s standardom SIST EN 62271-100 za odklopnike in standardom SIST EN 62271-102 za ločilnike in ozemljitvene ločilnike. Napisane morajo biti v slovenskem jeziku in nameščene na vidnem mestu. Narejene morajo biti iz nerjavečega materiala. Vsebino napisnih tablic mora pred izdelavo potrditi družba ELES.

Tablica merilnega transformatorja mora vsebovati njegove tehnične podatke in oznako tipske odobritve.

Napisne tablice za primarne priključke morajo biti izdelane z jasno vidnimi napisi oznak le-teh.

7.5 Zasnova naprav

Naprave morajo biti zasnovane tako, da je omogočena njihova vgradnja na predvideno mesto, ustrezati morajo vsem tehničnim pogojem, omogočeno mora biti enostavno vzdrževanje ter zanesljivo in varno obratovanje. Ob zasnovi mora proizvajalec upoštevati zadnje izsledke dobre inženirske prakse ter najnovejša mednarodna ali nacionalna priporočila in standarde. Pri zasnovi je treba upoštevati vse pogoje vgradnje ter kompatibilnost z obstoječimi napravami in inštalacijami na objektu.

Posamezni deli naprav na objektu morajo biti, kjer je to mogoče, kar najbolj standardizirani. S tem je omogočeno optimiziranje rezervnih delov in poenostavitev vzdrževanja, zamenjave ali nadomestitve.

VN-naprave z vsemi pomožnimi deli, potrebnimi za normalno obratovanje, morajo biti popolnoma brez pomanjkljivosti. Ob zasnovi, izvedbi in montaži naprav mora proizvajalec upoštevati s predpisi zahtevane zaščitne ukrepe in ozemljitve. Pri tem je treba upoštevati tudi zahteve ustreznih standardov.

Vsi deli električnih naprav, ki lahko pridejo pod napetost, morajo biti mehansko zaščiteni pred nehotenim dotikom ali dodatno izolirani. Mehanska zaščita se lahko odstrani le s posebnim orodjem.

Vse naprave morajo imeti primarne priključke iz materiala, ki dovoljujejo direktno priključitev aluminijastega spončnega materiala. Primarni priključki VN-naprav morajo biti standardne ploščate oblike po DIN-standardih.

Vsi jekleni deli morajo biti vroče cinkani za zaščito proti rjavenju.

Vse VN-naprave morajo biti odporne na tresljaje in nihanja v primeru potresa ali pod vplivom sil kratkega stika.

7.5.1 Konstrukcijske zahteve

VN naprave morajo biti konstruirane po najnovejših tehniških izsledkih s stopnjo mehanske zaščite najmanj IP54 za naprave, ki bodo nameščene v zunanjih prostorih. Stopnja oznake mehanske zaščite mora biti navedena na napisni tablici.

VN naprave morajo imeti predpisane priključke za ozemljitev.

Konstrukcija naprav mora biti prilagojena transportu po železnici ali cesti. Za vsako vrsto naprave je treba navesti del z največjo maso in izmere embalarane naprave.

Vse naprave, katerih masa je večja od 50 kg, morajo biti opremljene s kljukami za prenašanje pri transportu in montaži.

Nizkonapetostne priključne sponke, releji in merilni instrumenti morajo biti nameščeni na zaščitenem delu, ki je lahko dosegljiv tudi med obratovanjem, obenem pa onemogoča slučajni dotik delov pod napetostjo. Oznake priključkov morajo biti jasne in na vidnem mestu.

Omogočen mora biti lahek dostop do sponk ali priključkov in s tem servisiranje naprav in njihovih delov. Elementi za ročno krmiljenje in nadzor morajo biti nameščeni na višini od 80 do največ 180 cm od končne višine tal.

Vse naprave morajo biti prilagojene za priključek kablov preko kabelskih uvodnic s spodnje strani. Priključki morajo biti nameščeni tako, da je omogočen lahek dostop in priključevanje.

Vsaka omara ali omarica mora imeti na delu, kjer bodo ozemljeni plašči kablov, ustrezno pripravljeno eno ali več ozemljitvenih zbiralk, ki bodo omogočile pravilno izvedbo ozemljitve oklopa glede na priporočila o omejevanju sekundarnih prenapetosti v električnih postrojih.

Vse naprave in oprema morajo biti narejene tako, da živali ne morejo povzročati kratkih stikov. Na spodnji strani omar ali omaric se uporabi pločevinaste zaporne plošče s kabelskimi uvodnicami.

Vse naprave, povezave in kabelski dovodi morajo biti izdelani tako, da se prepreči izbruh požara, njegovo razširjanje ali kakršnokoli škodo, povzročeno z ognjem.

Vse omare in druga oprema morajo biti opremljene s priključki/sponkami ustrezne kakovosti, izdelek proizvajalca z renominiranimi referencami na tem področju in oštevilčene s trajnimi številkami oziroma oznakami. Zahtevane so sponke proizvajalcev Weidmueller, Phoenix, Cabur oz. sponke enake ali boljše kakovosti. Vse žične zveze morajo nositi oznake elementov/sponk, na katere so priključene.

Vse stikalne in zaščitne naprave (odklopniki, stikala, avtomati, varovalke, idr.) morajo biti kakovostne izvedbe, izdelek proizvajalca s pozitivnimi referencami na tem področju. Zahtevane so naprave proizvajalcev ETI, Moeller, Siemens, Schneider, ABB, Finder, Allen Bradley, Omron oz. enake ali boljše kakovosti. Elementi morajo biti v omari nameščeni v logičnem vrstnem redu.

V vsakem primeru mora biti mogoč izklop napajanja omare ali omarice s pomočjo v omarici nameščenih ročno krmiljenih stikalnih elementov. Za lažje spremljanje

delovanja in obratovalnih stanj naprav mora biti na vratih izvedena ustrezna signalizacija.

Naprave morajo biti modularne, sestavljene iz enot, ki so primerne za lahek transport in enostavno vgradnjo. Sestavni deli morajo biti hitro zamenljivi brez posebnega orodja.

Vsi stiki vodnikov morajo biti ustrezno obdelani (posrebreni ali cinjeni) in v skladu z veljavnimi standardi.

VN-naprave in oprema morajo biti sposobne prenesti vse električne, mehanske in termične obremenitve, do katerih lahko pride med normalnim obratovanjem in ob morebitnih kratkih stikih.

Razdalje med vodniki ter med vodniki in ozemljenimi deli morajo ustrezati veljavnim tehničnim predpisom in standardom.

Vse omare in omarice morajo biti iz nerjavne pločevine (inox, aluminij idr.). Končna plast mora biti mehansko odporna in zaščitena proti poškodbam zaradi zunanjih vplivov in obratovalnih pogojev.

Pogonske in priključne omarice odklopnikov in ločilnikov morajo biti opremljene z avtomatsko krmiljenim antikondenzacijskim grelcem in nastavljivimi termostati ter morajo imeti možnost, da se naknadno na vrata vgradi obešanka za zaklep omaric.. Omare odklopnikov morajo biti opremljene z lučjo, ki se prižiga in ugaša z mikrostikalom na vratih. Tako pogonske in priključne omarice kot tudi pogoni odklopnikov in ločilnikov morajo biti proizvedene v EU/Švici/Norveškem.

Vsaka naprava mora biti opremljena s tovarniškimi in tipskimi oznakami ter z napisnimi tablicami za označitev namena in uporabe v slovenskem jeziku. Na vratih vsake omare mora biti nameščen žep, ki je ustrezno oddaljen od grelca, v katerega mora biti vložena enopolna oz. funkcionalna shema naprave.

Deli naprav, ki bodo stalno ali občasno na visokem potencialu, morajo biti zaščiteni pred nenamernim dotikom in po predpisih vidno označeni.

7.5.2 Nizkonapetostni stikalni in zaščitni elementi

Uporabljeni zaščitni avtomati morajo biti brez povratnega vžiga in z vzmetnim pogonskim mehanizmom. Daljinsko krmiljeni stikalni elementi naj imajo poleg električnega tudi možnost ročnega krmiljenja. Opremljeni morajo biti s pomožnimi kontakti.

Vsak zaščitni avtomat mora imeti najmanj dva potencialno prosta kontakta, ki sta sklenjena (signalizacija izpad) v primeru delovanja zaščite.

Avtomatska zaščitna stikala morajo biti enopolna ali tripolna, ustrezno tokovno dimenzionirana, z zatesnjenim izklopnim mehanizmom. V skladu s posebnimi tehničnimi pogoji morajo biti opremljena s pomožnimi kontakti.

Kontaktorji morajo biti zračne izvedbe z obločnim izklopom razreda AC 3 po IEC standardih. Vključeni morajo zdržati možen tok okvare do delovanja ustreznega selektivnega pretokovnega zaščitnega elementa. Termični pretokovni sprožnik mora biti nastavljiv, ustrezati mora obratovalnim zahtevam in biti temperaturno kompenziran do temperature 70 °C.

Varovalke morajo biti ustrezno selektivno izbrane, omejiti in prekiniti morajo kratkostični tok v določeni veji. Do 63 A morajo biti izvedene tako, da ne zahtevajo posebnega orodja za zamenjavo.

Stikala (tipkala) morajo omogočati ročno krmiljenje s sprednje strani. Imeti morajo krmilno ročico in samočistilne kontakte v močnem obločno vzdržnem ohišju ter mehanizem za hiter vklop in izklop. Sposobni morajo biti preklopa nazivnih tokov. Po potrebi imajo prigrajene HRC-varovalke.

7.5.3 Ožičenje in priključni elementi

Celotno ožičenje v krmilnih in pogonskih omaricah mora biti izvedeno z bakrenimi žicami in mnogožičnimi vodniki minimalnega preseka vodnika 1,5 mm². Izolacijski material mora biti ognjeodporen PVC ali drug material s podobnimi lastnostmi. Brez posledic mora zdržati vse obratovalne električne in druge obremenitve na mestu vgradnje.

Na vseh ožičenih priključkih morajo biti montirani žični končniki ustreznih dimenzij glede na debelino žičnih zvez. Vsi zunanji priključki morajo biti izvedeni na enem ali več ločenih spončnih letvah. Spončne letve morajo biti ustrezno oštevilčene.

Sponke morajo biti nameščene na vrstni letvi. Biti morajo samostojne, negorljive, z dvema ločenima pritrdilnima ploščicama, primerne za spoj vhodnih ali izhodnih kompaktnih ali pletenih vodnikov. Vsaka spončna letva mora vsebovati dodatnih 20 % rezervnih sponk kategorije C. Med vsakim tokokrogom in različnimi kategorijami sponk se uporabijo izolacijske pregrade. Njihova oblika mora biti taka, da zagotavljajo zadostno zaščito, obenem pa tudi enostaven dostop do sponk.

Proizvajalec mora pravilno površinsko zaščititi priključke proti oksidaciji in kvarnim pojavom elektrolize. Vsi priključki morajo biti trajno in pravilno označeni z identifikacijskimi številkami, ki so neobčutljive na vlago in olje.

7.5.4 Materiali in izdelava

Uporabljeni materiali morajo biti novi, prvorazredne kakovosti, primerni za uporabo, brez hib in pomanjkljivosti ter v skladu z zahtevami zadnjih izdaj navedenih standardov.

Vse površine morajo biti ravno in gladko obdelane. Barvane ploskve morajo biti na robovih zaobljene z minimalnim radijem 2 mm. Izvrtine ali preboji morajo biti izvedeni tako, da ne oslabijo osnovnega materiala, enako velja tudi za ostalo oblikovanje materiala.

V splošnem dovoljene projektirane obremenitve materialov in jeklenih konstrukcij ne smejo presegati zahtevanih vrednosti iz standardov DIN 18800 in za varjene dele DIN 4100.

Postopek kontrole vhodnih materialov in posameznih stopenj izdelave ter končnega izdelka mora biti dokumentirano preverjen po načrtu zagotovitve kakovosti proizvajalca naprave.

7.5.5 Zaščita proti koroziji

Vse naprave morajo biti ustrezno zaščitene proti koroziji. Predvidena kategorija korozivnosti je C3. Izbrana trajnost zaščite je veliko več kot (H), t. j. nad 15 let.

Zaščitni materiali morajo biti standardne proizvodnje, dobavljeni s strani na tem področju izkušenega in potrjenega proizvajalca. Pred nanašanjem prvega sloja mora biti površina ustrezno očiščena, pripravljena in popolnoma razmaščena, enako velja tudi za vsak naslednji nanos. Določeni deli morajo biti pred nanosom galvanizirani, vroče cinkani in metalizirani.

Če ni drugače zahtevano, morajo biti vse notranje ali zunanje površine jeklenih konstrukcij, ki so izpostavljene vlagi in tudi vijaki, matice, podložke in preostali drobni material vroče galvanizirani, elektrolitsko galvanizirani ali drugače ustrezno zaščiteni. Priprava in postopek galvanizacije, kjer je lahko uporabljen le originalni v topilni peči pridobljeni cink čistoče najmanj 98,5 %, morata potekati po zahtevah standarda VDE 0210 in v skladu s predloženim programom. Kjer se spajajo materiali, na spoju katerih se lahko pojavi elektroliza, morajo biti le-ti ustrezno galvansko zaščiteni, povezani pa morajo biti z inox vijačnim materialom.

Če so z galvanizacijo zaščitene površine poškodovane, je treba razen v primeru manjših poškodb galvanizacijo ponoviti. Takrat se lahko uporabi ustrezna reparatura renomiranega proizvajalca. Če tudi po drugem potapljanju ostanejo poškodbe, je treba del zavrniti. Proizvajalec mora izvajati kontrolo uspešnosti zaščite proti koroziji, katere načrt potrdi družba ELES.

Za zaščito proti koroziji velja splošna garancijska doba, ki začne veljati po prevzemu naprave. V tem času se mora proizvajalec obvezati, da bo na svoje stroške odpravil vse ugotovljene pomanjkljivosti. Po preteku garancijske dobe za zaščito proti koroziji

barvane ali galvanizirane površine ne smejo biti korodirane bolj kot RE 1 (ena) po evropski lestvici za protikorozijsko zaščito (angl. The corrosion committee of the Royal Swedish Academy of engineering Sciences, Stocholm, Švedska).

7.5.6 Pomožna oprema

Kjer je to zahtevano, morajo biti elementi opremljeni s pomožnimi stikali, kontaktorji in mehanizmi za indikacijo, zaščito, meritve, krmiljenje, zapahovanje in druge tovrstne funkcije. Vsi kontakti pomožnih stikal morajo biti ožičeni na spončno letev. Pomožna stikala morajo biti vgrajena na dosegljivem mestu in ustrezno zaščitena, imeti morajo kakovosten kontaktni sistem.

Antikondenzacijski grelci, napajani z izmenično enofazno napetostjo, morajo ohranjati temperaturo v notranjosti omare ali omarice približno 5 °C nad temperaturo okolice in s tem preprečiti kondenziranje vlage. Grelci v stikalnih omarah, krmilnih omarah, panelih itd. morajo biti avtomatsko krmiljeni z nastavljivimi termostati. Vse omare, ne glede na to, če so opremljene z grelci ali ne, morajo imeti drenažne odprtine in kanale za stekanje morebiti nastalega kondenza iz omare.

Zaščitne naprave morajo biti ustrezno izbrane za zaščito uporabljenih elementov in delov sistema. Zaščitne naprave morajo biti opremljene z vsemi potrebnimi pomožnimi napravami kot sprožniki, časovnimi releji, zunanjo ročno ponastavitveno napravo z zastavico in podobno. Omogočati morajo enostaven dostop za testiranje in nastavitve. Izklop zaradi delovanja zaščite mora biti signaliziran kot alarm.

7.5.7 Ozemljitev naprav

Osnovni namen ozemljitev naprav je:

- zaščita ljudi, ki prihajajo v stik z napravami,
- zaščita same naprave in ostalih naprav, ki so z njo povezane in
- zmanjšanje električnih motenj.

Na osnovi navedenega delimo ozemljitve na:

- a) zaščitno ozemljitev, to je ozemljitev tistih delov naprav, ki ne pripadajo njihovim električnim tokokrogom. Običajno so to izolirani deli naprav, na katerih lahko zaradi poškodbe izolacije nastane nevaren potencial,
- b) obratovalno ozemljitev, to je ozemljitev tistega dela naprav, ki je stalno ali občasno sestavni del obratovalnega električnega tokokroga.

Vsi kovinski deli naprav, ki v normalnem obratovanju niso pod napetostjo in lahko pridejo v stik z obratovalnim in vzdrževalnim osebjem, morajo biti galvansko povezani z nosilno jekleno konstrukcijo naprave.

Vse rezervne žile v posameznih kablích naj bodo ozemljene na obeh straneh.

8 Odklopniki 400 kV in 110 kV

Odklopniki so najpomembnejše naprave, ki omogočajo vklapljanje in izklapljanje tako bremenskih tokov prav tako pa tudi tokov, ki so posledica različnih okvar v elektroenergetskem omrežju (sistemu). V nadaljevanju so podane osnovne zahteve in tehnične lastnosti odklopnikov ter preizkusi, ki naj bi zagotavljali ustrezno kakovost teh pomembnih naprav.

8.1 Konstruktivske zahteve odklopnikov

Odklopniki morajo biti izdelani za zunanjo montažo in grajeni za trajno obratovanje pod pogoji, ki so navedeni v tabelah ustreznosti za odklopnike. Ustrezati morajo pogojem in zahtevam navedenim v standardih SIST EN 62271-1, SIST EN 62271-100, SIST EN 62271-110 ter s pripadajočimi standardi, ki jih pojasnjujejo in dopolnjujejo.

Odklopniki morajo biti konstruirani in narejeni iz primernih materialov in dimenzij, ki zagotavljajo mehansko in termično odpornost tudi v pogojih kratkega stika v celotni predvideni življenjski dobi. Odklopnik mora biti izdelan na osnovi QA programa in mora imeti za to vso potrebno dokumentacijo.

400 kV odklopnik mora biti sestavljen iz treh enopolnih enot. Vsak pol mora imeti svoj elektromotorni vzmetni pogonski mehanizem, krmiljenje polov mora biti med seboj električno povezano v centralni omarici. Odklopniki morajo biti opremljeni z relejem za neskladje polov. 400 kV odklopniki, ki so vgrajeni v transformatorska polja, polja dušilke ali kondenzatorsko polje morajo biti sposobni vklapljeti in izklapljeti jalove toke transformatorjev/dušilk/kondenzatorjev.

110 kV odklopniki morajo imeti tripolni ali enopolni pogon, odvisno od mesta vgradnje. Za TR in zvezno polje se uporablja tripolni pogon, za DV polja enopolni pogon (zaradi enopolnega APV). Odklopniki morajo biti izdelani in dobavljeni kompletno, s pogonskim mehanizmom, izvedenimi notranjimi povezavami ter vso opremo, potrebno za normalno obratovanje in števeci za delovanje posameznega pola odklopnika.

Plin SF₆ mora ustrezati zahtevam standarda SIST EN 60376 in mora biti za prvo polnjenje dobavljen skupaj z odklopnikom. Plin SF₆ služi tudi kot gasilni medij električnega obloka v odklopniku. Mediju SF₆ je lahko alternativa tudi ustrezen drug primeren okolju prijaznejši izolacijski medij (medij (vakuum, plin G3 in podobno). Priporoča se tip stikalne komore, ki zahteva manj energije za delovanje odklopnika (angl. Auto-puffer). Odklopniki morajo biti opremljeni s temperaturno kompenziranimi tipali tlaka plina SF₆ ter z vgrajenimi manometri.

Primarni priključki odklopnikov morajo ustrezati DIN-standardom. Priključne plošče morajo biti standardnega tipa in izdelane iz aluminija. Odklopnik mora biti opremljen z M12 vijakom za ozemljitev vseh kovinskih delov, ki v času normalnega obratovanja niso pod napetostjo.

Izolatorji morajo biti izdelani iz kakovostnega porcelana ali kompozita in proizvedeni v državah EU, Švice, Norveške ali na Japonskem in morajo biti enake ali boljše kakovosti.

Izolatorji iz porcelana morajo biti na zunanji strani v celoti glazirani z rjavo glazuro (RAL 8017). Material za izolatorje mora biti vrste C130 v skladu z SIST EN 60672, prirobnice morajo biti pritrjene s portland cementom brez žvepla. Tolerance dimenzij morajo biti po IEC 60273.

Izolatorji iz kompozitnih materialov morajo biti izdelani v državah EU, Švice, Norveške ali na Japonskem v skladu s standardom SIST EN 61462. Jedro izolatorja mora biti izdelano iz umetnih smol, ojačenih s steklenimi vlakni, izolacijska obloga pa mora biti iz silikonske gume (SIR), vulkanizirane pri visoki temperaturi. Silikonski del izolatorja mora biti v celoti izdelan z vlivanjem v enem kosu, brez uporabe lepil.

Na izolatorjih morajo biti jasno navedeni proizvajalec, tip in serijske številke posameznih izolatorjev, ki se morajo ujemati s predloženo dokumentacijo o izvedenih kosovnih preizkusih skladno s pripadajočimi standardi. Dobavitelj mora pred prevzemom priložiti kopijo tipskega, serijskega in kosovnega ter prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih kompozitnih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462.

Tesnilni materiali morajo biti primerni za popolno nepropustnost stičnih površin med izolatorji in kovinskimi deli in morajo dovoljevati hitro zamenjavo oziroma popravilo. Trajno morajo prenašati vse mehanske, termične in kemične vplive plinov in tekočin, ki so jim izpostavljeni, poleg tega pa morajo trajno in brez posledic prenašati najvišje v specifikaciji dovoljene tlake plinov.

Odklopnik mora biti sposoben hitrih enopolnih in tripolnih ponovnih vklopov s ciklom O – 0,3 s – CO – 3 min – CO v skladu s standardom SIST EN 62271-100.

Prosti pomožni kontakti odklopnika morajo imeti zahtevano število delovnih, mirnih in trenutnih pomožnih kontaktov v vsakem polu posebej. Vsi pomožni kontakti morajo biti posrebreni ali galvanizirani tako, da bo zaščita pred oksidacijo enakovredna posrebrenju.

8.2 Zahteve za priključitev na sekundarne naprave oz. opremo

Načini krmiljenja odklopnika morajo biti naslednji:

- daljinsko krmiljenje,
- s tipkami, ki so nameščene na pogonskem mehanizmu odklopnika,
- s kljuko za mehanski zasilni izklop v primeru izpada krmilne napetosti.

Zaradi krmiljenja mora biti na glavni pogonski omarici nameščeno tripoložajno preklopno stikalo lokalno/0/daljinsko. Preklopno stikalo mora imeti poleg tovarniško zasedenih pomožnih kontaktov še najmanj toliko dodatnih prostih kontaktov, kot je zahtevano za priključitev na sekundarno opremo. Prosti kontakti ne smejo biti razmnoženi ali galvansko sklenjeni. Odklopnik mora imeti možnost ročnega navijanja vzmeti ter indikator za navito oziroma nenavito vzmet.

V glavni omarici odklopnika mora biti vgrajena vsa potrebna pomožna oprema, kot je tripoložajno preklopno stikalo lokalno/0/daljinsko, krmilna tipkala, števcji delovanja odklopnika za vse tri pole odklopnika. V pogonski omarici posameznega pola odklopnika mora biti nameščen indikator za prikaz stanja položaja odklopnika. V vseh omaricah odklopnika morajo biti nameščeni avtomatsko krmiljeni grelci z nastavljivimi termostati za preprečevanje kondenzacije vlage, ki vzdržuje temperaturo za približno 5 °C nad temperaturo okolice ter razsvetljava omarice. Pomožna oprema naj bo razporejena tako, da zagotavlja čim lažje in varne preglede in vzdrževanje ter krmilne funkcije. Vse izklopne tuljave morajo imeti vmesne ranžirne vrstne sponke za priključek na kontrolo izklopnih tokokrogov. Signal za nenapeto vzmet mora biti zaradi zaporednega delovanja zakasnen. Vse notranje povezave in nizkonapetostne sponke morajo imeti ustrezno alfanumerično oznako, skladno z dokumentacijo odklopnika. Krmilno-signalni in napajalni kabli za povezavo med glavno omarico in pogonskimi omaricami morajo biti dobavljeni v kompletu z odklopnikom.

V vsakem polu odklopnika mora biti vgrajena blokada krmiljenja odklopnika v primeru, če pade tlak plina SF₆ v odklopniku ali katera koli druga veličina pod nastavljeno vrednost, katere posledica ne bi bilo več varno in zanesljivo obratovanje odklopnika. Senzorja pritiska/gostote plina (1. in 2. stopnja) morata imeti potencialno proste kontakte, ki so na voljo zunanjim uporabnikom, in sicer en (1) kontakt za signalizacijo nizkega tlaka (1. stopnja) in dva (2) prosta kontakta za potrebe blokade odklopnika.

Vsi priključki na sekundarne naprave in opremo morajo biti izvedeni na enem mestu (v eni omarici). Če so posamezni procesni signali na voljo v omaricah, vezanih na en pol elektromotornega pogona, je treba zagotoviti tudi ožičenje do glavne omarice odklopnika, kjer se posamezni procesni signali smiselno združijo v zahtevane signale.

Položajna signalizacija

Pri izvedbi položajne signalizacije je treba upoštevati:

- da se signalizacija ne sme razmnoževati z ločilnimi releji in da morajo biti kontakti galvansko ločeni (ne smejo biti grupirani),
- da se zahtevani prosti kontakti nanašajo na tiste, ki so dejansko na voljo (zahtevani prosti kontakti so tisti kontakti, ki niso uporabljeni za interno ožičenje proizvajalca),
- vsa signalizacija mora bazirati na pozitivni logiki (kontakt je sklenjen, ko je prisotna okvara).

Izvedba izklopnih tokokrogov

Pri izvedbi izklopnih tokokrogov morajo biti upoštevane vsaj naslednje zahteve:

- izklopni tokokrogi na prvi in drugi izklopni tuljavi morajo biti izdelani na način, ki omogoča izvedbo kontrole izklopnih tokokrogov v vklopljenem in izklopljenem stanju,
- izklopna tokokroga na prvi in drugi izklopni tuljavi morata biti med seboj ločena vključno z vsemi pomožnimi tokokrogi,
- preklopka lokalno/0/daljinsko v krmilnem tokokrogu odklopnika mora v položaju lokalno in 0, poleg daljinskega vodenja, blokirati tudi izklopne tokokroge zaščite na obeh izklopnih tuljavah,
- sponke, preko katerih poteka krmiljenje vklopnih in izklopnih tuljav, morajo omogočati priključitev dodatnih merilnih inštrumentov (puše za priključitev merilnega inštrumenta).

Alarmna signalizacija

Pri izvedbi alarmne signalizacije mora biti upoštevano:

- ločena signalizacija izpada AC napajanja pogonov in ogrevanja,
- procesni signali, ki predstavljajo zaščito posameznega tokokroga (npr. izpadi avtomatov, podnapetostni releji idr.), morajo biti smiselno združeni v en signal,
- signalizacija izpada DC krmilne napetosti,
- signalizacija položaja preklopke lokalno/0/daljinsko,
- Signalizacija "VZMET NENAVITA".

Pogonski mehanizem mora imeti dve izklopni in eno vklopno tuljavo. Krmilna napetost za vklop in izklop odklopnika je 110 ali 220 V DC odvisno od stikališča v katerem je vgrajen odklopnik..

8.3 Pogonske in krmilne omarice odklopnikov

Omarice za pogonski mehanizem in krmilna omarica odklopnika morajo imeti stopnjo mehanske zaščite najmanj IP54 skladno s standardom SIST EN 60529. Vrata omarice

morajo omogočati primerno tesnjenje proti vdoru vode in prahu z zaklepom zgoraj in spodaj in morajo biti opremljena s ključavnico. Vrata morajo biti narejena tako, da je brez težav možno doseči vse elemente znotraj krmilnih in pogonskih omaric. Ohišja pogonskih in krmilnih omaric odklopnika morajo biti narejena iz lakiranega nerjavečega materiala. Deli v njih morajo biti zaščiteni proti koroziji.

8.4 Pogonski mehanizmi odklopnikov

Motorji v pogonskem mehanizmu morajo biti grajeni za izmenično napetost in ustrezati standardu SIST EN 60034. Zagonski tok motorjev ne sme presegati $6 \times I_n$ pri nazivni napetosti in morajo prenesti trajna odstopanja pogonske napetosti od -15% do $+10\%$ od nazivne vrednosti, ne da bi se motor pri tem segrel za več, kot je dovoljeno. Pogonska napetost je 400/230 V AC. V posebnih primerih je dopustna tudi 230 V AC ali 220/110 V DC.

8.5 Preizkusi odklopnikov

Tipski in kosovni preizkusi odklopnikov morajo biti opravljeni v skladu s standardom SIST EN 62271-100.

Proizvajalec mora predati kopijo poročil tipskih preizkusov.

Kosovni preizkusi zajemajo najmanj:

- napetostni zdržni preizkus glavnih kontaktov z napetostjo industrijske frekvence,
- napetostni zdržni preizkus krmilnih in pomožnih tokokrogov,
- merjenje prehodne upornosti glavnih kontaktov,
- preizkus mehanske zanesljivosti,
- kontrolo tesnenja,
- meritev in kontrolo časov,
- preizkus za določitev najmanjše shranjene energije, pri kateri se odklopnik normalno vklopi in izklopi (za predpisani obratovalni cikel),
- kontrolo signalizacij, zaščite in blokad v krmilni omarici.

Prezemni preizkusi obsegajo:

- splošno vizualno in dimenzijsko kontrolo skladno s tehnično dokumentacijo,
- pregled dokumentacije tipskih in kosovnih preizkusov (pred izvajanjem prevzemnih preizkusov),
- kosovne preizkuse v skladu z zahtevami standardov SIST EN 62271-100 in SIST EN 62271-1 na kompletno sestavljenem odklopniku na dogovorjenem vzorcu,
- meritve časa vklopa in izklopa,

- kontrolo antikorozijske zaščite vseh kovinskih delov in kontrolo vseh tokokrogov,
- pregled skladnosti dokumentacije in naprave,
- dimenzijsko kontrolo naprave in pregled,
- kosovne preizkuse in meritve v skladu z veljavnimi mednarodnimi oziroma slovenskimi standardi,
- pregled materiala, pripravljenega za odpremo (angl. packig list),
- zapisnik o prevzemu naprave pri proizvajalcu.

8.6 Tabele ustreznosti za odklopnike

Tabela 6: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV odklopnik.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka odklopnika	-	
3	Tip odklopnika	-	SF ₆ /zeleni plin/vakuum
4	Tip gasilne komore (puffer-izpih/self blasting-samoizpih)	-	
5	Število polov		3
6	Postavitev		zunanja
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
7	Nazivna napetost sistema	kV	400
8	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	420
9	Nazivna frekvenca	Hz	50
10	Nazivni trajni tok obratovanja	A	3.150
11	Standardna stikalna zdržna napetost	kV	≥1.050
12	Standardna atmosferska zdržna udarna napetost	kV	≥1.425
13	Nazivna kratkotrajna zdržna napetost industrijske frekvence: - preko ločilne razdalje - faza – zemlja in med fazami	kV kV	630 520

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
14	Preizkusna napetost omrežne frekvence za pomožne tokokroge	kV	1 (1 s)
15	Nivo radijskih motenj: - stopnja - preizkusna napetost $((1,1 \times U_r) / \sqrt{3})$	μV kV	≤ 2.500
16	Nazivni kratkostični izklopni tok: - simetrični - enosmerna komponenta - faktor prekinitve na prvem polu - nazivna prehodna povratna napetost (TRV) – skladno z SIST EN 62271-100	kA % - -	40 1,3
17	Nazivni kratkostični vklopni tok	kA	100
18	Nazivni čas trajanja toka kratkega stika	s	1
19	Stikalno zaporedje	-	
20	Sposobnost izklopa polnilnega toka DV	A	400
21	Sposobnost izklopa malih induktivnih tokov – ustreznih najvišji prenapetosti	A	20
22	Nazivni izklopni tok ob nesinhronizmu	kA	
23	Maksimalni dvig temperature glavnih kontaktov pri nazivnem trajnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu, izvedenem v skladu s SIST EN 62271-100	K K	
24	Maksimalni trenutni tlak v odklopniku med izklopom toka kratkega stika	kPa	
25	Nazivna mehanska statična sila na primarnih priključnih sponkah: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
26	Nazivna mehanska dinamična sila na primarnih priključnih sponkah: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
27	Temperaturno območje okolice	°C	-25 ÷ +40
ČASI DELOVANJA			
28	Stikalni cikel	-	O-0,3s-CO-3min-CO
29	Izklopni čas (do razklenitve obločnih kontaktov)	ms	
30	Izklopni čas (do ugasnitve oblaka)	ms	
31	Vklopni čas	ms	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
32	Istočasnosti vklopa in izklopa (skladno s SIST EN 62271-100)	ms	vklop: 5 za enojno komoro, 3,3 za serijsko komoro izklop: 3,3 za enojno komoro, 2,5 za serijsko komoro
33	Nivo prenapetosti v sekundarnih tokokrogih	kV	
34	Čas trajanja obloka	ms	
35	Nastavitev mrtvega časa za ponovni vklop: - za enofazni ponovni vklop - za trifazni ponovni vklop	ms ms	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
36	Primarne priključne sponke: - material/tip - dimenzije	- mm	Aluminij/plošča
37	SF ₆ izolacijski medij: - količina / pol - normalni tlak - minimalni delovni tlak - uhajanje plina na leto / pol odklopnika	kg/pol kPa kPa %	≤ 0,5
38	Proizvajalec izolatorjev	-	
39	Material izolatorja	-	porcelan ali kompozit
40	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 8.400
41	Tip in material za tesnjenje	-	
42	Nazivna moč grelcev za ogrevanje krmilnih in pogonskih omaric na odklopniku	W	
43	Nazivna napetost grelcev za ogrevanje krmilnih in pogonskih omaric na odklopniku	V AC	230
44	Tip in število prostih pomožnih kontaktov na fazo: - signalizacija vklopa (sklenjen kontakt pri vklopu) - signalizacija izklopa (sklenjen kontakt pri izklopu) - trenutni kontakt - zmogljivost kontaktov (pri trajnem toku) - dovoljeni tok izklopa pri 220V DC	- - - A A	10 10 1 2 2
45	Tip in število pomožnih kontaktov tipala pritiska SF ₆ in indikacije vzmeti na fazo: - alarmna signalizacija nizek tlak plina (1. stopnja) (sklenjen kontakt pri nizkem tlaku-1. stopnja) - alarmna signalizacija za blokado (2. stopnja) ter blokado vklopa (sklenjen kontakt pri blokadi) - signalizacija vzmet nenavita (sklenjen kontakt ko je vzmet nenavita)	- - -	1 2 2
46	Število stikalnih manevrov, po katerih je potreben remont pri: - manevrih s kratkostičnim tokom - manevrih s 30 % kratkostičnim tokom	št. št.	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
	- manevrih z nazivnim obratovalnim tokom	št.	
POGONSKI MEHANIZEM IN PRIKLJUČNA OPREMA			
47	Tip pogonskega mehanizma	-	
48	Nazivna napetost pogonskega mehanizma	V AC	230
49	Maksimalna dovoljena odstopanja napetosti	±%	+10/-15
50	Potrebna električna moč za pogonski mehanizem	W	
51	Maksimalni zagonski tok motorja	A	
52	Skupni čas za navijanje pogonskih vzmeti po opravljenem zahtevanem stikalnem ciklu	s	
53	Nazivna napetost krmilnih in signalnih tokokrogov	V DC	220/110 (določi projektant glede na objekt)
54	Nazivna moč vklopne tuljave pri nazivni napetosti	W	
55	Nazivna moč izklopne tuljave pri nazivni napetosti	W	
56	Število vklopnih tuljav na pogon	-	1
57	Število izklopnih tuljav na pogon	-	2
DIMENZIJE IN MASA			
58	Priporočena minimalna medosna razdalja med posameznimi poli odklopnika	mm	določi projektant
59	Skupna širina enega pola	mm	
60	Skupna dolžina enega pola	mm	
61	Skupna višina enega pola	mm	
62	Masa enega pola odklopnika	kg	
63	Masa pogonskega mehanizma	kg	
64	Skupna masa enega pola odklopnika	kg	
PODPORNA KONSTRUKCIJA			
65	Višina jeklenega podstavka odklopnika	mm	določi projektant
OSTALE ZAHTEVE			

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
66	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 7: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV odklopnik.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka odklopnika	-	
3	Tip odklopnika	-	SF ₆ /zeleni plin/vakuum
4	Tip gasilne komore (puffer-izpih/self blasting-samoizpih)	-	
5	Število polov		3
6	Postavitev		zunanja
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
7	Nazivna napetost naprave	kV	110
8	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	123
9	Nazivna frekvenca	Hz	50
10	Nazivni trajni tok obratovanja	A	3.150
11	Standardna atmosferska zdržna udarna napetost	kV	≥ 550
12	Standardna kratkotrajna zdržna napetost omrežne frekvence	kV	≥ 230
13	Preizkusna napetost omrežne frekvence za pomožne tokokroge	kV	1 (1 s)
14	Nivo radijskih motenj: - stopnja - preizkusna napetost	μV kV	
15	Nazivni kratkostični izklopni tok: - simetrični - enosmerna komponenta - faktor prekinitve na prvem polu - nazivna prehodna povratna napetost (TRV) (po SIST EN 62271-100)	kA % - -	40 1,5
16	Kritični izklopni tok (če obstaja)	kA	
17	Nazivni kratkostični vklopni tok	kA	100
18	Nazivni čas trajanja toka kratkega stika	s	1
19	Sposobnost izklopa polnilnega toka DV	A	40

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
20	Sposobnost izklopa malih induktivnih tokov – ustreznih najvišji prenapetosti	A	20
21	Nazivni izklopni tok ob nesinhronizmu	kA	
22	Maksimalni dvig temperature glavnih kontaktov pri nazivnem trajnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu izvedenem v skladu z SIST EN 62271-100	K K	
23	Maksimalni trenutni tlak v odklopniku med izklopom toka kratkega stika	kPa	
24	Nazivna mehanska statična sila na primarnih priključkih: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
25	Nazivna mehanska dinamična sila na primarnih priključkih: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
26	Temperaturno območje okolice	°C	-25 ÷ +40
ČASI DELOVANJA			
27	Stikalni cikel	-	O-0,3s-CO-3min-CO
28	Izklopni čas (do razklenitve obločnih kontaktov)	ms	
29	Izklopni čas (do ugasnitve oblaka)	ms	
30	Vklopni čas	ms	
31	Istočasnosti: - vklopa (po SIST EN 62271-100) - izklopa (po SIST EN 62271-100)	ms	5 3,3
32	Nivo prenapetosti v sekundarnih tokokrogih	kV	
33	Čas trajanja oblaka	ms	
34	Nastavitev mrtvega časa za ponovni vklop: - za enofazni ponovni vklop - za trifazni ponovni vklop	ms ms	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
35	Primarne priključne sponke: - material/tip - dimenzije	- mm	Aluminij/plošča
36	SF ₆ izolacijski medij: - količina / pol - normalni tlak - minimalni delovni tlak - uhajanje plina na leto /pol odklopnika	kg/pol kPa kPa %	≤0,5

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
37	Proizvajalec izolatorjev	-	
38	Material izolatorja	-	porcelan ali kompozit
39	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 2.460
40	Tip in material za tesnjenje	-	
41	Moč grelcev za ogrevanje krmilnih in pogonskih omaric na odklopniku	W	
42	Nazivna napetost grelcev za ogrevanje krmilnih in pogonskih omaric na odklopniku	V AC	230
43	Tip in število pomožnih kontaktov: - signalizacija vklopa (sklenjen kontakt pri vklopu) - signalizacija izklopa (sklenjen kontakt pri izklopu) - trenutni kontakt - zmogljivost kontaktov (pri trajnem toku) - dovoljeni tok izklopa pri 220 V DC	-	6
		-	6
		-	1
		A	2
		A	2
44	Tip in število pomožnih kontaktov tipala tlaka SF ₆ in indikacije vzmeti: - alarmna signalizacija nizek tlak plina (1. stopnja) (sklenjen kontakt pri nizkem tlaku-1. stopnja) - alarmna signalizacija za blokado (2. stopnja) ter blokado vklopa (sklenjen kontakt pri blokadi) - signalizacija vzmet nenavita (sklenjen kontakt ko je vzmet nenavita)	-	1
		-	2
		-	2
45	Število stikalnih manevrov, po katerih je potreben remont pri: - manevrih s kratkostičnim tokom - manevrih s 30 % kratkostičnim tokom - manevrih z nazivnim obratovalnim tokom		
POGONSKI MEHANIZEM IN PRIKLJUČNA OPREMA			
46	Tip pogonskega mehanizma	-	
47	Nazivna napetost pogonskega mehanizma	V AC	230
48	Nazivna napetost krmilnih in signalnih tokokrogov	V DC	220/110 (določi projektant glede na objekt)
49	Potrebna moč pri nazivni napetosti za vklop odklopnika	W	
50	Potrebna moč pri nazivni napetosti za izklop odklopnika	W	
51	Število vklopnih tuljav na pogon	-	1
52	Število izklopnih tuljav na pogon	-	2
53	Moč motorja pogonskega mehanizma	W	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
54	Maksimalni zagonski tok motorja	A	
55	Čas navijanja vzmeti, potreben po opravljenem stikalnem ciklu	s	
DIMENZIJE IN MASA			
56	Minimalna izolacijska razdalja v zraku med prevodnimi deli in deli, ki so ozemljeni	mm	
57	Skupna širina enega pola	mm	
58	Skupna dolžina enega pola	mm	
59	Skupna višina enega pola	mm	
60	Masa enega pola odklopnika	kg	
61	Masa pogonskega mehanizma	kg	
62	Skupna masa enega pola odklopnika	kg	
OSTALE ZAHTEVE			
63	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

9 Ločilniki in ozemljitveni ločilniki 400 kV in 110 kV

Ločilniki so naprave, ki imajo osnovno nalogo vidno ločiti dele pod napetostjo in s tem zagotavljati največjo možno stopnjo varnosti. V nadaljevanje so podane osnovne zahteve in tehnične lastnosti ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov ter preizkusi, ki naj bi zagotavljali ustrezno kakovost teh naprav.

9.1 Konstruksijske zahteve ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov

Ločilniki in ozemljitveni ločilniki morajo biti izdelani za zunanjo montažo, grajeni za trajno obratovanje pod pogoji, ki so navedeni v tabelah ustreznosti za ločilnike in ozemljitvene ločilnike. Izdelani morajo biti tako, da ustrezajo pogojem in zahtevam, navedenim v standardih SIST EN 62271-1, SIST EN 62271-102 in IEC 60273 ter v standardih, ki jih pojasnjujejo in dopolnjujejo.

Vsi postopki izdelave naprave morajo potekati v skladu s standardom ISO 9001 in ISO 14001, za kar mora proizvajalec predložiti ustrezne dokaze. Ločilniki in ozemljitveni ločilniki morajo biti konstruirani in narejeni iz primernih materialov in dimenzij, ki zagotavljajo mehansko in termično odpornost tudi v pogojih kratkega stika v celotni predvideni življenjski dobi. Ločilnik in ozemljitveni ločilniki morajo biti izdelani na osnovi QA programa in morajo imeti za to vso potrebno dokumentacijo.

Ločilniki in ozemljitveni ločilniki v 400 kV sistemu so lahko tripolni ali enopolni. Ločilniki in ozemljitveni ločilniki v 110 kV sistemu morajo biti tripolni. Dobavljeni morajo biti kompletno s pogonskim mehanizmom in z izvedenimi notranjimi povezavami, z električno povezavo med posameznimi poli do glavne omarice ter z vso potrebno opremo za normalno in nemoteno obratovanje. Vse notranje povezave in nizkonapetostne vrstne sponke morajo imeti alfanumerične oznake, ki se skladajo z električnimi shemami.

Zbiralni ločilniki morajo imeti prigrajene pomožne kontakte za zaščito glavnih kontaktov pri prevajanju zbiralnih tokov (angl. bus transfer current protection). Ti podatki morajo biti navedeni skladno s standardom tudi na napisni tablici.

V osnovi so ločilniki tipa dvokolonski (angl. center-break), vertikalni ali horizontalni polpantografski. Dvokolonski center-break ločilniki so lahko v odvisnosti od mesta vgradnje paralelni ali v brazdi. Odvisno od funkcije imajo lahko prigrajene ozemljitvene nože ali pa so brez njih.

Glavni noži 400 kV ločilnikov morajo biti opremljeni s koronskimi obroči za porazdelitev potenciala. Noži naj bodo izdelani iz aluminija ali aluminijeve zlitine cevne izvedbe. Noži morajo biti izvedeni tako, da je preprečeno kakršno koli zadrževanje vode znotraj cevni konstrukcij oziroma elementov in v preostalih 'živih' delih. Drsni kontakti na glavni tokovni poti niso dovoljeni. Tokovne poti fleksibilne izvedbe morajo biti takšne, da ne zahtevajo nobenega vzdrževanja. Vsi kontakti, ki služijo kot prekinitveno mesto, morajo biti iz bakra, galvaniziranega s srebrom. Kontakti morajo biti na mestih, kjer se pritrujejo na aluminij, pocinjeni. Direktni spoji bakra in aluminija niso dovoljeni.

Glavni noži ločilnikov morajo imeti kontakte za težke obratovalne in atmosferske pogoje.

Ločilniki na 110 kV napetostnem nivoju morajo imeti glavne nože izvedene iz aluminijeve zlitine. Oblikovani morajo biti tako, da se voda ne zadržuje na aktivnih delih ločilnika. Drsni kontakti na tokovnih poteh niso dovoljeni. Vsi deli glavne tokovne poti morajo biti izdelani iz aluminijeve zlitine. Glavni kontakti naj bodo izdelani iz bakra, galvaniziranega s srebrom, na stičnih površinah z aluminijem morajo biti pocinjeni.

Ozemljitveni noži morajo biti pobarvani z rumenimi RAL 1018 in zelenimi RAL 6003 pasovi. Dolžina pasu mora biti 10 % dolžine ozemljitvenega noža. Barva mora biti trajno obstojna na vse vremenske vplive na mestu montaže (UV žarki, visoke temperature idr.).

Primarni priključki morajo biti izvedeni v skladu z DIN, priključne plošče so dimenzij 100(200)/100 mm. Dimenzije lukenj na primarnem priključku morajo biti $\Phi 14$ mm, medosne razdalje med luknjami pa 50 mm. Izdelani morajo biti iz aluminija. Kontaktna površina za priključitev spončnega materiala mora biti kakovostno mehansko obdelana. Ločilniki in ozemljitveni ločilniki morajo biti za ozemljitev opremljeni z vijakom M12.

Zglobi, ki omogočajo vrtenje podpornih izolatorjev v kovinskem podnožju pri dvokolonskih ločilnikih, morajo biti uležajeni s krogličnimi ležaji (drsni ležaji niso dovoljeni). Ti v življenjski dobi naprave ne bodo zahtevali vzdrževanja (angl. maintenance free). Ostali zglobi morajo biti prav tako kroglično uležajeni in izvedeni na način, ki ne potrebuje dodatnega mazanja z mazivi ali olji in drugega vzdrževanja v celotni življenjski dobi.

Izolatorji morajo biti proizvedeni v državah EU, Švice, Norveške ali na Japonskem in morajo biti izdelani iz kakovostnega in homogenega neporoznega porcelana. Prav tako naj ustrezajo IEC standardu (najmanj IEC 60273).

Zunanja površina porcelanastih izolatorjev mora biti v celoti glazirana z rjavo glazuro (RAL 8017). Material za izolatorje mora biti vrste C130 v skladu z SIST EN 60672,

prirobnice morajo biti pritrjene s portland cementom brez žvepla. Tolerance dimenzij morajo biti po IEC 60273.

Na izolatorjih morajo biti jasno navedeni proizvajalec, tip in serijske številke posameznih izolatorjev, ki se morajo ujemati s predloženo dokumentacijo o izvedenih kosovnih preizkusih skladno s pripadajočimi standardi. Dobavitelj mora najkasneje ob prevzemu priložiti kopijo tipskega, serijskega in kosovnega ter prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih kompozitnih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462.

9.2 Zahteve za priključitev na sekundarno opremo

Vsi priključki na sekundarno opremo morajo biti izvedeni na enem mestu (v eni omarici). V pogonski omarici mora biti nameščeno tripoložno preklopno stikalo lokalno/0/daljinsko. Preklopno stikalo mora imeti poleg tovarniško zasedenih pomožnih kontaktov še najmanj toliko dodatnih prostih kontaktov, kot je navedeno v zahtevah za priključitev na sekundarno opremo. Prosti kontaktni ne smejo biti

razmnoženi ali galvansko sklenjeni.

Položajna signalizacija

Pri izvedbi položajne signalizacije je treba upoštevati:

- da se signalizacija ne sme razmnoževati z ločilnimi releji,
- da morajo biti kontakti galvansko ločeni,
- da se zahtevani prosti kontakti nanašajo na kontakte, ki so dejansko na voljo (zahtevano prosti kontakti se štejejo tisti kontakti, ki so dejansko na voljo in niso uporabljeni za interno ožičenje proizvajalca),
- vsa signalizacija mora temeljiti na pozitivni logiki (kontakt je sklenjen, ko je prisotna kontrolirana veličina).

Alarmna signalizacija

Pri izvedbi alarmne signalizacije mora biti upoštevano:

- signalizacija izpada AC napajanja pogonov in ogrevanja,
- signalizacija izpada DC krmilne napetosti,
- signalizacija izpada ogrevanja,
- signalizacija preklopke lokalno/0/daljinsko,
- signali posameznih izpadov (izpadi posameznih avtomatov, podnapetostni releji, idr.) morajo biti vsak posebej ločeno speljani na sponke.

Ostale zahteve

V glavni (skupni) omarici ločilnikov in ozemljitvenih nožev mora biti na voljo vsaj deset prostih sponk.

9.3 Pogonske in krmilne omarice ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov

Pogonske in krmilne omarice morajo biti narejene iz nerjaveče jeklene pločevine (inox ali aluminij), imeti morajo stopnjo mehanske zaščite najmanj IP54. Imeti morajo izvedeno zanesljivo zapiranje vrat na vrhu in na dnu omarice, opremljene morajo biti s ključavnico za zaklepanje. Tudi vsi ostali kovinski deli morajo biti ustrezno zaščiteni proti rjavenju. Proizvajalec mora navesti način zaščite proti rjavenju in standard, po katerem je izvedena. Pogonske omarice morajo imeti priključek za ozemljitev, na katerega mora biti priključena tudi ozemljitvena zbiralka v pogonski omarici.

V pogonskih omaricah mora biti nameščen grelec, ki vzdržuje temperaturo znotraj pogonske ali krmilne omarice za približno 5 °C nad temperaturo okolice. Vsi kontakti pomožnih in krmilnih tokokrogov morajo biti posrebreni. Položajno stikalo ločilnikov mora biti v nepredušno zaprtem ohišju. Imeti mora poleg tovarniško zasedenih kontaktov še dva niza prostih rezervnih kontaktov. Ožičenje mora biti izvedeno z vodniki z negorljivo izolacijo.

9.4 Pogonski mehanizmi ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov

Pogonski mehanizmi morajo omogočati tekoče, enakomerno zvezno gibanje od popolnoma odprtega položaja do popolnoma zaprtega položaja in obratno. Pogonski mehanizem mora biti izveden tako, da onemogoča gibanje glavnih nožev in ozemljitvenih nožev pod vplivom zunanjih sil. Ozemljitveni noži morajo imeti vzmet za lažje delovanje, protiutež ni dovoljena.

Vsi ločilniki in ozemljitveni ločilniki morajo biti opremljeni z elektromotornimi pogoni, ki jih je možno napajati s 400/230 V AC oziroma v posebnih primerih 220/110 V DC. Motorni mehanizmi (elektromotorji s pripadajočimi prenosnimi mehanizmi) morajo biti enaki za ločilnike in za ozemljitvene ločilnike (krmilni in signalni del je lahko prilagojen specifičnim potrebam ločilnika oziroma ozemljitvenega ločilnika). Krmilni in signalni elementi morajo ustrezati napetosti 220 V DC. Na krmilni omarici ločilnika in ozemljitvenega ločilnika morata biti tipki za ročno krmiljenje in tripoložajno preklopno stikalo lokalno/0/daljinsko, poleg tega pa mora pogonski mehanizem omogočati izvedbo stikalnega manevra ročno mimo pogonskega reduktorja v primeru izpada pogonske ali krmilne napetosti. Namestitev ročke za ročni pogon mora izklopiti krmilno napetost (daljinsko krmiljenje mora biti v tem primeru onemogočeno). Omarica s pogonskim mehanizmom mora biti nameščena tako, da omogoča posluževanje tudi med obratovanjem. Med glavnimi in ozemljitvenimi noži mora biti izvedena mehanska blokada, ki mora brez posledic prenesti vse obremenitve pogonskih motorjev (mehanska varovalka ni dovoljena). Pri ročnem posluževanju mora biti izvedena blokada delovanja pogonskega motorja.

110 kV ozemljitveni ločilnik namenjen ozemljitvi nevtrane točke TR mora biti samo na ročni pogon.

V primeru izpada AC napajalne napetosti elektromotornih pogonov ali krmilne napetosti DC mora priti do porušitve vseh samodržnih relejskih povezav v pogonu. Ponovna priključitev katerekoli napetosti ne sme povzročiti samodejnega delovanja ločilnika ali ozemljitvenega ločilnika.

9.5 Preizkusi ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov

Tipski in kosovni preizkusi ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 62271-102.

Proizvajalec mora predati kopijo poročil tipskih preizkusov.

Kosovni preizkusi zajemajo najmanj:

- pregled,
- napetostne preizkuse krmilnih in pomožnih tokokrogov,
- preizkuse glavnih tokokrogov s preizkusno zdržno napetostjo obratovalne frekvence,
- meritev prehodne upornosti glavnih kontaktov (dovoljeno odstopanje od tipskega vzorca je največ 20 %),
- preizkus mehanskega delovanja glavnega tokokroga, ozemljitvenega ločilnika, pogonskega mehanizma, pomožnih kontaktov, blokad,
- dimenzijsko kontrolo.

Prezemni preizkusi obsegajo najmanj ponovitev kosovnih preizkusov skladno z zadnjo verzijo standarda SIST EN 62271-102 oziroma:

- splošna in dimenzijska kontrola skladno s tehnično dokumentacijo,
- pregled dokumentacije tipskih in kosovnih preizkusov,
- kosovni preizkusi na kompletno sestavljenem ločilniku v skladu z zahtevami standardov SIST EN 62271-102 in SIST EN 62271-1 na izbranem vzorcu,
- kontrola skladnosti s tehničnimi zahtevami izolacijskega materiala in drugih zunanjih površin,
- merjenje upornosti izolacije krmilnih in pomožnih tokokrogov,
- preizkus obratovanja,
- pregled skladnosti dokumentacije in naprave,
- dimenzijska kontrola naprave in pregled,
- kontrolo protikorozijske zaščite,
- kosovni preizkusi in meritve v skladu z veljavnimi mednarodnimi oziroma slovenskimi standardi,
- pakiranje in odprema naprave,
- zapisnik o prevzemu naprave pri proizvajalcu.

9.6 Tabele ustreznosti ločilnikov in ozemljitvenih ločilnikov

Tabela 8: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV ločilnik in (smiselno) ozemljitveni ločilnik.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNO			
1	Proizvajalec	-	
2	Tip ločilnika	-	
3	Število polov	-	3
4	Število prekinjevalnih mest	-	1
5	Mesto montaže	-	zunanje
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
6	Nazivna napetost naprave	kV	400
7	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprave	kV	420
8	Nazivna frekvenca	Hz	50
9	Nazivni tok	A	3.150
10	Nazivni kratkostični tok: - kontaktni noži - nazivni čas trajanja kratkega stika	kA s	40 1
11	Nazivni udarni tok kratkega stika	kA	100
12	Nazivna stopnja izolacije		
13	Zdržna stikalna udarna napetost: - preko ločilne razdalje - faza – zemlja in med fazami	kV kV	≥ 1.245 ≥ 1.050
14	Zdržna atm. udarna napetost (1,2/50 μ s) - preko ločilne razdalje - faza – zemlja in med fazami	kV kV	≥ 1.665 ≥ 1.425
15	Enominutna preizkusna napetost omrežne frekvence: - preko ločilne razdalje - faza – zemlja in med fazami	kV kV	≥ 630 ≥ 520
16	Nazivni tok zbiralk (angl. rated bus-transfer current capability) po SIST EN 62271-102	A	1.600
17	Nazivna napetost zbiralk (angl. rated bus-transfer voltage capability) po SIST EN 62271-102	V	300
18	Preizkusna napetost omrežne frekvence za krmilno signalne tokokroge	kV	1 (1 s)

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
19	Nazivna mehanska statična sila na primarnih priključkih: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
20	Nazivna mehanska dinamična sila na primarnih priključkih: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
21	Stopnja radijske interference	mV	
22	Maksimalni dvig temperature glavnih kontaktov pri nazivnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu, izvedenem v skladu s SIST EN 62271-102	K K	
23	Padec napetosti na glavnih kontaktih pri nazivnem obratovalnem toku	mV	
24	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
25	Primarni priključki: - material / tip - dimenzije	- mm	Aluminij / plošča
26	Glavni kontakti: - tip - material in kontakti - kontaktna sila tlačnih vzmeti	- - N	
27	Tip in število pomožnih kontaktov glavnih nožev: - signalizacija vklopa (sklenjen kontakt pri vklopu) - signalizacija izklopa (sklenjen kontakt pri izklopu) - nazivna napetost kontaktov - zmogljivost kontaktov (pri trajnem toku) - dovoljeni tok izklopa pri 220 V DC	- - V DC A A	10 10 220 2 2
28	Tip in število pomožnih kontaktov (ozemljitveni ločilnik): - signalizacija vklopa (sklenjen kontakt pri vklopu) - signalizacija izklopa (sklenjen kontakt pri izklopu) - trenutnih kontaktov - nazivna napetost kontaktov - zmogljivost kontaktov (pri trajnem toku) - dovoljeni tok izklopa pri 220 V DC	- - - V DC A A	5 5 1 220 2 2
29	Skupni čas odpiranja glavnih kontaktov (izklop ločilnika)	s	
30	Zapahovanje proti samo-odpiranju	DA/NE	DA
IZOLATORJI			
31	Proizvajalec	-	
32	Material	-	porcelan

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
33	Oznaka izolatorja	-	C12.5-1550
34	Število izolatorjev na pol	-	
35	Prelomna upogibna sila	N	≥12.500
36	Prelomna strižna sila	N	
37	Skupna plazilna razdalja (najmanj)	mm	≥ 8.400
POGONSKI MEHANIZEM			
38	Tip pogonskega mehanizma		
39	Nazivna napetost krmilnih in signalnih tokokrogov	V DC	220/110 (določi projektant glede na objekt)
40	Nazivni tok vklopne in izklopne tuljave	A	
41	Maksimalno dovoljeno odstopanje napetosti za vklopno tuljavo	±%	
42	Maksimalno dovoljeno odstopanje napetosti za izklopno tuljavo	±%	
43	Motor pogonskega mehanizma: - nazivna moč - nazivna napetost - nazivni tok - zagonski tok - dovoljene meje odstopanja pogonske napetosti	W V A A ±%	400/230 (AC 3f)
44	Moč antikondenzacijskega grelca	W	
45	Nazivna napetost antikondenzacijskega grelca	V AC	230
DIMENZIJE IN MASA			
46	Skupna masa tripolnega ločilnika (s pogonskim mehanizmom)	kg	
47	Masa najtežjega za transport zapakiranega dela	kg	
48	Masa pogonskega mehanizma ločilnika	kg	
49	Skupna širina enega pola	mm	
50	Skupna dolžina enega pola	mm	
51	Skupna višina enega pola	mm	
OSTALE ZAHTEVE			

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
52	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 9: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV ločilnik in (smiselno) ozemljitveni ločilnik.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNO			
1	Proizvajalec	-	
2	Tip ločilnika	-	
3	Število polov	-	3
4	Število prekinjevalnih mest	-	1
5	Mesto montaže	-	zunanje
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
6	Nazivna napetost naprav	kV	110
7	Najvišja dovoljena obratovalna napetost naprav	kV	123
8	Nazivna frekvenca	Hz	50
9	Nazivni trajni tok obratovanja	A	2.000
10	Nazivni kratkostični tok: - kontaktni noži - nazivni čas trajanja kratkega stika	kA s	40 1
11	Nazivni udarni tok kratkega stika	kA	100
12	Nazivna stopnja izolacije		
13	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 μ s) - preko ločilne razdalje - faza – zemlja in med fazami	kV kV	≥ 630 ≥ 550
14	Enominutna preizkusna napetost omrežne frekvence: - preko ločilne razdalje - faza – zemlja in med fazami	kV kV	≥ 265 ≥ 230
15	Preizkusna napetost omrežne frekvence za krmilno signalne tokokroge	kV	1 (1 s)
16	Nazivni tok zbiralk (angl. rated bus-transfer current capability) po SIST EN 62271-102	A	1.600

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
17	Nazivna napetost zbiralk (angl. rated bus-transfer voltage capability) po SIST EN 62271-102	V	100
18	Nazivna mehanska statična sila na primarnih priključkih: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
19	Nazivna mehanska dinamična sila na primarnih priključkih: - v vzdolžni smeri - v prečni smeri - v vertikalni smeri	N N N	določi projektant
20	Stopnja radijske interference	mV	
21	Maksimalni dvig temperature glavnih kontaktov pri nazivnem trajnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu, izvedenem v skladu s SIST EN 62271-102	K K	
22	Padec napetosti na glavnih kontaktih pri nazivnem trajnem obratovalnem toku	mV	
23	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
24	Primarni priključki: - material / tip - dimenzije	- mm	Aluminij / plošča 100/100
25	Glavni kontakti: - tip - material in kontakti - kontaktna sila tlačnih vzmeti	- - N	
26	Tip in število pomožnih kontaktov: - signalizacija vklopa (sklenjen kontakt pri vklopu) - signalizacija izklopa (sklenjen kontakt pri izklopu) - nazivna napetost kontaktov - zmogljivost kontaktov (pri trajnem toku) - dovoljeni tok izklopa pri 220 V DC	- - V DC A A	10 10 220 2 2
27	Tip in število pomožnih kontaktov (ozemljitveni ločilnik): - signalizacija vklopa (sklenjen kontakt pri vklopu) - signalizacija izklopa (sklenjen kontakt pri izklopu) - trenutnih kontaktov - nazivna napetost kontaktov - zmogljivost kontaktov (pri trajnem toku) dovoljeni tok izklopa pri 220 V DC	- - - V DC A A	5 5 1 220 2 2
28	Skupni čas odpiranja glavnih kontaktov (izklop ločilnika)	s	
29	Zapahovanje proti samo-odpiranju	DA/NE	DA
IZOLATORJI			

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
30	Proizvajalec	-	
31	Material	-	Porcelan
32	Oznaka izolatorja	-	C8-550
33	Število izolatorjev na pol	-	
34	Prelomna upogibna sila	N	
35	Prelomna strižna sila	N	
36	Skupna plazilna razdalja (najmanj)	mm	≥ 2.460
POGONSKI MEHANIZEM			
37	Tip pogonskega mehanizma:		
38	Nazivna napetost krmilnih in signalnih tokokrogov	V DC	220/110 (določi projektant glede na objekt)
39	Nazivni tok vklopne in izklopne tuljave	A	
40	Maksimalno dovoljeno odstopanje napetosti za vklopno tuljavo	±%	
41	Maksimalno dovoljeno odstopanje napetosti za izklopno tuljavo	±%	
42	Motor pogonskega mehanizma: - nazivna moč - nazivna napetost - nazivni tok - zagonski tok - dovoljene meje odstopanja pogonske napetosti	W V A A ±%	400/230 (AC 3f)
43	Moč antikondenzacijskega grelca	W	
44	Nazivna napetost antikondenzacijskega grelca	V AC	230
DIMENZIJE IN MASA			
45	Skupna masa tripolnega ločilnika (s pogonskim mehanizmom)	kg	
46	Masa najtežjega za transport zapakiranega dela	kg	
47	Masa pogonskega mehanizma ločilnika	kg	
48	Skupna širina enega pola	mm	
49	Skupna dolžina enega pola	mm	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
50	Skupna višina enega pola	mm	
OSTALE ZAHTEVE			
51	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

10 Merilni transformatorji

Vez med primarnimi veličinami in njihovo pretvorbo na velikost, ki jo uporabljajo sekundarne naprave (zaščitne, merilne idr. naprave) predstavljajo tokovni in napetostni merilni transformatorji. V nadaljevanju so podane osnovne zahteve in tehnične lastnosti tokovnih in napetostnih merilnih transformatorjev ter preizkusi, ki naj bi zagotavljali ustrezno kakovost teh pomembnih naprav.

10.1 Splošno o merilnih transformatorjih

Merilni transformatorji morajo biti izdelani za zunanjo postavitve. So enofazni, enopolno izolirani, izolacija je papir in olje. Zunanja izolacija je kompozitna s silikonsko gumo.

Merilni transformatorji morajo biti izdelani v skladu z zadnjimi izdajami standardov:

- SIST EN 61869-1,
- SIST EN 61869-2,
- SIST EN 61869-3.

in pripadajočimi standardi, ki jih pojasnjujejo in dopolnjujejo ter z zahtevami družbe ELES. Veljajo zadnje izdaje standardov z vsemi amandmaji.

10.2 Tehnične zahteve za merilne transformatorje

Ohišja merilnih transformatorjev morajo biti izdelana iz korozijsko visoko odporne Al zlitine, vijalni material mora biti iz nerjavečega jekla. Konstrukcija merilnih transformatorjev mora omogočati uporabo minimalne količine olja.

V merilnih transformatorjih morajo biti vgrajeni izolatorji iz kompozitnih materialov, izdelani na področju EU, Švice, Norveške ali na Japonskem v skladu s standardom SIST EN 61462. Jedro izolatorja mora biti izdelano iz umetnih smol, ojačenih s steklenimi vlakni, izolacijska obloga pa mora biti iz silikonske gume (SIR), vulkanizirane pri visoki temperaturi. Izolatorji morajo biti v celoti izdelani z vlivanjem, brez uporabe lepil. Prirobnice morajo biti izdelane iz litega železa, tesnjenje izolatorja mora biti izvedeno s posebnim lepilom in kombinacijo silikonskih tesnilnih mas. Na izolatorjih morajo biti jasno navedeni tip, proizvajalec in serijske številke posameznih izolatorjev, ki se morajo ujemati s predloženo dokumentacijo o izvedenih kosovnih preizkusih, skladno s pripadajočimi standardi. Dobavitelj mora najkasneje pred prevzemom priložiti kopijo tipskega, serijskega in kosovnega ter prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih kompozitnih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462.

Za tesnjenje je dovoljena uporaba izključno obročnih tesnil, vlitih v celoti, brez uporabe lepil. Tesnjenje ohišja mora biti pred vgradnjo atestirano na neprepustnost. Tesnjenje mora biti takšne izvedbe, da zagotavlja zanesljivost in popolno hermetičnost ter brez potrebe po vzdrževanju v celotni življenjski dobi naprav.

Aktivni del merilnega transformatorja mora biti hermetično zatesnjen in povezan s fleksibilno ekspanzijsko posodo iz nerjavečega jekla. Tesnjenje primarnih in sekundarnih izvodov proti olju mora biti izvedeno s podvojenimi tesnili ter fizično ločeno od sekundarnih priključnih sponk.

Zaradi varnosti mora imeti ohišje merilnih transformatorjev šibko mesto, ki ob eksploziji deluje kot varovalka, zato je treba priložiti tudi dokazilo o opravljenem atestu, ki dokazuje učinkovitost rešitve za zagotovitev protiekspluzijske varnosti za transformator enake ali podobne konstrukcije.

Zaradi zagotavljanja enakomerne obremenitve izolacijskega materiala, mora biti predviden najmanj en izenačevalni zaslon za vsakih $10/\sqrt{3}$ kV nazivne napetosti.

Merilni transformatorji morajo imeti tudi:

- vgrajen ventil s povratnim tesnjenjem za varen odvzem vzorcev izolacijskega olja,
- izveden priključek za meritve izgubnega kota izolacije $tg \delta$,
- indikator stanja izolacijskega olja v kompenzacijski posodi, ki mora biti dobro viden s tal (zahtevana obstojnost barvnih oznak),
- tipske dimenzije podnožja za montažo in sicer:
 - 110 kV : 450 x 450 mm, $\phi = 20$ mm,
 - 400 kV : 900 x 900 mm, $\phi = 24$ mm.
- na podnožju morata biti predvidena dva vijačna priključka najmanj dimenzij M12 za ozemljitev ohišja, označena v skladu z SIST EN 60417, simbol št. 5019.

Primarni priključki merilnih transformatorjev morajo biti izdelani iz aluminijastih (Al) zlitin ali posrebljenega bakra. Priključki so ploščati in dimenzije po standardu DIN 46206-3, dimenzij 100(200)x100 mm z luknjami $\phi 14$ mm na razdaljah 50/50 mm.

Merilni transformatorji morajo biti izdelani iz materialov in v tehnologiji, ki omogoča življenjsko dobo vsaj 25 let.

10.2.1 Transformatorsko olje in izolacijski papir

Merilni transformatorji morajo biti izdelani s papirno izolacijo ter izolacijskim oljem. Uporaba kremenčevega peska je prepovedana.

Za izolacijo mora biti uporabljeno inhibirano mineralno olje tipa TVAI, skladno s standardom SIST EN 60296:2020, Ed.5. Uporabljeno mora biti nerekiclrano

transformatorsko olje proizvajalca NYNAS in sicer tip NYTRO 4000X, NYTRO 10XN ali NYTRO LYRA X. Vsebnost vlage izolacijskega olja pred polnjenjem sme biti v skladu s standardom SIST EN 60296:2020 max. 30 ppm, če je izolacijsko olje dobavljeno v cisterni, oziroma max. 40 ppm, če gre za dobavo sodih oz. IBC cisternah. Prebojna napetost mineralnega izolacijskega olja pred polnjenjem merilnih transformatorjev mora biti vsaj 30 kV pred degazacijo olja oz. vsaj 70 kV po njej. Dopustna vsebnost vlage po polnjenju merilnih transformatorjev je največ 5 ppm, prebojna napetost olja pa minimalno 60 kV. Olje ne sme vsebovati polikloriranih bifenilov (PCB). Olje v novih transformatorjih mora biti v skladu s standardom SIST EN 60422 – tabela 3 tega standarda.

Papirna in oljna izolacija morata biti osušeni ter razplinjeni z vakuumskim in temperaturnim postopkom. Izgubni faktor izolacije $\tan \delta$ mora biti pri posameznem merilnem transformatorju manjši od 0,005 pri $U_m/\sqrt{3}$. Vrednosti izgubnega faktorja izolacije v seriji dobavljenih merilnih transformatorjev se od srednje vrednosti ne smejo razlikovati za več kot 20 %.

Pred pričetkom izdelave transformatorja se opravi preiskava stopnje polimerizacije papirne izolacije skladno z SIST EN 60450. Vzorec se odvzame iz vseh kolutov papirja, ki bodo uporabljeni pri izdelavi transformatorjev.

Vzorci morajo ustrezati naslednjim zahtevam:

- povprečna stopnja polimerizacije DPv ne sme biti nižja od 1.100,
- vsebnost vlage mora biti nižja od 0,3 %.

10.2.2 Sekundarna priključna omarica

Sekundarni priključki morajo biti nameščeni v omaricah s stopnjo zaščite najmanj IP 54 skladno s standardom SIST EN 60529 in morajo biti dovolj prostorene za priklop priključnih kablov. Sekundarna priključna omarica tokovnika mora biti nameščena na isti strani kot primarni priključek P1.

V priključnih omaricah tokovnega merilnega transformatorja morajo biti v prvi vrsti nameščene po vrstnem redu sekundarne sponke 1S1-1S2-2S1-2S2-3S1-3S2-4S1-4S2-5S1-5S2, v prvi vrsti napetostnega merilnega transformatorja po vrstnem redu sekundarne sponke 1a-1n-2a-2n-3a-3n-4a-4n. V drugi vrsti pod sekundarnimi sponkami mora biti nameščena ozemljitvena letev, ki omogoča pregledno ozemljevanje katerekoli sekundarne sponke z ozemljitvenim mostičem.

Sekundarni priključki morajo biti izdelani iz INOX ali korozijsko zaščitenega bakra (E-Cu ali posrebreni), dimenzije M10. INOX ali nerjavno jeklo mora biti razreda A2-70 oznake EN 1.4541 (AISI 321) ali boljše. Za vsako sekundarno sponko mora biti na voljo priključek na ozemljitveno letev z mostičem. Sekundarne sponke merilnega transformatorja morajo biti pregledne, tako da sta priključka za vsako sekundarno navitje ter pripadajoča ozemljitvena sponka vgrajena vertikalno eden pod drugim,

ločeno od ostalih sponk. Prav tako mora biti ločeno od sekundarnih sponk vgrajen priključek za primarno navitje napetostnega merilnega transformatorja skupaj s pripadajočo ozemljitveno sponko. Poleg tega mora biti ločeno predvidena tudi ozemljitvena letev za izvedbo ozemljitve kabelskih opletov. Omarici s sekundarnimi priključki morata biti ločeni za napetostne in tokovne sponke. Oznake sekundarnih priključkov morajo biti navedene neposredno pri priključnih sponkah. Za zagotovitev trajnih in kakovostnih galvanskih povezav morajo biti vsa sekundarna navitja spojena s priključnimi sponkami s spajkanjem.

10.2.3 Dodatne zahteve za tokovne merilne transformatorje

Tokovni merilni transformatorji morajo imeti pet jeder, skladno z zahtevami iz tabel tehničnih podatkov merilnih transformatorjev. Ustrezati morajo razširjenemu obsegu obremenitve v skladu s SIST EN 61869-2.

Merilna jedra transformatorjev morajo biti izvedena v zgornjem delu merilnega transformatorja.

Jedra in sekundarna navitja morajo biti zaščitena z metalnim oklopom, ki preprečuje poškodbo navitja v primeru havarijskega preboja izolacije. Tako je zagotovljeno pravilno delovanje relejne zaščite tudi v teh razmerah.

10.2.4 Dodatne zahteve za napetostne merilne transformatorje

Napetostni merilni transformatorji morajo biti izdelani v induktivni izvedbi. Imeti morajo štiri navitja, skladno z zahtevami iz tabel tehničnih podatkov merilnih transformatorjev.

Primarni priključek je obojestranski in v smeri sekundarne omarice, kar omogoča uporabo transformatorja tudi kot podpornega izolatorja.

V sekundarne priključke napetostnega dela merilnega transformatorja mora biti vgrajeno oslajeno mesto, ki v primeru kratkega stika na napetostnih merilnih kabelskih vodih po preteku cca. 5 minut prekine merilni tokokrog ter prepreči okvaro in eksplozijo napetostnega dela merilnega transformatorja. Oslajeno mesto ne sme biti znotraj oljnega dela napetostnega merilnega transformatorja. Proizvajalec mora predložiti konstrukcijsko rešitev (načrt) in zapisnik tipskega preizkusa delovanja navedene zaščite.

10.3 Dokumentacija merilnih transformatorjev

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo ob predložitvi v fazi predaje ponudbe:

- kopijo z rezultati poročil o opravljenih tipskih preizkusih na enakem tipu merilnega transformatorja in kompozitnih izolatorjev,
- dokazila o izpolnjevanju vseh tehničnih pogojev, ki niso zajeti v obsegu tipskega preizkusa,
- dokazilo o opravljenem testu, ki potrjuje učinkovitost rešitve za zagotovitev protieksplzijske varnosti za transformator enake ali podobne konstrukcije skladno s standardom SIST EN 60869-1,
- konstrukcijsko rešitev (načrt) in zapisnik tipskega preizkusa delovanja vgrajenih oslabljenih mest, ki v primeru kratkega stika na napetostnih merilnih kabelskih vodih prekine merilni tokokrog,
- dokument o akreditaciji laboratorija po standardu SIST EN ISO/IEC 17025,
- statistika okvar za vsak tip merilnega transformatorja v garancijski dobi in izven nje,
- izjava proizvajalca, da je naprava sposobna 1 uro obratovati pri 1,15 pu najvišje napetosti sistema.

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo pred izdelavo:

- merske skice merilnih transformatorjev s podnožji, električnimi priključki (primarni in sekundarni), vezalne sheme s tehničnimi podatki,
- načrt napisne tablice,
- dokumentacijo o tehnični opremljenosti in sledljivosti merilnega laboratorija in usposobljenosti osebja za izvajanje prevzemnih preizkusov merilnih transformatorjev,
- QA program prevzemnih preizkušanj,
- opis merilnih postopkov z vezalnimi shemami.

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo pred prevzemom:

- merilno dokumentacijo o opravljenih kosovnih preizkusih na vseh merilnih transformatorjih brez prisotnosti družbe ELES,
- certifikate o kalibraciji za vse merilne transformatorje,
- kopijo tipskega, serijskega in kosovnega prevzemnega preizkusa za vsakega od vgrajenih izolatorjev v skladu s standardom SIST EN 61462,
- certifikati za uporabljeno izolacijsko olje (angl. certificate of analysis, technical data sheet) vključno z rezultati preiskave kakovosti novega transformatorskega olja pred polnjenjem, ki jo je izdelal akreditirani laboratorij,
- certifikati za uporabljen izolacijski papir, vključno z rezultati preiskave akreditiranega laboratorija stopnje polimerizacije vzorcev izolacijskega papirja,
- certifikati za uporabljeni bakreni vodnik,

- dokazilo o izvedeni priključni omarici z ustrezno stopnjo zaščite pred zunanjimi vplivi.

Nabor dokumentov, ki se zahtevajo ob prevzemu:

- poročilo o opravljenih prevzemnih preizkusih na dogovorjenem vzorcu merilnih transformatorjev,
- opis transformatorjev z navodili za transport, montažo, priklop, vzdrževanje in varno obratovanje,
- izjavo proizvajalca o skladnosti proizvoda z evropskimi predpisi,
- 3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400).

10.4 Preizkusi merilnih transformatorjev

Tipski, posebni in kosovni preizkusi morajo biti izvedeni v skladu s standardi SIST EN 61869-1, SIST EN 61869-2, SIST EN 61869-3 in IEC/TR 61869-103.

Kopijo poročil o opravljenih tipskih preizkusih na enakem tipu merilnih transformatorjev je treba predati že v fazi oddaje ponudbe. Proizvajalec mora pri preizkusu segrevanja dokazati upoštevanje sončnega sevanja 1.000 W/m^2 .

Dobavitelj mora pridobiti dokazilo o akreditaciji laboratorija in aneks o obsegu akreditiranih postopkov, v katerem je bilo opravljeno tipsko preizkušanje.

Prevzemni preizkusi v laboratoriju proizvajalca, ki se bodo izvajali v prisotnosti predstavnikov družbe ELES obsegajo naslednje:

- pregled skladnosti, splošna vizualna in dimenzijska kontrola, skladno z zahtevami razpisne dokumentacije in potrjene tehnične dokumentacije dobavitelja,
- kosovni preizkusi v skladu s priporočili standardov in zahtevami razpisne dokumentacije se bodo ponovili na vzorcih, ki jih bo izbral ELES glede na velikost dobave in rezultate že izvedenih kosovnih preizkusov proizvajalca. Kosovni preizkusi se ponovijo na najmanj 10 % celotne količine transformatorjev,
- meritev upornosti sekundarnih navitij,
- meritev kapacitivnosti in izgubnega kota $\tan \delta$,
- na 1. merilnem transformatorju iz serije, v primeru večjih količin pa skupno na 5 % oz. 10 % merilnih transformatorjev se skladno z zahtevami klasifikacije olja po SIST EN 60296 in specifikacijo olja s strani proizvajalca izvede preizkus kakovosti polnjenega olja.

- na 10 % vzorcu naprav se pred prevzemnimi preizkusi in po njih na stroške dobavitelja izvede plinsko-kromatografska preiskava DGA (angl. dissolved gas analysis) preizkus po standardu SIST EN 60567 in SIST EN 61181.

ELES priznava samo rezultate DGA in fizikalno-kemijskih preiskav izvedenih v akreditiranem laboratoriju.

Kriterij za rezultate fizikalno-kemijskih analiz je doseganje zahtevanih parametrov skladno z zahtevami klasifikacije olja po SIST EN 60296-tabela 3 za olja klasificirana kot Tip A in specifikacijo olja s strani proizvajalca olja.

Kriteriji za DGA in fizikalno-kemijske parametre po izvedenih preizkusih:

- vodik (H_2) prirast manjši od 10 ppm,
- acetilen (C_2H_2) prirast manjši od 0,1 ppm,
- plini (C_xH_y) prirast manjši od 1 ppm,
- celokupna vsebnost plinov manjša od 20 ml/l,
- vsebnost vode maks. 5 mg/kg olja,
- medpovršinska napetost min. 40 mN/m,
- vsebnost inhibitorja DBPC skladno s specifikacijo proizvajalca olja.

V primeru preseženih kriterijev DGA in fizikalno-kemijskih parametrov bo ELES odločil o sprejemljivosti naprave.

10.5 Tabele ustreznosti merilnih transformatorjev

Tabela 10: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV tokovni merilni transformator.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka tokovnega transformatorja	-	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Nazivna napetost sistema	kV	400
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	420
5	Nazivni primarni tok (I_n): - zvezno, obhodno - DV polje - TR in dušilkino polje	A	3.000 2.000 500

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
6	Nazivno prestavno razmerje: - zvezno, obhodno - DV polje - TR in dušilkino polje	A	3.000/1/1/1/1/1 2.000/1/1/1/1/1 500/1/1/1/1/1
7	Trajni dopustni termični tok	A	$1,5 \times I_n$
8	Nazivno razširjeno območje primarnega toka	%	150
9	Kratkostični tok (čas trajanja 1 s)	kA	50
10	Nazivni kratkostični vklopni tok	kA	125
11	Nazivna frekvenca	Hz	50
12	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	630
13	Zdržna stikalna udarna napetost	kV	≥ 1.050
14	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 μ s)	kV	≥ 1.425
15	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV	3
16	Nazivna moč: 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	VA VA VA VA VA	2,5 2,5 1,5 1,5 1,5
17	Razred točnosti tokovnika (500/1/1/1/1): 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR200 5PR200 5PR200
18	Razred točnosti tokovnika (2.000/1/1/1/1): 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR100 5PR100 5PR100
19	Razred točnosti tokovnika (3.000/1/1/1/1): 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR80 5PR80 5PR80
20	Razširjen obseg obremenitve skladno s SIST EN 61869-2	DA/NE	DA
21	Faktor varnosti	-	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
22	Faktor meje točnosti	-	
23	Krivulje pogreškov amplitude in faze pri različnih izhodih (priloga)	DA/NE	DA
24	Magnetilni tok	A	
25	Magnetilna krivulja	DA/NE	DA
26	Nivo radijskih motenj: - RIV stopnja - RIV metoda - RIV napetost	μ V kV	
27	Maksimalni dvig temperature pri trajnem nazivnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIST EN 61869-2	K K	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
28	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska
29	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X	
30	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296
31	Material in tip primarnih priključkov	-	aluminij / plošča
32	Dimenzije primarnih priključkov	mm	
33	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 8.400
34	Položaj tokovnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)	-	
35	Material izolatorja		kompozit
36	Način tesnjenja oljne komore		
37	Skupna mehanska sila na primarnih priključkih	N	≥ 5.000
DIMENZIJE IN MASA			
38	Masa kompletnega tokovnega transformatorja	kg	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
39	Masa olja v enem tokovnem transformatorju	kg	
40	Transportna masa	kg	
41	Višina	mm	
42	Širina	mm	
43	Dolžina	mm	
44	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
OSTALE ZAHTEVE			
45	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 11: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV napetostni merilni transformator.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka napetostnega transformatorja	-	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Nazivna napetost sistema	kV	400
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	420
5	Nazivna frekvenca	Hz	50
6	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	630
7	Zdržna stikalna udarna napetost	kV	≥ 1.050
8	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 μ s)	kV	≥ 1.425
9	Inducirana zdržna napetost	kV	
10	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV	3
11	Nazivna moč: 1. navitje (meritve) 2. navitje (meritve) 3. navitje (zaščita) 4. navitje (zaščita)	VA VA VA VA	5 5 5 5
12	Razred točnosti: 1. navitje (meritve) 2. navitje (meritve) 3. navitje (zaščita) 4. navitje (zaščita)		0,2 0,2 0,5/3P 0,5/3P
13	Skupna termična obremenitev sekundarnih tokokrogov	VA	
14	Krivulje amplitudnega in faznega pogreška	DA/NE	DA
15	Prestavno razmerje: Primarna napetost 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	V V V V V	400.000/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$
16	Napetost odprtega tokokroga	V	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
17	Kratkostični tok (čas trajanja 1 s)	kA	50
18	Faktor izgub tg δ	-	
19	Nivo radijskih motenj: - RIV stopnja - RIV metoda - RIV napetost	μV kV	
20	Maksimalni dvig temperature pri trajnem nazivnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu, izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIST EN 61869-3	K K	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
21	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska
22	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X	
23	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296
24	Material in tip primarnega priključka	-	aluminij / plošča
25	Dimenzije primarnega priključka	mm	
26	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 8.400
27	Položaj napetostnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)	-	
28	Material izolatorja		kompozit
29	Način tesnjenja oljne komore		
30	Skupna mehanska sila na primarnih sponkah	N	≥ 5.000
DIMENZIJE IN MASA			
31	Masa kompletnega napetostnega transformatorja	kg	
32	Masa olja v enem napetostnega transformatorju	kg	
33	Transportna masa	kg	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
34	Številka dimenzijske risbe (angl. drawing ID)	-	
35	Višina	mm	
36	Širina	mm	
37	Dolžina	mm	
38	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
OSTALE ZAHTEVE			
38	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 12: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV tokovni merilni transformator.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka tokovnega transformatorja	-	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Nazivna napetost sistema	kV	110
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	123
5	Nazivni primarni tok (I_n): - zvezno in polje energetskega TR - DV polje - transformator lastne rabe	A	2.000 1.000 200
6	Nazivno prestavno razmerje: - zvezno in polje energetskega TR - DV polje	A	2.000/1/1/1/1/1 1.000/1/1/1/1/1
7	Nazivno prestavno razmerje: - transformator lastne rabe 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	A	200/1 200/1 200/1 200/1 1.000/1
8	Trajni dopustni termični tok	A	$1,5 \times I_n$

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
9	Nazivno razširjeno območje primarnega toka	%	150
10	Kratkostični tok (čas trajanja 1 s)	kA	50
11	Nazivni kratkostični vklopni tok	kA	125
12	Nazivna frekvenca	Hz	50
13	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	≥ 275
14	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 μs)	kV	≥ 650
15	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV	3
16	Nazivna moč tokovnika (2.000/1/1/1/1/1): 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	VA VA VA VA VA	2,5 2,5 4,0 4,0 4,0
17	Razred točnosti tokovnika (2.000/1/1/1/1/1): 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR100 5PR100 5PR100
18	Nazivna moč tokovnika (1.000/1/1/1/1/1) in (200/1/1/1/1/1): 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)	VA VA VA VA VA	2,5 2,5 1,5 1,5 1,5
19	Razred točnosti tokovnika (1.000/1/1/1/1/1) in (200/1/1/1/1/1): 1. jedro (meritve) 2. jedro (meritve) 3. jedro (zaščita) 4. jedro (zaščita) 5. jedro (zaščita)		0,2S FS10 0,2S FS10 5PR200 5PR200 5PR200
20	Razširjen obseg obremenitve skladno s SIST EN-61869-2	DA/NE	DA
21	Faktor varnosti	-	
22	Faktor meje točnosti	-	
23	Krivulje pogreškov amplitude in faze pri različnih izhodih (priloga)	DA/NE	DA

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
24	Magnetilni tok	A	
25	Magnetilna krivulja	DA/NE	DA
26	Nivo radijskih motenj: - RIV stopnja - RIV metoda - RIV napetost	μV kV	
27	Maksimalni dvig temperature pri trajnem nazivnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu, izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-2	K K	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
28	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska
29	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X	
30	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296
31	Material in tip primarnih priključkov	-	aluminij / plošča
32	Dimenzije primarnih priključkov	mm	
33	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 2.460
34	Položaj tokovnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)	-	
35	Material izolatorja		kompozit
36	Način tesnjenja oljne komore		
37	Skupna mehanska sila na primarnih priključkih	N	≥ 5.000
DIMENZIJE IN MASA			
38	Masa kompletnega tokovnega merilnega transformatorja	kg	
39	Masa olja v enem tokovnem merilnega transformatorju	kg	
40	Transportna masa	kg	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
41	Višina	mm	
42	Širina	mm	
43	Dolžina	mm	
44	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
OSTALE ZAHTEVE			
39	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 13: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV napetostni merilni transformator.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka napetostnega merilnega transformatorja	-	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Nazivna napetost sistema	kV	110
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	123
5	Nazivna frekvenca	Hz	50
6	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (50 Hz, 1 min)	kV	≥ 275
7	Zdržna atmosferska udarna napetost (1,2/50 μ s)	kV	≥ 650
8	Inducirana zdržna napetost	kV	
9	Zdržna kratkotrajna napetost obratovalne frekvence (1 min) – NN navitje	kV	3
10	Nazivna moč: 1. navitje (meritve) 2. navitje (meritve) 3. navitje (zaščita) 4. navitje (zaščita)	VA VA VA VA	5 5 5 5
11	Razred točnosti: 1. navitje (meritve) 2. navitje (meritve) 3. navitje (zaščita) 4. navitje (zaščita)		0,2 0,2 0,5/3P 0,5/3P
12	Skupna termična obremenitev sekundarnih tokokrogov	VA	
13	Krivulje amplitudnega in faznega pogreška	DA/NE	DA
14	Prestavno razmerje: Primarna napetost 1. navitje 2. navitje 3. navitje 4. navitje	V V V V V	110.000/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$
15	Napetost odprtega tokokroga	V	
16	Kratkostični tok (čas trajanja 1s)	kA	50

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
17	Faktor izgub tg δ	-	
18	Nivo radijskih motenj: - RIV stopnja - RIV metoda - RIV napetost	μV kV	
19	Maksimalni dvig temperature pri nazivnem trajnem obratovalnem toku: - pod obratovalnimi pogoji - na testu izvedenem v skladu s SIST EN 61869-1 in SIT EN 61869-3	K K	
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
20	Proizvajalec transformatorskega olja, država		Nynas, Švedska
21	Oznaka olja	NYTRO 4000X / NYTRO 10XN / NYTRO LYRA X	
22	Stopnja kakovosti olja		TVAI po SIST EN 60296
23	Material in tip primarnih priključkov	-	aluminij / plošča
24	Dimenzije primarnih priključkov	mm	
25	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 2.460
26	Položaj napetostnega transformatorja med transportom (vertikalni, horizontalni ali poševni)	-	
27	Material izolatorja		kompozit
28	Način tesnjenja oljne komore		
29	Skupna mehanska sila na primarnih priključkih	N	≥ 5.000
DIMENZIJE IN MASA			
30	Masa kompletnega napetostnega merilnegatransformatorja	kg	
31	Masa olja v enem napetostnem merilnem transformatorju	kg	
32	Transportna masa	kg	
33	Višina	mm	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
34	Širina	mm	
35	Dolžina	mm	
36	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
OSTALE ZAHTEVE			
38	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

11 Prenapetostni odvodniki

Prenapetostni odvodniki so naprave, ki odvajajo atmosferske in stikalne prenapetosti v zemljo in s tem ščitijo pomembne naprave tako v stikališčih ali v vodih. V nadaljevanju so podane osnovne zahteve in tehnične lastnosti odvodnikov prenapetosti ter preizkusi, ki naj bi zagotavljali ustrezno kakovost teh naprav.

11.1 Splošno o prenapetostnih odvodnikih

Prenapetostni odvodniki morajo biti kovinsko oksidne izvedbe brez iskrišč, izdelani iz kovinsko oksidnih nelinearnih uporovnih elementov. Ustrezati morajo zahtevam standarda SIST EN 60099-4.

Prenapetostni odvodniki morajo biti izbrani tako, da je upoštevan osnovni izolacijski nivo preostalih naprav v stikališču. Prenapetostni odvodniki morajo biti grajeni za povečane torzijske in natezne sile zaradi neugodnih klimatskih pogojev (območje večjih vetrovnih obremenitev in obremenitev zaradi ledenih oblog). Izolatorji morajo biti izdelani iz kakovostnega kompozita in proizvedeni v državah EU, Švice, Norveške ali na Japonskem. Biti morajo homogeni in ne smejo biti porozni.

Aktivni del prenapetostnega odvodnika sestavlja ustrezno povezano in utrjeno jedro iz kovinsko oksidnih diskov, nameščenih v hermetično zaprtem izolatorju iz silikonske gume. Silikonski material mora biti odporen na vse vremenske vplive na mestu montaže in na staranje. Izolator mora biti napolnjen z inertnim plinom in ne sme dovoljevati dostopa vlage. Ustrezno mora biti zaščiten proti posledicam prevelikega tlaka v notranjosti prenapetostnega odvodnika. Odvodnik mora biti konstruiran tako, da tudi v primeru prevelikega tlaka prenapetostni odvodnik ali njegovi deli ne morejo poškodovati opreme ali ljudi v okolici.

Vsi kovinski deli prenapetostnega odvodnika morajo biti zaščiteni proti koroziji s postopkom vročega cinkanja, razen tam, kjer se zahteva drugačna protikorozijska zaščita.

Primarni priključek mora biti aluminijasta plošča za povezavo z aluminijastim priključkom.

Prenapetostni odvodniki morajo biti opremljeni z ustreznim monitorjem delovanja prenapetostnega odvodnika, ki mora biti istega proizvajalca, kot je prenapetostni odvodnik, ter s pripadajočimi podpornimi izolatorji. Monitorji delovanja prenapetostnega odvodnika morajo poleg štetja praznitev omogočati še meritev skupnega uhajavega toka. Merilni podatki morajo biti opremljeni s podatkom o času meritve. Monitorji delovanja prenapetostnega odvodnika morajo delovati brez

dodatnega zunanjega napajanja. Napajanje monitorjev delovanja prenapetostnega odvodnika mora omogočati avtonomno delovanje z življenjsko dobo naprav za napajanje najmanj za 10 let. Monitorji delovanja morajo biti takšne izvedbe, da se jih lahko namesti neposredno na ozemljitveni priključek prenapetostnega odvodnika.

Skupaj z monitorji delovanja prenapetostnega odvodnika mora biti dobavljena tudi ustrezna oprema za odčitavanje in programska oprema za prenos podatkov.

Vse oznake in napisne tablice odvodnika morajo biti v skladu s standardom SIST EN 62271-100 v slovenskem jeziku in nameščene na vidnem mestu. Narejene morajo biti iz nerjavečega materiala.

Prenapetostni odvodnik mora imeti priložena navodila za obratovanje in vzdrževanje v slovenskem jeziku ter glede na parametre omrežja tudi izračun skupaj z vsemi tabelami.

11.2 Preizkusi prenapetostnih odvodnikov

Tipski in kosovni preizkusi prenapetostnih odvodnikov morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 60099-4.

Tudi prevzemni preizkusi prenapetostnih odvodnikov morajo biti izvedeni v skladu s standardom SIST EN 60099-4 in zajemajo:

- merjenje referenčne napetosti pri referenčnem toku,
- meritev preostale napetosti pri udarnem toku 10 kA (8/20 μ s),
- merjenje izgub pri U_c ,
- merjenje uhajavega toka pri U_c ,
- meritev delnih praznitev pri 0,9 U_r ,
- vizualno in dimenzijsko kontrolo.

11.3 Tabele ustreznosti prenapetostnih odvodnikov

Tabela 14: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV prenapetostni odvodnik.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka prenapetostnega odvodnika	-	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Nazivna napetost sistema (U_n)	kV	400
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	420
5	Nazivna napetost prenapetostnega odvodnika U_r po SIST EN 60099-4	kV	
6	Nazivna frekvenca	Hz	50
7	Nazivni praznilni tok 8/20 μ s	kA	20
8	Impulzna tokovna zdržnost	kA	100
9	Klasifikacija po SIST EN 60099-4	SH/SM/ SL	SH
10	Sposobnost absorpcije energije pri U_r	kJ/kV	≥ 10
11	Dolgotrajna napetostna frekvenčna vzdržnost (2.000 μ s)	A	
12	Maksimalna preostala napetost pri tokovnem impulzu 8/20 μ s: - 5 kA - 10 kA - 20 kA	kV kV kV	
13	Časna prenapetost za čas 1 s	kV	≥ 340
14	Čas delovanja zaščite	s	≤ 1
15	Faktor zemeljskega stika		Izračun EIMV
16	Najvišja trajna obratovalna napetost U_c	kV rms	≥ 255
17	Energijski razred po SIST EN 60099-4		≥ 4
18	Zaščitni nivo atmosferske prenapetosti U_{pl}	kV	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
19	Zaščitni nivo stikalne prenapetosti U_{pl}	kV	
20	Uhajavi tok prenapetostnega odvodnika pri: - nazivni napetosti - 60 % nazivne napetosti	mA mA	
21	Vzdržne preizkusne napetosti izolatorja: - napetost obratovalne frekvence (1 min.) - stikalna prenapetost - napetost atmosferske razelektritve (1,2/50 μ s)	kV kV kV	1.050 1.425
22	Delne razelektritve	pC	< 10
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
23	Material in tip primarnih priključkov	-	aluminij / plošča
24	Dimenzije primarnih priključkov	mm	
25	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 8.400
26	Material izolatorja		kompozit
27	Maksimalna horizontalna sila na primarnih sponkah	N	≥ 2.000
DIMENZIJE IN MASA			
28	Masa prenapetostnega odvodnika	kg	
29	Transportna masa	kg	
30	Višina	mm	
31	Širina	mm	
32	Dolžina	mm	
33	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
OSTALE ZAHTEVE			
34	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 15: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV prenapetostni odvodnik - fazni.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka prenapetostnega odvodnika	-	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Nazivna napetost sistema	kV	110
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	123
5	Nazivna napetost prenapetostnega odvodnika U_r po SIST EN 60099-4	kV	
6	Nazivna frekvenca	Hz	50
7	Nazivni praznilni tok 8/20 μ s	kA	10
8	Impulzna tokovna zdržnost	kA	100
9	Klasifikacija po SIST EN 60099-4	SH/SM/ SL	SM
10	Sposobnost absorpcije energije pri U_r	kJ/kV	$\geq 7,5$
11	Dolgotrajna napetostna frekvenčna vzdržnost (2.000 μ s)	A	
12	Maksimalna preostala napetost pri tokovnem impulzu 8/20 μ s: - 5 kA - 10 kA - 20 kA	kV kV kV	
13	Časna prenapetost za čas 1 s	kV	
14	Čas delovanja zaščite	s	≤ 1
15	Faktor zemeljskega stika		Izračun EIMV
16	Najvišja trajna obratovalna napetost U_c	kV	≥ 78
17	Energijski razred po SIST EN 60099-4		≥ 3
18	Zaščitni nivo atmosferske prenapetosti U_{pl}	kV	
19	Zaščitni nivo stikalne prenapetosti U_{pl}	kV	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
20	Uhajavi tok prenapetostnega odvodnika pri: - nazivni napetosti - 60 % nazivne napetosti	mA mA	
21	Vzdržne preizkusne napetosti izolatorja: - napetost obratovalne frekvence (1 min.) - napetost atmosferske razelektritve (1,2/50 μ s)	kV kV	230 550
22	Delne razelektritve	pC	< 10
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
23	Material in tip primarnih priključkov	-	aluminij / plošča
24	Dimenzije primarnih priključkov	mm	
25	Skupna plazilna razdalja	mm	≥ 2.460
26	Material izolatorja		kompozit
27	Maksimalna horizontalna sila na primarnih priključkih	N	≥ 2.000
DIMENZIJE IN MASA			
28	Skupna masa prenapetostnega odvodnika	kg	
29	Številka risbe z dimenzijami in izgledom	-	
30	Višina	mm	
31	Širina	mm	
32	Dolžina	mm	
33	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
OSTALE ZAHTEVE			
35	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 16: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV prenapetostni odvodnik - zvezdišče.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Oznaka prenapetostnega odvodnika	-	
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Nazivna napetost sistema	kV	110
4	Najvišja dovoljena obratovalna napetost sistema	kV	123
5	Nazivna napetost prenapetostnega odvodnika U_r po SIST EN 60099-4	kV	
6	Nazivna frekvenca	Hz	50
7	Nazivni praznilni tok 8/20 μ s	kA	10
8	Impulzna tokovna zdržnost	kA	100
9	Klasifikacija po SIST EN 60099-4	SH/SM/ SL	SM
10	Sposobnost absorpcije energije pri U_r	kJ/kV	$\geq 7,5$
11	Dolgotrajna napetostna frekvenčna vzdržnost (2.000 μ s)	A	
12	Maksimalna preostala napetost pri tokovnem impulzu 8/20 μ s: - 5 kA - 10 kA - 20 kA	kV kV kV	
13	Časna prenapetost za čas 1 s	kV	
14	Čas delovanja zaščite	s	≤ 1
15	Faktor zemeljskega stika	-	Izračun EIMV
16	Najvišja trajna obratovalna napetost U_c	kV	
17	Energijski razred po SIST EN 60099-4		≥ 3
18	Zaščitni nivo atmosferske prenapetosti U_{pl}	kV	
19	Zaščitni nivo stikalne prenapetosti U_{pl}	kV	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
20	Uhajavi tok prenapetostnega odvodnika pri: - nazivni napetosti - 60 % nazivne napetosti	mA mA	
21	Vzdržne preizkusne napetosti izolatorja: - napetost obratovalne frekvence (1 min.) - napetost atmosferske razelektritve (1,2/50 μ s)	kV kV	≥ 220 ≥ 390
22	Delne razelektritve	pC	< 10
KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
23	Material in tip primarnih priključkov	-	aluminij / plošča
24	Dimenzije primarnih priključkov	mm	
25	Skupna plazilna razdalja:	mm	≥ 1.260
26	Material izolatorja		kompozit
27	Maksimalna horizontalna sila na primarnih priključkih	N	
DIMENZIJE IN MASA			
28	Masa prenapetostnega odvodnika	kg	
29	Transportna masa	kg	
30	Številka risbe z dimenzijami (angl. drawing ID)	-	
31	Višina	mm	
32	Širina	mm	
33	Dolžina	mm	
34	Temperaturno območje okolice	°C	-25 do +40
OSTALE ZAHTEVE			
35	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

12 Podporni izolatorji

12.1 Splošno o podpornih izolatorjih

Podporni izolatorji morajo v celoti ustrezati standardu IEC 60273. Izdelani morajo biti v državah EU, Švice, Norveške ali na Japonskem oz. morajo biti enake ali boljše kakovosti od tovrstnih izdelkov. Primerni morajo biti za zunanjo montažo v vertikalnem položaju.

Podporni izolatorji morajo biti narejeni iz mokrooblikovanega, homogenega in neporoznega porcelana C130 po SIST EN 60672. Površina mora biti gladka, trdna in enakomerna ter odporna na vse zunanje atmosferske vplive. Zunanja površina porcelana mora biti rjavo glazirana (RAL 8017).

Priključne prirobnice na VN strani morajo biti narejene iz materiala, ki omogoča direktno montažo aluminijastih sponk. Na izolator morajo biti pritrjene s Portland cementom. Prirobnica na zgornji strani 400 kV in 110 kV podpornih izolatorjev mora imeti štiri luknje z navojem M16 na krožnici premera 127 mm.

12.2 Preizkusi podpornih izolatorjev

Tipski in kosovni preizkusi zajemajo električne in mehanske preizkuse skladno s standardom SIST EN 60168.

Vzorčni preizkusi se izvajajo ob prevzemu v tovarni in predstavljajo ponovitev kosovnih preizkusov in morajo zajemati tudi porušitveni preizkus skladno z zadnjo verzijo standarda SIST EN 60168 tako za 400 kV kot tudi 110 kV podporne izolatorje ali skladno z zahtevo v razpisni dokumentaciji.

12.3 Tabele ustreznosti podpornih izolatorjev

Tabela 17: Zahtevani tehnični podatki za 400 kV podporne izolatorje.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Tip podpornega izolatorja	-	C12.5-1550
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Najvišja napetost sistema	kV	420
4	Standardna zdržna stikalna udarna napetost v mokrem	kV	≥ 1.050
5	Standardna zdržna atmosferska udarna napetost v suhem	kV	≥ 1.550
6	Standardna zdržna kratkotrajna napetost omrežne frekvence v mokrem	kV	
MEHANSKE VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
7	Največje mehansko breme	N	
8	Največja zdržna upogibna sila	N	min. 12.500
9	Največji upogib	mm	
10	Največja torzijska obremenitev	Nm	≥ 6.000
11	Maksimalna tlačna sila	N	
KOSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
12	Izolacijski material	-	porcelan
13	Material za prirobnice	-	
DIMENZIJE IN MASA			
14	Obločna razdalja	mm	
15	Plazilna razdalja	mm	min. 8.400
16	Skupna masa	kg	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
17	Največji premer	mm	
18	Višina	mm	3.350
OSTALE ZAHTEVE			
19	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

Tabela 18: Zahtevani tehnični podatki za 110 kV podporne izolatorje.

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
SPLOŠNI PODATKI			
1	Proizvajalec	-	
2	Tip podpornega izolatorja	-	C10-550
VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
3	Najvišja napetost sistema	kV	123
4	Standardna zdržna kratkotrajna napetost omrežne frekvence v mokrem	kV	≥ 230
5	Standardna zdržna atmosferska udarna napetost v suhem	kV	≥ 550
MEHANSKE VREDNOSTI IN KARAKTERISTIKE			
6	Največje mehansko breme	N	
7	Največja upogibna sila	N	min. 10.000
8	Največji upogib	mm	
9	Največja torzijska obremenitev	Nm	
10	Maksimalna aksialna natezna sila	N	
11	Maksimalna tlačna sila	N	
KOSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI			
12	Izolacijski material	-	porcelan
13	Material za prirobnice	-	
DIMENZIJE IN MASA			
14	Obločna razdalja	mm	
15	Plazilna razdalja	mm	min. 2.460
16	Skupna masa	kg	
17	Največji premer	mm	

Poz	Opis	Enota	Zahtevana vrednost
18	Višina	mm	1.220
OSTALE ZAHTEVE			
19	3D BIM model v elektronski obliki (LOD 400)	DA/NE	DA

13 VN-spončna oprema

Pod pojmom VN-spončna oprema so mišljene VN-sponke, ki so namenjene priključitvi vodnikov (tako vrvnih kot tudi cevnih) na priključne plošče ali sornike VN-opreme/skoznjike TR in ostali VN-priključki namenjene tokovnem povezovanju med vodniki.

Od spončne opreme se zahteva, da je tehnično funkcionalna in kakovostna ter brez pomanjkljivosti v materialu. Zadostiti mora zahtevi kakovostne izdelave in odpornosti proti koroziji. Vsi deli spončne opreme morajo biti izdelani in oblikovani tako, da pojav korone in radijskih motenj ne bo višji od nivoja motenj vodnikov.

13.1 Splošne zahteve za spončno opremo

Spončna oprema mora imeti naslednje karakteristike:

- ustrezati mora standardom SIST EN 61936-1 in SIST EN 50341-1,
- opravljeni morajo biti tipski preizkusi,
- vse sponke morajo biti sposobne trajno prenašati tok, ki je najmanj enak dopustnemu toku vodnika (ali snopu vodnikov). Pri tem se sponke ne smejo segreti bolj kot vodnik,
- specifična tokovna gostota v sponkah ne sme presegati vrednosti $1,98 \text{ A/mm}^2$ pri sponkah za vrvi in $1,10 \text{ A/mm}^2$ pri sponkah za cevi,
- proizvod mora dosegati visoko kakovost izdelave, material sponke mora biti homogen in po celotnem volumnu sponke enakomerne kakovosti, brez poroznosti ali razpokanega materiala,
- sestava materiala telesa sponk mora biti navedena na risbi, ki pripada sponki,
- navedeno dopustno izvlečno silo, s katero lahko vodnik napenja sponko (izvlečna sila),
- navedeno dopustno prečno silo, s katero lahko cevni vodnik deluje na nosilno sponko (angl. cantilever strength). Velja samo za sponke, ki so nameščene na cevne vodnike,
- spončna oprema mora biti v celoti odporna proti koroziji,
- zahteva se takšna oblika spojnega materiala, da je dosežena čim manjša pojavnost korone in radijskih motenj,
- zahteva se kovan spončni material v čim večji meri, kakršen koli varjen spoj na sponkah ni dovoljen,
- navedeno napetost korone za vsako sponko (če ni narejen test za to sponko, je treba navesti vrednost iz tipskega testa za sorodno sponko),
- za izdelavo sme biti uporabljen le nov material, uporaba recikliranega materiala ni dovoljena,
- spončni material mora biti opremljen s kakovostnimi vijaki iz nerjavnega materiala in elementi, ki preprečujejo popušcanje zatezne sile vijakov, vijaki morajo biti ugreznjeni v telo sponke, vijaki morajo biti prevlečeni z mastjo, ki omogoča doseganje in vzdrževanje zatezne sile na vijakih, mostični deli vijačnih

sponk za pritrditev vodnikov morajo biti iz več delov (najmanj dveh za sponke za vodnike 240/40 mm² (239-AL1/43-A20SA) in najmanj iz treh delov za sponke za vodnike 490/65 mm² (490-AL1/64-A20SA),

- vse kontaktne površine morajo biti visoko kakovostno obdelane za zahtevane standardne dimenzije VN-vodnikov in priključkov VN-naprav,
- vsaka sponka mora imeti vidno oznako proizvajalca, kodo izdelka in podatek o priteznem momentu (za vijačne sponke).

Kontaktne površine:

- specifična tokovna gostota na kontaktnih površinah ne sme presegati priporočenih vrednosti, to je 0,36 A/mm² na kontaktni površini vrvnega vodnika in 0,23 A/mm² na kontaktni površini cevnega vodnika,
- kontaktne površine na delih sponk, ki so predvidene za kontakt z vravnimi vodniki, morajo biti obdelane tako, da bo omogočen dober stik med sponko in vodnikom in da bo pri montaži omogočena penetracija kovine skozi oksidirano površino (zareze pravokotno na smer vodnika),
- spončna oprema mora biti konstruirana tako, da bo zagotovljen trajen kontakt med sponko in vodnikom, to je, da bo zagotavljala ustrezno trajno silo, s katero bo sponka pritiskala na vodnik, ne glede na sile, s katero deluje vodnik na sponko (povešanje vravnih vodnikov, raztezanje cevskih vodnikov zaradi temperaturnih sprememb itd.),
- spončna oprema mora biti oblikovana tako, da bo omogočen dober stik med sponko in vodnikom. Zato naj bodo objemni deli sponk, ki potiskajo vodnik k telesu sponke izdelani tako, da bo imel vsak objemni del (cap) samo po dva vijaka.

Vijačni material za spončno opremo:

- vijačni material naj bo s heksagonalnimi glavami v skladu z DIN standardom,
- vijačni material naj bo nerjavni, kakovosti A2-F80 v skladu z ISO 3506 standardom,
- spončna oprema mora biti konstruirana tako, da izpadanje vijakov iz sponk med montažo ne bo možno,
- vijačni material in navoji v spončnem materialu morajo biti prekriti z mazivom, ki zagotavlja vodotesnost vijačne zveze in omogoča zadostno trenje, da ne bo popuščanja pritezne sile vijakov po zaključeni montaži. Mazivo mora prav tako zagotavljati ustrezno zmanjšanje trenja med vijakom in sponko za doseganje ustreznega zateznega momenta,
- vsi vijaki morajo biti opremljeni s podložkami, ki bodo ohranjale površinski tlak glave vijaka na telo sponke.

13.2 Testiranje spončne opreme

Za vsak tip spončne opreme posebej je treba navesti, kateri tipski testi so bili opravljeni. Ob prevzemnem preizkušanju v tovarni (FAT) je treba predložiti kopije tipskih preizkusov oz. kopije najmanj naslednjih tipskih testov za te tipe sponk:

- temperaturni testi pri konstantni tokovni obremenitvi z navedbo standarda,
- spremembe električnih parametrov pri temperaturnem utrujanju materiala,
- test v kratkostičnih razmerah pri zahtevanem toku kratkega stika,
- test koronskih praznjenj z navedbo uporabljenega standarda,
- test mehanske trdnosti z navedbo uporabljenega standarda.

Tipski testi morajo biti izvedeni na spončnem materialu oziroma na sorodnih tipih posameznih sponk oz. priključkov.

Pred dokončno potrditvijo dokumentacije spončne opreme je treba predložiti detajlni program kontrole in preizkušanj med proizvodnjo in po dokončanju le-te, ki mora zajemati:

- kontrolo vhodnih materialov in polproizvodov,
- kontrolo izdelkov med proizvodnjo,
- kontrolo proizvajalca pred predajo pošiljke,
- predlog preverjanj ob prevzemu v tovarni (FAT).

13.3 Dokumentacija spončne opreme

V dokumentaciji je treba priložiti:

- risbe spončnega opreme z razvidnimi tovarniškimi kodami in merami posameznih elementov,
- certifikate in povzetke poročil tipskih testov, ki jim je bil izpostavljen spončni material (za posamezni ali sorodni tip opreme),
- seznam predpisov/standardov, po katerih je spončna oprema izdelana in preizkušena,
- izračun specifične tokovne gostote za vse kontaktne površine,
- specifikacijo aluminijaste zlitine, ki je uporabljena za izdelavo materiala,
- za vsako posamezno sponko ali skupino sorodnih sponk opis postopka, po katerem se spončni material izdeluje,
- opis uporabljene termične obdelave,
- opis kakovosti vijačnega materiala,
- na risbi vsake sponke podatek o velikosti sile vijačenja za vijačni material,
- na risbi vsake sponke mora biti navedena vrednost nazivnega toka in efektivna vrednost kratkostičnega toka za čas trajanja 1 s,
- opis mehanske obdelave kontaktnih površin,
- seznam oznak, s katerim je opremljen vsak del spončne opreme (seznam je lahko na dimenzijski risbi spončne opreme),
- program zagotavljanja kakovosti vhodnih materialov in polproizvodov.

Nekatere dimenzije, kot so izvrtine za pritrditev na priključke visokonapetostnih naprav in podobno, so predmet potrditve družbe ELES.

Vse dimenzijske skice spončne opreme morajo biti predane v elektronski obliki (format PDF in DWG).

14 Pregledi in preizkusi

Preizkušanje naprav formalno potrdi projektne rešitve, konstrukcijo in lastnosti sistema ali naprave. Skladnost s specifikacijami se ugotavlja s preverjanjem analitičnih podatkov, preizkušanjem elementov in demonstriranjem delovanja. Končni prevzem zajema tudi preverjanje dobavljene naprave ter potrditev pravilnosti in completeness dokumentacije.

Poleg tipskih preizkusov naprave, ki so zahtevani v Tehničnih podatkih (glej tabele za posamezne naprave), sta bistvena:

- prevzemno preizkušanje v tovarni in
- prevzemno preizkušanje na objektu.

Vsi preizkusi morajo biti izvedeni po zahtevah IEC/SIST EN standardov, če ni drugače dogovorjeno.

ELES lahko zahteva tudi izvedbo drugih preizkušanj (npr. vodotesnost omarič), ki v tej tipizaciji niso navedena, so pa potrebna za completeness in varnost naprav.

Vse naprave in instrumente, potrebne za izvedbo zahtevanih preizkusov, mora zagotoviti dobavitelj.

14.1 Prevzemni preizkusi v tovarni

Prevzem naprave se opravi v tovarniških prostorih. Tovarniško preizkušanje naprav izvede in overi tovarniška služba za zagotovitev kakovosti (QA/QC) ne glede na morebitno prisotnost predstavnika družbe ELES, ki pa mora biti predhodno o preizkušanjih obveščen. Dobavitelj mora pripraviti vse postopke za tovarniška preizkušanja v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi, zahtevanimi standardi in tehničnimi specifikacijami družbe ELES ter jih posredovati v odobritev. Tovarniška preizkušanja morajo potekati v skladu s temi postopki, kar je izključno naloga dobavitelja. Prav tako je dobavitelj ne glede na odobritev preizkusov od predstavnika družbe ELES še vedno odgovoren za delovanje naprav po vgraditvi.

S tovarniškim preizkušanjem se preveri vse specificirane funkcije naprave v tovarniških pogojih.

Dobavitelj mora vnaprej pripraviti vse potrebne postopke in preizkuse in obvestiti družbo ELES najmanj 20 dni pred pričetkom preizkušanja naprave. Dobavitelj je ob preizkušanju dolžan predložiti potrdila in dokazila o brezhibnosti uporabljene preizkusne opreme, uporabljenih merilnih metod in usposobljenosti svojega osebja.

Vsa odstopanja od zahtevanih vrednosti se dokumentira v dnevniku proizvajalca. Potrebna popravila se prav tako vpiše in opiše ter jih preverijo skupaj predstavniki

družbe ELES in dobavitelja. Pri odstopanjih lahko vodja projekta v imenu družbe ELES zahteva prekinitev in ponovno preverjanje za neustrezne naprave kot tudi za druge funkcijsko navezane module.

Način in postopek preizkušanja predlaga dobavitelj in je predmet potrditve s strani predstavnikov družbe ELES.

14.2 Prezemni preizkusi na objektu

Po končani montaži in pred preizkusnim obratovanjem mora izvajalec elektromontažnih del posamezne naprave preizkusiti, dobavitelj pa mora v primeru težav nuditi podporo/sodelovanje (koordinacija med družbo ELES, proizvajalcem naprav in izvajalcem elektromontažnih del) pri odpravljanju težav. Pred začetkom teh preizkušanj mora dobavitelj posredovati v potrditev vse predvidene postopke prevzemnih preizkušanj na objektu (SAT). Preizkušanje naj se izvede v skladu s standardi IEC/SIST EN ter ob navzočnosti s strani družbe ELES pooblaščne strokovne institucije.

Pri tem je treba upoštevati navodila in predpise proizvajalca naprav, mednarodne standarde, splošno veljavne predpise in zahteve družbe ELES.

Dobavitelj je dolžan na lastne stroške odpraviti vse pomanjkljivosti na sami napravi oziroma pri delovanju naprave, če je pomanjkljivost posledica poškodb pri transportu oz. nepravilnosti same naprave.

Poročila o uspešno opravljenih SAT je skupaj z rezultati preizkusov treba vnesti v tehnični informacijski sistem MAXIMO.

15 Embaliranje in transport

Dobavitelj je dolžan vse naprave ustrezno embalirati tako, da so zaščitene pred morebitnimi poškodbami med transportom do objekta in v objektu ali poškodbami zaradi nepravilne embalaže. Vsak kos embalaže mora biti na dveh nasprotnih straneh vidno označen, oznaka mora vsebovati osnovne podatke o vsebini, masi in z navodili za pravilno ravnanje. Vsi kosi naprave z maso, večjo od 50 kg, morajo biti opremljeni za strojni transport na objektu. Vsi električni deli, ki bi jih lahko poškodovala vlaga, morajo biti v vodotesno zaprti embalaži. Krmilne in pogonske omarice VN naprav morajo zapakirane v pokončnem položaju, da se prepreči morebitni vdor v omarico. Ta mora ustrezno zaščititi napravo v dobi najmanj dveh let. V primeru embalaže iz lesa je treba upoštevati direktivo Evropske komisije 2004/102/ES in mednarodni standard za fitosanitarne ukrepe ISPM-15.

Rezervni deli morajo biti ločeni od ostale opreme v embalaži, ki zdrži skladiščenje najmanj 10 let.

Dobavitelj sam organizira celotno nalaganje, transport in razlaganje naprav in materiala. Pregledati mora možnosti in način transporta težkih in velikih kosov naprave do objekta in v objektu do končnega mesta vgradnje, o čemer mora vsaj tri delovne dni pred transportom natančno obvestiti družbo ELES.

16 Dokumentacija

Dobavitelj mora dostaviti tipske teste, opise, risbe, diagrame, grafe, krivulje in podobne dokumentirane informacije, ki so potrebne za kakovostno vrednotenje ustreznosti naprav in opreme. Pred izdelavo naprave je predložena dokumentacija predmet pregleda in potrditve. Pregled dokumentacije mora biti opravljen v skupno dogovorjenem roku. Popolna dokumentacija, potrjena s strani družbe ELES, je pogoj za uspešno tovarniško prevzemno preizkušanje. V primeru pripomb mora dobavitelj pripombe upoštevati in v določenem roku popravljeno dokumentacijo vrniti v ponoven pregled. Morebitni nesporazumi ali nejasnosti se rešujejo na skupnih sestankih ob prisotnosti pooblaščenih oseb.

V primeru, da se med potekom projekta ugotovi, da so določeni deli dokumentacije pomanjkljivi ali nejasni, se lahko zahteva dopolnitev ali dodatno dokumentacijo. Kljub uskladitvi dokumentacije z družbo ELES dobavitelj ostane polno odgovoren za brezhibno delovanje dobavljene naprave v času garancijske dobe.

Podloge za projektno in tehnično dokumentacijo morajo vsebovati:

- tovarniško dokumentacijo posameznih naprav, ki so v sklopu dobave (npr.: priročniki za namestitev in zagon, priročniki za uporabo, sheme tipskih priključitev, dimenzijske skice, idr.),
- konceptualne rešitve: priključitve vhodov in izhodov; izvedba izklopnih tokokrogov, idr.
- funkcionalne opise delovanja,
- predloge v DWG formatu (videz naprav, notranje povezave naprav idr.).

Dobavitelj mora predati modele vseh VN-naprav v BIM-obliki (.IFC oblika).

Natančnost posameznih modelov in prikazani podatki posameznih naprav se določijo na skupnem sestanku.

17 Literatura

- [1] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Določanje prioritet – rezultati ankete, Dokument: TIP 01/2016, Ljubljana, julij 2016.
- [2] ELES: Tipizacija elektroenergetske opreme v družbi ELES, Interno navodilo za delovanje delovnih skupin. prenosnih elektroenergetskih naprav v družbi ELES, d. o. o.: Interno navodilo za delovanje delovnih skupin, oznaka dokumenta NA K 7.4.1, izdaja 1 KU, 05. 06. 2016.
- [3] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, 110 kV GIS-postroji, Dokument: TIP 04 - GIS/2021, Ljubljana, november 2021.
- [4] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Naprave lastne rabe, Dokument: TIP 05 - NaLR/2023, Ljubljana, junij 2023.
- [5] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Transformator, Dokument: TIP 03 - TR/2023, Ljubljana, september 2023.
- [6] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Daljnovodi, Dokument: TIP 01 - DV/2022, Ljubljana, junij 2022.
- [7] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, 110 kV kablovodi, Dokument: TIP 02 - KV/2019, Ljubljana, julij 2019.
- [8] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Sekundarni sistemi, Dokument: TIP 09 - SeS/2022, Ljubljana, november 2022.
- [9] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, Zaščitna vrv z optičnimi vlakni (OPGW) in optični kabelski sistem (OKS)i, Dokument: TIP 10 – OPGW-OKS/2021, Ljubljana, maj 2021.
- [10] ELES TRM (terminološka obdelava izrazov): Izrazi s področja tipizacije in statistike dogodkov, Dokument: TRM TIP – VNN-STAT-OPGW 01/2021, Ljubljana, maj/junij 2021.
- [11] ELES: Tipizacija prenosnih elektroenergetskih naprav, VN naprave, Dokument: TIP 06 - VNN/2022, Ljubljana, avgust 2022.
- [12] ELES TRM (terminološka obdelava izrazov): Izrazi s področja tipizacije in statistike dogodkov, Dokument: TRM TIP – VNN-STAT-OPGW 01/2021, Ljubljana, maj/junij 2021.

BELEŽKA