

SN UNIVERZALNI ENERGETSKI KABLI 12/20/24 kV

TEHNIČNA SMERNICA ZA MATERIAL IN DOBAVO

ZA INTERNO UPORABO V GIZ DEE



Elektro Celje, d.d.



elektro
gorenjska



ELEKTRO
LJUBLJANA



ELEKTRO MARIBOR



Elektro Primorska

FEBRUAR 2015

GIZ TS-10 – SN UNIVERZALNI 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 6_15. seji, dne 13.7.2015, s sklepom št. 67/6-15.

ZA INTERNO UPORABO V GIZ DEE

VSEBINA

1	UVOD	4
1.1	SPLOŠNO	4
1.2	POMEN IN VLOGA	4
1.3	NAMEN IN OBMOČJA UPORABE	4
2	REFERENČNI DOKUMENTI	4
2.1	PREDPISI	4
2.2	STANDARDI	4
2.3	SMERNICE IN DRUGI DOKUMENTI	5
3	POMEN IZRAZOV	5
4	TEHNIČNE ZAHTEVE	6
4.1	UPORABA	6
4.1.1	TIPSKI PRESEKI VODNIKOV	7
4.2	OZNAKE NA PLAŠČU KABLA	7
4.3	OZNAČEVANJE	8
4.4	KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE ZA ZGRADBO KABLA	9
4.4.1	VODNIK	11
4.4.2	POLPREVODNA PLAST VODNIKA	11
4.4.1	IZOLACIJA VODNIKA	11
4.4.2	POLPREVODNA PLAST NA IZOLACIJI ŽILE (OKLOP)	11
4.4.3	ZAŠČITNI ZASLON	12
4.4.4	VZDOLŽNA VODNA ZAŠČITA VODNIKA	12
4.4.5	PLAŠČ KABLA	12
4.4.6	NAZIVNA TOKOVNA OBREMENITEV UNIVERZALNIH KABLOV	12
4.4.7	TEHNIČNE SPECIFIKACIJE UNIVERZALNIH 20 kV KABLOV	12
5	VPLIV NA OKOLJE IN VZD	13
6	ZAHTEVANA DOKUMENTACIJA ZA NAROČANJE	13
7	PREVZEM IN PREIZKUŠANJE	13
8	SKLADIŠČENJE	14
9	TRANSPORT	14
10	POSEBNE ZAHTEVE PRI VGRADNJI	15
10.1	PREHOD KABLOV, IZVEDBA ODGEPOV IN SPAJANJE	15
10.2	POLAGANJE KABLA V ZEMLJO	15
10.3	PROJEKTIRANJE NADZEMNEGA VODA	15
10.4	MONTAŽA NADZEMNEGA VODA	15
11	POSEBNE ZAHTEVE PRI VZDRŽEVANJU	16
12	DODATKI	16
12.1	DODATEK A: SKLADIŠČENJE, TRANSPORT ODVIJANJE IN PREVIJANJE	17
12.2	DODATEK B: TEHNIČNI PODATKI UK	18
12.2.1	UNIVERZALNI SN KABEL S SAMONOSNIMI VODNIKI	18
12.2.2	UNIVERZALNI SN KABEL Z NOSILNO JEKLENO VRVJO	18
12.3	DODATEK C: NAPOTKI IN OPREMA PRI PROJEKTIRANJU	20
12.4	DODATEK D: TIPIČNI NAČINI MONTAŽE	21
12.5	DODATEK E: POVESNE TABELE	26
12.5.1	EXCEL 3X10/10 24 kV	26
12.5.2	FXCEL 3X16/10 24 kV	26
12.5.3	BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3X70/16 24 kV	27
12.5.4	BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3X95/25 24 kV	27
12.6	DODATEK F: SLIKOVNI PRIMERI IZVEDB MONTAŽE	28

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	OZNAKE NA PLAŠČU KABLA	7
SLIKA 2:	IZGLED IN SESTAVA UNIVERZALNIH KABLOV S SAMONOSILNIMI VODNIKI FXCEL (LEVO), EXCEL (DESNO)	9
SLIKA 3:	IZGLED IN SESTAVA UNIVERZALNEGA KABLA S SAMONOSILNIMI VODNIKI TIP BXCEL (NPR. KOT AXCES™)	10
SLIKA 4:	IZGLED IN SESTAVA UNIVERZALNEGA KABLA Z NOSILNO VRVJO AXCL-H	10
SLIKA 5:	POSTAVITEV BOBNA NA VIŠJE LEŽEČE MESTO (LEVO) IN PRIPOROČENA SMER VLEKE KABLA PRI RAZGIBANI TRASI (DESNO)	15
SLIKA 6:	PRIKROJITEV KONCA KABLA PRED NAMESTITVIJO VLEČNE NOGAVICE	16
SLIKA 7:	PRIMER SKLADIŠČENJA KABLA	17
SLIKA 8:	PRIMER TRANSPORTA KABLA	17
SLIKA 9:	PRIMER ODVIJANJA KABLA Z BOBNA	17
SLIKA 10:	PRIMER PREVIJANJA KABLA IZ BOBNA NA BOBEN	17
SLIKA 11:	PRIMER NOSILNEGA VAROVALNEGA VPETJA SAMONOSILNEGA KABLA	21
SLIKA 12:	PRIMER ZATEZNO – RAZBREMENILNEGA (KOTNEGA) VPETJA SAMONOSILNEGA KABLA	21
SLIKA 13:	PRIMER IZVEDBE ZATEZNO RAZBREMENILNEGA (KOTNEGA) OBEŠANJA Z REZERVO KABLA	22
SLIKA 15:	PRIMER IZVEDBE ZATEZNO KOTNEGA OBEŠANJA NA LESENEM DROGU	23
SLIKA 16:	PRIMER IZVEDBE KONČNEGA VPETJA KABLA OB PREHODU V TLA	24
SLIKA 17:	PRIMER IZVEDBE KABELSKE SPOJKE V RAZPETINI	24
SLIKA 18:	PRIMER IZVEDBE KABELSKE SPOJKE NA RAZBREMENILNEM OPORIŠČU	25
SLIKA 19:	IZVEDBA PRIKLOPA NA LOČILNIKU (LEVO) IN IZVEDBA PRIKLOPA NA STEBRNI POSTAJI (DESNO)	28
SLIKA 20:	PREHOD V ZEMLJO (LEVO) IN ZAŠČITA KABLA OB PREHODU V ZEMLJO (DESNO)	28
SLIKA 21:	PRIMER IZVEDBE KABELSKE SPOJKE NA RAZBREMENILNEM OPORIŠČU	29
SLIKA 22:	PREHOD KABLA V GV Z ODVODNIKI PRENAPETOSTI (LEVO) IN IZVEDBA KABELSKE SPOJKE NA DROGU (DESNO)	29

KAZALO RAZPREDELNIC

TABELA 1:	MATERIAL IZOLACIJE KABLA IN PRIPADAJOČE TABELA PO STANDARDU [2.2.1]	11
TABELA 2:	MINIMALNE NOMINALNE DEBELINE IN PREMER IZOLACIJE PLAŠČA KABLA ZA TRIŽILNE UNIVERZALNE 12/20 (24) kV KABLE	12
TABELA 3:	DIMENZIJE – MEJNE VREDNOSTI - VARIANTE S SAMONOSILNIMI VODNIKI	18
TABELA 4:	ELEKTRIČNI PODATKI – MEJNE VREDNOSTI - VARIANTE S SAMONOSILNIMI VODNIKI	18
TABELA 5:	MAKSIMALNE OBREMENTIVSKE PO IEC 287 - VARIANTE S SAMONOSILNIMI VODNIKI	18
TABELA 6:	DIMENZIJE – MEJNE VREDNOSTI - VARIANTE Z NOSILNO JEKLENO VRVJO	18
TABELA 7:	ELEKTRIČNI PODATKI – MEJNE VREDNOSTI - VARIANTE Z NOSILNO JEKLENO VRVJO	18
TABELA 8:	MAKSIMALNE OBREMENTIVSKE PO IEC 287 - VARIANTE S SAMONOSILNIMI VODNIKI	19
TABELA 9:	MONTAŽNA POVESNA TABELA ZA KABEL EXCEL 3×10/10 24 kV	26
TABELA 10:	POVESNA TABELA ZA PROJEKTIRANJE ZA KABEL EXCEL 3×10/10 24 kV	26
TABELA 11:	MONTAŽNA POVESNA TABELA ZA KABEL FXCEL 3×16/10 24 kV	26
TABELA 12:	POVESNA TABELA ZA PROJEKTIRANJE ZA KABEL FXCEL 3×16/10 24 kV	26
TABELA 13:	MONTAŽNA POVESNA TABELA ZA KABEL BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3×70/16 24 kV	27
TABELA 14:	POVESNA TABELA ZA PROJEKTIRANJE ZA KABEL BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3×70/16 24 kV	27
TABELA 15:	MONTAŽNA POVESNA TABELA ZA KABEL BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3×95/25 24 kV	27
TABELA 16:	POVESNA TABELA ZA PROJEKTIRANJE ZA KABEL BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3×95/25 24 kV	27

1 UVOD

1.1 SPLOŠNO

Tehnična smernica (TS) SN Univerzalni energetske kabli 12/20/24 kV je pripravljena na osnovi obstoječih internih in razpisnih smernic distribucijskih podjetij Slovenije, preizkušene dobre inženirske prakse in prilagojena zadnjemu stanju tehnike.

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 kabelskih vodov s SN Univerzalnimi energetskimi kabli 12/20/24 kV na območju Gospodarskega interesnega združenja distribucijskih podjetij Slovenije (GIZ DEE).

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 (ZTZPUS-1) (Uradni list RS 17/11)
- [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)
- [2.1.9] Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev nadzemnih elektroenergetskih visokonapetostnih vodov izmenične napetosti 1 kV do 400 kV (Uradni list RS, št. 17/14)

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
- [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)
- [2.2.6] 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] EIMV, ref.št. 1195: Uvajanje nadzemnih izoliranih vodov v elektroenergetsko omrežje Slovenije.
- [2.3.4] 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 (compact 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 stisnjenega 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 zglatitev 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 KABLIH

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

3.4

Nazivna napetost kabla

je največkrat podana v obliki $U_0 / U / (U_m)$, (fazna napetost / medfazna napetost (najvišja medfazna napetost)).

3.5

Univerzalni kabel (UK)

je trižilni energetski kabel, ki se ga uporablja za nadzemno montažo (montažo na drogove) ali polaganje v zemljo ali vodo.

3.6

AXCES™

komercialna oznaka kabla

4 TEHNIČNE ZAHTEVE

4.1 UPORABA

SN univerzalni energetski kabli se uporabljajo za izgradnjo SN omrežja, namenjeni pa so bolj prostozračni izvedbi kot polaganju v zemljo. Predvsem se predvideva uporaba univerzalnih kablov na krajših odsekih preko hribovitih gozdnih področij, saj nam omogoča ožje poseke in daljše razpetine med drogovi (Glej TS-8 Usmeritve za gradnjo podzemnih kablinskih vodov). Zaradi enostavnega prehoda in spajanja s klasičnimi sredjenapetostnimi kabli, se za daljše dolžine trase polaganja v zemljo le izjemoma predvideva uporaba univerzalnega kabla.

SN univerzalni energetski kabli s tipskimi prerezi (glej Dodatek B) se uporabljajo v naslednjih primerih:

- na krajših trasah, ki potekajo preko prostranih težko dostopnih gozdov z neugodno reliefno konfiguracijo ali geološko sestavo, ki ne omogoča enostavnega polaganja v zemljo in kjer bi bila obratovalna zanesljivost nadzemnega voda z golimi vodniki močno zmanjšana zaradi pogostih zemeljskih stikov ob dotikih vej in padcev dreves na daljnovod,
- na terenih s slabo prevodnostjo tal (uporaba UK z nosilno jekleno vrvjo, kjer se jo lahko uporablja kot ozemljitveni vodnik, z možnostjo ozemljitve na vsakem drogu),
- pri rekonstrukcijah obstoječih nadzemnih vodov,
- pri večkratnem prehodu voda zrak/zemlja zaradi neurejenih lastniških razmerij zemljišč
- kjer kabelska trasa ne omogoča polaganja klasičnega kabla v zemljo na celotni dolžini oziroma bi bilo polaganje na delu trase ekonomsko neupravičeno (5. kategorija zemljišča ali več),
- za snovanje dvosistemskega voda z obežanjem na obstoječ vod z golimi vodniki brez mehanske ojačitve,
- za snovanje priključnega voda za TP po NN obstoječem vodu,
- kjer je problem s prostorom, EM sevanjem, križanjih stanovanjskih objektov (nevarno približevanje golih vodnikov stavbam), za začasno napajanje na gradbiščih.
- kot začasne povezave v času havarij.

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

4.1.1 TIPSKI PRESEKI VODNIKOV

Kabli morajo biti preseki, ki so skladni s prenosnimi zmogljivostmi obstoječih sredjenapetostnih vodov.

Uporabljajo se tipski preseki vodnikov : Cu 10*, 16* mm², Al 95, AlMgSi 70, 95 mm²

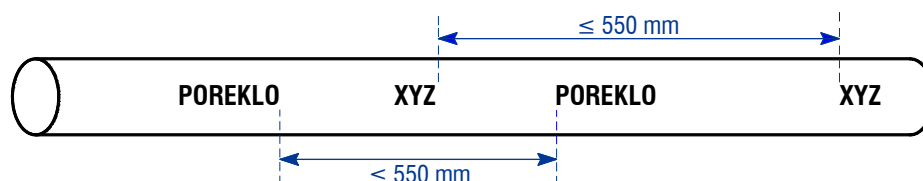
Opomba:

* uporaba samo za radialno napajanje razvojno slabo razvitih področij

4.2 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

4.3 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] in [2.2.3]

E X C E L 3 x 10 / 10 12/20/(24) kV
 --1-- --2-- --3-- --4-- --5-- --6-- -----7----- -----8-----

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 etil propilena (EPR)
H	Izolacija iz silikona
I	Izolacija iz poliuretana (PU)
K	Izolacija iz polivinilklorida (PVC)
L	Izolacija iz polietilena (PE)
O	Izolacija iz Kloroprena
T	Izolacija iz PTFE
V	Izolacija iz gume brez zunanjega plašča
X	Izolacija iz omreženega polietilena (XLPE)

3. Zaslon ali drugi deli zgradbe kabla

A	Kovinski ekran iz aluminijastega traku
C	Koncentrični bakreni vodnik
F	Zaslon iz pletenega bakrenega vodnika (pletence)
I	Plašč iz poliuretana
J	Kovinski ekran iz armiranega jekla
K	Plašč iz polivinilklorida
L	Plašč iz polietilena
O	Plašč iz Kloroprena
R	Kovinski ekran iz aluminija prevlečen s plastiko
T	Armirano z jekleno žico
U	Brez zunanjega plašča
V	Plašč iz etil propilena (EPR)
X	Plašč iz PVC-ja ovalnega prereza

4. Lastnosti ali uporaba kabla

B	Uporaba v transportu
E	Težka izvedba
F	Zaslon iz Cu ali Fe pletence
H	Jedro ovito okoli nosilne vrvi
J	Kabel, ki je lahko zakopan v zemljo
K	Plašč iz PVC-ja
L	Plašč iz PE
R	Kabel namenjen krmiljenju in signalizaciji
S	Samonosilni kabel
T	Fleksibilen kabel
V	Kabel, ki se lahko polaga v vodo
Z	Kabel za svetlobne cevi

5. Druge lastnosti ali izvedba

E	Težka izvedba
H	Z nosilno vrvjo

K Plašč iz PVC

L Plašč iz PE

6. Število žil

7. Nazivni prerez vodnika/zaslona v mm²

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

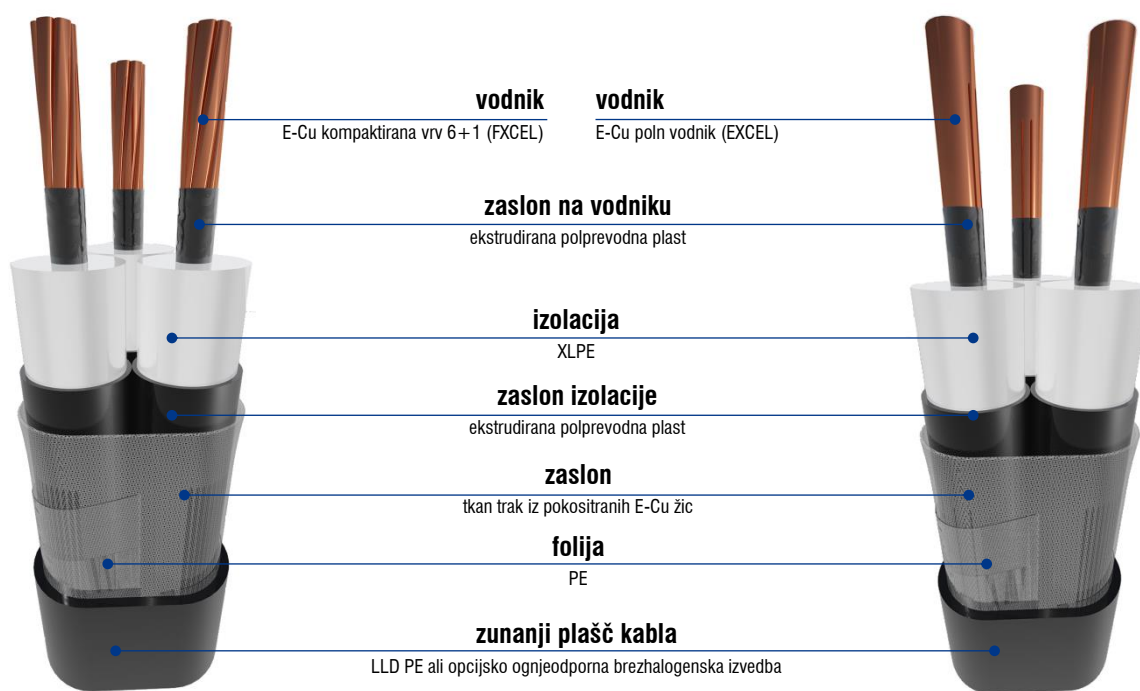
4.4 KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE ZA ZGRADBO KABLA

Konstrukcija samonosnih trižilnih kablov je prilagojena uporabi za nadzemne vode, vendar je v osnovi enaka kot je konstrukcija trižilnih kablov za polaganje v zemljo ali v vodo. Zato jih lahko uporabimo za kombinirano gradnjo, nadzemno in podzemno.

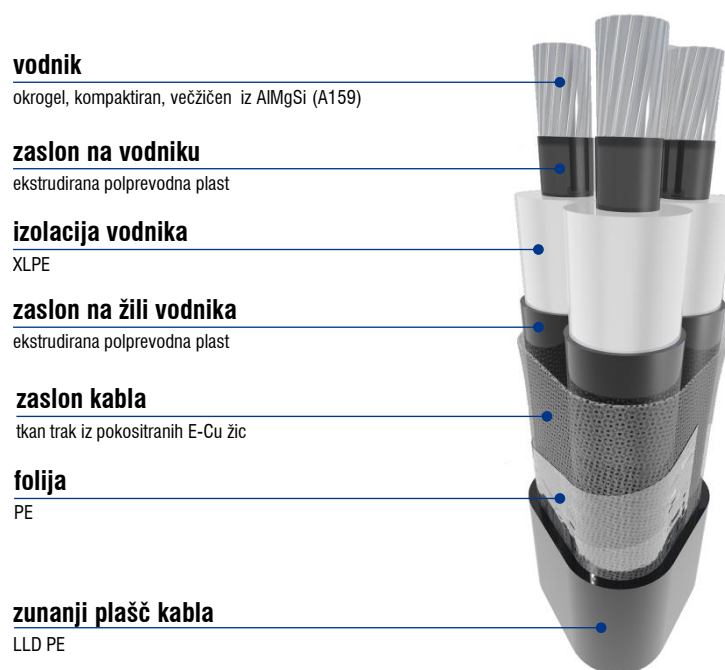
Kabli morajo vsebovati koncentrične vodnike iz aluminija ali bakra ter izolacijo iz omreženega polietilena (XLPE). Kabli morajo biti težke izvedbe ter vsebovati vodno zaporo.

Razvoj samonosnih trižilnih kablov je zasnovan na moderni konstrukciji zemeljskih trižilnih kablov gre v dve glavni smeri glede izbire konstrukcije, ki zagotavlja samonosnost in sicer:

- s samonosnimi vodniki,
- z nosilcem, to je z nosilno jekleno vrvjo, vulkanizirano v konstrukcijo (plašča) trižilnega kabla .



Slika 2: Izgled in sestava univerzalnih kablov s samonosilnimi vodniki FXCEL (levo), EXCEL (desno)



Slika 3: Izgled in sestava univerzalnega kabla s samonosilnimi vodniki tip BXCEL (npr. kot AXCES™)



Slika 4: Izgled in sestava univerzalnega kabla z nosilno vrvjo AXCL-H

4.4.1 VODNIK

Vodnik mora imeti obliko valja brez vdolbin in izboklin, kar zagotavlja enakomerno porazdelitev električnega polja.

1.1.1.1 BAKER

Lažje izvedbe samonosilnih SN kablov (do 16 mm²) uporabljajo bakrene vodnike. Uporabljata se dve vrsti bakrenih vodnikov skladnih z [2.2.2]:

- Klasa 1 polni vodnik (RE) in
- Klasa 2 večžični kompaktni (RM) vodnik.

1.1.1.2 ALUMINIJ

Pri kablji z nosilno vrvjo, kjer vodnik ne opravlja nosilne funkcije se uporablja večžični kompaktni (RM) vodnik iz Aluminija skladen s Klaso 2 standarda [2.2.2].

1.1.1.3 ALUMINIJEVE ZLITINE

Pri težjih izvedbah samonosilnih SN kablov, kjer vodniki poleg prenosa električne energije opravljajo tudi nosilno funkcijo se uporablja vodniki z izboljšanimi mehanskimi lastnostmi iz aluminijeve zlitine AlMgSi (A159). V teh primerih se uporablja večžični kompaktni (RM) vodnik Klase 2 standarda [2.2.2].

4.4.2 POLPREVODNA PLAST VODNIKA

Polprevodna plast vodnika je običajno tanka ekstrudirana polprevodna polimerna plast debeline od 0,4 do 0,8 mm, ki se tesno prilega notranjemu robu kabelske 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).

Kabli z zmanjšano debelino izolacije ustrezajo vsem kriterijem varnega obratovanja, razen v standardih predpisani debelini izolacije, zaradi česar je njihova življenjska doba krajša od življenjske dobe kabla ekvivalentne konstrukcije z večjo debelino (standardno- 5,5 mm) izolacije, zato je vgrajevanje kablov z zmanjšano debelino izolacije smotno le za potrebe nadzemnih samonosilnih vodov, kjer se teži k zmanjšanju teže kabla na najnižjo možno vrednost. (iz študije EIMV št 1652)

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 kabskega sistema, odtekanje elektrine v zemljo in povratno pot za kvarne tokove. Zaslon objema vse tri žile. Zaščitni zaslon je izveden kot:

- spiralno ovitje iz bakrenih pokositranih žic ali
- tkan trak iz pokositranih E-Cu žic

4.4.4 VZDOLŽNA VODNA ZAŠČITA VODNIKA

Vzdolžna zaščita vodnika je izvedena s pomočjo posebnih vlaken v vodniku, ki v stiku z vlago nabreknejo in učinkovito preprečujejo vdor vlage med žice vodnika.

4.4.5 PLAŠČ KABLA

Plašč kabla mora biti narejen iz polietilena (PE), katerega karakteristike morajo biti primerljive zahtevam standarda [2.2.1] Del 1; Tabela 4B za tip materiala DMP 10, črne barve (npr. LLD PE – Linear Low Density PE). PE material se odlikuje po dobri kemični obstojnosti in odličnih elektroizolacijskih lastnostih.

Tabela 2: Minimalne nominalne debeline in premer izolacije plašča kabla za trižilne univerzalne 12/20 (24) kV kable

število žil in nazivni prerez vodnika/zaslona [mm ²]	debelina plašča nominalna [mm]	premer kabla Ø [mm]
3 x 10/10	2,6	≈38
3 x 16/10	2,6	≈40
3 x 70/16	2,6	≈45
3 x 95/25	2,8	≈49

4.4.6 NAZIVNA TOKOVNA OBREMENITEV UNIVERZALNIH KABLOV

Tokovno obremenitev kabla je potrebno omejiti tako, da se sproščena toplotna energija v kablu z vseh mest vzdolž kabla odvaža v okolico. Pri projektiranju je potrebno upoštevati, da je odvod temperature odvisen od konstrukcije in dimenzije kabla, vrste toka in napetosti, od temperature okolice.

Tokovne obremenitve kablov so podane v tabelah dodatka B.

4.4.7 TEHNIČNE SPECIFIKACIJE UNIVERZALNIH 20 kV KABLOV

Tehnične specifikacije kablov so podane v tabelah dodatka B.

5 VPLIV NA OKOLJE IN VZD

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].

Pri polaganju in vgradnji kablov moramo upoštevati določila Varnostnih pravil za gradbeno montažna dela in skladnost s prevzetimi standardi ISO 14001 in OHSAS 18001 v distribucijskih podjetjih.

6 ZAHTEVANA DOKUMENTACIJA ZA NAROČANJE

Pri naročanju, mora dobavitelj dostaviti naslednjo dokumentacijo:

- a) Tehnični podatki kabla, kot so navedeni v dodatku B
- b) Risba prereza kabla s tehničnim opisom in karakteristikami,
- c) Seznam potrjene obesne in montažne opreme za tip kabla za tipične načine obešanja/polaganja (nosilni, kotni, razbremenilni, prehod v zemljo,...)
- d) Izjava o skladnosti proizvajalca,
- e) Certifikat in celotno poročilo o tipskem preizkušanju s strani neodvisnega in akreditiranega laboratorija v EU (v Elektronski obliki na zgoščenki),
- f) Garancijski pogoji, minimalna garancijska doba je vsaj 24 mesecev po dobavi,
- g) Tehnična ponudba mora biti oddana tudi v elektronski obliki (PDF ali podobno) na zgoščenki in identična s ponudbo.

Pri vsaki ponudbi ima naročnik pravico zahtevati vzorec ponujenega tipa kabla. Dolžina ponujenega vzorca mora biti najmanj 1m.

7 PREVZEM IN PREIZKUŠANJE

Prevzem izdelanih kablov se izvaja pri proizvajalcu na naslednji način:

- a) **Vizualni pregled** zunanje površine ter izmera dimenzij delov SN kablov vzeti iz pripravljenih bobnov za prevzem,
 - o kontrola dimenzije kabla ter izolacije,
 - o pregled skladiščenja,
 - o pregled označevanja.
- b) **Pri prevzemu je proizvajalec dolžan pokazati** tudi naslednje:
 - o tehnične podatke o vodnikih,
 - o projekt izdelave vodnika,
 - o dokazila o uporabljenih materialih pri izdelavi vodnika,
 - o dokazila o medfaznih kontrolah,
 - o poročilo o tipskem preizkušanju neodvisne institucije,
 - o poročilo o vseh rezultatih testiranja.
- 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:
 - o tip vodnika, registrsko številko in leto proizvodnje,
 - o 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, testiranj, skladišča ter jih primerja z zahtevami te smernice. Izdel se zapisnik o ogledu.

h) **Pri prvi vgradnji** oz. dobavi materiala **je dobavitelj dolžan** opraviti obvezno usposabljanje tehničnega kadra naročnika.

8 SKLADIŠČENJE

Kable je potrebno ustrezno skladiščiti in zaščititi pred 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,

$$\emptyset = 18 \cdot D_{kablo}$$

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 zaščiteni z gumijastimi kapicami. Transport se vrši s tovornim vozilom z dvigalom ter ustrezno prikolico za transport kablov. Glej dodatek A.

10 POSEBNE ZAHTEVE PRI VGRADNJI

10.1 PREHOD KABLOV, IZVEDBA ODCEPOV IN SPAJANJE

- **Izvedba prehodne kableske spojke med podzemnim in nadzemnim kabelskim sistemom;**
Kabel je vpet na steber z zateznimi spiralami, povezava kablov s kabelsko spojko je lahko na stebru, v zemlji ali v razpetini.
- **Prekinjena povezava s kabelskimi končniki preko podpornih izolatorjev ali odvodnikov na nosilcu (direktno ali odcep);**
Povezave s končniki na izolatorjih ali odvodnikih prenapetosti so ustrežnejše od prehodne spojke z drugimi tipi kablov, ker lahko hitro izvedemo ločitev obeh delov kabla. Izolatorji so montirani na nosilec, ki ga uporabljamo tudi za odvodnike prenapetosti, na katere je pritrjen kabel. Za zaščito pred pticami se priporoča zaščitna kapa. Takšen vod ni polno izoliran.
- **Prekinjena povezava s kabelskimi končniki preko kabelskega ločilnika (direktno ali odcep),**
- **Povezava kablov s kabelskimi končniki z zankanjem (s »šivanjem« kabelskega končnika na kabelski končnik).**

Vsi navedeni načini služijo istemu namenu, izberemo tistega, ki ustreza zahtevam ločilnega mesta, izgleda in lokacije. Ker na kابلu ne pričakujemo takšnih okvar kot na golih ali polizoliranih vodnikih, je potreba po sekcijskih ločitvah manjša.

10.2 POLAGANJE KABLA V ZEMLJO

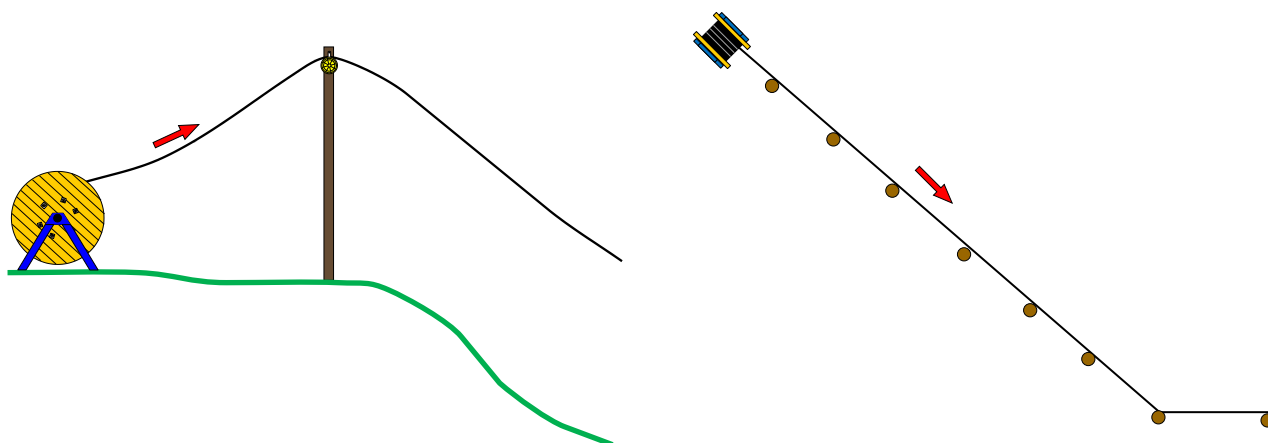
Kabli se polagajo v zemljo skladno s TS 3 Trižilni energetski kabli 12/20/24 kV in navodili proizvajalca kabla.

10.3 PROJEKTIRANJE NADZEMNEGA VODA

Način gradnje je podan v poglavju 2.2. TS 7 Smernice za gradnjo nadzemnih vodov.

10.4 MONTAŽA NADZEMNEGA VODA

Postavitev bobna je odvisna od mnogo okoliščin. Najpomembnejša je ustrezna možnost prevoza kabla do pravega mesta. Ker je lažje vleči navzdol kot navzgor po hribu, je najbolje, če postavimo boben na najvišjo točko. Če je zelo velika razlika v višini, je boben težko zaustaviti pri vleki navzdol in je primerno uporabiti stojalo bobna z zavorami.



Slika 5: Postavitev bobna na višje ležeče mesto (levo) in priporočena smer vleke kabla pri razgibani trasi (desno)

Velike kote je bolje imeti na koncu, kot na začetku vlečenja. Kabel vlečemo na zgornji strani bobna. Na prvem stebru je primerno uporabiti kolut z velikim premerom. Kabel moramo spremljati po trasi in opazovati da gladko teče. Večjo pozornost moramo posvetiti mestom, kjer kabel spremeni smer. Boben se ne sme vrteti hitreje, kot teče kabel iz njega. Ko prekinemo vlečenje kabla, moramo boben ustaviti. V primeru nenadnega prenehanja vleke kabla, moramo vrtenje bobna hitro zavreti, da se kabel ne zvije pod boben in se s tem poškoduje.

Kritični trenutki pri vlečenju kabla so, ko gre kabelska vlečna nogavica skozi kolut ali nosilno sponko. Da olajšamo vleko kabla stopničasto prirojammo konec kabla, preden namestimo vlečno nogavico.



Slika 6: Prirojitev konca kabla pred namestitvijo vlečne nogavice

Konec kabla bo tako bolj gladek in bolj prožen ter bo lažje tekel preko vlečnih naprav. Če uporabljamo kabelsko nogavico iz kevlarja, moramo upoštevati, da je le-ta mehkejša in se ne oblikuje tako kot vlečna nogavica iz jekla. Žile zaobljimo z nožem, da nimamo ostrih robov, kar prav tako olajša vleko preko kolutov in nosilnih sponk. Konec kabelske vlečne nogavice pritrdimo ob kabel z nekaj ovoji izolirnega traku.

Priporočljivo je, da se kabel pri vleki nadzemne izvedbe voda, še posebej pri večjih razpetinah, ne dotika tal. Zato je potrebno pred vleko pregledati traso, ter kritična mesta zaščititi z deskami ali postavitvijo začasnih drogov oz. portalov. V primeru ovire, ko se kabel zatakne, se mora vlečna žica zaustaviti. V tem primeru mora monter, ki spremlja vleko kabla, splezati na drog in nadzirati prehod skozi kolut ali nosilno sponko. Pri večjih kotih in na začetku daljšega odseka voda je primerno uporabiti večje kolute, da zmanjšamo potrebno vlečno silo in upogibanje kabla med vleko.

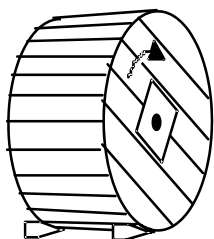
11 POSEBNE ZAHTEVE PRI VZDRŽEVANJU

Skladno z navodili za vzdrževanje SODO.

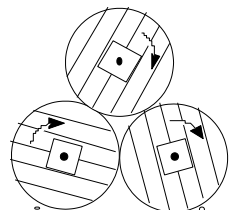
V splošnem potrebujejo vodi z univerzalnimi kabli manj vzdrževanja kot vodi z golimi ali polizoliranimi vodniki. Univerzalni kabel je popolnoma izoliran in ima ozemljen koncentrični vodnik, tako da lahko v primeru poškodbe vpetja omogoča varno obratovanje do odprave napake. V kolikor med rednim pregledom ali med pregledom po neurjih najdemo veje ali drevesa na kablju, jih moramo odstraniti v najkrajšem možnem času. V primeru težjega drevesa na kablju, je priporočljivo, da se po odstranitvi dreves pregleda plašč kabla. Če so drevesa ležala na kablju blizu stebra je potrebno pregledati tudi nosilne sponke in spirale. V primeru, da kabel zdrsne pod težo drevesa skozi sponke, moramo vod ponovno prenapeti. Odstraniti moramo tudi veje, ki so v bližini kabla, saj z drgnjenjem lahko poškodujejo plašč in uničijo izolacijo. Odstraniti moramo tudi veje in drevesa, ki rastejo pod kablom.

12 DODATKI

12.1 DODATEK A: SKLADIŠČENJE, TRANSPORT ODVIJANJE IN PREVIJANJE



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

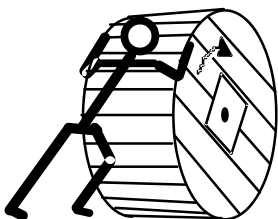


Samo bobni z zaščitnimi deščicami se lahko zlagajo en vrh drugega z naleganjem na stranice bobna.

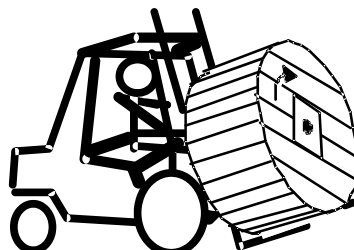


Boben ne sme biti položen vodoravno na stranice

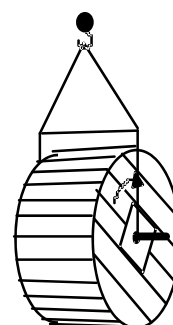
Slika 7: Primer skladiščenja kabla



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

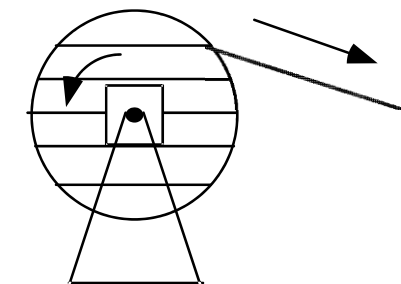


Boben lahko dvignemo z viličarjem ali



avtodvigalom

Slika 8: Primer transporta kabla

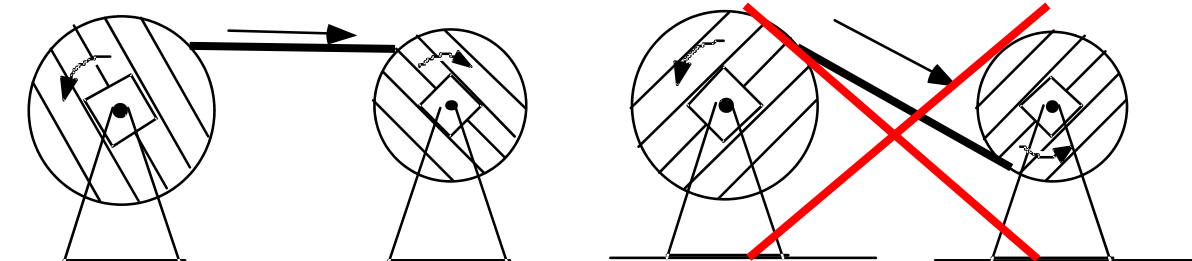


Odvijanje kabla v tej smeri



PREPOVEDANO

Slika 9: Primer odvijanja kabla z bobna



DOVOLJENO

PREPOVEDANO

Slika 10: Primer previjanja kabla iz bobna na boben

1 2.2 DODATEK B: TEHNIČNI PODATKI UK

1 2.2.1 UNIVERZALNI SN KABEL S SAMONOSNIMI VODNIKI

Tabela 3: Dimenzije – mejne vrednosti - variante s samonosnimi vodniki

	3 × 10/10 (Cu)	3 × 16/10 (Cu)	3 × 70/16 (Al)	3 × 95/25 (Al)
Premjer vodnika mm	3,6	4,7	9,9	11,6
Premjer XLPE izolacije mm	15,3	16	20	20,2
Premjer kabla mm	40	38	45	48
Obsežna mera mm	42	41	49	53
Dolžinska masa kg/m	1,2	1,3	2	2,2
Specifična teža kg/dm ³	1,2	1,3	1,3	1,25

Tabela 4: Električni podatki – mejne vrednosti - variante s samonosnimi vodniki

	3 × 10/10	3 × 16/10	3 × 70/16	3 × 95/25
Ohmska upornost vodnika Ω/km	1,83	1,15	0,44	0,32
Induktivnost mH/km	0,49	0,48	0,33	0,31
Kapacitivnost μF	0,10	0,11	0,21	0,25
Kapacitivni (okvarni) tok A/km	1,14	1,25	2,7	3,3
Maksimalni kratkostični tok/1s kA	2	3	8	11

Tabela 5: Maksimalne obremenitve po IEC 287 - variante s samonosnimi vodniki

	3 × 10/10		3 × 16/10		3 × 70/16		3 × 95/25	
	Na zraku 25 °C	V zemlji 15 °C	Na zraku 25 °C	V zemlji 15 °C	Na zraku 25 °C	V zemlji 15 °C	Na zraku 25 °C	V zemlji 15 °C
Maksimalna temperatura vodnika 90 °C	90	90	105 A	105 A	180	200	250 A	250 A
Maksimalna temperatura vodnika 65 °C	71	81	85 A	85 A			200 A	210 A
Kot samonosni zračni kabel 65 °C	71		85 A				200 A	

1 2.2.2 UNIVERZALNI SN KABEL Z NOSILNO JEKLENO VRVJO

Tabela 6: Dimenzije – mejne vrednosti - variante z nosilno jekleno vrvjo

	3 × 95/16
Premjer Al vodnika v mm	11,3
Premjer XLPE izolacije v mm	23,6
Premjer kabla mm	59
Obsežna mera mm	73
Dolžinska masa kg/m	2,97

Tabela 7: Električni podatki – mejne vrednosti - variante z nosilno jekleno vrvjo

	3 × 95/16
Ohmska upornost vodnika Ω/km	0,32
Induktivnost mH/km	0,36
Kapacitivnost μF	0,20
Zemeljskostični okvarni tok A/km	0,73 (na fazo)
Maksimalni kratkostični tok/sek. kA	8,55

Tabela 8: Maksimalne obremenitve po IEC 287 - variante s samonosnimi vodniki

	3 × 95/25	
	Na zraku 25 °C	V zemlji 15 °C
Maksimalna temperatura vodnika 90 °C	230 A	240A

12.3 DODATEK C: NAPOTKI IN OPREMA PRI PROJEKTIRANJU

V nadaljevanju tega dodatka podajamo napotilo projektantu k uporabi obstoječih komercialnih priročnikov proizvajalcev kablov in opreme:

Za univerzalne kable EXCEL, FXCEL, BXCEL (npr. AXCES™):

- Montažna in spojna oprema za univerzalne kable EXCEL, FXCEL in AXCES™, TI 510 00 01, MR d.o.o. Maj 2005
- Priročnik univerzalnih kablov, MR d.o.o., Ver. 900 00 01, Junij 2002
- Universal cable A handbook, NKT cables AB, 2014

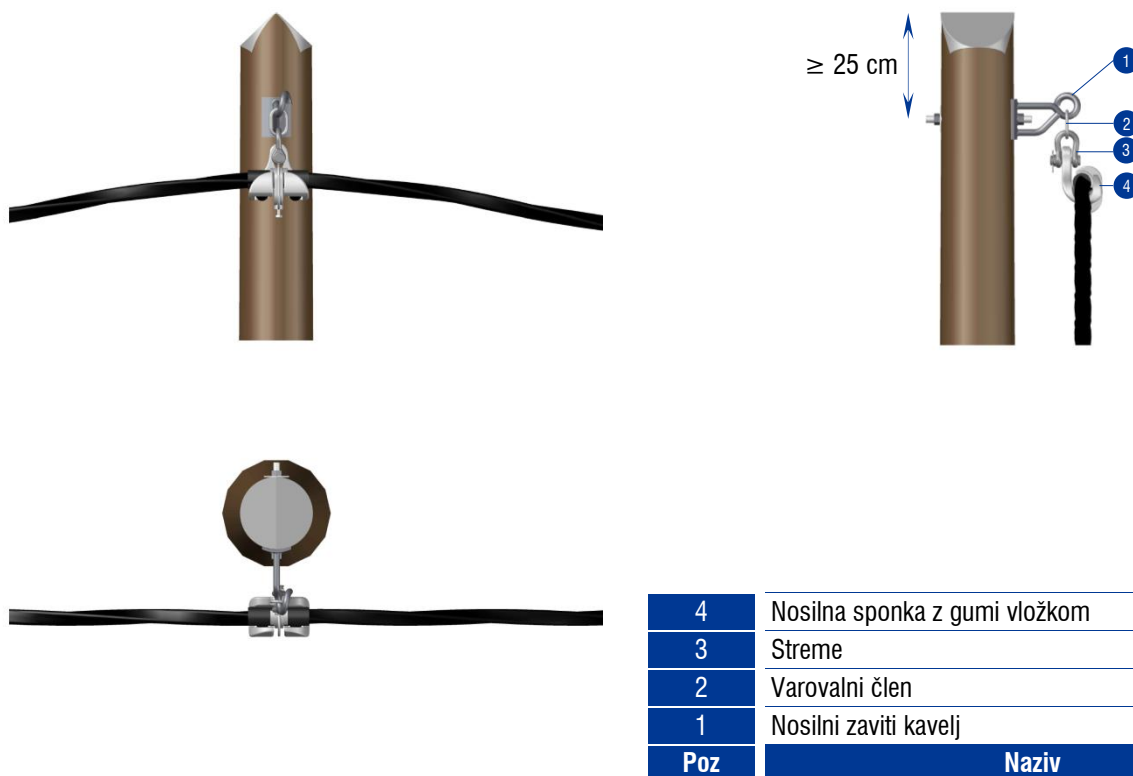
Za kable z nosilno vrvjo AXCLH:

- Installation instructions Axclight-H ©, Nexans IKO Sweden AB, Jan 2005

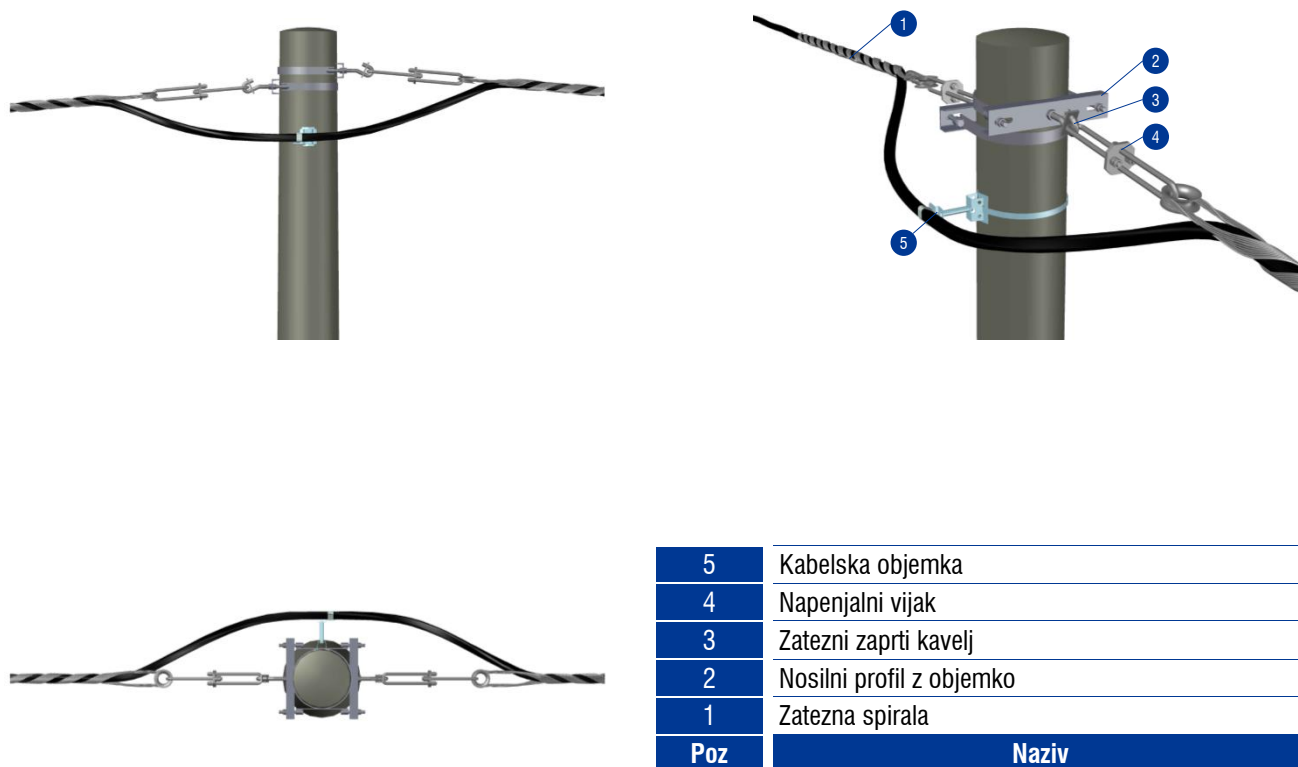
Projektant naj iz navodil uporabi rešitve skladne s Pravilnikom o tehničnih pogojih za graditev nadzemnih elektroenergetskih visokonapetostnih vodov izmenične napetosti 1 kV do 400 kV (Uradni list RS, št. 52/14) in načinom gradnje SN nadzemnih vodov, ki je običajen v slovenskih distribucijskih podjetjih (GIZ TS 7 Smernice za gradnjo nadzemnih vodov).

Uporablja se vsa oprema potrjena s strani proizvajalca kabla in načini vgradnje, ki so bistvenega pomena za varno in zanesljivo montažo ter obratovanje kablovoda. Poudarek je na vsej opremi, ki je v neposrednem stiku s strukturo kabla (npr. nosilne sponke, zatezne spirale, ...) ter varovanjem pred pretrgom ali poškodbami (npr. varovalni členi, ...), montažne povesne tabele,...

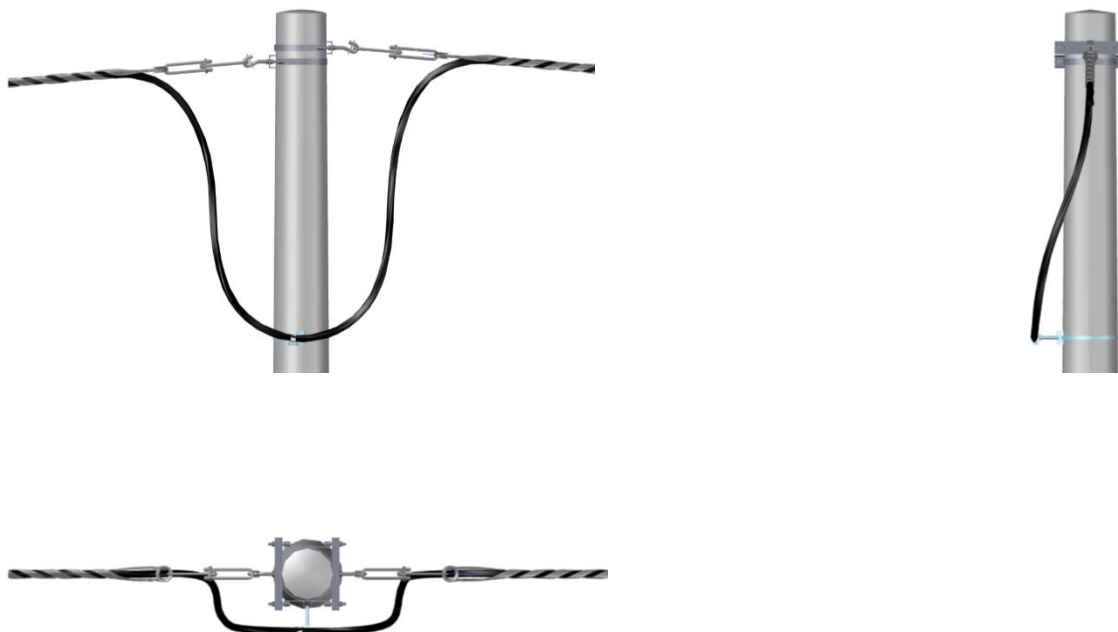
1 2.4 DODATEK D: TIPIČNI NAČINI MONTAŽE



Slika 11: Primer nosilnega varovalnega vpetja samonosilnega kabla



Slika 12: Primer zatezno – razbremenilnega (kotnega) vpetja samonosilnega kabla



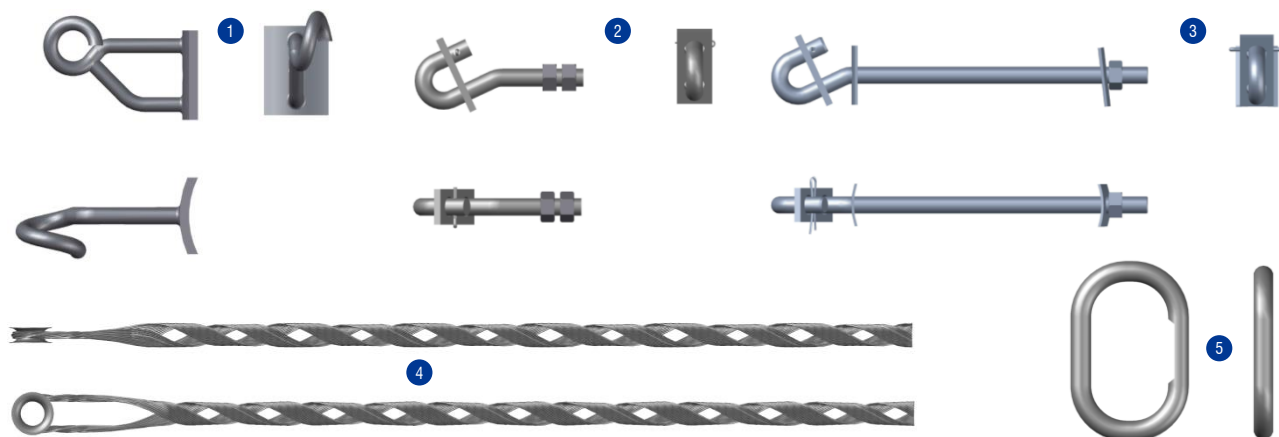
Enako kot Slika 12

Poz

Naziv

Slika 13: Primer izvedbe zatezno razbremenilnega (kotnega) obešanja z rezervo kabla

Pri izvedbi rezerve kabla je pomembno, da je kabel ukrivljen v odprti U zanki. V primeru popustitve kateregakoli od zateznih elementov se kabel razvije brez poškodb (zadrgnjenja). Rezerve kabla v obliki zanke se ne priporoča, ker se pri razvijanju lahko zadrzne in s tem kabel trajno poškoduje.



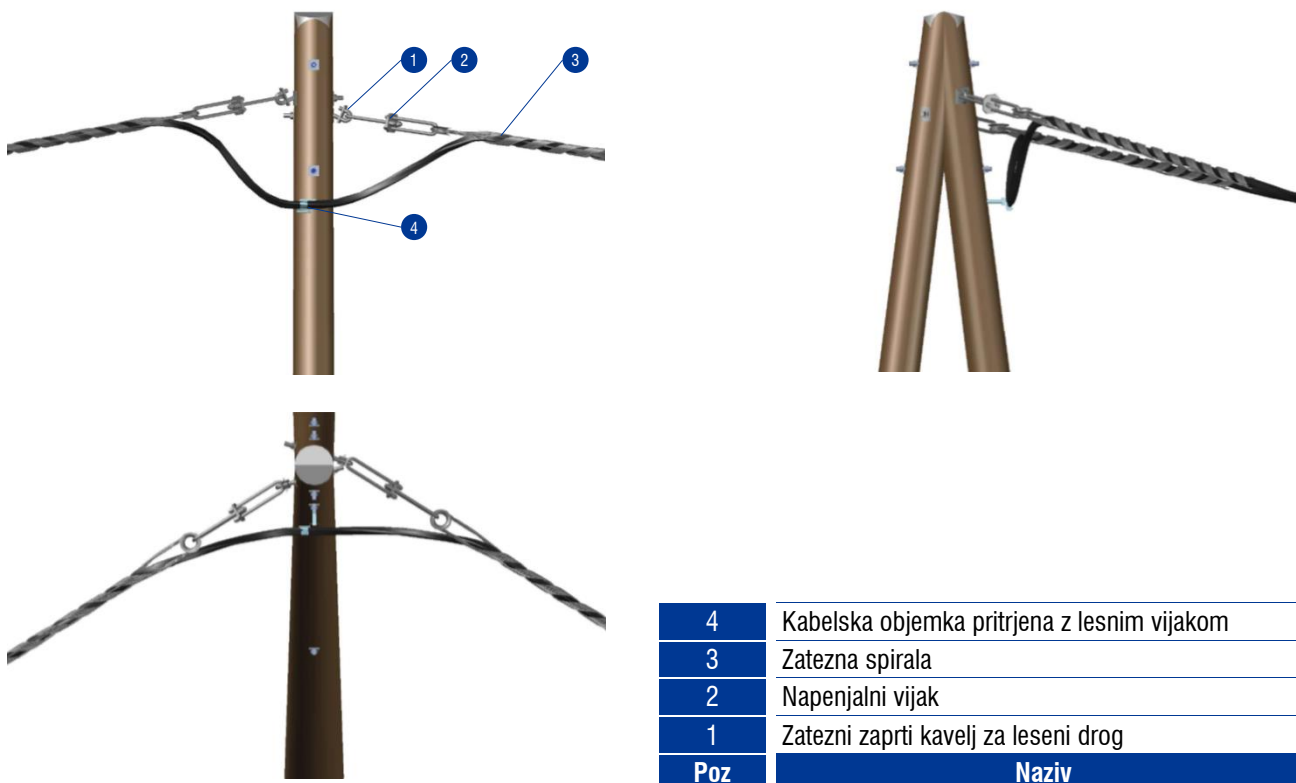
Poz.	Naziv	Zdržna sila*	
		vertikalna	horizontalna
1	Nosilni zaviti kavelj	18 kN	15 kN
2	Zatezni zaprti kavelj	≥ 18 kN	20 kN
3	Zatezni zaprti kavelj za leseni drog	≥ 18 kN	20 kN
4	Zatezna spirala do $3 \times 16 \text{ mm}^2$	$\geq 20 \text{ kN}$	
	Zatezna spirala do $3 \times 95 \text{ mm}^2$	$\geq 50 \text{ kN}$	
5	Varovalni člen	5 - 7 kN	

Poz. 1 se uporablja za nosilna obešanja na lesenih ali betonskih drogovih ter za zatezna obešanja kablov do preseka vodnika 16 mm^2 .

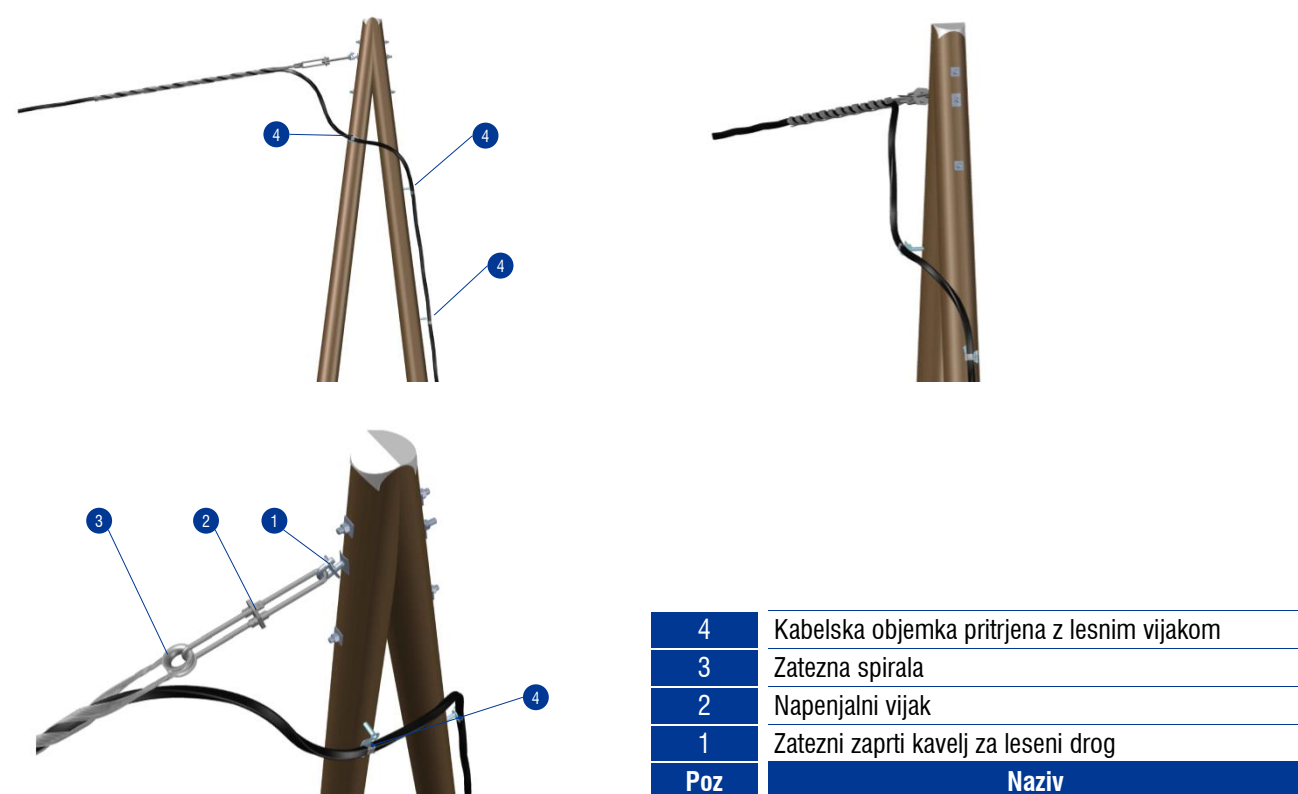
Poz. 2 se uporablja za zatezna vpetja ob uporabi nosilnih profilov z objemkami na betonskem drogu

Poz. 3 se uporablja za zatezna vpetja na lesenih A drogovih

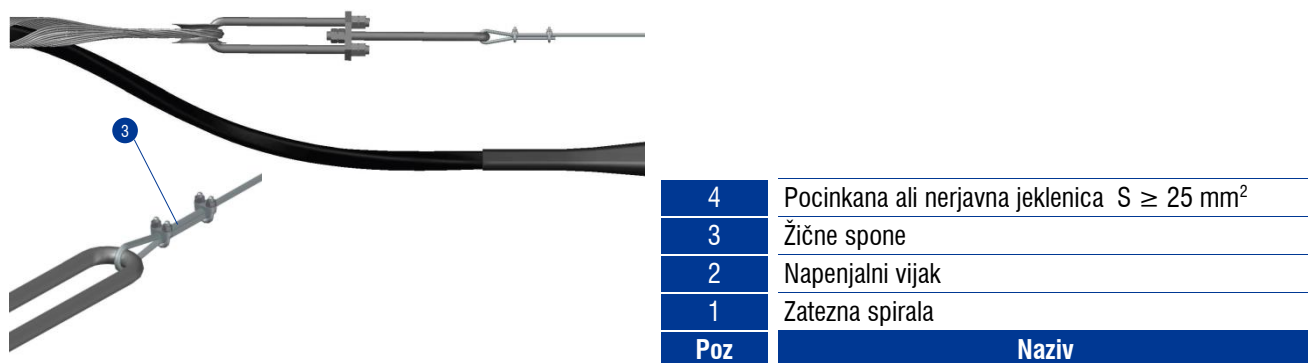
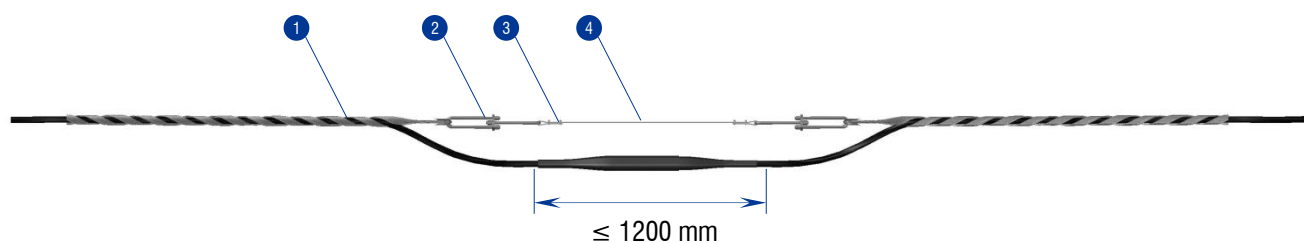
* držna sila je sila razvijanja kavlja, maksimalne projektirane sile morajo biti 50% manjše od zdržnih sil, razen če kavljev ne uporabljamo z namenom varovalnih členov proti porušitvi oporišča, konzole ali pretrga kabla. Varovalnih členov ne uporabljamo pri križanju prometnih poti, nad objekti, ... !



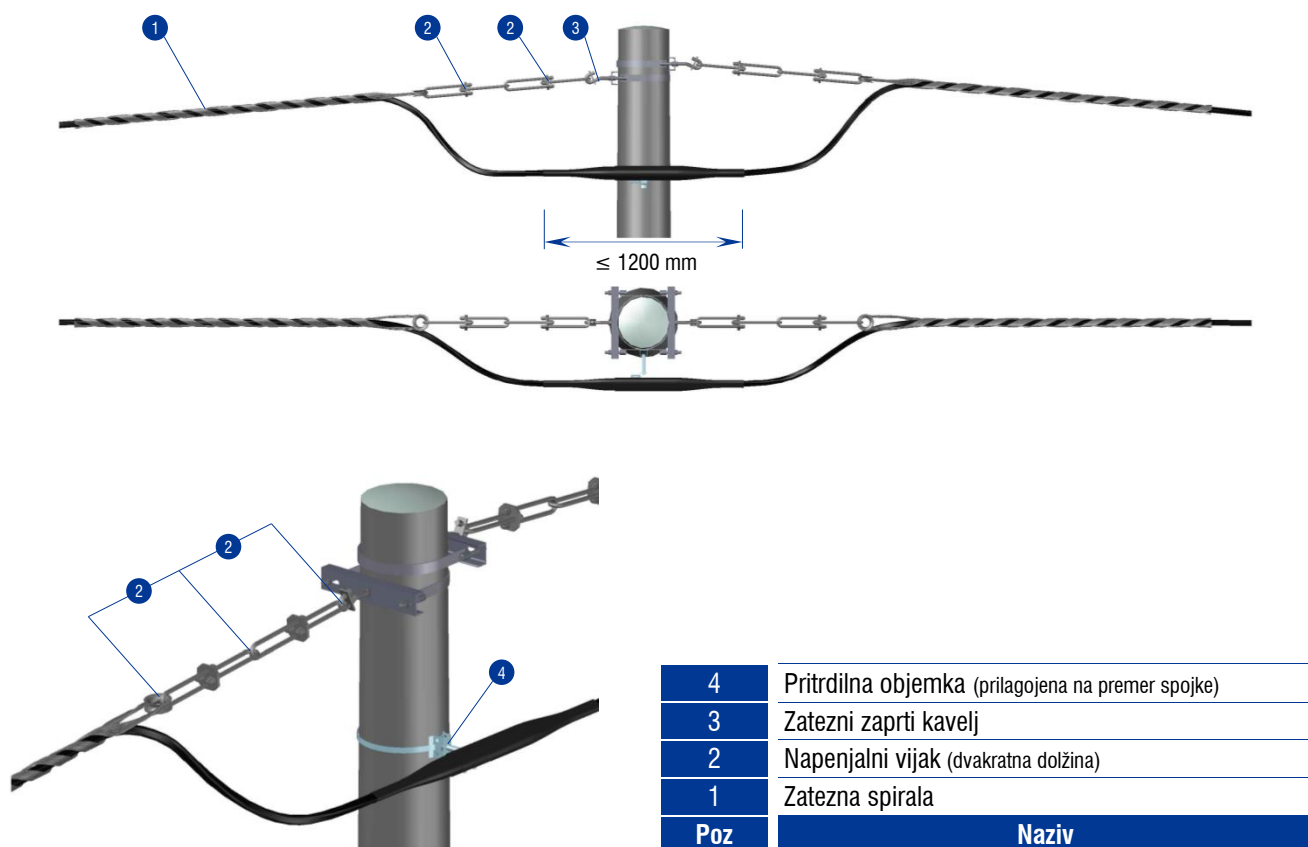
Slika 14: Primer izvedbe zatezno kotnega obešanja na lesenem drogu



Slika 15: Primer izvedbe končnega vpetja kabla ob prehodu v tla



Slika 16: Primer izvedbe kabske spojke v razpetini



Slika 17: Primer izvedbe kableske spojke na razbremenilnem oporišču

12.5 DODATEK E: POVESNE TABELE

V dodatku so podane montažne povesne tabele in tabele za projektiranje za najpogostejše uporabljene tipe in preseke SN univerzalnih kablov v elektrodistribucijskem omrežju Slovenije.

Za ostale tipe kablov z nosilno vrvjo naj se pri projektiranju upoštevajo navodila za montažo in projektiranje posameznega proizvajalca kabla.

12.5.1 EXCEL 3×10/10 24 kV

Tabela 9: Montažna povesna tabela za kabel EXCEL 3×10/10 24 kV

Temperatura pri montaži (°C)	Natezna sila (kN)	Poves v metrih pri razpetini (m)					
		50	60	70	80	90	
20	2,5	1,0	1,4	1,9	2,5	3,1	
10	2,6	1,0	1,4	1,8	2,4	3,0	
0	2,7	0,9	1,3	1,7	2,3	2,9	
-10	2,8	0,9	1,3	1,7	2,2	2,8	
-20	2,9	0,9	1,2	1,6	2,1	2,7	

Tabela 10: Povesna tabela za projektiranje za kabel EXCEL 3×10/10 24 kV

	Poves v metrih in natezne sile pri razpetini (m)					
	50	60	70	80	90	
Poves pri +50°C	1,7	2,3	2,9	3,6	4,5	
Poves pri +65°C	1,8	2,4	3,0	3,7	4,6	
Kratek stik	2,4	3,0	3,7	4,5	5,4	
Natezne sile pri 0°C in 2 kg/m dodatnega bremena	6,6 kN*	7 kN	7,4 kN	7,7 kN	7,9 kN	

12.5.2 FXCEL 3×16/10 24 kV

Tabela 11: Montažna povesna tabela za kabel FXCEL 3×16/10 24 kV

Temperatura pri montaži (°C)	Natezna sila (kN)	Poves v metrih pri razpetini (m)						
		50	60	70	80	90	100	110
20	4,2	1,05	1,51	2,06	2,7	3,4	4,2	5,1
10	4,3	1,02	1,47	2,00	2,6	3,3	4,1	5,0
0	4,4	0,99	1,43	1,95	2,5	3,2	4,0	4,8
-10	4,5	0,97	1,39	1,89	2,5	3,1	3,9	4,7
-20	4,7	0,94	1,35	1,84	2,4	3,0	3,8	4,5

Tabela 12: Povesna tabela za projektiranje za kabel FXCEL 3×16/10 24 kV

	Poves v metrih in natezne sile pri razpetini (m)						
	50	60	70	80	90	100	110
Poves pri +50°C	1,4	1,9	2,5	3,1	3,8	4,5	5,4
Poves pri +65°C	1,3	1,8	2,4	3,0	3,7	4,4	5,3
Kratek stik	2,0	2,6	3,2	3,9	4,6	5,5	6,3
Natezne sile pri 0°C in 2 kg/m dodatnega bremena	7,8 kN*	8,4 kN	8,9 kN	9,3 kN	9,6 kN	9,9 kN	10,1 kN

12.5.3 BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3×70/16 24 kV

Tabela 13: Montažna povesna tabela za kabel BXCEL (npr. kot AXCES™) 3×70/16 24 kV

Temperatura pri montaži (°C)	Natezna sila (kN)	Poves v metrih pri razpetini (m)						
		60	80	90	100	110	120	140
20	9,1	0,87	1,55	1,96	2,4	2,9	3,5	4,7
10	9,6	0,83	1,47	1,86	2,3	2,8	3,3	4,5
0	10,1	0,78	1,39	1,75	2,15	2,6	3,1	4,2
-10	10,8	0,73	1,30	1,65	2,0	2,4	2,9	4,0
-20	11,5	0,68	1,21	1,54	1,9	2,3	2,7	3,7

Tabela 14: Povesna tabela za projektiranje za kabel BXCEL (npr. kot AXCES™) 3×70/16 24 kV

	Poves v metrih in natezne sile pri razpetini (m)						
	60	80	90	100	110	120	140
Poves pri +50 °C	1,7	2,5	2,9	3,4	3,9	4,5	5,8
Poves pri +65 °C	1,8	2,6	3,0	3,5	4,1	4,6	5,9
Kratek stik	2,7	3,7	4,3	4,9	5,5	6,2	7,6
Natezne sile pri 0 °C in 2 kg/m dodatnega bremena	12,9 kN*	14,8 kN	15,6 kN	16,2 kN	16,8 kN	17,4 kN	18,2 kN

12.5.4 BXCEL (NPR. KOT AXCES™) 3×95/25 24 kV

Tabela 15: Montažna povesna tabela za kabel BXCEL (npr. kot AXCES™) 3×95/25 24 kV

Temperatura pri montaži (°C)	Natezna sila (kN)	Poves v metrih pri razpetini (m)						
		60	80	90	100	110	120	
20	9,6	1,1	1,9	2,3	2,8	3,4	4,0	
10	10,0	1,0	1,8	2,2	2,7	3,2	3,8	
0	10,5	0,9	1,6	2,1	2,5	3,1	3,7	
-10	11,0	0,8	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	
-20	11,6	0,7	1,4	1,8	2,2	2,8	3,4	

Tabela 16: Povesna tabela za projektiranje za kabel BXCEL (npr. kot AXCES™) 3×95/25 24 kV

	Poves v metrih in natezne sile pri razpetini (m)						
	60	80	90	100	110	120	140
Poves pri +50 °C	1,9	2,8	3,3	3,9	4,5	5,2	6,6
Poves pri +65 °C	2,0	2,9	3,5	4,1	4,7	5,4	6,9
Kratek stik	2,9	4,0	4,6	5,3	6,0	6,7	8,4
Natezne sile pri 0 °C in 2 kg/m dodatnega bremena	13,1 kN*	14,8 kN	15,5 kN	16,1 kN	16,6 kN	17 kN	17,7 kN

* Pri razpetinah krajših od 60 m je potrebno napenjalne sile zmanjšati. S tem povečamo dolžino verižnice v razpetini. Povečana dolžina nam zagotavlja rezervo kabla, ki prepreči prekomerne sile v kablu zaradi skrčkov kabla pri nižjih temperaturah brez dodatnega bremena. Priporoča se, da se pri krajših razpetinah uporablja montažne tabele s temperaturno korekcijo +20 °C.

12.6 DODATEK F: SLIKOVNI PRIMERI IZVEDB MONTAŽE



Slika 18: Izvedba priklopa na ločilniku (levo) in Izvedba priklopa na stebrni postaji (desno)



Slika 19: Prehod v zemljo (levo) in Zaščita kabla ob prehodu v zemljo (desno)



Slika 20: Primer izvedbe kabske spojke na razbremenilnem oporišču



Slika 21: Prehod kabla v GV z odvodniki prenapetosti (levo) in izvedba kabske spojke na drogu (desno)