

TRIŽILNI ENERGETSKI KABLI 12/20/24 kV

TEHNIČNA SMERNICA ZA MATERIAL IN DOBAVO

ZA INTERNO UPORABO V GIZ DEE



DECEMBER 2013

GIZ TS-3 – TRIŽILNI ENERGETSKI KABLI 12/20/24 kV je izdelala Projektna skupina za tipizacijo distribucije Slovenije, odobrila Delovna skupina za tehnične zadeve in sprejela skupščina GIZ DEE Slovenije na svoji 8_14. seji dne 24.6.2014 s sklepom št. 84/8-14.

ZA INTERNO UPORABO V GIZ DEE

VSEBINA

1	UVOD	3
1.1	SPLOŠNO	3
1.2	POMEN IN VLOGA	3
1.3	NAMEN IN OBMOČJA UPORABE	3
2	REFERENČNI DOKUMENTI	3
2.1	PREDPISI	3
2.2	STANDARDI	3
2.3	SMERNICE IN DRUGI DOKUMENTI	3
3	POMEN IZRAZOV	4
4	TEHNIČNE ZAHTEVE	5
4.1	UPORABA	5
1.1.1	TIPSKI PRESEKI VODNIKOV	5
4.2	OZNAČEVANJE	6
4.3	OZNAKE NA PLAŠČU KABLA	7
4.4	KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE ZA ZGRADBO KABLA	7
4.4.1	VODNIK	8
4.4.2	POLPREVODNA PLAST	8
4.4.1	IZOLACIJA VODNIKA	8
4.4.2	POLPREVODNA PLAST NA IZOLACIJI ŽILE (OKLOP)	8
4.4.3	ZAŠČITNI ZASLON	9
4.4.4	VZDOLŽNA IN PREČNA ZAŠČITA KABLA (TT)	9
4.4.5	PLAŠČ KABLA	9
4.4.6	NAZIVNA TOKOVNA OBREMENITEV TRIŽILNEGA 20 KV KABLA	9
4.4.7	TEHNIČNE SPECIFIKACIJE TRIŽILNIH 20 KV KABLOV	10
5	VPLIV NA OKOLJE	11
6	PREVZEM IN PREIZKUŠANJE	11
7	ZAHTEVANA DOKUMENTACIJA ZA NAROČANJE	12
8	SKLADIŠČENJE	12
9	TRANSPORT	12
10	POSEBNE ZAHTEVE PRI VGRADNJI	12
11	POSEBNE ZAHTEVE PRI VZDRŽEVANJU	13
12	DODATKI	13
12.1	DODATEK A: SKLADIŠČENJE, TRANSPORT ODVIJANJE IN PREVIJANJE	14
12.2	DODATEK B: ZAHTEVE ZA IZOLACIJO VODNIKA IN PLAŠČA KABLA	15
12.3	DODATEK C: IZGLED IN SESTAVA USTREZNIH TŽK	17

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	OZNAKE NA PLAŠČU KABLA	7
SLIKA 2:	IZGLED IN SESTAVA SN TRIŽILNEGA KABLA Z ZASLONOM IZ AL ŽIC	7
SLIKA 3:	IZGLED IN SESTAVA SN TRIŽILNEGA KABLA Z ZASLONOM IZ CU ŽIC	8
SLIKA 4:	PRIMER SKLADIŠČENJA KABLA	14
SLIKA 5:	PRIMER TRANSPORTA KABLA	14
SLIKA 6:	PRIMER ODVIJANJA KABLA Z BOBNA	14
SLIKA 7:	PRIMER PREVIJANJA KABLA IZ BOBNA NA BOBEN	14
SLIKA 8:	ZGRADBA KABLA AXAL TT PRO 12/24 PO [2.2.1] DEL 10-M	17
SLIKA 9:	ZGRADBA KABLA AXLJ – TT 14/24 kV PO [2.2.1] DEL 6-K	17
SLIKA 10:	ZGRADBA KABLA AXLJ – F TT 14/24 kV PO [2.2.1] DEL 10-M	18

KAZALO RAZPREDELNIC

TABELA 1:	MATERIAL IZOLACIJE KABLA IN PRIPADAJOČE TABELE PO STANDARDU [2.2.1]	8
TABELA 2:	MATERIAL PLAŠČA KABLA IN PRIPADAJOČE TABELE PO STANDARDU [2.2.1]	9
TABELA 3:	DEBELINE IN PREMER IZOLACIJE PLAŠČA KABLA ZA TRIŽILNE 12/20 (24) KV KABLE PO [2.2.1]	9
TABELA 4:	TOKOVNA OBREMENITEV TRIŽILNEGA 20 KV KABLA ZA RAZLIČNE TEMPERATURE POLAGANJA VODNIKA V ZEMLJI IN ZRAKU	9
TABELA 5:	ZAHTEVE ZA IZOLACIJO VODNIKA: XLPE PO STANDARDU [2.2.1]	15
TABELA 6:	ZAHTEVE ZA PLAŠČ PE PO STANDARDU [2.2.1]	16

1 UVOD

1.1 SPLOŠNO

Tehnična smernica (TS) Trižilnih 20 kV energetskih kablov je pripravljena na osnovi Tipizacije elektroenergetskih kablov za napetosti 1 kV, 10 kV in 20 kV, obstoječih internih in razpisnih smernic distribucijskih podjetij Slovenije in preizkušene dobre inženirske prakse.

1.2 POMEN IN VLOGA

Tehnična smernica je dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta ali materiala uredi natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, razredi gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe. Poleg tega pa tudi postopke, po katerih je mogoče ugotoviti ali so takšne zahteve izpolnjene.

1.3 NAMEN IN OBMOČJA UPORABE

Tehnična smernica je namenjena enotnim kriterijem za projektiranje, nabavo, gradnjo in vzdrževanje 20 KV kabelskih vodov na območju Gospodarskega interesnega združenja distribucijskih podjetij Slovenije (GIZ).

2 REFERENČNI DOKUMENTI

2.1 PREDPISI

- [2.1.1] Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 –uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popravek in 126/07)
- [2.1.2] Energetski zakon (Uradni list. RS, št. 27/07 – uradno prečiščeno besedilo in 70/08)
- [2.1.3] Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 52/00)
- [2.1.4] Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 50/99, 15/04, 99/04 –UPB, 17/011)
- [2.1.5] Pravilnik o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 27/04, 71/11)
- [2.1.6] Pravilnik o elektromagnetni združljivosti – EMC (Uradni list RS, št. 61/97, 1/00, 61/00, 26/01, 32/02, 132/06)
- [2.1.7] Pravilnik o potrjevanju skladnosti in označevanju gradbenih proizvodov (Uradni list RS, št. 54/2001)
- [2.1.8] Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Ur.l. RS, št. 70/1996)

2.2 STANDARDI

- [2.2.1] SIST HD 620 S2:2010 Distribution cables with extruded insulation for rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to and including 20,8/36 (42) kV - Del 10-M (npr. AXAL), Del 10-K (npr. AXLJ)
- [2.2.2] SIST EN 60228:2005 Vodniki izoliranih kablov
- [2.2.3] SS 424 17 01 Power, control and house wiring cables - National designations (Swedish)
- [2.2.4] SIST EN ISO/IEC 17050-1:2010 Ugotavljanje skladnosti - Dobaviteljeva izjava o skladnosti - 1. del: Splošne zahteve

2.3 SMERNICE IN DRUGI DOKUMENTI

- [2.3.1] Navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV, št. 2090 EIMV, Ljubljana, september 2011

- [2.3.2] Trižilni SN kabli, njihova uporaba v distribucijskih vodih in smernice za pripravo pravilnika o tehničnih normativih za graditev vodov z univerzalnimi in trižilnimi kabli za napetosti od 1 do 35 kV, št. 1652, EIMV, Ljubljana, september 2004
- [2.3.3] Elektromagnetna sevanja električnih naprav in postrojev v naravno in življenjsko okolje, št. 1349 EIMV, Ljubljana, april 1998

3 POMEN IZRAZOV

Povzeto po Slovenskem elektrotehničnem slovarju skladnem s standardom [2.2.2] področje elektroenergetika, Poglavje 461 – Električni kabli.

461 -01: VODNIKI

461-01-01

Vodnik (kabela) - conductor (of a cable)

je del kabla, katerega funkcija je prevajanje električnega toka.

461-01-04

Žila

je osnovni sestavni element kabla. Žilo sestavlja vodnik in ustrezna izolacija.

461-01-07

Večžični vodnik (stranded conductor)

je vodnik iz več žic ali pramenov, od katerih so vsi ali nekateri vijačno sukani.

461-01-14

Kompaktirani vodnik – zgoščeni vodnik (compacted conductor)

je večžični vodnik, pri katerem so vmesni prostori med žicami zmanjšani z mehanskim stiskanjem, vlečenjem, izbiro ustreznega profila žic ali z njihovo ustrezno razporeditvijo.

461 -02: IZOLACIJE

461-02-01

Izolacija (insulation)

je del kabla iz snovi, ki vzdržijo napetostne pogoje.

461-02-02

Izolacija vodnika (conductor insulation)

je izolacija, uporabljena na vodniku ali zaslonu vodnika.

461-02-08

Ekstrudirana izolacija (extruded insulation)

je izolacija iz stisnjene mineralnega prahu.

461-02-12

Omrežena izolacija (cross-linked insulation)

je izolacija iz termoplastične snovi, kopolimera ali zmesi teh snovi, katerih notranja molekularna struktura se spremeni po obdelavi s kemijskimi reakcijami, npr. z omreženjem ali vulkanizacijo, ali s fizikalnimi postopki, npr. z obsevanjem. spojka za spojitve dveh kablov z različnim tipom izolacije.

461 -03: ELEKTRIČNI ZASLONI IN OKLEPI

461-03-01

Zaslon (screen)

je prevodna plast ali več prevodnih plasti, katerih funkcija je oblikovati električno polje v izolaciji. Te plasti omogočajo tudi zgleditev površine na mejah izolacije in tako prispevajo k odpravljanju praznin na teh mejah.

461-03-02

Zaslon na vodniku – notranji zaslon (conductor screen).

Nekovinski in/ali kovinski električni zaslon, ki prekriva vodnik.

461 -06: SPLOŠNO O KABLIIH

461-06-01

Kabel (cable).

Skupek, ki sestoji iz: ene žile ali več žel, morebitnih lastnih prevlek, morebitne skupne zaščite, morebitnih zaščitnih prevlek. Kabel ima lahko tudi en neizoliran vodnik ali več neizoliranih vodnikov.

461–11-14

Večžilni kabel (multicore cable)

Kabel z več kot eno žilo vodnikom.

461–06-06

Kabel s skupnim oklepom (collectively shielded cable).

Večžilni kabel z enim samim oklepom, nameščenim okrog žel koncentrično na os kabla.

461 -14: POVEZOVANJE ZASLONOV (OKLEP – ZAŠČITNI ZASLON)

461–14-02

Posebna povezovanja zaslonov (special bonding of shields).

Metode spajanja in ozemljevanja kovinskih zaslonov enožilnih kablov, da se zmanjšajo vzdolžni tokovi v teh zaslonih, ki jih inducirajo tokovi v vodnikih.

3.1

Nazivni prerez kablanskega vodnika

je vrednost izražena v mm² in se nanaša na vodnik.

3.2

Nazivna tokovna obremenitev kabla

je nazivni tok, ki lahko trajno teče v vodniku kabla določenega tipa v normalnih pogojih, ne da bi se kabel prekomerno segrel.

3.3

TŽK

Trižilni kabel

4 TEHNIČNE ZAHTEVE

4.1 UPORABA

Trižilne kable se uporablja prednostno v naslednjih primerih:

- kjer je prostor v obstoječi kablanski kanalizaciji omejen v izogib gradbenim posegom v kablasko kanalizacijo,
- pri omejenem prostoru zaradi večjega števila ostalih komunalnih vodov,
- za napajalne vode daljših razdalj (nad ca. 10 km),
- ko trasa poteka v stanovanjskih naseljih,
- zaradi zmanjšanja skupnih izgub – manjši inducirani tokovi v zaslonu,
- za trajno polaganje v vodo.

Opomba: za ustreznost nazivne napetosti kabla, glede na ozemljevanje nevtralne točke transformatorja v RTP glej [2.3.2]. Po zagotovilih, izklop do 4 s ne zahteva povečane nazivne napetosti.

1.1.1 TIPSKI PRESEKI VODNIKOV

Uporabljajo se tipski preseki vodnikov TŽK : Al 50*, 95**, 150, 240 mm²

Opomba:

* uporaba samo za radialno napajanje razvojno slabo razvitih področij

** uporaba pri spajanju z GV (goli vodniki) 70 mm²

Tipskim zahtevam ustrezajo naslednji tipi trižilnih kablov, ki so izdelani po standardu [2.2.1], za vsak v nadaljevanju opisan tip.

4.2 OZNAČEVANJE

Oznako kabla sestavlja skupina črk in števil, ki označujejo konstrukcijo kabla od sredine kabla (vodnik) navzven (plašč). Tako označevanje izhaja iz veljavnih standardov [2.2.1], [2.2.1] in [2.2.3]

A X A L TT 3 x 150 / 35 RM 12/20/(24) kV
 --1-- --2-- --3-- --4-- --5-- --6-- -----7----- --8-- -----9-----

1. Vodnik

A	vodnik iz aluminija
B	Vodnik iz aluminijeve zlitine
E	Vodnik iz bakra (razred 1)
F	Vodnik iz večžičnega bakra (razred 2)
J	Vodnik iz jekla
R	Vodnik iz specialno gibljivega bakra (razred 5)
S	Vodnik iz finožičnega bakra (razred 6)

2. Izolacija

C	Izolacija iz impregniranega papirja
D	Izolacija iz gume
E	Izolacija iz propilena
H	Izolacija iz silikona
I	Izolacija iz poliuretana
K	Izolacija iz polivinilklorida (PVC)
L	Izolacija iz polietilena (PE)
X	Izolacija iz omreženega polietilena (XLPE)

3. Zaslona

A	Kovinski ekran iz aluminija
C	Koncentrični bakreni vodnik
F	Pleteni bakreni vodnik
I	Tulec iz poliuretana
J	Kovinski ekran iz armiranega jekla
K	Tulec iz polivinilklorida
L	Tulec iz polietilena
R	Kovinski ekran iz aluminija prevlečen s plastiko
T	Armirano z jekleno žico

4. Lastnosti

B	Uporaba v transportu
E	Težka izvedba
H	Jedro ovito okoli nosilne vrvi
L	Kabel, ki je lahko zakopan v zemljo
J	Plašč iz polietilena

5. Izvedba

E	Težka izvedba
H	Z nosilno vrvo
S	Samonosilna izvedba
TT	Popolna vodna zapora (»FL«)

6. Število žil

7. Nazivni prerez vodnika/zaslona v mm²

8. Oblika vodnika

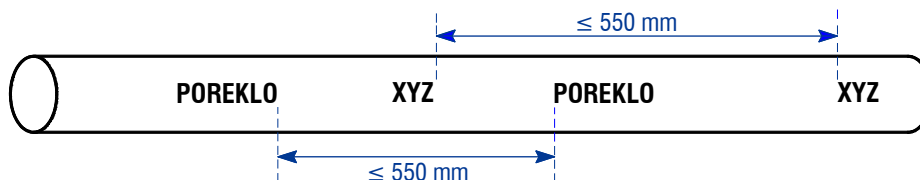
R	okrogel vodnik	E	polni vodnik
		M	večžični vodnik
		F	mehkožičen vodnik

9. Nazivna napetost ($U_0/U/(U_{max})$) 12/20/(24) kV

4.3 OZNAKE NA PLAŠČU KABLA

Oznake kabla v posameznih odsekih so določene, vsaka določena oznaka ni končna in se neprekinjeno nadaljuje, če je razdalja med zadnjo in začetno oznako naslednje enake oznake ne obsega:

- 550 mm, če je oznaka na površini kabla,
- 275 mm, če je oznaka na izolaciji zaščitnega kabla ali na traku zaščitnega kabla.



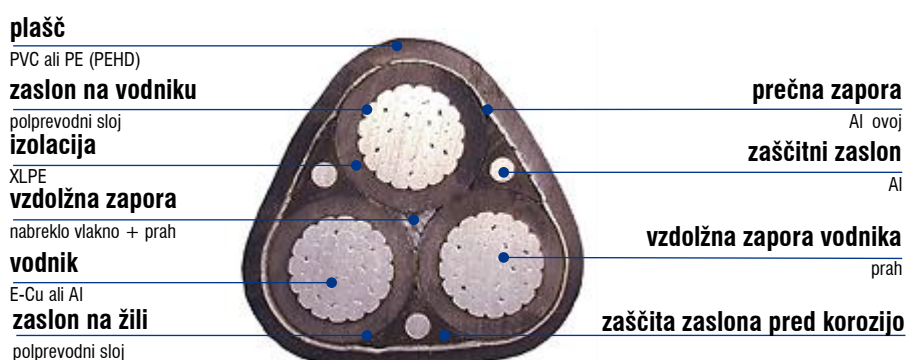
Slika 1: Oznake na plašču kabla

Na plašču kabla morajo biti jasno vidne, neizbrisljive in ponavljajoče naslednje oznake v predvidenih presledkih:

- POREKLO**
 - ime proizvajalca kabla ali njegov zaščitni znak
- XYZ**
 - leto izdelave
 - oznaka konstrukcije kabla po standardu
 - število žil, nazivni prerez vodnika in električne zaščite
 - nazivna napetost kabla
 - tekoče oznake dolžin

4.4 KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE ZA ZGRADBO KABLA

TŽK sestavljajo naslednji deli:



Slika 2: Izgled in sestava SN trižilnega kabla z zaslonom iz Al žic

vodnik

okrogel, večžičen vzdolžno vodotesen (RE)

zaslon na vodniku

ekstrudirana polprevodna plast

izolacija vodnika

XLPE

zaslon na žili vodnika

ekstrudirana polprevodna plast

polnilo**vzdolžna vodotesna zaščita**

poseben prah

zaslon kabela

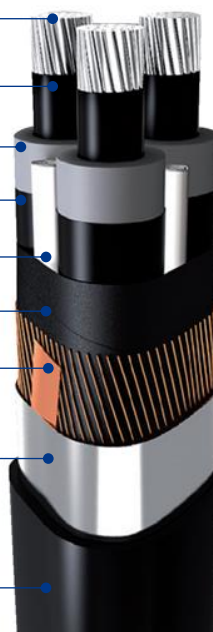
spiralno ovitje Cu žic

prečna vodotesna zaščita

aluminijast ovoj

zunanj plašč kabela

črni polietilen (PE)



Slika 3: Izgled in sestava SN trižilnega kabla z zaslonom iz Cu žic

4.4.1 VODNIK

Vodnik mora imeti obliko valja brez vdolbin in izboklin, kar zagotavlja enakomerno porazdelitev električnega polja. Izdelan je iz več Al žic iz spletenih v vrv vodnika okrogle oblike izdelanega po standardu [2.2.1].

4.4.2 POLPREVODNA PLAST

Polprevodna plast vodnika je običajno tanka ekstrudirana polprevodna polimerna plast debeline od 0,4 do 0,8 mm, ki se tesno prilega notranjemu robu kableske izolacije. Plast ima nalogo odpravljati zračne reže med vodnikom in izolacijo ter zagotavlja nadzorovan potencial napetosti med vodnikom in izolacijo.

4.4.1 IZOLACIJA VODNIKA

Izolacija vodnika po standardu [2.2.1] tabela 2A. Izolacija iz XLPE po suhem postopku. Minimalna debelina izolacije je 4,9 mm, nazivna debelina izolacije 5,5 mm, odstopanje med minimalno in maksimalno debelino izolacije v preseku kabla je 0,7 mm ([2.2.2.] Del 10-M 2-3.2).

Tabela 1: Material izolacije kabla in pripadajoče tabele po standardu [2.2.1]

IZOLACIJA KABLA	Material izolacije kabla:	Tabela
	a) termoplastični material	/
	b) omreženi material:	
	- omrežen polietilen (XLPE)	Tabela 2A

4.4.2 POLPREVODNA PLAST NA IZOLACIJI ŽILE (OKLOP)

Njen namen je, da je zunanost kabla na potencialu oziroma blizu potenciala zemlje. Zagotavlja nadzorovan potencial napetosti med vodnikom in zaščitnim zaslonom ter izloča longitudinalne in tangencialne komponente električnega polja izolacije. Ekstrudirano polprevodno plast na izolaciji žile je možno enostavno sneti.

4.4.3 ZAŠČITNI ZASLON

Zaslon kabla omogoča ozemljitev kablskega sistema, odtekanje elektrine v zemljo in povratno pot za kvarne tokove. Zaslon objema vse tri žile. Zaščitni zaslon je izveden iz:

- Aluminijastih žic, ki so vložene v prevodno polnilo, ki hkrati služi kot protikorozijska zaščita ter so v električnem kontaktu z aluminijasto folijo in zaslonom izolacije vsake žile (Slika 2)
- iz bakrenih Cu žic (Slika 3)

4.4.4 VZDOLŽNA IN PREČNA ZAŠČITA KABLA (TT)

Vzdolžna zaščita kabla je izvedena s pomočjo posebnega prahu in vlaken v vodniku, ki v stiku z vlago nabreknejo in učinkovito preprečujejo vdor vlage med žice vodnika. Za prečno zaščito kabla se uporabi tanka folija (najpogosteje iz aluminija), ki je zlepljena na zunanji plašč in se jo namesti po dolžini kabla za preprečitev vdora vlage in vode.

4.4.5 PLAŠČ KABLA

Plašč kabla mora biti narejen iz polietilena (PE), katerega karakteristike morajo biti v skladu z zahtevami iz standarda [2.2.1] Del 1; Tabela 4B za tip materiala DMP 10, črne barve. PE material se odlikuje po dobri kemični obstojnosti in odličnih elektroizolacijskih lastnostih. Konstrukcija plašča kabla je posebej ojačena z zunanjo tršo plastjo, ki ščiti kabel pred poškodbami in notranjo mehkejšo plastjo, ki zagotavlja elastičnost kabla in absorbira mehanske obremenitve.

Tabela 2: Material plašča kabla in pripadajoče tabele po standardu [2.2.1]

PLAŠČ KABLA	Material plašča kabla:	Tabela
	a) elastomerni material	Tabela 3
	b) termoplastični material:	
	- polietilen (PE)	Tabela 4B

Tabela 3: Debeline in premer izolacije plašča kabla za trižilne 12/20 (24) kV kable po [2.2.1]

število žil in nazivni prerez vodnika/zaslona [mm ²]	debelina plašča min / nominalna [mm]	premer kabla Ø [mm]
3 x 50/16	2,2 / 2,8	≈56
3 x 95/25	2,4 / 3,0	≈63
3 x 150/35	2,6 / 3,2	≈70
3 x 240/50	2,8 / 3,5	≈81




4.4.6 NAZIVNA TOKOVNA OBREMNITEV TRIŽILNEGA 20 kV KABLA

Tokovno obremenitev kabla je potrebno omejiti tako, da se sproščena toplotna energija v kablu z vseh mest vzdolž kabla odvaja v okolico. Pri projektiranju je potrebno upoštevati, da je odvod temperature odvisen od konstrukcije in dimenzije kabla, vrste toka in napetosti, od temperature sredstva v katerem je kabel položen in od toplotne upornosti tega sredstva.

Tabela 4: Tokovna obremenitev trižilnega 20 kV kabla za različne temperature polaganja vodnika v zemlji in zraku

Maksimalne obremenitve kabla (A) Presek vodnikov v (mm ²)	Polaganje v zemlji 15 °C pri temperaturi vodnikov		Polaganje na zraku 25 °C pri temperaturi vodnikov		Enosekundni kratkostični tok (kA)	
	65 °C	90 °C	65 °C	90 °C	vodniki	ekran
3 x 50/16	145 A	170 A	130 A	160 A	4,7	3,2
3 x 95/25	205 A	240 A	190 A	230 A	9,0	5,0
3 x 150/35	260 A	310 A	250 A	305 A	14,2	5,0
3 x 240/50	340 A	400 A	330 A	400 A	22,7	7,0

4.4.7 TEHNIČNE SPECIFIKACIJE TRIŽILNIH 20 kV KABLOV

Nazivni prerez mm ²		50	95	150	240
Vodnik		Okrogla žica, kompaktna klasa 2			
Material prevodnika	[2.2.1]	Al 99,5%	Al 99,5%	Al 99,5%	Al 99,5%
Premer vodnika (mm)		7,8	11,2	14	18,0
Najmanjša vrednost debeline notranje polprevodne plasti vodnika (mm)		0,3	0,3	0,3	0,3
Debelina XLPE izolacije, nazivna vrednost (mm)		5,5	5,5	5,5	5,5
Debelina izolacije, srednja vrednost (mm)		5,5	5,5	5,5	5,5
Debelina izolacije, minimalna vrednost (mm)		4,9	4,9	4,9	4,9
Razlika med max. in min. debelino izolacije (mm)		≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7
Premer preko izolacije, najmanjša vrednost (mm)*		18,2	21,6	24,4	28,4
Premer preko izolacije, največja vrednost (mm)*		21	24,4	27,2	31,2
Najmanjša vrednost debeline zunanje polprevodne plasti vodnika (mm)		0,3	0,3	0,3	0,3
Največja vrednost debeline zunanje polprevodne plasti vodnika (mm)		0,6	0,6	0,6	0,6
Min. nazivni presek zaščitnega zaslona (mm ²) za Al (Cu)		25(16)	25(16)	35(25)	35(25)
Skupni ekran z ohmsko upornostjo max: (Ω/km)		1,2	1,2	0,8	0,8
Debelina črnega PE plašča, nazivna/minimalna vrednost (mm)		2,8/2,2	3/2,4	3,2/2,6	3,5/2,8
Zunanji premer, najmanjša vrednost (mm)*		51	55	61	70
Zunanji premer, največja vrednost (mm)*		56	63	70	81
Masa kabla (kg/km)*		<2000	<2300	<3500	<4300
Najmanjši radij zvijanja – 12×D (cm)		58	66	72	84
Dovoljena natezna sila (kN)	vodniki	4,5	8,6	13,5	21,6
	plašč	11,5	15	18	24,5
Nazivna napetost U ₀ /U (kV)		12/20	12/20	12/20	12/20
Največja trajno dovoljena obratovalna napetost U _m (kV)		24	24	24	24
Največji upor vodnika pri 20 °C		0,641	0,320	0,206	0,125
Obratovalna kapacitivnost (°F/km)		0,16	0,19	0,24	0,29
Kapacitivni tok (A/km)		2,0	2,5	2,9	3,5
Obratovalna induktivnost (mH/km)		0,38	0,35	0,32	0,30
Tok kratkega stika vodnika (kA) / 1s, 90/250 °C		4,7	9	14,2	22,7
Tokovna obremenitev v zemlji (A) pri temp.vod. 90°C		170	240	310	400
Tokovna obremenitev v zraku (A) pri temp.vod. 90°C		160	230	305	400
Vzdolžna in prečna vodotesnost					
Delovna temp. (°C)		-30 ÷ 70	-30 ÷ 70	-30 ÷ 70	-30 ÷ 70
Min. temp. polaganja (°C)		-20	-20	-20	-20

*okvirne vrednosti

5 VPLIV NA OKOLJE

Proizvodnja srednje napetostnih kablov vpliva na okolje. Proizvajalec kablov mora imeti vzpostavljen in ustrezno vzdrževan sistem vodenja kakovosti proizvodnje, ki izpolnjuje zahteve standarda ISO 14001.

Kablovodi v obratovanju so tudi vir elektromagnetnega sevanja. Meritve elektromagnetnega sevanja za srednje napetostni nivo distribucijskega omrežja, nikjer niso dosegle najstrožje mejne vrednosti za bivalno okolje [2.3.3], ki jih določa uredba [2.1.8].

6 PREVZEM IN PREIZKUŠANJE

Prevzem izdelanih kablov se izvaja pri proizvajalcu na naslednji način:

- a) **Vizualni pregled** zunanje površine ter izmera dimenzij delov SN kablov vzetih iz pripravljenih bobnov za prevzem:
 - Kontrola dimenzije kabla ter izolacije,
 - Pregled skladiščenja,
 - Pregled označevanja.
- b) **Pri prevzemu je proizvajalec dolžan pokazati** tudi naslednje:
 - Tehnične podatke o vodnikih,
 - Projekt izdelave vodnika,
 - Dokazila o uporabljenih materialih pri izdelavi vodnika,
 - Dokazila o medfaznih kontrolah,
 - Poročilo o tipskem preizkušanju neodvisne institucije,
 - Poročilo o vseh rezultatih testiranj.
- c) **Prevzemni preizkus** se izvede na način kosovnega testa pri proizvajalcu tako, da se iz zaloge končanega kabla, ki je pripravljen za prevzem vzame 10 m kos iz naključno izbranega bobna ter se ga preizkusi po določilih standarda [2.2.1] za kosovni preizkus. Če je rezultat preizkusa negativen, se vzame naslednjih 10 m iz naslednjega naključno izbranega bobna in spet preizkusi. Če je tudi ta rezultat negativen, se smatra, da je celo naročilo nekvalitetno in se prevzema ne izvede.
- d) **Poročilo o kosovnem preskusu** mora vsebovati naslednje podatke:
 - Tip vodnika, registrsko številko in leto proizvodnje,
 - Naziv proizvajalca,
 - Naziv naročnika,
 - Datum in kraj preizkušanja,
 - Ime preizkuševalca,
 - Listo naprav za preizkušanje,
 - Risbo preseka vodnika z osnovnim dimenzijami ter razporedom opreme za preizkušanje,
 - Tabelami pregleda izmerjenih parametrov.

Posebno pa:

 - Meritve električne upornosti vodnika,
 - Obvezna napetostna preizkušanja,
 - Meritve parcialnih praznitev po standardu,
 - Meritve izolacijskega toka po standardu,
 - Meteorološke podatke o okolici v času preizkušanja,
 - Zaključek preizkušanja (negativen, pozitiven).
 - Kvaliteta tekoče proizvodnje se dokazuje z Izjavo proizvajalca, da so kabli izvedeni po določilih iz tehnične mape, ter da so vgrajeni materiali v mejah kvalitete zahtevane v tehnični mapi.

- e) Pri prevzemu **je dobavitelj dolžan** izročiti ter nuditi:
- Izjavo o skladnosti proizvoda,
 - Garancijski list z rokom garancije skladnim s podpisano pogodbo o dobavi,
 - Garancijski list mora vsebovati;
 - Tip in registrsko številko serije vodnika
 - Datum proizvodnje
 - Navodilo za nakladanje in razkladanje, transport ter vgradnjo in montažo v slovenščini
- f) Pri prevzemu **je naročnik dolžan** preveriti skladnost dobavljenega blaga z naročilom in v primeru neskladnosti materiala le tega zavrniti.
- g) Audit pri proizvajalcu je kontrola skladišča, strojev, proces izdelave, testiranje, skladišča ter jih primerja z zahtevami te smernice. Izdelava se zapisnik o ogledu.

7 ZAHTEVANA DOKUMENTACIJA ZA NAROČANJE

Pri naročanju, mora dobavitelj dostaviti naslednjo dokumentacijo:

- a) Risba prereza kabla s tehničnim opisom in karakteristikami,
- b) Izjava o skladnosti proizvajalca,
- c) Certifikat in celotno poročilo o tipskem preizkušanju s strani neodvisnega in akreditiranega laboratorija v EU (v elektronski obliki na zgoščenki),
- d) Garancijski pogoji, minimalna garancijska doba je vsaj 24 mesecev po dobavi,
- e) Tehnična ponudba mora biti oddana tudi v elektronski obliki (MS WORD, PDF,..) na zgoščenki in identična s ponudbo.

8 SKLADIŠČENJE

Kable je potrebno skladiščiti na pokritem mestu in zavarovati pred direktnimi sončnimi žarki, atmosferskimi vplivi in možnostjo poškodb. Skladiščiti se morajo na ustreznih bobnih, ki naj ne ležijo na boku. Glej dodatek A.

9 TRANSPORT

Transport kablov se izvaja na lesenih kolutih s premerom jedra,

$$\varnothing = 16 \cdot D_{kablata}$$

Na vsakem lesenem kolutu mora biti etiketa z naslednjimi podatki:

- Ime proizvajalca,
- Oznaka tipa in preseka (mm²),
- Dolžina (m),
- Standard, predpis,
- Identifikacijska številka koluta,
- Številka naročila,
- Bruto in neto teža (kg)

Pakiranja so v standardnih dolžinah 500 in 1000 m, oz. po želji naročnika. Konci kabla morajo biti pritrjeni na kolutih in zaščiten z gumijastimi kavicami. Transport se vrši s tovornim vozilom z dvigalom ter ustrezno prikolico za transport kablov. Glej dodatek A.

10 POSEBNE ZAHTEVE PRI VGRADNJI

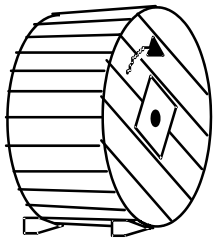
Pri polaganju kablov moramo uporabljati navodila [2.3.1], veljavne standarde ter navodila proizvajalcev.

1 1 POSEBNE ZAHTEVE PRI VZDRŽEVANJU

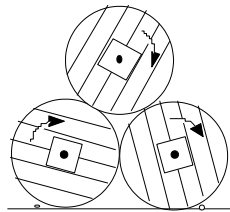
Skladno z navodili za vzdrževanje SODO.

1 2 DODATKI

1 2.1 DODATEK A: SKLADIŠČENJE, TRANSPORT ODVIJANJE IN PREVIANJE



Boben postavimo pokončno in ga z zagozdami pod stranicami bobna utrdimo da se ne premika.

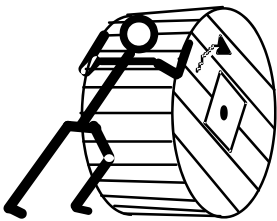


Samo bobni z zaščitnimi deščicami se lahko zlagajo en vrh drugega z naleganjem na stranice bobna.

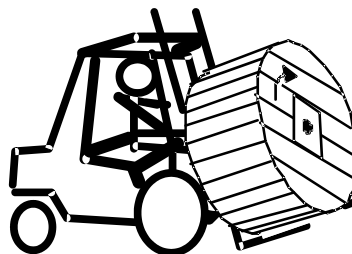


Boben ne sme biti položen vodoravno na stranice

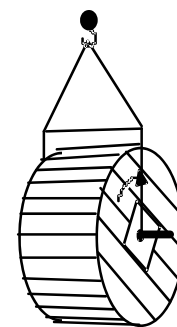
Slika 4: Primer skladiščenja kabla



Premik bobna je mogoč samo v smeri puščice (smeri navijanja kabla)

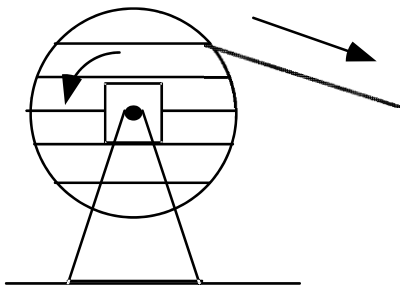


Boben lahko dvignemo z viličarjem ali



avtodvigalom

Slika 5: Primer transporta kabla

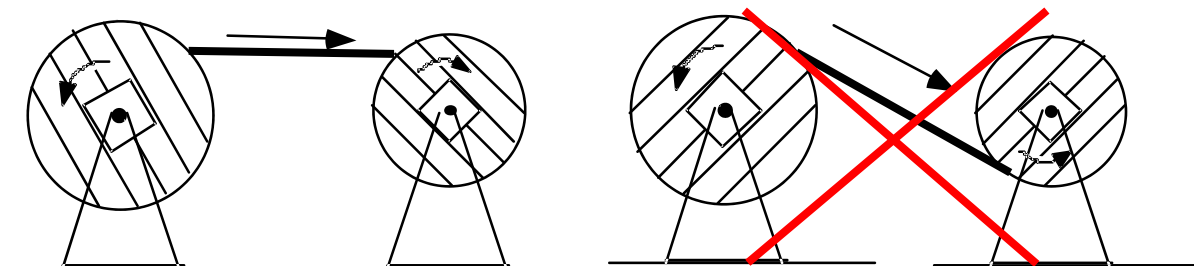


Odvijanje kabla v tej smeri



PREPOVEDANO

Slika 6: Primer odvijanja kabla z bobna



DOVOLJENO

PREPOVEDANO

Slika 7: Primer previjanja kabla iz bobna na boben

1 2.2 DODATEK B: ZAHTEVE ZA IZOLACIJO VODNIKA IN PLAŠČA KABLA

Tabela 5: Zahteve za izolacijo vodnika: XLPE po standardu [2.2.1]

Sestava, tip, maksimalna obratovalna temperatura	DIX-11, XLPE, 90°C
Mehanske lastnosti	
<i>- Pred staranjem vzorca</i>	
Minimalna natezna sila.....	12,5 N/mm ²
Minimalen raztezek ob pretrganju.....	200 %
<i>- Po staranju vzorca</i>	
Temperatura.....	135 °C
Trajanje T1.....	168 h
Minimalna natezna sila.....	-
Maksimalna variacija (T1/T0).....	±25 %
Minimalen raztezek ob pretrganju.....	-
Maksimalna variacija T1/T0.....	±25 %
<i>- Po staranju celotnega kabla (nekontaminiran test)</i>	
Temperatura.....	100 °C
Trajanje T1.....	-
Trajanje T2.....	168 h
Minimalna natezna sila.....	-
Maksimalna variacija T2/T0.....	±25 %
Maksimalna variacija T2/T1.....	-
Minimalen raztezek ob pretrganju.....	-
Maksimalna variacija T2/T0.....	±25 %
Maksimalna variacija T2/T1.....	-
Fizične in kemične lastnosti	
<i>- Preizkušanje pri višjih temperaturah (hot set test)</i>	
Temperatura.....	200 °C
Trajanje.....	0,15 h
Mehanska napetost.....	0,2 N/mm ²
Maksimalni raztezek pod obremenitvijo.....	175 %
Maksimalni residualni raztezek.....	15 %
<i>- Vpojnost vode (water absorption)</i>	
Temperatura.....	-
Trajanje.....	-
a.) Maksimalno nihanje mase.....	-
b.) Z enosmerno napetostjo.....	-
<i>- Test krčenja (shrinkage test)</i>	
Temperatura.....	130 °C
Trajanje.....	6 h
Maksimalna krčitev.....	4 %

Tabela 6: Zahteve za plašč PE po standardu [2.2.1]

Sestava, tip, maksimalna obratovalna temperatura	DMP 10, PE, 90°C
Mehanske lastnosti	
<i>- Pred staranjem vzorca</i>	
Minimalna natezna sila.....	10 N/mm ²
Minimalen raztezek ob pretrganju.....	300 %
<i>- Po staranju vzorca</i>	
Temperatura.....	100 °C
Trajanje T1.....	240 h
Minimalna natezna sila.....	-
Maksimalna variacija (T1/T0).....	-
Minimalen raztezek ob pretrganju.....	300 %
Maksimalna variacija T1/T0.....	-
<i>- Po staranju celotnega kabla (nekontaminiran test)</i>	
Temperatura.....	100 °C
Trajanje T1.....	-
Trajanje T2.....	168 h
Minimalna natezna sila.....	-
Maksimalna variacija T2/T0.....	-
Maksimalna variacija T2/T1.....	-
Minimalen raztezek ob pretrganju.....	300 %
Maksimalna variacija T2/T0.....	-
Maksimalna variacija T2/T1.....	-
Fizične in kemične lastnosti	
<i>- (pressure test at high temperature)</i>	
Temperatura.....	90 °C
Trajanje.....	6 h
Koeficient k.....	0,7
Maksimalna globina zareze.....	50 %
<i>- Vsebnost črnega karbona (carbon black content)</i>	
	≥2
<i>- Shore D-hardness</i>	
Minimalna.....	-
Fizične in kemične lastnosti (zaključek)	
<i>- Odpornost pred pokanjem</i>	
Zahteve.....	-
Trajanje.....	-

1 2.3 DODATEK C: IZGLLED IN SESTAVA USTREZNIH TŽK

vodnik

okrogel, večžičen vodotesen (RE)

zaslon na vodniku

ekstrudirana polprevodna plast

izolacija vodnika

XLPE

zaslon na žili vodnika

ekstrudirana polprevodna plast

zaslon kabla

antikorozijsko zaščiteno Aluminij

vzdolžna vodotesna zaščita

poseben prah

prečna vodotesna zaščita

aluminijast ovoj

zunanji plašč kabla

črni polietilen (PE)



Slika 8: Zgradba kabla AXAL TT PRO 12/24 po [2.2.1] del 10-M

vodnik

okrogel, večžičen vodotesen (RE)

zaslon na vodniku

ekstrudirana polprevodna plast

izolacija vodnika

XLPE

zaslon na žili vodnika

ekstrudirana polprevodna plast

vzdolžna vodotesna zaščita

poliesterski trak in voodporni trak

zaslon kabla

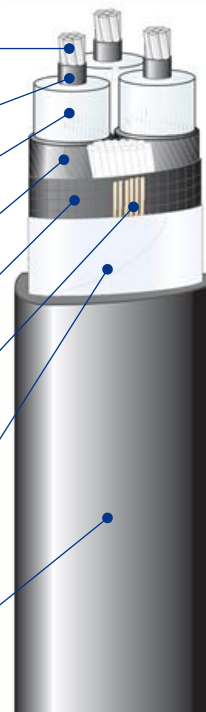
Cu žice

prečna vodotesna zaščita

aluminijast ovoj

zunanji plašč kabla

črni polietilen (LLD PE)



Slika 9: Zgradba kabla AXLJ – TT 14/24 kV po [2.2.1] del 6-K

vodnik

okrogel, večžičen vodotesen (RE)

zaslon na vodniku

ekstrudirana polprevodna plast

izolacija vodnika

XLPE

zaslon na žili vodnika

ekstrudirana polprevodna plast

polnilo

vzdolžna vodotesna zaščita

poseben prah

zaslon kabela

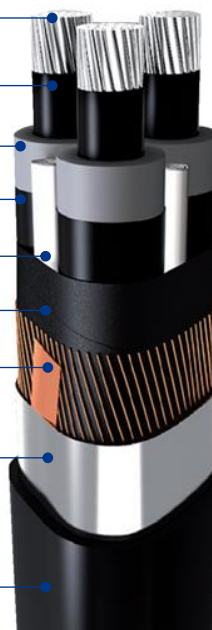
spiralno ovičje Cu žic

prečna vodotesna zaščita

aluminijast ovoj

zunanji plašč kabela

črni polietilen (PE)



Slika 10: Zgradba kabla AXLJ – F TT 14/24 kV po [2.2.1] Del 10-M