

KABELSKI ČEVLJI IN TULCI

TEHNIČNA SMERNICA ZA MATERIAL IN DOBAVO

ZA INTERNO UPORABO V GIZ DEE



Elektro Celje, d.d.



elektro
gorenjska



ELEKTRO
LJUBLJANA



ELEKTRO MARIBOR



Elektro Primorska

APRIL 2014

GIZ TS-5 – KABELSKI ČEVLJI IN TULCI je izdelala Projektna skupina za tipizacijo distribucije Slovenije, odobrila Delovna skupina za tehnične zadeve in sprejela skupščina GIZ DEE Slovenije na svoji 13_14. seji dne 8.12.2014 s sklepom št. 154/13-14.

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	7
4.1	UPORABA	7
4.2	DELITEV KABELSKIH ČEVLJEV	8
4.2.1	KABELSKI ČEVLJI ZA GNENENJE	8
4.2.2	- KABELSKI ČEVLJI IN TULCI Z MOMENTNIMI VIJAKI (GLEJ DODATEK E)	8
4.3	INTERNO OZNAČEVANJE	10
4.4	PRIMERI OZNAČEVANJA SN KABELSKE OPREME	11
4.5	KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE	11
5	VPLIV NA OKOLJE	13
6	PREVZEM IN PREIZKUŠANJE	13
7	ZAHTEVANA DOKUMENTACIJA ZA NAROČANJE	14
8	SKLADIŠČENJE	15
9	TRANSPORT	15
10	POSEBNE ZAHTEVE PRI VGRADNJI	15
11	POSEBNE ZAHTEVE PRI VZDRŽEVANJU	16
12	DODATKI	17
12.1	GRAFIČNE PRILOGE	17
12.2	DODATEK A: ZAHTEVE ZA DIMENZIJE IN OBLIKE TIPSKIH KABEL ČEVLJEV	19
12.3	DODATEK B: POSTOPEK STISKANJA KABEL ČEVLJA NA VODNIK	31
12.4	DODATEK C: TULCI- PUŠE ZA ZBIR VEČŽIČNIH VODNIKOV	33
12.5	DODATEK D: NAVODILO ZA PRAVILNO IZVEDBO SPOJA KČ / SN, NN NAPRAVA	35
12.6	DODATEK E: KABEL ČEVLJI IN TULCI Z MOMENTNIMI VIJAKI	37
12.7	DODATEK F: NAVODILA ZA IZBIRO TRANSFORMATORSKIH NN PRIKLJUČNIH SPONK	40

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	KLASE KABELSKIH VODNIKOV TER OZNAČEVANJE TEH VODNIKOV.....	7
SLIKA 2:	RAZLIKE MED DINSKIMI (VEČJI) TER STANDARDNIMI (MANJŠI) KČ.....	8
SLIKA 3:	PRIMERI CEVNIH, KOVANIH AL KČ IN AL TULEC ZA GNENENJE.....	8
SLIKA 4:	IZGLED KČ Z MOMENTNIMI VIJAKI	9
SLIKA 5:	KABELSKI ČEVELJ, AL-CEVNI (SLIKA 13 V DODATKU A) TER KABELSKI VEZNI TULEC IZ AL (SLIKE 19 DO 25 DODATKA A).	11
SLIKA 6:	KABELSKI ČEVELJ, AL-KOVANI (SLIKA 17 V DODATKU A).	11
SLIKA 7:	KABELSKI ČEVELJ, CU-CEVNI (SLIKA 14 V DODATKU A).	11
SLIKA 8:	KABELSKI ČEVELJ CU- KOVANI, VODOTESNI (SLIKA 15 V DODATKU A).....	12
SLIKA 9:	KABELSKI ČEVELJ AL/CU-CEVNI (S PRSTANOM)) (SLIKA 18 V DODATKU A)	12
SLIKA 10:	KABELSKI ČEVELJ AL/CU KOVANI (BIMETALNI) (SLIKA 16 V DODATKU A)	12
SLIKA 11:	NORMALNI ALI STANDARDNI KČ (R).....	12
SLIKA 12:	VIAČNI KABELSKI AL ČEVELJI IN TULCI	12
SLIKA 13:	VIAČNI AL/CU KABELSKI ČEVLJI IN TULCI.....	13
SLIKA 14:	KABELSKI ČEVELJ AL/CU-CEVNI (LEVO), KABELSKI ČEVELJ AL-CEVNI (NA SREDINI), KABELSKI VEZNI TULEC AL/CU (DESNO).....	17
SLIKA 15:	PRIMERI VARJENIH (NPR. METAL PRODUKT) IN NEPRIMERNIH LEPLJENIH SPOJEV (ODLOMLJEN SPOJ).....	17
SLIKA 16:	PRIMER NEUSTREZNEGA SPOJA PRI PRIKLOPU KABLA NA LOČILNIK (AL/CU KČ-CEVNI, Z OBROČKOM NI ZA ZUNANJO MONTAŽO)	17
SLIKA 17:	USTREZEN PRIKLOP Z AL-CU KOVANIMI KABEL ČEVLJI (LEVO), SPOJ NA VN PRIKLJUČKIH TR (KOVANI CU ČEVLJI - DESNO).....	17
SLIKA 18:	USTREZEN SPOJ NA NN PRIKLJUČKE NN OMARE (LEVO), USTREZEN SPOJ NA NN PRIKLJUČKE NA TR S CU KČ (DESNO).	18
SLIKA 19:	USTREZEN SPOJ SN KABLA - NOTRANJA VGRADNJA	18

SLIKA 20:	UPORABA SPOJNEGA TULCA NA SPOJKI	18
SLIKA 21:	CEVNI KABEL ČEVLJ	19
SLIKA 22:	CU CEVNI KČ ZA NN	20
SLIKA 23:	CU KČ KOVAN, VODOODPOREN).....	21
SLIKA 24:	AL/CU KOVANI KČ	22
SLIKA 25:	KČ AL KOVANI, VODOODPOREN	23
SLIKA 26:	AL/CU CEVNI KČ ZA 20 kV	24
SLIKA 27:	KABELSKI PRIKLJUČNI SORNIK AL – 1-10 kV	25
SLIKA 28:	TULEC VEZNI CU 1-10 kV PO STANDARDU DIN 46267, 1. DEL	25
SLIKA 29:	TULEC VEZNI REDUCIRNI AL, 1 DO 10 kV, STANDARD DIN 46269, 2. DEL	26
SLIKA 30:	AL/CU VEZNI TULEC. 1-10 kV.....	26
SLIKA 31:	TULEC VEZNI AL 10-30 kV PO DIN 46267 2.DEL	27
SLIKA 32:	AL REDUCIRNI TULEC, 10-30 kV PO DIN 46267 2.DEL	28
SLIKA 33:	TULEC VEZNI REDUCIRNI AL/CU 10-30 kV PO DIN 46267 2.DEL	29
SLIKA 34:	DIMENZIJE STANDARDNIH ALI NORMALNIH KČ	30
SLIKA 35:	PRIKAZ PRAVILNEGA ZAPOREDJA STISKANJA PRI KABEL ČEVLJU	31
SLIKA 36:	PRIKAZ PRAVILNEGA ZAPOREDJA STISKANJA PRI TULCIH	31
SLIKA 37:	PRIMERI NEPRAVILNEGA TER PRAVILNEGA STISKANJA KČ.....	32
SLIKA 38:	PRIKAZ PRAVILNIH IZVEDB SPOJEV MED AL /AL IN AL/CU PLOŠČATIMI VODNIKI.....	36
SLIKA 39:	PRIKAZ AL VIJAČNIH KABEL ČEVLJEV	37
SLIKA 40 :	PRIKAZ AL/CU VIJAČNIH KABEL ČEVLJEV	37
SLIKA 41 :	DIMENZIJE IN OBLIKA VIJAČNIH TULCEV	38

KAZALO RAZPREDELNIC

TABELA 1:	UPORABA KABELSKIH ČEVLJEV NA NN OMREŽJU	9
TABELA 2:	UPORABA KABELSKIH ČEVLJEV NA 10, 20 IN 30 kV OMREŽJU	9
TABELA 3:	KARAKTERISTIKE AL KABELSKIH ČEVLJEV	19
TABELA 4:	KARAKTERISTIKE CU KABELSKIH ČEVLJEV	20
TABELA 5:	KARAKTERISTIKE CU-KOVANIH KABELSKIH ČEVLJEV	21
TABELA 6:	KARAKTERISTIKE AL/CU-KOVANIH KABELSKIH ČEVLJEV.....	22
TABELA 7:	KARAKTERISTIKE AL-KOVANIH KABELSKIH ČEVLJEV.....	23
TABELA 8:	KARAKTERISTIKE AL/CU CEVNIH KABELSKIH ČEVLJEV.....	24
TABELA 9:	KARAKTERISTIKE AL KABELSKEGA SORNIKA.....	25
TABELA 10:	KARAKTERISTIKE CU VEZNIH TULCEV	25
TABELA 11:	KARAKTERISTIKE AL REDUCIRNIH TULCEV.....	26
TABELA 12:	KARAKTERISTIKE AL/CU REDUCIRNIH TULCEV.....	26
TABELA 13:	KARAKTERISTIKE AL TULCEV.....	27
TABELA 14:	KARAKTERISTIKE AL REDUCIRNIH TULCEV.....	28
TABELA 15:	KARAKTERISTIKE AL/CU REDUCIRNIH TULCEV.....	29
TABELA 16:	KARAKTERISTIKE CU STANDARDNIH KČ.....	30
TABELA 17:	ŠTEVILO ŠESTKOTNIH STISKANJ GLEDE NA PREREZ VODNIKA	32
TABELA 18:	TULCI-PUŠE ZA KABLE Z OKROGLIM PREREZOM VODNIKOV.....	33
TABELA 19:	TULCI-PUŠE ZA 4 ŽILNE KABLE, SEKTORSKI PREREZ.....	33
TABELA 20:	ZA KABLE Z OKROGLIMI ŽILAMI:	34
TABELA 21:	ZA 4 ŽILNE KABLE	34
TABELA 22:	MOMENTI ZATEGOVANJA VIJAKOV Z MOMENTNIM KLJUČEM PRI KABEL ČEVLJIH V NM	35
TABELA 23:	KARAKTERISTIKE 20 kV KABEL ČEVLJEV.....	37
TABELA 24:	KARAKTERISTIKE AL/CU VIJAČNIH KABEL ČEVLJEV (1 DO 35 kV).....	38
TABELA 25:	KARAKTERISTIKE VIJAČNIH TULCEV	39

1 UVOD

1.1 SPLOŠNO

Tehnična smernica je namenjena določitvi pogojev pri nabavi, kontroli in prevzemu kabelskih čevljev pri vgradnji v NN in SN omrežje.

1.2 POMEN IN VLOGA

Tehnična smernica je dokument, s katerim se za določeno vrsto 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 10 in 20 kV kabelskih vodov 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, (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 EN 61238-1: Testne metode in zahteve za kabelske čevlje
- [2.2.2] DIN 46235: Uporaba, dimenzije in označevanje Cu kabelskih čevljev za Cu vodnike
- [2.2.3] DIN 46329: Al kabelski čevlji za 1 kV- (10 kV- 30 kV)
- [2.2.4] DIN 46267-1.del: Cu vezni tulci za 1- (10 kV- 30 kV)
- [2.2.5] DIN 46267-2.del: Al vezni tulci za 1- (10 kV - 30) kV,
- [2.2.6] DIN 48083: Priporočila za šest kotno stiskanje Al ali Cu KČ
- [2.2.7] SIST EN 60 228: Vodniki izoliranih kablov
- [2.2.8] SIST EN 50 182: Vodniki za nadzemne vode
- [2.2.9] EN 14121: Al ter Al zlitine- palice, trakovi, plošče za elektrotehniko
- [2.2.10] EN 573-3: Kemična sestava Al, EN 755-2: Ekstrudirane palice, profili, cevi- mehanične lastnosti,
- [2.2.11] EN 13601: Cu palice, zbiralke za splošno uporabo v elektrotehniko
- [2.2.12] EN 13600: Cu in Cu zlitine , cevi in ostalo za uporabo v elektrotehniko
- [2.2.13] 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] Elektromagnetna sevanja električnih naprav in postrojev v naravno in življenjsko okolje, št. 1349 EIMV, Ljubljana, april 1998
- [2.3.3] Možnosti za znižanje jakosti elektromagnetnega sevanja v okolju naprav in objektov distribucijskega elektroenergetskega omrežja, št. 1605, EIMV, Ljubljana, oktober 2004

3 POMEN IZRAZOV

Povzeto po Slovenskem elektrotehničnem slovarju skladnem s standardom [2.2.4] področje elektroenergetika, Poglavje 461 – Električni kabli.

4.1.1. 461 -11: RAZNI POJMI

461–17-01

Kabel čevelj (termination)

je kovinski del, ki omogoča priključitev kovinske žile na drug element električne opreme.

461–17-03

Kabelski konektor (connector of cables)

je (oklopljen) ekraniziran snemljiv kabelski končnik, ki povezuje enožilne kable z napravami, ki imajo priključitev izvedeno s pomočjo konusnih skoznjikov tipa A (250 A) ali tipa C (630 A), kjer ima enake izolacijske lastnosti kot kabel in je varen na dotik.

461–17-04

Spojna tulka (joint ferrule)

je kovinska cevka za spojitev vodnikov dveh zaporednih kablov.

461–17-06

Tulec kabelskega čevlja (barrel of terminal lug) ali konektorja

je del kabelskega čevlja v katerega se vtakne spajani vodnik.

461–17-07

Priključni del (palm of terminal lug) kabelskega čevlja

je del kabelskega čevlja za spajanje z električno opremo.

461–17-08

Bimetalni kabelski čevelj (bimetallic lug)

je izdelan iz dveh različnih metalurško spojenih kovin za spajanje prevodnikov iz enakih kovin, kot sta spojeni kovini.

461–17-09

Bimetalni konektor (bimetallic connector),

je konektor iz dveh različnih metalurško spojenih kovin za spajanje prevodnikov iz enakih kovin, kot sta spojeni kovini.

461–17-11

Linearni oblikovalnik potenciala (resistive stress grader),

je priprava iz materialov z veliko dielektrično konstanto in v glavnem s spremenljivo upornostjo, nameščena na zaključkih zaslona na izolacijsko plast visokonapetostnega kabla, ki omogoča vzdrževanje električne poljske jakosti na spoju, na odcepu ali na zaključku v predpisanih mejah.

461–17-12

Zaslonski konektor (screen connector),

je priprava za medsebojno povezovanje zaslonov ali oklepov ali njihovo ozemljevanje.

4.1.2. 461 -11: NAČINI SPAJANJA

461–19-01

Spojitev s stiskanjem (crimped connection) ,

je trajni spoj dobljen s stiskanjem, katerega posledica je deformacija ali preoblikovanje tulke okrog kabelskega vodnika.

461–19-02

Spojitev s krožnim stiskanjem (circular compressed connection) ,

pri kateri tulka ohrani skoraj okroglo obliko.

461–19-03

Spojitev s šestkotnim stiskanjem (hexagonal compressed connection)

je spojitev s stiskanjem pri kateri tulka dobi šestkotno obliko.

461–19-04

Spojitev z globokim vtisnjenjem (deep indented connection) ,

pri katerem sta vodnik in tulka na nekaj mestih deformirana z globokimi vtisninami.

461–19-05

Vijačni spoj (bolted connection)

je spoj pri katerem je kontaktni pritisk na kabelski vodnik dobljen z vijačenjem.

Cevni KČ

je KČ, ki je izdelan iz cevi Al ali Cu in ni vodotesen.

Dinski (D) kabelski čevlji (KČ) in tulci (KT)

so vsi kabelski čevlji in tulci, ki so izdelani po DIN normah.

Gnetenje ali stiskanje

je mehanski postopek, s katerim z ročnim ali hidravličnim orodjem spojimo kabelski čevelj na vodnik kabla in s tem ustvarimo trajen in nerazstavljiv kontakt.

Kabelski priključni sornik

je spojni element, ki se uporablja pri spajanju kabla s tokovno sponko.

Kovani KČ

je KČ, ki je izdelan iz enega kosa AL ali Cu in je vodotesen

KČ za gnetenje

so KČ, pri katerih se spoj z vodnikom izvede z gnetenjem, s posebnim orodjem.

Kabelski pribor

je nujni sestavni element za obratovanje kablov, ki zajema pribor za spajanje vodnikov (KČ) pri izdelavi kabelske spojke ali kabelskega končnika.

Kabelska spojka

je garnitura, ki medsebojno povezuje dva ali več kablov. Spojka prevzema na spojnem mestu funkcijo kabla. Spojke so lahko prehodne ali odcepne.

Kabelski končnik

je kabelski pribor, ki zaključuje enožilni ali večžilni kabel in omogoča priključek na električne postroje. Kabelski končnik zaključuje kabel električno in mehansko, pri oljnih kablilih pa tudi hidravlično.

Nazivni presek vodnika

je vrednost površine vodnika izražena v mm²

Priključni vijak

je vijak, s katerim kabelski čevlji priključimo na nek drug del (ohišje). Pri priključnem vijaku je pomembna velikost vijaka. Vijak je lahko M12 ali M16.

Pokositren KČ

je KČ katerega telo je prekrito s prevleko iz kositra.

Sektorski prerez vodnika kabla

je posebna oblika vodnika, ki ima kot sektorja od 90 do 120 °, odvisno od števila žil kabla.

Standardni ali normalni kabel čevlji in tulci (R)

so spojni elementi, ki niso izdelani po DIN normah, vendar njihove tehnične lastnosti v celoti ustrezajo DIN ali IEC normam. (oznaka R). Pri nas se uporabljajo samo pri uporabi nestandardnih vodnikov kot npr. FG7R.

Tulec

vezni je kabelski spojni element, ki galvansko povezuje dva različna ali enaka vodnika različnih ali enakih presekov. Uporablja se predvidoma pri izdelavi spojev v kabelskih spojkah. Način spajanja je lahko z gnetenjem ali vijačenjem..

Tulci-puše za zbir več žičnih vodnikov

so del spojnika, ki omogočajo združevanje žic in s tem zagotovijo kvaliteten spoj več žičnih vodnikov.

Vijačni kabelski čevlji(KČ)

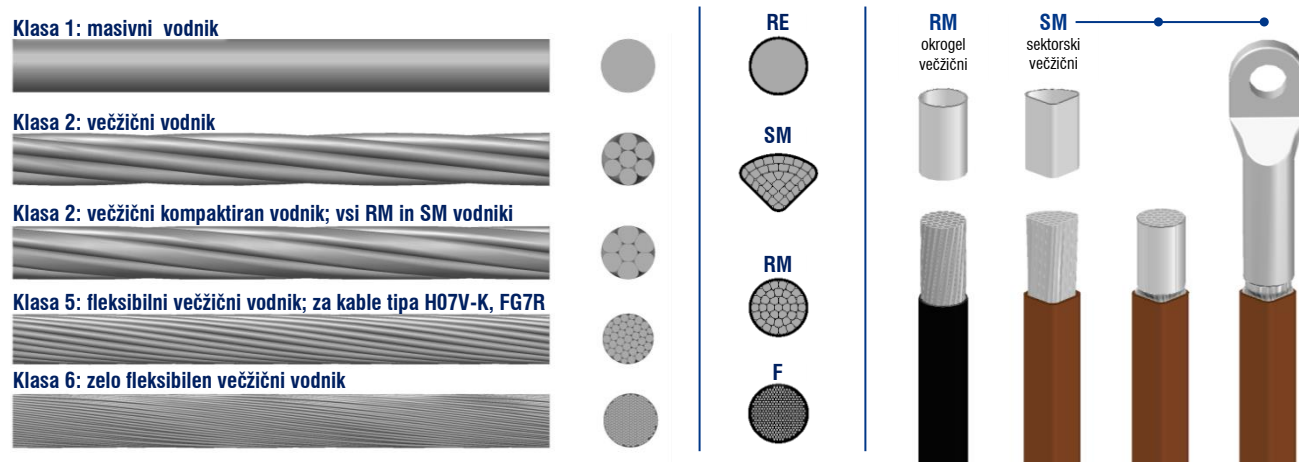
je KČ pri katerem se kontakt med vodnikom in telesom KČ ustvari z vijaki z momentno glavo, katera se odlomi pri ustvarjeni ustrezni kontaktni sili.

4 TEHNIČNE ZAHTEVE

4.1 UPORABA

Zahteve za izdelavo spojev z uporabo kabelskih čevljev so podane v poglavju 10. Kabelske čevlje in vezne tulce uporabljamo za spajanje vodnikov na ostale dele električnih naprav ter za zagotavljanje, dobrih kontaktov med kabel čevlji in vodniki (glej dodatek D: Pravilna izvedba spojev).

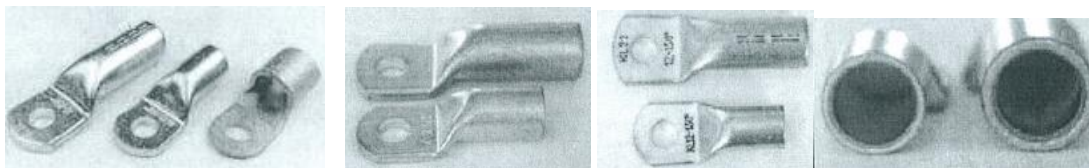
Klase kabelskih vodnikov po [2.2.7] (DIN VDE 57295), na katere je potrebno paziti pri izbiri ustreznega KČ so razvidne iz spodnje slike.



Slika 1: Klase kabelskih vodnikov ter označevanje teh vodnikov

Priporočena izbira KČ glede na tip vodnika je naslednja:

- za vodnike klase 1, 2, 5 in 6 se uporabijo dinski KČ (D) za gnetenje po DIN 46235
- za kable klase 5, 6 se uporabijo standardni ti. F- KČ (R), ki niso izdelani po DIN normah.



Slika 2: Razlike med dinskimi (večji) ter standardnimi (manjši) KČ

Priporočeni tipi kabelskih čevljev za notranjo in zunanjo montažo ter za različne oblike priključevanja. Ločimo več vrst izvedb KČ glede na izdelavo spoja in sicer za gnetenjem, ter KČ z momentnimi vijaki. Cevne KČ se ne uporabljajo za zunanjo montažo, zaradi vdora vode med izolacijo kabla ter možnega kasnejšega preboja, razen če imajo vmesno pregrado.

4.2 DELITEV KABELSKIH ČEVLJEV

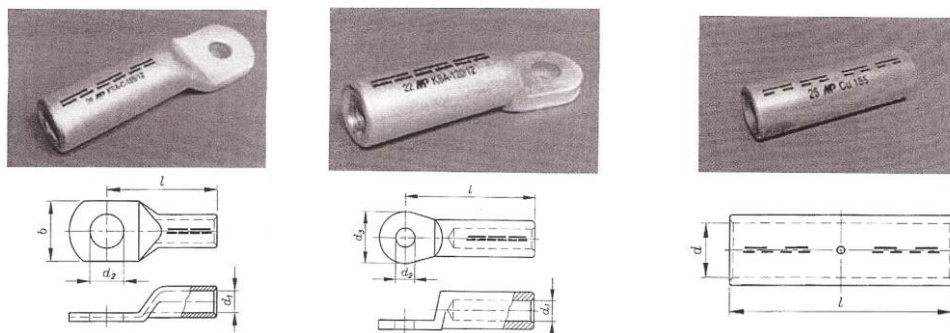
4.2.1 KABELSKI ČEVLJI ZA GNETENJE

(GLEJ DODATEK A)

Spoji kabel čevljev in vodnikov se izvajajo z montažo kabelskih čevljev na vodnike kablov ter s šestkotnim večkratnim stiskanjem telesa KČ različnih širin (glej dodatek B: Postopek stiskanja kabelskega čevlja).

Na dinskih KČ morajo biti oznaka proizvajalca, število potrebnih stiskov, koda čeljusti, odprtina za vijak (npr. M12) ter presek vodnika, ki pa jih na normalnih ali standardnih kabel čevljih ni (ti se uporabljajo samo za finožične kable tipa FG7R ali H07V-K

Nekositrane, cevne ali kovane Al KČ se ne sme uporabljati pri spajanju direktno na bakrene zbiralke brez Al/Cu podložk. Kovane oziroma vodotesne kabel čevlje kot npr.: Al, Cu, Al-Cu (bimetalni) se uporablja pretežno zunaj.

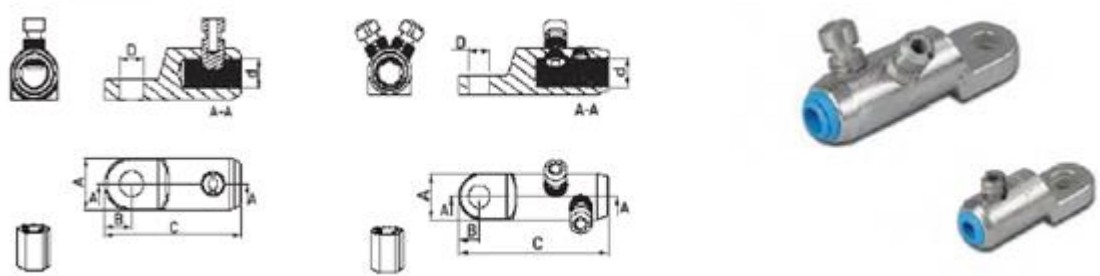


Slika 3: Primeri cevni, kovanih AL KČ in AL tulec za gnetenje

4.2.2 - KABELSKI ČEVLJI IN TULCI Z MOMENTNIMI VIJAKI (GLEJ DODATEK E)

(GLEJ DODATEK E)

Uporaba kabelskih čevljev z momentnimi vijaki je dovoljena samo na SN kabelskem omrežju torej se lahko uporabljajo pri izvedbi kontaktov na 20 kV končnikih za notranjo in zunanjo vgradnjo ter pri spojkah. Kabelski tulci in KČ z vijaki, z momentno glavo, morajo biti v paketu kabelske spojke ali kabelskega končnika.



Slika 4: Izgled KČ z momentnimi vijaki

Pri izvedbi tokovnih spojev uporabljamo kabelske čevlje in vezne tulce, ki so v tabeli 1:

Tabela 1: Uporaba kabelskih čevljev na NN omrežju

kontaktno mesto	material priključnega mesta na opremi	tip vodnika, ki se spaja ali priklaplja	priporočen tip kč glede na lokacijo vgradnje
podnožje NN varovalk	Zbiralka-Cu zlitina, pokositrana s pocinkanim vijakom	Al	n: Al/Cu cevni s prstanom z: Al/Cu kovan, AlCu spojen z varjenjem
		Cu	n: Cu cevni pokositren z: Cu kovani
NN zbiralke	Zbiralka- Cu ali Cu zlitina, pokositrena s pocinkanim vijakom	Al	n: Al/Cu cevni z: Al/Cu kovan
		Cu	n: Cu cevni pokositren z: Cu kovani
NN stran Tr	Cu zlitina- zbiralka z vijaki	Cu	n: Cu standardni cevni pokositren ali vijačne izolirane sponke (glej dodatek G) z: Cu kovani
kabelska spojka	Cu kabel	Cu	Cu tulec pokositren za NN ali SN
	Al kabel	Al	Al tulec pokositren za NN ali SN
	Cu kabel	Al	Al/Cu tulec
	Al kabel	Cu	Al/Cu tulec

Tabela 2: Uporaba kabelskih čevljev na 10, 20 in 30 kV omrežju

kontaktno mesto	material priključnega mesta na opremi	tip vodnika, ki se spaja ali priklaplja	priporočen tip kč glede na lokacijo vgradnje
podnožje VN varovalk	zbiralka-Cu zlitina pokositrena z vijakom	Al	n: Al/Cu cevni (s prstanom), z: Al/Cu kovan, n/z: Al/Cu vijačni,
		Cu	n: Cu cevni pokositren, z: Cu kovani pokositren,
VN zbiralka	zbiralka- Cu zlitina - čista ali pokositrana s pocinkanim jeklenim vijakom	Al	n: Al/Cu cevni, z: Al/Cu kovan, n/z: Al/Cu vijačni,
		Cu	n: Cu cevni, z: Cu kovan, n/z: Al- zlitina, vijačni,
VN stran Tr	vijaki iz bakrove zlitine na izolatorju ali Cu priključne plošče	Al	n: Al/Cu cevni, z: kovani,

SN odvodnik	nerjavni vijak in Cu zbiralka, pokositrana		n/z: Al/Cu vijačni,
		Cu	n: Cu Cevni, z: kovani, n/z: Al- zlitina, vijačni,
		Al	n: Al/Cu ali z: Al/Cu kovani, n/z: Al/Cu vijačni,
		Cu	n: Cu Cevni, z: Cu kovani, n/z: vijačni, Al- zlitina
		Cu	z: Cu tulec pokositran, n/z: Al-zlitina, vijačni,
		Al	z: Al tulec pokositran, n/z: Al- zlitina vijačni,
kabelska spojka	Cu	Al	z: Al/Cu tulec pokositran, n/z: Al/Cu vijačni,
	Al	Al	
	Cu	Al	

Opomba: Priporočena vgradnja v **n**- notranjosti, **z** -zunaj, **n/z** -zunaj in znotraj

4.3 INTERNO OZNAČEVANJE

Priporočeno označevanje kabelskih čevljev (kompresijskih in vijačnih) ter tulcev znotraj GIZ DEE:

DKČ Al-Cu 70 c, g, SM / PR 12 20 kV
 --1--2-- --3-- -4- -5- -6- -7- -8- -9- --10--

1. Standard

D	DIN
R	normalni

2. Tip opreme

KČ	kabelski čevljev
KT	kabelski vezni tulci
KS	kabelski sorniki
KČV	vijačni KČ
KTV	vijačni KT

3. Material iz katere je KČ izdelan

Al	Aluminij
Cu	Baker
Al/Cu	Aluminij/Baker
AlMgSi	Aluminij(duraluminij)

4. Prerez vodnika v mm² (6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 150, 240)

5. Način izdelave

c	cevni
k	kovani
v	vijačni

6. Način spajanja

g	z ročnim ali hidravličnim orodjem
V	vijačno

7. Oblika prereza

SM	sektorski večžični
RE	okrogel enožični

RM okrogel večžičen

8. Funkcija veznega tulca

PR s pregrado

BP brez pregrade

RD redukcijski

9. Premer izvrtine za vijak

M 12 od 35 -95 mm² izvrtina Ø13 mm

M 16 od 95 -240 mm² izvrtina Ø17 mm

10. Napetostni nivo (1 kV, 20 kV)

4.4 PRIMERI OZNAČEVANJA SN KABELSKÉ OPREME

□ Primer označevanja za kabelski konektor:

DKČ-Cu70c, g/16-SM/20 kV, kar pomeni:

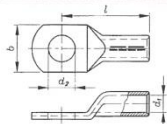
dinski kabel čevlja za Cu vodnik 70 mm² klase 2, cevni, gnetenje, premer izvrtine 16 mm, sektorski prerez za 20kV.

DKT/ Al 70-Cu 35, g, BP / 20 kV, kar pomeni:

dinski kabelski tulec za Al vodnik 70 mm², klase 2, cevni, gnetenje, brez pregrade za 20 kV.

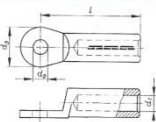
4.5 KONSTRUKCIJSKE ZAHTEVE

Podrobnejše konstrukcijske zahteve so podane v dodatku A.



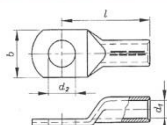
Al-zlitina je tipa ENAW-AlMgSi(B) ali ENAW -Al99,5 po EN 14121, EN 573-3, EN 755-2. Površina kabelskega čevlja mora biti kositrana z minimalno debelino sloja 5µm. Al je izdelan iz elektrolitskega aluminija (E-Al) čistoče 99,5 ter minimalne električne prevodnosti 35,7 Siemens. Za Al nadzemne vrvi po SIST EN 60182 (DIN 48201) in Al kabelske vodnike po SIST EN 60228 (VDE 0295) prerezov 16,35,50,70 mm². KČ po DIN 46329.

Slika 5: Kabelski čevlj, Al-cevni (slika 13 v dodatku A) ter kabelski vezni tulec iz Al (slike 19 do 25 dodatka A).



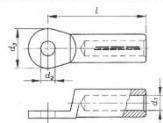
Telo čevlja ni iz cevnega Aluminija temveč iz hladno obdelane (kovan) ulite Al-zlitine tipa E-AlMgSi0,5F22 po DIN 40501 ali Al-zlitina je tipa ENAW-AlMgSi(B) ali ENAW -Al99,5 po EN 14121, EN 573-3, EN 755-2. Površina kabelskega čevlja mora biti kositrana z minimalno debelino sloja 5µm. Za Al nadzemne vrvi po SIST EN 60182 (DIN 48201) in Al kabelske vodnike po SIST EN 60228 (VDE 0295) prerezov 16, 35, 50,70 mm². KČ po DIN 46329.

Slika 6: Kabelski čevlj, Al-kovani (slika 17 v dodatku A).



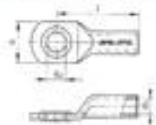
Material je Cu, tipa E₂-Cu 58 po DIN 40500 ali Cu-ETP po EN 13601 in EN 13600. Površina kabelskega čevlja je pokositrana z minimalno debelino sloja 5µm. Cu je izdelan iz elektrolitskega bakra (E-Cu) čistoče 99,9 minimalne električne prevodnosti 57 Siemens. Za Cu vrvi po SIST EN 60182 (DIN 48201) in Cu vodnike, prerezov 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 240 mm² po SIST EN 60228 (VDE 0295). KČ po DIN 46235.

Slika 7: Kabelski čevlj, Cu-cevni (slika 14 v dodatku A).



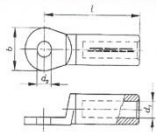
Material je Cu tipa E₂-Cu 58 po DIN 40500 ali Cu-ETP po EN 13601 in EN 13600. Površina kabljskega čevlja je pokositrana z minimalno debelino sloja 5µm. Za Cu vrvi po SIST EN 60182 (DIN 48201) in Cu vodnike, prerezov 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 240 mm² po SIST EN 60228 (VDE 0295). KČ po DIN 46235.

Slika 8: Kabljski čevlj Cu- kovani, vodotesni (slika 15 v dodatku A).



ima enake tehnične karakteristike kot enak material v prejšnjih primerih (aluminij in baker). Cu obroček predstavlja prehod na bakreni vodnik, ki je vprešan v telo čevlja. Rob bakrenega obročka je proti telesu kabljskega čevlja zatesnjen s posebno barvo, ki preprečuje vdor vlage med obročkom in telesom kabljskega čevlja. Za Al vrvi po SIST EN 60182 (DIN 48201) in Al vodnike ter prereze 16, 35, 50, 70, 95, 150, 240 mm² po SIST EN 60228 (VDE 0295). KČ po DIN 46329. Ni priporočljiv. Namesto njega uporabiti Al/Cu kovani ali vijaki KČ

Slika 9: Kabljski čevlj Al/Cu-cevni (s prstanom)) (slika 18 v dodatku A)



Ima enake tehnične karakteristike kot enak material v prejšnjih primerih. Aluminij in baker sta medsebojno mehansko trajno spojena z rotacijo tako, da se medsebojno zvarita, s čimer je preprečen elektrolitski efekt (nastanek galvanskih tokov), spoj pa mora ustrezati mehanskim lastnostim bakra. Spajanje Al in Cu dela z lepljenjem ni dopustno, zaradi popustitve lepila.

Proizvajalec mora dokazati način izvedbe spoja z izjavo in opisom postopka. Za Al vrvi po SIST EN 60182 (DIN 48201) in Al vodnike prerezov 70 in 150 mm² po SIST EN 60228 (VDE 0295). KČ po DIN 46329

Slika 10: Kabljski čevlj Al/Cu kovani (bimetalni) (slika 16 v dodatku A)



so cevni ter krajši od dinskih KČ, ter imajo tudi tanjše stene. Material je enak, kot Cu KČ v zgornjih primerih. Za finožične Cu kable tipa FG7R ali H07V-K za prereze 150 in 240 mm². Testirani morajo biti po SIST EN 61238

Slika 11: Normalni ali standardni KČ (R)



Telo čevlja je iz trde aluminijeve zlitine tipa ENAW-AlMgSi(B) ali ENAW -Al99,5 po EN 14121, EN 573-3, EN 755-2. Površina kabljskega čevlja mora biti kositrana z minimalno debelino sloja 5µm. Vijaki s šeststrobo glavo, ki odpade pri določenem momentu so iz bronze ali Al-zlitine ali jeklene litine, ki mora biti pokositrana. Imeti morajo centrirane obročke za točno nameščanje manjših presekov vodnikov. KČ mora v notranjosti kontaktne površine imeti izdelane navojne zareze. Za Cu in Al več žične vodnike tipa RM, RE in SE, RM prerezov od 6 do 95 in od 95 do 240 mm²

Slika 12: Vijaki kabljski AL čevlji in tulci



Aluminij in baker sta medsebojno mehansko trajno spojena z rotacijo tako, da se medsebojno zvarita, s čimer je preprečen elektrolitski efekt (nastanek galvanskih tokov), spoj pa mora ustrezati mehanskim lastnostim bakra. Spajanje Al in Cu dela z lepljenjem ni dopustno, zaradi popustitve lepila. Proizvajalec mora dokazati način izvedbe spoja z izjavo in opisom postopka. Material je enakega tipa kot v zgornjih primerih. Vijaki s šestrobo glavo, ki odleti pri določenem momentu so iz bronze ali Al-zlitine ali jeklene litine, vse pokositrano. Za Cu in Al vodnike tipa RM, RE in SE, SM prerezov od 6 do 95 in od 95 do 240 mm²

Slika 13: Vijačni AL/Cu kabelski čevlji in tulci

Kontaktna mast. Notranjost vsakega kabelskega čevlja oz. veznega tulca mora biti napolnjena s kontaktno mastjo, ki preprečuje oksidacijo kontaktne površine. Mast trajno zadrži to lastnost do nazivne temperature vodnika 90° C in pri kratkotrajnih preobremenitvah temperature 250° C. Na koncu tulca je po možnosti vstavljen PVC čep, ki preprečuje iztekanje masti in vnos nečistoč v tulec. Pred montažo se ga brez težav odstrani. Na sredini veznega tulca je vboklina (omejevalec) zaradi simetričnega vstavljanja vodnika.

5 VPLIV NA OKOLJE

Proizvodnja kabelskih čevljev, tulcev vpliva na okolje. Proizvajalec opreme mora imeti vzpostavljen in ustrezno vzdrževan sistem vodenja kakovosti proizvodnje, ki izpolnjuje zahteve standarda ISO 14001.

Izvajalec mora ločeno zbirati odpadke (ostanki kabelskih čevljev), ostanki odtrganih vijakov, odpadna plastika (pokrovčki, PVC vrečke), kartonske škatle, in jih odvažati na ustrezno deponijo skladno z veljavnim standardom.

6 PREVZEM IN PREIZKUŠANJE

Prevzem pribora se izvaja pri proizvajalcu ali dobavitelju na naslednji način:

a) Kabelski čevlji mora imeti trajne in čitljive oznake:

- oznaka proizvajalca,
- kataloška oznaka proizvoda,
- material,
- vrsta in presek vodnika,
- mesto in število stiskov pri ročnem ali hidravličnem stiskanju,
- številka orodja za šestkotno stiskanje,
- dimenzija izvrtine (M6 – M20).

b) Vezni tulec mora imeti trajne in čitljive oznake:

- oznaka proizvajalca,
- kataloška oznaka proizvoda
- material,
- vrsta in presek vodnika in presek tulca,
- mesto in število stiskov pri ročnem ali hidravličnem stiskanju,
- številka orodja za šestkotno stiskanje.

c) Vizualni pregled zunanje površine

- Pregled skladiščenja,
- Pregled označevanja.

d) Pri prevzemu je proizvajalec ali dobavitelj dolžan pokazati tudi naslednje:

- Tehnične podatke o opremi,
- Dokazila o uporabljenih materialih pri izdelavi,
- Dokazila o medfaznih kontrolah,
- Poročilo o tipskem preizkušanju neodvisne institucije,
- Poročilo o vseh rezultatih testiranj.

e) Poročilo o kosovnem preskusu mora vsebovati naslednje podatke:

- Tip opreme, registrsko številko in leto proizvodnje,
- Naziv proizvajalca,
- Naziv naročnika,
- Datum in kraj preizkušanja,
- Ime preizkuševalca,
- Listo naprav za preizkušanje,
- Risbo opreme z osnovnimi dimenzijami ter razporedom opreme za preizkušanje,
- Tabelami pregleda izmerjenih parametrov.

Posebno pa:

- Meritve električnih parametrov opreme,
- 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 je oprema izdelana po določilih iz tehnične mape, ter da so vgrajeni materiali v mejah kvalitete zahtevane v tehnični mapi.

f) 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 opreme
 - Datum proizvodnje
- Navodilo za skladiščenje, vgradnjo in montažo v slovenščini

g) Pri prevzemu je naročnik dolžan preveriti skladnost dobavljenega blaga z naročilom in v primeru neskladnosti materiala le tega zavrniti.

h) Audit pri proizvajalcu je kontrola skladišča, strojev, proces izdelave, testiranj, skladišča ter jih primerja z zahtevami te smernice. Izdela se zapisnik o ogledu.

7 ZAHTEVANA DOKUMENTACIJA ZA NAROČANJE

Pri naročanju, mora dobavitelj dostaviti naslednjo dokumentacijo:

- a)** Risba prereza opreme s tehničnim opisom in karakteristikami,
- b)** Izjava o skladnosti proizvajalca,
- c)** Certifikat o skladnosti opreme s standardom, izdano s strani VDE,
- d)** Certifikat in celotno poročilo o tipskem preizkušanju s strani neodvisnega in akreditiranega laboratorija v EU (v elektronski obliki na zgoščenki),

- e) Garancijski pogoji, minimalna garancijska doba je vsaj 24 mesecev po dobavi,
- f) Tehnična ponudba mora biti oddana tudi v elektronski obliki (MS WORD, pdf...) na zgoščenki in biti identična s ponudbo.
- g) Ponudnik mora dostaviti oziroma nuditi najmanj naslednje podatke:
 - o ime proizvajalca,
 - o tip,
 - o tehnične skice s tehničnimi karakteristikami (nazivna napetost, sestava, oblika, dimenzije, dimenzija izvrtine (M6 – M20) pri kablskih čevljih,
 - o morebitne posebnosti,
 - o prerez, obliko in vrsto vodnika katerem ustrezajo kablski čevlji
 - o področje uporabe (mesto in število stiskov pri ročnem ali hidravličnem stiskanju, številka orodja za šestkotno stiskanje),
 - o ponujeni KČ, ki predvideni za gnetenje morajo biti kompatibilni z obstoječimi orodji naročnika t.j prilagojen mora biti D (dinskim) po zahtevah naročnika pa tudi R (normal) kablskim čevljem,
 - o garancijski pogoji, minimalna garancijska doba je vsaj 24 mesecev po dobavi,
 - o certifikati o tipskem preizkušanju z navedbo uporabljenega standarda za vsak tip KČ,
 - o izjava o skladnosti v skladu z Zakonom o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti - ZTZPUS-UPB1 (UL RS št. 19/11, čl. 3 in 7).

8 SKLADIŠČENJE

Kablski čevlji in vezni tulci se skladiščijo v kartonskih škatlah. Škatle se skladiščijo v suhih prostorih.

9 TRANSPORT

Ni posebnih zahtev

10 POSEBNE ZAHTEVE PRI VGRADNJI

Pri izdelavi kontaktov s KČ in VT je potrebno upoštevati spodnja navodila:

- Pri vgradnji je potrebno upoštevati zahteve oz. priporočila proizvajalca posameznega proizvoda.
- Montažo KČ lahko izvajajo samo kvalificirane osebe, ki poznajo posamezne funkcije elementov kabla in kablskega pribora.
- Pri spajanju in zaključevanju kablov se moramo izogibati večkratnemu krivljenju in ravnanju kabla ter toplotnemu pregrevanju kabla.
- Pri odstranjevanju posameznih plasti kabla se je treba obvezno ravnati po navodilih proizvajalcev kablov, kablskega pribora in pri tem uporabljati ustrezno orodje, ki ga priporoča proizvajalec..
- Pri izdelavi prehodnih spojev med kablom z izolacijo iz umetnih mas in kablom z izolacijo iz impregniranega papirja je potrebno obvezno uporabiti spojne tulce s pregradno steno.
- Pri izdelavi prehodnih spojev med kabloma z izolacijo iz impregniranega papirja je potrebno obvezno uporabiti spojne tulce brez pregradne stene (pretok olja mora biti zagotovljen).
- Vsi prehodi aluminijevih vodnikov na bakrene morajo biti izvedeni z ustreznimi Al-Cu veznimi tulci in kablskimi čevlji ali uporabiti ustrezne KČ s str. 7.
- Priporočen postopek spoja vodnika s kablskim čevljem: 1. Očistiti vodnik vseh umazanij z žično krtačo, 2. Vstaviti vodnik v KČ do pozicije stop, 3. Pred stiskanjem preveriti kode KČ s čeljustmi, 4. Začnemo s stiskanje kot je pokazano na slikah v dodatku D.

- Kontakti med čevljem in vodnikom se morajo izvesti s stiskanjem kabelskih čevljev in vodnikov z ustreznimi stiskalnimi napravami ter ustreznimi čeljustmi (glej dodatek A). Za zagotavljanje dobrega kontakta je pri finožičnih ter več žičnih vodnikih priporočljivo uporabljati tulce za zbir večžilnih vodnikov, ki so tipa D (za dinske čevlje) in R (normalne) ter imajo karakteristike opisane v dodatku C.
- Kontakti med kabelskimi čevlji in priključnimi mesti se izvedejo z ustreznimi vijaki, ki so na napravah, ter privijejo z momentnim ključem z ustreznim momentom (Glej dodatek D: Pravilna izvedba spojev).
- Pri vijačnih kabelskih čevljih se kontakt med vodnikom in kabelskim čevljem vzpostavi z vrtenjem vijaka ter s tem stiskanjem vodnika ob telo kabelskega čevlja. Glava vijaka odleti takrat, ko moment doseže določeno vrednost in s tem je zagotovljen kontakt.
- Če je potrebno več stiskov, je potrebno pričeti stiskanje pri ploščatem delu KČ oziroma s strani sornika ali na sredini, če gre za tulec.

11 POSEBNE ZAHTEVE PRI VZDRŽEVANJU

Vizualni pregled tokovnih spojev na napravah, kjer je prišlo do poškodb omrežja, zaradi udara strele. Pregledi v okviru rednega pregleda omrežja z infrardečo kamero, ter zamenjava KČ s trajno temperaturo večjo od 90°C.

12 DODATKI

12.1 GRAFIČNE PRILOGE



Slika 14: Kabelski čevlji Al/Cu-cevni (levo), kabelski čevlji Al-cevni (na sredini), Kabelski vezni tulec Al/Cu (desno)



Slika 15: Primeri varjenih (npr. Metal produkt) in neprimernih lepljenih spojev (odlomljen spoj)



Slika 16: Primer neustreznega spoja pri priklopu kabla na ločilnik (Al/Cu KČ-cevni, z obročkom ni za zunanjo montažo)



Slika 17: Ustresen priklop z Al-Cu kovanimi kabel čevlji (levo), spoj na VN priključkih TR (kovani Cu -čevlji - desno)



Slika 18: Ustrezen spoj na NN priključke NN omare (levo), ustrezen spoj na NN priključke na TR s Cu KČ (desno).



Slika 19: Ustrezen spoj SN kabla - notranja vgradnja

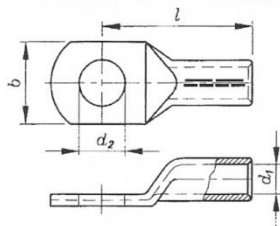


Slika 20: Uporaba spojnega tulca na spojnici

LITERATURA

- SIST EN 61238-1:2004
- Prospekti material proizvajalcev
- arhiv EL

12.2 DODATEK A: ZAHTEVE ZA DIMENZIJE IN OBLIKE TIPSКИH KABEL ČEVLJEV



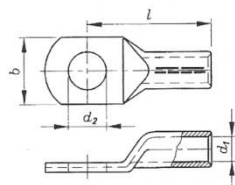
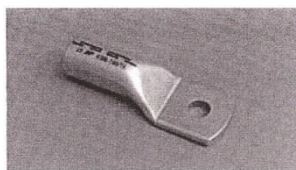
Slika 21: Cevni kabel čevlj

Al – cevni

Uporaba: za NN in SN:
n.pr.: DKČ/ Al 70c,g/RM-20 kV

Tabela 3: Karakteristike Al kabelskih čevljev

Nazivni presek vodnika (mm ²)		Prijlučni vijak [mm]	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]				Številka orodja	Število stiskanj	
OJ	OV/SV			d ₁	d ₂	b	l		meh.	hidr.
16	25	6	4,5 - 5,3	5,6	6,5	18,0	53,0	12	4	2
		8		5,6	8,5	18,0	53,0			
		10		5,6	10,5	18,0	53,0			
25	35	6	5,6 - 6,6	6,8	6,5	19,0	60,0	12	4	2
		8		6,8	8,5	19,0	60,0			
		10		6,8	10,5	19,0	60,0			
		12		6,8	12,7	23,0	60,0			
35	50	8	6,6 – 7,9	8,0	8,5	21,0	71,0	14	5	2
		10		8,0	10,5	21,0	71,0			
		12		8,0	12,7	21,0	71,0			
50	70	8	7,7 - 9,1	10,0	8,5	22,5	73,0	16	5	2
		10		10,0	10,5	25,0	73,0			
		12		10,01	12,7	25,0	73,0			
70	95	8	9,3 - 11,0	11,5	8,5	28,0	87,0	18	6	3
		10		11,5	10,5	28,0	87,0			
		12		11,5	12,7	28,0	87,0			
		16		11,5	17,0	32,0	87,0			
120	150	10	12,5 - 14,5	15,5	10,5	32,0	91,0	22	6	3
		12		15,5	12,7	32,0	91,0			
		16		15,5	17,0	34,0	91,0			



Slika 22: Cu cevni KČ za NN

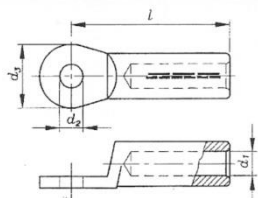
Cu – cevni

Uporaba: za NN po DIN 46235, n.pr.: DKČ-Cu70c,g/16 -1kV

Tabela 4: Karakteristike Cu kabljskih čevljev

Nazivni presek vodnika (mm ²)		Priključni vijak [mm]	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]				Številka orodja	Število stiskanj	
SJ	OV/SV			b	d ₁	d ₂	l		meh.	hidr.
6	6	6	2,7 - 3,3	10	3,8	6,5	24	5	2	-
		8		13		8,5	24			
10	10	6	3,5 - 4,2	11	4,5	6,5	27	6	2	-
		8		13		8,5	27			
16	16	6	4,5 - 5,3	13	5,5	6,5	36	8	2	-
		8		13	5,5	8,5	36			
		10		17	5,5	10,5	36			
-	25	6	5,6 - 6,6	14	7	6,5	38	10	2	-
		8		16	7	8,5	38			-
		10		17	7	10,5	38			-
		12		19	7	12,7	38			-
-	35	8	6,6 - 7,9	17	8,2	8,5	42	12	2	1
		10		19	8,2	10,5	42			
		12		21	8,2	12,7	42			
-	50	8	7,7 - 9,1	20	10	8,5	52	14	3	1
		10		22	10	10,5	52			
		12		24	10	12,7	52			
-	70	8	9,3 - 11,0	24	11,5	8,5	55	16	3	1
		10		24	11,5	10,5	55			
		12		24	11,5	12,7	55			
		16		30	11,5	17	55			
-	95	10	11,0 – 12,9	28	13,5	10,5	65	18	4	2
		12		28	13,5	12,7	65			
		16		32	13,5	17	65			
-	120	10	12,5 – 14,5	32	15,5	10,5	70	20	4	2
		12		32	15,5	12,7	70			
		16		32	15,5	17	70			
-	150	10	13,9 – 16,2	34	17	10,5	78	22	4	2
		12		34	17	12,7	78			
		16		34	17	17,0	78			
		20		40	17	21,0	78			
-	240	12	17,8 – 20,6	42	21,5	12,7	92	28	-	2
		16		42	21,5	17,0	92			
		20		45	21,5	21,0	92			

Cu-kovani



Slika 23: Cu KČ kovan, (vodoodporen)

Uporaba: za SN, zunaj

Za bakrene vrvi standard DIN 48201

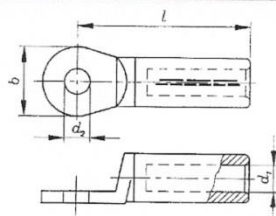
in za bakrene vodnike standard VDE 0295.

Material: baker

Zunanja površina: galvansko pokositrena, vodotesen

Tabela 5: Karakteristike Cu-kovanih kabljskih čevljev

Nazivni presek vodnika (mm ²) OV/SV	Prijključni vijak [mm]	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]				Številka orodja	Število stiskanj	
			d ₁	d ₂	d ₃	l		meh.	hidr.
16	6	4,5 - 5,3	5,5	6,4	20	42,5	12	4	2
	8		5,5	8,4	20	42,5			
	10		5,5	10,5	20	42,5			
25	6	5,6 - 6,6	7,0	6,4	20	43	12	4	2
	8		7,0	8,4	20	43			
	10		7,0	10,5	20	43			
	12		7,0	12,7	24	43			
35	8	6,6 - 7,9	8,2	8,4	20	44,5	14	5	2
	10		8,2	10,5	25	44,5			
	12		8,2	12,7	25	44,5			
50	8	7,2 - 9,1	10,0	8,4	25	54	16	5	3
	10		10,0	10,5	25	54			
	12		10,0	12,7	25	54			
70	8	9,3 - 11,0	11,5	8,4	25	53,5	18	6	3
	10		11,5	10,5	25	53,5			
	12		11,5	12,7	25	53,5			
	16		11,5	17,0	30	58,0			
95	10	11,0 - 12,9	13,5	10,5	25	63,5	22	6	3
	12		13,5	12,7	25	63,5			
	16		13,5	17,0	30	68,0			
120	10	12,5 - 14,5	15,5	10,5	30	68,0	25	6	3
	12		15,5	12,7	30	68,0			
	16		15,5	17,0	30	68,0			



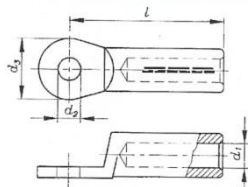
Slika 24: Al/Cu kovani KČ

Al/Cu – kovani

Uporaba: za NN in SN, zunaj
n.pr: RKČ/ AL- CU 150k,g/16-RM 20 kV
za Al vrvi po DIN 48201 vodotesen

Tabela 6: Karakteristike Al/Cu-kovanih kabelskih čevljev

Nazivni presek vodnika (mm ²)			Priključni vijak [mm]	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]				Številka orodja	Število stiskanj	
OV/SV	SJ	OJ			d ₁	d ₂	d ₃	l		meh.	hidr.
16	16	25	6	4,5 - 5,3	5,4	6,4	20	62,0	12	4	2
			8		5,4	8,4	20	62,0			
			10		5,4	10,5	20	62,0			
25	25	35	6	5,6 - 6,6	6,8	6,4	25	63,5	12	4	2
			8		6,8	8,4	25	63,5			
			10		6,8	10,5	25	63,5			
			12		6,8	12,7	25	63,5			
35	35	50	6	6,6 - 7,9	8,0	8,4	25	74,5	14	5	2
			8		8,0	10,5	25	74,5			
			10		8,0	12,7	25	74,5			
50	50	70	8	7,7 - 9,1	9,8	8,4	25	75,5	16	5	2
			10		9,8	10,5	25	75,5			
			12		9,8	12,7	25	75,5			
70	-	95	8	9,3 - 11,0	11,2	8,4	25	83,5	18	6	3
			10		11,2	10,5	25	83,5			
			12		11,2	12,7	25	83,5			
			16		11,2	17	30	88,0			
120	-	150	10	12,5 - 14,5	14,7	10,5	30	94,0	22	6	3
			12		14,7	12,7	30	94,0			
			16		14,7	17	30	94,0			
150	-	185	10	13,9 - 16,2	16,3	10,5	30	103	25	6	3
			12		16,3	12,7	30	103			
			16		16,3	17,0	30	103			
			20		16,3	21,0	38	107,5			



Slika 25: KČ Al kovani, vodoodporni

Al - kovan**Uporaba: NN,SN, zunaj****po DIN 46329**

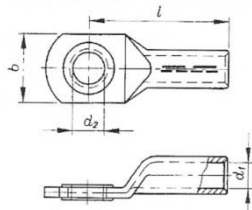
Za aluminijaste vrvi standard DIN 48201
in za aluminijaste vodnike standard VDE 0295.

Material: aluminij

Zunanja površina: čista, vodotesen

Tabela 7: Karakteristike Al-kovanih kabelskih čevljev

Nazivni presek vodnika (mm ²)			Priključni vijak [mm]	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]				Številka orodja	Število stiskanj	
OV/SV	SJ	OJ			d ₁	d ₂	d ₃	l		meh.	hidr.
16	25	16	6	4,5 - 5,3	5,4	6,4	20	55,0	12	4	2
			8		5,4	8,4	20	55,0			
			10		5,4	10,5	20	55,0			
			12		5,4	12,7	20	55,0			
25	35	35	6	5,6 - 6,6	6,8	6,4	20	57,0	12	4	2
			8		6,8	8,4	20	57,0			
			10		6,8	10,5	20	57,0			
			12		6,8	12,7	25	57,0			
35	50	50	8	6,6 - 7,9	8,0	8,4	25	64,0	14	5	2
			10		8,0	10,5	25	64,0			
			12		8,0	12,7	25	64,0			
50	70	-	8	7,2 - 9,1	9,8	8,4	25	65,0	16	5	2
			10		9,8	10,5	25	65,0			
			12		9,8	12,7	25	65,0			
70	95	-	8	9,3 - 11,0	11,2	8,4	25	75,0	18	6	3
			10		11,2	10,5	25	75,0			
			12		11,2	12,7	25	75,0			
			16		11,2	17	30	79,5			
120	150	-	10	12,5 - 14,5	14,7	10,5	30	85	22	6	3
			12		14,7	12,7	30	85			
			16		14,7	17	30	85			
150	185	-	10	13,9 - 16,2	16,3	10,5	30	90	25	6	3
			12		16,3	12,7	30	90			
			16		16,3	17,0	30	90			
			20		16,3	21,0	38	94			



Slika 26: Al/Cu cevni KČ za 20 kV

Al/Cu – cevni

Uporaba: NN in SN, samo za notranjo uporabo

n.pr.: RKČ/ AL 70c,g/ RM-1 kV

ni vodotesen

Tabela 8: Karakteristike Al/Cu cevnih kablskih čevljev

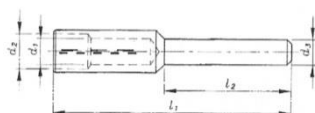
Nazivni presek vodnika (mm ²)		Priključni vijak [mm]	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]				Številka orodja	Število stiskanj	
SJ	OV/SV			d ₁	d ₂	d ₃	l		meh.	hydr.
16	25	8	4,5 - 5,3	5,6	8,5	24	55,5	12	4	2
		10		5,6	10,5	24	55,5			
35	50	8	6,6 - 7,9	8,0	8,5	26	72,0	14	5	2
		10		8,0	10,5	26	72,0			
		12		8,0	13,0	26	71,0			
50	70	8	7,7 - 9,1	10,0	8,5	26	75,0	14	5	2
		10		10,0	10,5	26	75,0			
		12		10,0	13,0	26	74,5			
70	95	8	9,3 - 11,0	11,5	8,5	28	87,0	16	6	3
		10		11,5	10,5	28	87,0			
		12		11,5	13,0	28	75,0			
95	120	10	11,0 - 12,9	13,5	10,5	32	91,0	18	6	3
		12		13,5	13,0	32	91,0			
		16		13,5	17,0	34	91,0			
120	150	10	12,5 - 14,5	15,0	10,5	34	91,0	22	6	3
		12		15,0	13,0	34	91,0			
		16		15,0	17,0	34	91,0			
150	185	10	13,9 - 16,2	16,5	10,5	36	100	25	6	3
		12		16,5	13,0	36	100			
		16		16,5	17,0	36	100			



AI kabelski sornik

Uporaba: NN, SN, pri priklopu kabla z vodnikom nadzemnega voda

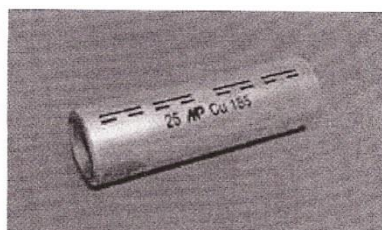
n.pr.: RKS AI 150/g-RM- 1kV



Slika 27: Kabelski priključni sornik AI – 1-10 kV

Tabela 9: Karakteristike AI kabelskega sornika

Nazivni presek vodnika (mm ²)	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]					Številka orodja	Število stiskanj	
		l ₁	l ₂	d ₁	d ₂ *	d ₃		meh.	hidr.
70	9,3 – 11,0	140	65	11,2	14,5	10,0	12	8	3
150	13,9 – 16,2	153	65	16,3	20,0	14,0	25	9	4

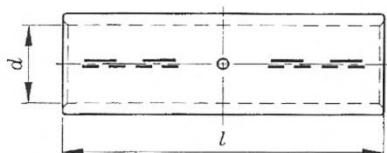


Cu vezni tulec

Uporaba: v NN in SN, spojke

po standardu DIN 46267, 1. del

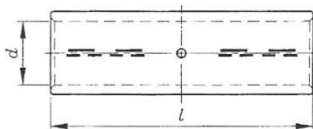
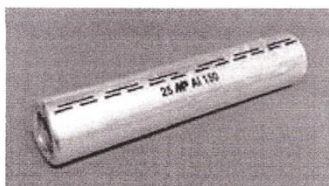
n.pr.: DVT/Cu 70 g/RM-1 kV



Slika 28: Tulec vezni Cu 1-10 kV po standardu DIN 46267, 1. del

Tabela 10: Karakteristike Cu veznih tulcev

Nazivni presek vodnika (mm ²)		Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]		Številka orodja	Število stiskanj	
OJ	OV/SV		d	l		meh.	hidr.
10	10	3,5 - 4,2	4,5	32	6	2-2	-
16	16	4,5 – 5,3	5,5	50	8	2-2	1-1
-	25	5,6 – 6,6	7,0	50	10	2-2	1-1
-	35	6,6 – 7,9	8,2	50	12	2-2	1-1



Slika 29: Tulec vezni reducirni Al, 1 do 10 kV, standard DIN 46269, 2. del

Al vezni reducirni tulec

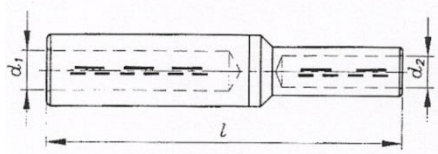
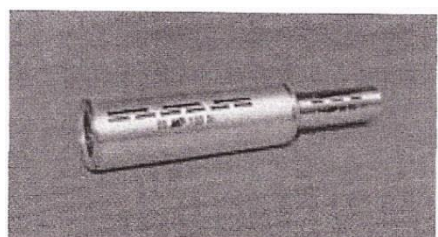
Uporaba: NN in SN

po standardu DIN 46269, 2. del

n.pr.: DTV / Al 70/ 95 g/ RM-10 kV

Tabela 11: Karakteristike Al reducirnih tulcev

Nazivni presek vodnika (mm ²)			Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]		Številka Orodja	Število stiskanj	
OV/SV	SJ	OJ		d	l		meh.	hidr.
16	-	16	4,5 – 5,3	5,6	55	12	3-3	-
25	35	25	5,6 – 6,6	6,8	70	12	4-4	2-2
35	50	35	6,6 – 7,9	8,0	85	14	5-5	2-2
50	70	50	7,7 – 9,1	9,8	85	16	5-5	2-2
70	95	-	9,3 – 11,0	11,2	105	18	6-6	3-3
120	150	-	12,5 – 14,5	14,7	105	22	6-6	3-3
150	185	-	13,9 – 16,2	16,3	125	25	6-6	3-3



Slika 30: Al/Cu vezni tulec. 1-10 kV

Al/Cu vezni tulec

Uporaba: v NN in SN

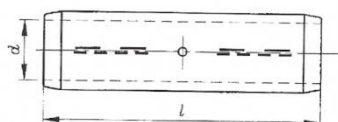
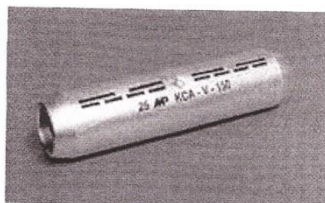
po DIN 48201

n.pr.: RTV/ Al/Cu 70/70g/ RM-1 kV

Tabela 12: Karakteristike Al/Cu reducirnih tulcev

Nazivni presek vodnika (mm ²)			Premer Vodnika [mm]		Dimenzije [mm]			Številka Orodja		Število stiskanj			
Al OV/SV	Al SJ	Cu OV/SV	Al d1	Cu d2	d1	d2	l	Al	Cu	meh.		hidr.	
										Al	Cu	Al	Cu
50	70	16	7,7 – 9,1	5,10	9,8	5,5	76,0	16	8	5	2	2	1
		25		6,30	9,8	7,0	76,0		10	5	2	2	1
		35		7,50	9,8	8,2	76,0		12	5	2	2	1
		50		9,00	9,8	10,0	83,0		14	5	3	2	1

70	95	16	9,3 – 11,0	5,10	11,2	5,5	86,0	18	8	5	2	2	1
		25		6,30	11,2	7,0	86,0		10	5	2	2	1
		35		7,50	11,2	8,2	86,0		12	5	2	2	1
		50		9,00	11,2	10,0	93,0		14	5	3	2	1
		70		10,50	11,2	11,5	93,0		16	5	3	2	1
95	120	25	11,0 – 12,9	7,50	13,2	7,0	91,0	22	10	6	2	3	1
		35		9,00	13,2	8,2	91,0		12	6	2	3	1
		50		10,50	13,2	10,0	98,0		14	6	3	3	1
		70		12,50	13,2	11,5	98,0		16	6	3	3	1
		95			13,2	13,5	107,0		18	6	4	3	2
120	150	25	12,5 – 14,5	6,30	14,7	7,0	91,0	22	10	6	2	3	1
		35		7,50	14,7	8,2	91,0		12	6	2	3	1
		50		9,00	14,7	10,0	98,0		14	6	3	3	1
		70		10,50	14,7	11,5	98,0		16	6	3	3	1
		95		12,50	14,7	13,5	108,0		18	6	4	3	2
150	185	35	15,5 – 14,5	7,50	16,3	8,2	104	25	14	6	2	3	1
		50		9,00	16,3	10,0	104		14	6	3	3	1
		70		10,50	16,3	11,5	104		16	6	3	3	1
		95		12,50	16,3	13,5	113		18	6	4	3	2
		120		14,00	16,3	15,5	115		20	6	4	3	2
185	240	150	15,5 – 18,0	15,80	16,3	17,0	115	28	22	6	4	3	2
		70		10,50	18,3	11,5	103		16	6	3	3	1
		95		12,50	18,3	13,5	113		18	6	4	3	2
		120		14,00	18,3	15,5	115		20	6	4	3	2
		150		15,80	18,3	17,0	115		22	6	4	3	2
240	300	185	17,8 – 20,6	17,50	18,3	19,0	117	32	25	6	4	3	2
		120		14,00	21,0	15,5	130		20	8	4	3	2
		150		15,80	21,0	17,0	130		22	8	4	3	2
		185		17,50	21,0	19,0	132		25	8	4	3	2
		240		20,30	21,0	21,5	132		32	-	-	3	2



Slika 31: Tulec vezni Al 10-30 kV po DIN 46267 2.del

Al vezni tulec

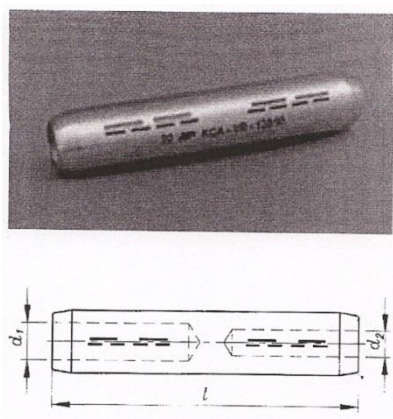
Uporaba: v 10-30 kV

po DIN 46267 2.del

n.pr.: DTV/ AL 70 g/RM-20 kV

Tabela 13: Karakteristike Al tulcev

Nazivni presek vodnika (mm ²)	Premer vodnika [mm]	Dimenzije [mm]		Številka Orodja	Število stiskanj	
		d	l		meh.	hidr.
35	6,6 – 7,5	8,0	90	14	4-4	2-2
70	9,3 – 10,2	11,2	95	1218	4-4	2-2
150	13,9 – 15,0	16,3	105	25	4-4	2-2



Al reducirni tulec

Uporaba: v 10-30 kV omrežju

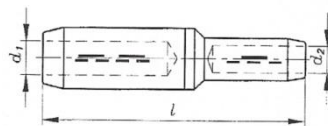
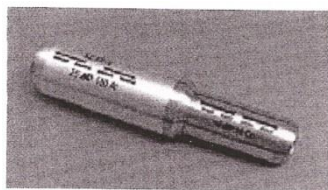
po DIN 46267 2.del

n.pr.: DTV/ Al 70/35 g/ RM- 20 kV

Slika 32: Al reducirni tulec, 10-30 kV po DIN 46267 2.del

Tabela 14: Karakteristike Al reducirnih tulcev

Nazivni presek vodnika (mm ²)		Dimenzije [mm]			Številka Orodja	Število stiskanj	
d1	d2	d1	d2	l		meh.	hydr.
25	16	6,8	5,6	88	12	4-4	2-2
35	16	8,0	5,6	90	14	4-4	2-2
	25	8,0	6,8	90			
50	25	9,8	6,8	90	16	4-4	2-2
	35	9,8	8,0	90	16	4-4	2-2
70	25	11,2	6,8	100	18	4-4	2-2
	35	11,2	8,0	100	18	4-4	2-2
	50	11,2	9,8	100	18	4-4	2-2
95	35	13,2	8,0	105	22	4-4	2-2
	50	13,2	9,8	105	22	4-4	2-2
	70	13,2	11,2	105	22	4-4	2-2
120	35	14,7	8,0	110	22	4-4	2-2
	50	14,7	9,8	110	22	4-4	2-2
	70	14,7	11,2	110	22	4-4	2-2
	95	14,7	13,2	110	22	4-4	2-2
150	35	16,3	8,0	110	25	4-4	2-2
	50	16,3	9,8	110	25	4-4	2-2
	70	16,3	11,2	110	25	4-4	2-2
	95	16,3	13,2	110	25	4-4	2-2
	120	16,3	14,7	110	25	4-4	2-2
185	120	18,3	14,7	125	28	5-5	2-2
	150	18,3	16,3	130	28	5-5	2-2
240	150	21,0	16,3	136	32	5-5	2-2
	185	21,0	18,3	136	32	5-5	2-2



Al/Cu reducirni tulec

Uporaba: v 10-30 kV omrežju

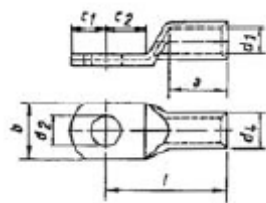
po DIN 46267 2.del

n.pr.: DTV/ Al-Cu 70-50 g/RM- 20 kV

Slika 33: Tulec vezni reducirni Al/Cu 10-30 kV po DIN 46267 2.del

Tabela 15: Karakteristike Al/Cu reducirnih tulcev

Nazivni presek vodnika (mm ²)		Dimenzije [mm]			Številka Orodja		Število stiskanj			
Al	Cu	d1	d2	l	Al	Cu	meh.		hidr.	
70	16	11,2	5,5	86,0	18	8	4	2	2	1
	25	11,2	7,0	86,0	18	10	4	2	2	1
	35	11,2	8,2	86,0	18	12	4	2	2	1
	50	11,2	10,0	93,0	18	14	4	3	2	1
	70	11,2	11,5	93,0	18	16	4	3	2	1
95	25	13,2	7,0	91,0	22	10	4	2	2	1
	35	13,2	8,2	91,0	22	12	4	2	2	1
	50	13,2	10,0	98,0	22	14	4	2	2	1
	70	13,2	11,5	98,0	22	16	4	3	2	1
120	25	14,7	7,0	91,0	22	10	4	2	2	1
	35	14,7	8,2	91,0	22	12	4	2	2	1
	50	14,7	10,0	98,0	22	14	4	3	2	1
	70	14,7	11,5	98,0	22	16	4	3	2	1
	95	14,7	13,5	108,0	22	18	4	4	2	2
150	50	16,3	8,2	104	25	14	4	3	2	1
	70	16,3	10,0	104	25	16	4	3	2	1
	95	16,3	11,5	104	25	18	4	3	2	2
	120	16,3	13,5	113	25	20	4	4	2	2
	150	16,3	15,5	115	25	22	4	4	2	2
185	70	18,3	11,5	103	28	16	5	3	2	1
	95	18,3	13,5	113	28	18	5	3	2	2
	120	18,3	15,5	115	28	20	5	4	2	2
	150	18,3	17,0	115	28	22	5	4	2	2
	185	18,3	19,0	117	28	25	5	4	2	2
240	120	21,0	15,5	134	32	20	5	4	2	2
	150	21,0	17,0	141	32	22	5	4	2	2
	185	21,0	19,0	141	32	25	5	4	2	2
	240	21,0	21,5	143	32	32	-	-	2	2



Cu standardni KČ za finožične vodnike

npr.: RKČ 150/Cu

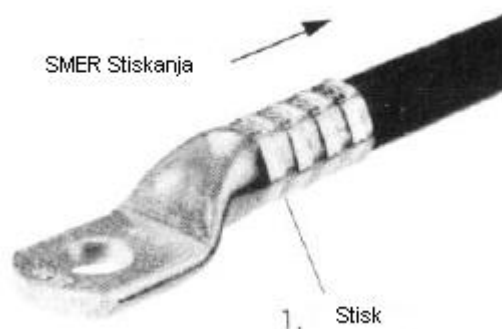
Slika 34: Dimenzije standardnih ali normalnih KČ

Tabela 16: Karakteristike Cu standardnih KČ

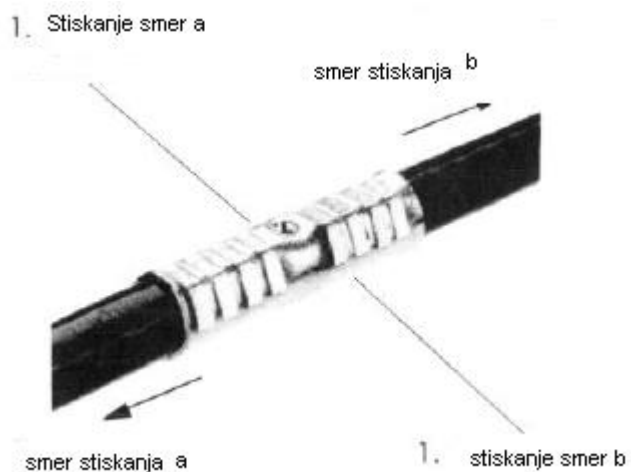
CS (mm ²)	M	d1 (mm ²)	d2 (mm ²)	a (mm ²)	b (mm ²)	c1 (mm ²)	c2 (mm ²)	l (mm ²)
150	12	19	13	48	36	15	17	65
	16		17	48	36	15	17	65
	20		21	48	36	19	20	68
185	12	21	13	54	39	15	17	71
	16		17	54	39	15	17	71
	20		21	54	39	19	20	74
240	12	24	13	56	44	19	20	76
	16		17	56	44	19	20	76
	20		21	56	44	19	20	76
300	12	26	13	62	48	21	31	93
	16		17	62	48	21	31	93
	20		21	62	48	21	31	93

12.3 DODATEK B: POSTOPEK STISKANJA KABEL ČEVLJA NA VODNIK

Priporočen postopek: 1. Očistiti vodnik vseh umazanij z žično krtačo, 2. Vstaviti vodnik v KČ do pozicije stop, 3. Pred stiskanjem preveriti kode KČ s čeljustmi, 4. Začnemo s stiskanje kot je pokazano na spodnjih slikah.



Slika 35: Prikaz pravilnega zaporedja stiskanja pri kabel čevlju



Slika 36: Prikaz pravilnega zaporedja stiskanja pri tulcih



Slika 37: Primeri nepravilnega ter pravilnega stiskanja KČ

Pri stiskanju masivnih, večžičnih in finožičnih vodnikov, DIN in EN standard priporoča čeljusti po DIN 48083/pogl. 1, 3, 4 (DIN-ske). Uporabljajo naj se čeljusti po poglavju št. 4 navedenega standarda. Za pletene vrvi se je potrebno informirati pri proizvajalcu kabljskih čevljev.

Tabela 17: Število šestkotnih stiskanj glede na prerez vodnika

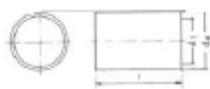
za prereze mm ²	Al cevni š- 5 mm	Cu cevni š- 5 mm	Al kovani š- 7 mm
25	2	2	5
70	2	3	6
150	2	4	6
240	4	5	8

12.4 DODATEK C: TULCI-PUŠE ZA ZBIR VEČŽIČNIH VODNIKOV

a) Tulci za kabske čevlje po DIN-u

Bakren tulec-puša , galvansko pocinkan

Tabela 18: Tulci-puše za kable z okroglim prerezom vodnikov



Nazivni presek vodnika (mm ²)	TIP	Dimenzije [mm]		
		l	d1	d4
16	VHD 16	16	5	5,3
25	VHD 25	16	6,4	6,7
35	VHD 35	17	7,7	8,2
50	VHD 50	23	9	9,5
70	VHD 70	24	10,6	11,2
95	VHD 95	28	12,4	13
120	VHD 120	30	13,9	14,5
150	VHD 150	30	15,4	16
185	VHD 185	38	17,6	18,2
240	VHD 240	38	19,9	20,5
300	VHD 300	48	22,4	23
400	VHD 400	58	25,4	26,2

Tabela 19: Tulci-puše za 4 žilne kable, Sektorski prerez



Nazivni presek vodnika (mm ²)	TIP	Dimenzije [mm]
		l
35	VHD 35/4	17,5
50	VHD 50/4	25
70	VHD 70/4	25
95	VHD 95/4	32
120	VHD 120/4	32
150	VHD 150/4	32
185	VHD 185/4	35
240	VHD 240/4	35

b) Kabelski tulci za kabelske čevlje NORMAL

Tabela 20: Za kable z okroglimi žilami:



Nazivni presek vodnika (mm ²)	TIP	Dimenzije [mm]		
		l	d1	d4
16	VHD 16	11	5	5,3
25	VHD 25	14	6,4	6,7
35	VHD 35	15	7,7	8,2
50	VHD 50	18	9	9,5
70	VHD 70	19	10,6	11,2
95	VHD 95	21	12,4	13
120	VHD 120	22	13,9	14,5
150	VHD 150	26	15,4	16
185	VHD 185	26	17,6	18,2
240	VHD 240	30	19,9	20,5
300	VHD 300	38	22,4	23
400	VHD 400	38	25,4	26,2

Tabela 21: Za 4 žilne kable



Nazivni presek vodnika (mm ²)	TIP	Dimenzije [mm] L
35	VHD 35/4	14
50	VHD 50/4	17
70	VHD 70/4	18
95	VHD 95/4	22
120	VHD 120/4	23
150	VHD 150/4	25
185	VHD 185/4	25
240	VHD 240/4	30

12.5 DODATEK D: NAVODILO ZA PRAVILNO IZVEDBO SPOJA KČ / SN, NN NAPRAVA

Splošno o spajanju

- Kontaktne površine morajo biti ravne in kovinsko čiste, da je zagotovljen prehod toka z najmanjšim uporom, padcem napetosti ter segrevanjem.
- Za obdelavo bakra in aluminija je potrebno uporabljati različna orodja.
- Kontaktne površine se očistijo z jekleno ščetko. Smirkov papir je prepovedan.
- Očiščene površine morajo biti večje od površine spoja. Po čiščenju se površine ne smejo prijemat z rokami.
- Kontaktne površine na aluminijskih vodnikih se močno očistijo z jekleno ščetko, vzdolžno in prečno, dokler ne postanejo hrapave. Čisti se lahko tudi s pilo za aluminij.

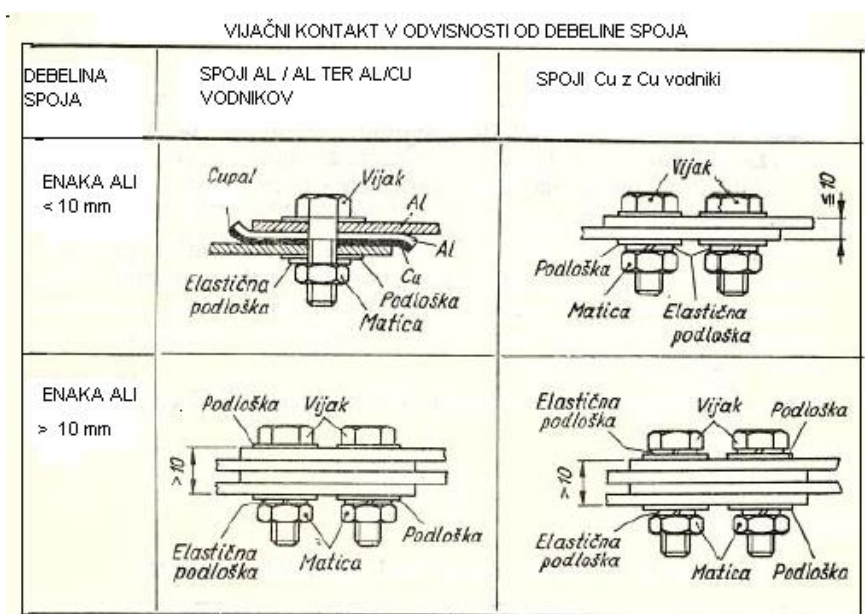
Očiščene površine se premažejo z brez kislinsko nevtrarno kontaktno mastjo.

- Kontaktne površine na bakrenih vodnikih brez kovinske prevleke je potrebno ščetkati s kovinsko ščetko do kovinskega sijaja ter jo takoj premazati z brez kislinsko nevtrarno mastjo. Na površinah spojev bakrenih vodnikov, ki so prevlečeni s srebrom, kositrom ali niklom je potrebno odstraniti samo umazanijo.
- Vijaki, matice in podložke morajo biti pokositrani,
- Elastično podložko je potrebno namestiti pod glavo vijaka oziroma pod matico, pod njima pa običajno podložko. (glej sliko 42).
- Vijake je potrebno zategniti, tako da bo kontaktni pritisk večji od 50 N/cm^2 . Obvezno uporabiti momentni ključ in moment, ki je določen od proizvajalca, oziroma v tabeli 22. Pri spoju Al zbiralnic je potrebno vijak večkrat zategniti.

Tabela 22: Momenti zategovanja vijakov z momentnim ključem pri kabel čevljih v Nm

vijak	št. ključa (mm)	RAZRED TRDOTE VIJAKOV				
		5,6 ; 5,8	8,8	A2/A4 F60	A2/A4 F80	F60
M6	10	5,0	9,0	8,5	9,0	7,7
(M7)	11	/	15,0	/	/	13,0
M8	13	10,0	22,0	20,0	22,0	19,0
M10	17	19,0	44,0	38,0	44,0	37,0
M12	19	33,0	/	65,0	75,0	64,0
(M14)	22	52,0	/	95,0	120,0	100,0
M16	24	80,0	/	130,0	185,0	/

- Spoji Al/Cu v vlažni atmosferi oziroma na odrtem, se direkten spoj Al na Cu ne sme izvajati, temveč se lahko izvede preko Al-Cu spojki ali Al-Cu podložk.
- Spoji Al/Cu v zaprtih aparatih in postrojenjih se lahko izvedejo tako, da se uporabi ustrezne KČ ali podložke. Spojno mesto se nato premaže z lakom, da prepreči prodor vlage na spojno mesto in se s tem prepreči korozija.
- Na sliki 42 je prikaz pravilne izvedbe spoja z Al in Cu ploščatimi vodniki.



Slika 38: Prikaz pravih izvedb spojev med Al /Al in Al/Cu ploščatimi vodniki

12.6 DODATEK E: KABEL ČEVLJI IN TULCI Z MOMENTNIMI VIJAKI

Vijačni Al KČ in VT so izdelani iz Al zlitine (AlMgSi), ki je tipa ENAW-AlMgSi(B) ali ENAW -Al99,5 po EN 14121, EN 573-3, EN 755-2., vijaki pa morajo biti iz brona, Al zlitine ali jekla z šestkrako glavo, ki odpade pri določeni sili. KČ in VT morajo biti napolnjeni s kontaktno mastjo in imeti morajo centrirane obročke za točno nameščanje manjših presekov vodnikov. KČ mora v notranjosti kontaktne površine imeti izdelane navojne zarezke.

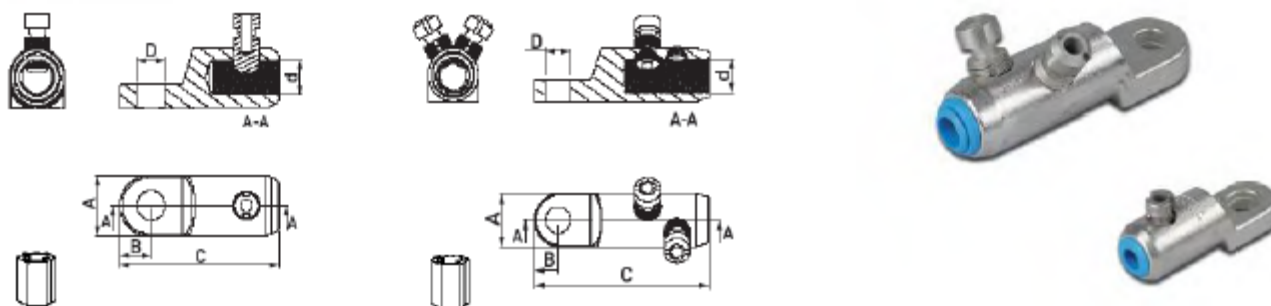
Površina kabelskih čevljev ali tulcev mora biti pokositrana z minimalno debelino sloja 5µm.

Mehanični kabelski čevlji, ekscentrični z 1 ali 2 odstranljivim ali neodstranljivima vijakoma z glavo ki se odlomi.

Uporaba:

Uporabljamo jih za končnike za notranjo ali zunanjo vgradnjo, saj so vodotesni ter za hladnokrčne ali toplokrčne končnike. Morajo biti uporabni za Cu in Al vodnike prereзов od 10 do 95 ter 95 do 240 mm² tipa RM, SE, SM in SE.

Tehnične karakteristike:



Slika 39: Prikaz Al vijačnih kabel čevljev

Tabela 23: Karakteristike 20 kV kabel čevljev

mm	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	d [mm]	g
10-95 Al/Cu	26	13	74	13	14	95
95-240 Al/Cu	34	16	120	17	20	275

Opomba: - za preseke vodnikov do 95 mm² je min en vijak

- za preseke od 95 do 240 mm², dva vijaka

Vijačni Al/Cu kabelski čevlji in tulci

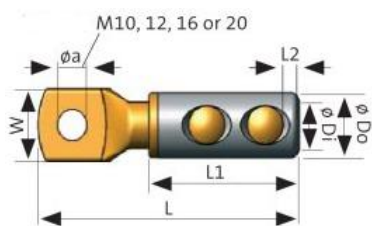
Aluminij in baker sta medsebojno mehansko trajno spojena z rotacijo tako, da se medsebojno zvarita, s čimer je preprečen elektrolitski efekt (nastanek galvanskih tokov), spoj pa mora ustrezati mehanskim lastnostim bakra. Spajanje Al in Cu dela z lepljenjem ni dopustno, zaradi popustitve lepila. Proizvajalec mora dokazati način izvedbe spoja z izjavo in opisom postopka. Material je enakega tipa kot je opisano v tč. 5.3. Vijaki, ki se odlomijo so iz bronze ali Al-zlitine, ali jekla, ki je pokositrana.

Uporaba: Uporabljamo jih za končnike za notranjo ali zunanjo vgradnjo, saj so vodotesni ter za hladnokrčne ali toplokrčne končnike, ter vse tam kjer je potrebno povečati trajen kontakt Cu/Cu brez Al/Cu podložk.



Slika 40 : Prikaz Al/Cu vijačnih kabel čevljev

Tabela 24: Karakteristike Al/Cu vijačnih kabel čevljev (1 do 35 kV)



Prerez vodnika z vijakom mm	L [mm]	W [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	Do [mm]	DI [mm]	a [mm]
70 -10 -12	103	25	59	10	21,5	11	13
150 -10 -12	118,5	30	69	10	27	16	13
240-12-16	140	30	85	12	33,5	20	17
400 - 16	185	37	105	12	41,5	25,7	17

b) Vijačni 20 kV kabelski tulci z blokado za kabelske spojke

Material:

Ohišje tulca: je enako kot pri KČ (AlMgSi z vmesno pregrado)

Vijaki: bron- pokositran ali jeklo pokositrano, z zunanjim klasičnim vijakom in notranjim imbus vijakom

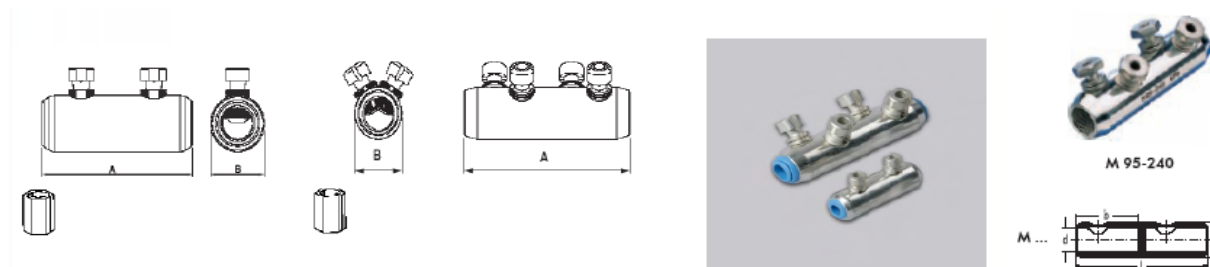
Pri manjših prerezi uporabiti centrirane obročke ter vmesne kontakte.

Orodje: momentni ključ ali imbus ključ

Površina:

Ohišje konektorja - pokositrano

Sredina tulca: Sredina tulca je zaprta zaradi točne namestitve prevodnika na sredino



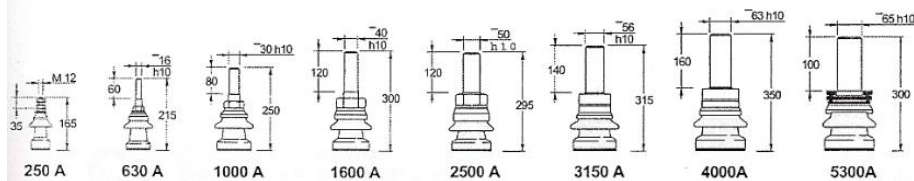
Slika 41 : Dimenzije in oblika vijačnih tulcev

Tabela 25: Karakteristike vijčnih tulcev

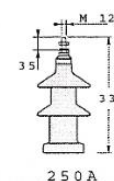
KČ	Al [mm ²]			Cu [mm ²]		Število vijakov	Dimenzije [mm]			
	RM (v)	RE	SM	RM (v)	SM		L ali A	d	D ali B	b
M 16 – 95	16-95	10-95	25-70	10-70	25-70	2	70	12,5	24	32
M 50 – 150	50-150	50-150	50-120	35-120	50-120	2	85	15,5	30	35
M 50 – 150 / 16 – 95 1. stran	50-150	50-150	50-120	35-120	50-120					
2. stran	16-95	10-95	25-70	10-70	25-70	2	85	15,5/12,5	30	35/32
M 95 – 240	95-240	95-240	95-185	95-240	95-185	4	120	20	33	56
M 95 – 240 / 16 – 95 1. stran	95-240	95-240	95-185	95-240	95-185	3	120	20/12,5	33	56/32
2. stran	16-95	10-95	25-70	10-70	25-70					
M 120 – 300	120-300	120-300	120-240	120-300	120-240	4	142	25	38	67
M 120 – 300 / 16 – 95 1. stran	120-300	120-300	120-240	120-300	120-240					
2. stran	16-95	10-95	25-70	10-70	25-70	3	142	25/12,5	38	67/132
M 120 – 300 / 95 – 240 1. stran	120-300	120-300	120-240	120-300	120-240					
2. stran	95-240	95-240	95-185	95-240	95-185	4	142	25/20	38	67/156
M 185 – 400	185-400	185-240/400	185-300	185-300	185-300	6	170	26	42	82
M 400 – 630	400-630	400-630	400-500	400-500	400-500	6	200	34	52	94

12.7 DODATEK F: NAVODILA ZA IZBIRO TRANSFORMATORSKIH NN PRIKLJUČNIH SPONK

NN porcelanasti skozniki (obvezno pri 100 in 160 kVA)



VN porcelanasti skozniki



Opomba: Nikoli ne uporabljajte VN porcelanastih skoznikov v kombinaciji z zaščitnim pokrovom NN povezav.

Običajne ureditve mesta montaže kot so pritrditve kablov, zbiralk in odstranljivih konektorjev, mora izvesti izvajalec, da se prepreči mehanska obremenitev na zbiralke in skoznike transformatorja.

Sponka za en kabel preseka 35 do 240 mm²

Zaščitna kapa za en kabel



Sponka za dva kabla preseka 35 do 240 mm²

Zaščitna kapa za dva kabla



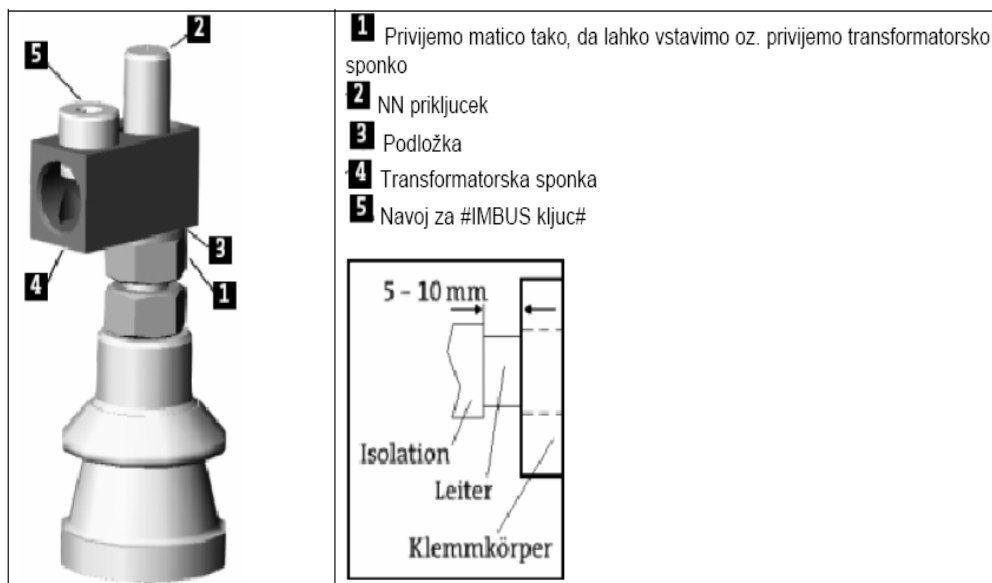
Za 4 kabla preseka 35 do 240 mm²

Zaščitna kapa za 4 kabla



Pri montaži se priporoča uporaba posebne masti, katera onemogoča nastanek korozije na spojih.

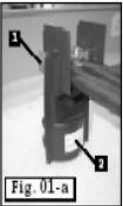
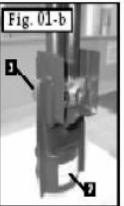
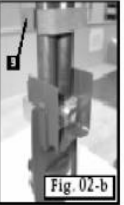
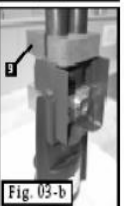
001 996 001 (100g); 001 531 531 (560g); 001 937 937 (26 kg)



Postavitev višine transformatorske sponke je odvisen od velikosti pokrova, tako da pokrov postavite cca. 5 mm nad transformatorskim pokrovom.

Priprava kabla: Izolacijo je potrebno sneti cca. 35 mm, tako kot je prikazano na zgornjo sliki.

Pred vstavitvijo kabla v transformatorsko sponko je potrebno najprej odviti navoj, nato se vstavi kabel ali horizontalno ali vertikalno, nato se skozi drugo luknjo še preveri, če je kabel vtaknjen dovolj globoko v tr. sponko. V naslednjem koraku vstavimo navoj v prosti kanal ter privijemo. Navoj ima integrirano posebno pušo, katera se blokira pri cca. 7Nm, kar nam onemogoča pretrganje posameznik žic. Kabel privijemo z navojem cca. $55\text{Nm} \pm 5\text{Nm}$.

Trans. sponka 1 mora biti privita na ustrezni višini NN priključka. Fiksen del 2 se uporabi kot pomoč pri nastavitvi ustrezne višine tr. sponke na NN prikljucek.	 
Kot je razvidno iz slike, s penasto tesnilko 3 objamemo kabel, ter jih na ta način še dodatno fiksiramo.	   
Zunanji okvir 4 natakemo na fiksni del, tako da sta zunanji del ter fiksni del na transformatorskem pokrovu.	 
Plastichen pokrov se vstavi paralelno s kablji kot je prikazano na sliki. 5	 

Pokrov za notranjo montažo je primeren tako za vertikalno kot tudi za horizontalno priključitev kabla oz. kablov.
Pokrov za zunanjo montažo je primeren samo za horizontalno priključitev kabla oz. kablov.