

Keskpinge jaotusseadmete ühendussüsteemid

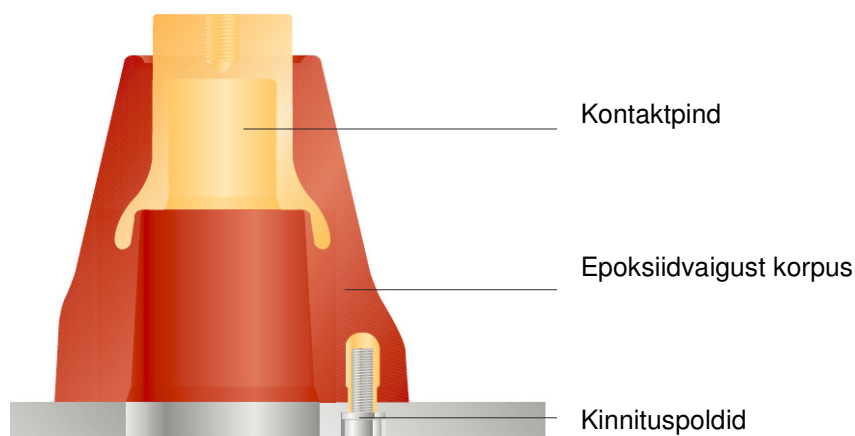
Ando Kuusik,
Elektriinsener, C-Intrade OÜ

Käesolevas artiklis tahaks Teile tutvustada keskpinge jaotusseadmete ühendusvõimalusi. Erinevaid lülitusseadmeid ja ühendusvariante on tänapäeval palju ning õige lahenduse leidmine muutub sageli üsna keeruliseks. Samasuguseid läbiviikuseid kasutatakse ka kaablite ühendamisel trafode külge ja seega järgnev jutt laieneb ka trafoühendustele.

Kuju poolest jagunevad lülitusseadmete ühendused kahte gruppi: **sisekoonus** ja **väliskoonus läbiviikudega**.

Esmalt räägime sisekoonusliidestest. Otsamuhvid ja sisekoonuse kuju peavad vastama Euroopa standardile EN50180 ja EN50181. Liidesühendusi pakutakse nelja eri mõõtu: suurus 0, 1, 2, 3 (inglise keeles - size 0, 1, 2, 3). 52 kV puhul kasutatakse suurus 3S, mis oma välise kuju poolest on täpselt samasugune nagu suurus 3.

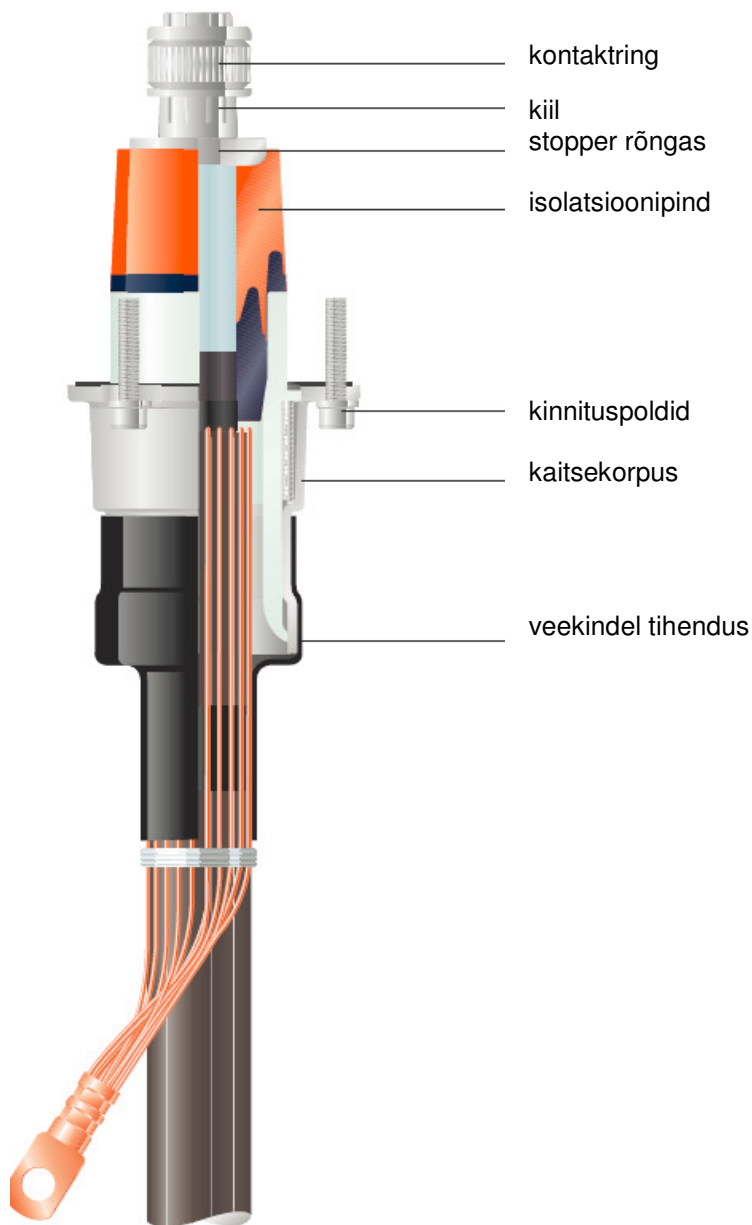
12 kuni 42 kV süsteemides on kõige rohkem levinud ainult kaks suurus: suurus 2 kuni 800 A ja suurus 3 kuni 1250 A. Väga tähtis on teada, et sisekoonusliideste valimiseks ei piisa ainult koonuse mõõdust (näiteks size 2), maks. tööpingest ja kaabli ristlõikest, vaid lisaks on vaja veel teada kaabli soone diameetrit, kaabli isolatsiooni välisdiameetrit ja kaabli välisdiameetrit. Nende andmete põhjal saab ära täita küsitlusvormi. See vorm saadetakse edasi tootja esindajale, kes annab vastuse õige toote tüübitähise, hinna ja muude andmete kohta.



Joonis 1. Sisekoonuse läbiviik, mis asub seadme küljes.



Joonis 2. Erineva suurusega sisekoonus pistikliideseid.



Joonis 3. Sisekoonusliidese ehitus.

Liidesühenduse paigaldamine kaabli külge on suhteliselt lihtne ja kiire tegevus, kuid kontaktelemendi pressimiseks kiilu peale on vaja kindlasti spetsiaalset presstööriista (vt. näidist joonisel 4). Igale liidese suurusele pannakse käsipresstangide külge erinev pea.



Joonis 4. Mehaaniline käsipress sisekoonusliideste paigaldamiseks.

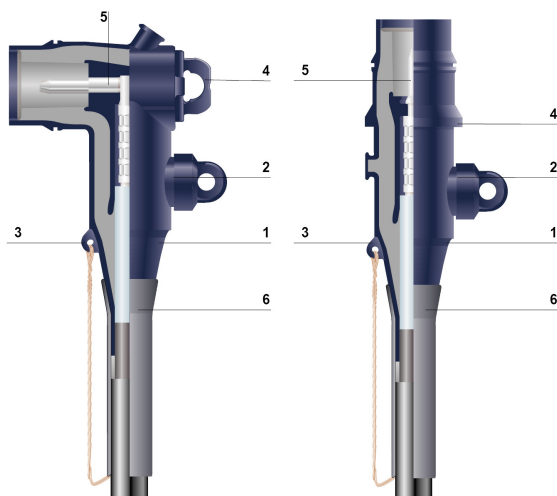
Soovi korral saab paigaldada ka sisekoonusega liigpingepiirikuid, mis paigaldatakse täpselt samasugustesse sisekoonustesse, nii nagu kaabliiidesed. Liigpingepiirikuid pakutakse nimipingele (Ur) 6 kuni 52 kV.



Joonis 5. Liigpingepiirikud sisekoonus-süsteemidesse.

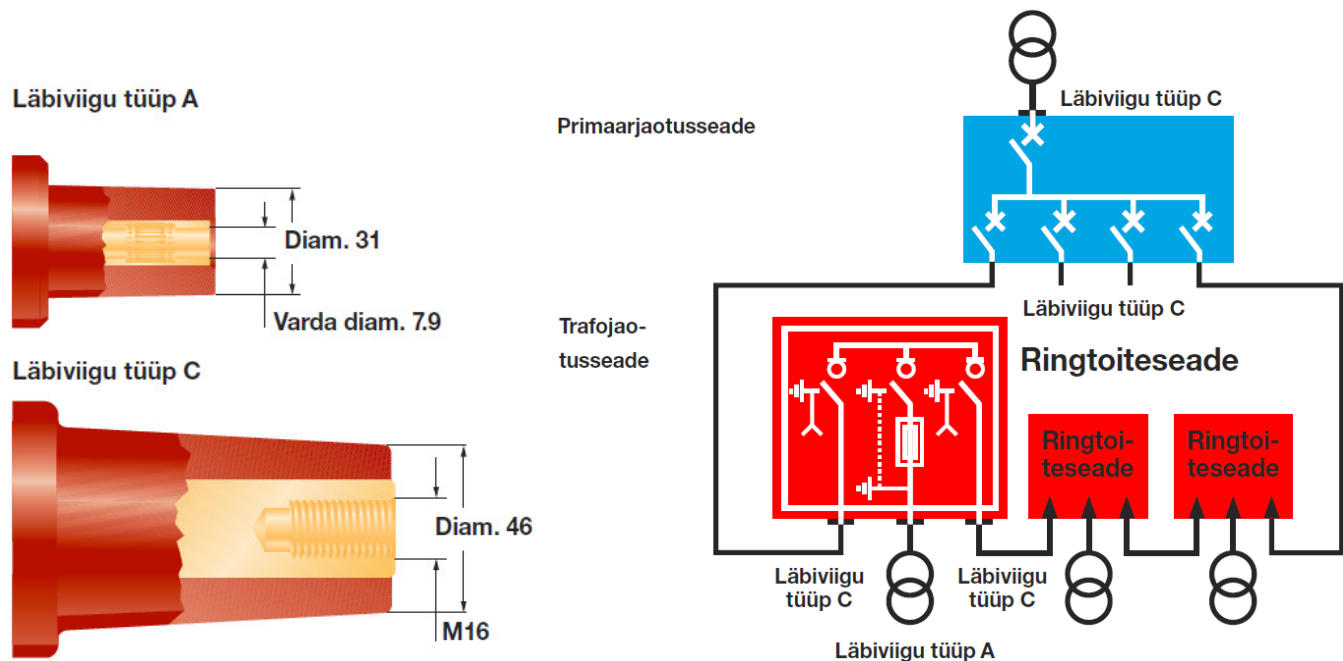
Järgnevalt tutvustan väliskoonusega läbiviikude ühendusvõimalusi. Siin on samuti lülitusseadmete ja transformaatorite läbiviikisolaatorid määratud vastavalt rahvusvahelisele nõuetele EN-50180 ja EN-50181. Kuigi kasutatakse kolme erineva kujuga läbiviikuid (**A**, **B** ja **C**), siis lülitusseadmetes on kõige enam levinud läbiviikisolaatorite tüübid A ja C.

Gaasisolatsiooniga jaotla trafofiidrites ja transformaatorites kasutatakse tavaliselt läbiviikisolaatori **tüüpi A**, mille voolutaluvus ei ületa 250A. A tüüpi läbiviigu külge on võimalik ühendada ainult plastkaableid (näiteks nurkliidesed RSES ja sirgliidesed RSSS). Õlikaablite ühendusvõimalust ei ole. Kuna selle läbiviigu lubatud vooluhulk on piiratud kuni 250A, siis seetõttu kasutatakse ühendamiseks enamasti ainult väiksemaid kaablistlõikeid (35mm² vasksoonega kaabel või 50mm² alumiiniumsoonega kaabel). Kuna läbiviigu sisemine ava ei ole keermestatud, siis kasutatakse liidestest varrasklemmi ja enamasti presskaablikinga (vt. joonis 6), mis lihtsustab liite paigaldust läbiviigu külge. A tüüpi läbiviikude külge ei paigaldata topeltkaableid (paralleelkaableid) ja samuti ei paigaldata liigpingepiirikuid.



Joonis 6. Ekraaneeritud nurk- ja sirgliited (RSES ja RSSS) kuni 24 kV gaasisolatsiooniga jaotlatele ja transformaatoritele, mille läbiviikisolaatorid vastavad tüübile A (250 A). 1-korpus; 2-testimisots; 3-maandusaas; 4-klambri hoidik; 5-varrasklemm; 6-tihendustoru

Liides B on mõeldud kuni 400 A läbiviikudele, kuid Eestis sellise läbiviiguga seadmeid ei turustata ja seetõttu ei ole mõtet nendest lähemalt rääkida.



Joonis 7. Seadmete läbiviikude tüübid ja tüüpline lülitusseadmestiku ülevaade.

Standardne voolutaluvus läbiviigu **tüübile C** on 630 A. Mõnedel lülitusseadmetel rakendatakse voolutaluvust 800 A või 1250 A. C tüüpi läbiviikude külge on võimalik paigaldada paralleelkaableid ja liigpingepiirikuid. Enamasti lubatakse ühe läbiviigu külge ühendada kas 2 nurkliidest või 1 nurkliidest ja 1 liigpingepiirik. Enamasti ei soovitata kokku ühendada 3 nurkliidest või 2 nurkliidest ja 1 piirik. Põhjus on nimelt selles, et mehaaniline koormus (nurkliidete ja liigpingepiiriku raskus), mis avaldub seadme läbiviigule, võib muutuda nii suureks, et läbiviigu juures võib tekkida pragu ja sealt hakkab gaasi lekkima. Seega juhul kui on vaja kokku ühendada 3 komplekti kaableid või 2 komplekti kaableid ja lisaks veel liigpingepiirikud kõik ühtede läbiviigude külge, siis ma soovitan eelnevalt uurida seadme tootja käest, et kas see on tehniliselt lubatud. Kui jaotusseadme tootja seda lubab, siis võib selliselt paigaldada. Mõned seadmete tootjad on sellise tehnilise lahenduse ära testinud ja võimaldavad sellist paigaldust, teised aga mitte. Nurkliidest liigpingepiirikud paigaldatakse järjekorras alati kõige viimasena, ehk siis kambri ukse poole. Nii on võimalik kambri ust avades piirikuid alati visuaalselt jälgida ja vajadusel lihtsa vaevaga välja vahetada. Sellist paigaldust ei tohiks teha, kus piirikud jäävad kahe nurkliidese vahele.

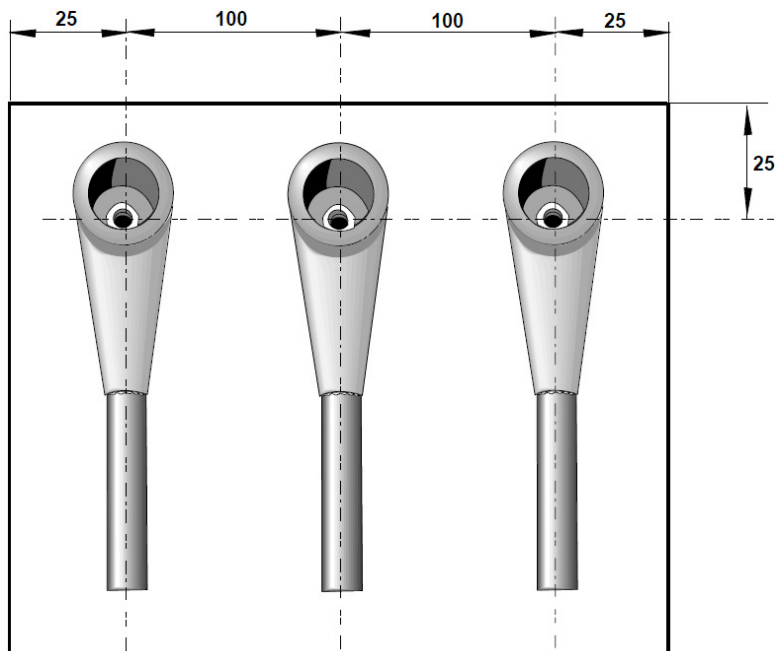
C tüüpi läbiviigu liidesed jagunevad üldjoontes kahte gruppi: **isoleeritud nurkliidest** ja **ekraneeritud nurkliidest**.

Ekraneeritud nurkliidestid kutsutakse veel puutekindlateks nurkliidesteks, kuna nende väline pind on kaetud juhtiva kihiga, mis maandatakse eraldi. Seetõttu on selliste liidestega käega katsumine lubatud.

Kuid milleks üldse on loodud kaks erinevat C tüüpi läbiviigu liidestete süsteemi (isoleeritud ja ekraneeritud)? Sellele küsimusele võiks vastata selliselt, et 1960 aastatel, kui hakati tootma esimesi SF6 gaasisolatsiooniga jaotusseadmeid, oli vaja ka universaalset kaablite ühendussüsteemi, mis sobiks kõikidele erinevatele kaablitele. C tüüpi läbiviikused kasutatakse lülitusseadmetes sisend- ja väljundfiidrites, kus sageli oli vaja külge ühendada erinevate konstruktsioonidega paber-õlikaableid ja 1- või 3-soonelisi plastkaableid. Isoleeritud süsteem RICS sobis selleks suurepäraselt, kuna sõltuvalt kaabli ehitusest paigaldatakse selle otsa vastav termokahanev siseotsamuhv ja iga sellise otsamuhvi peale sai lükata RICS tüüpi nurkliidest. Seetõttu võib RICS süsteemi eeliseks lugeda väga kauguleulatavat ja töökindlat kasutuskogemust. Tänapäeval on paber-õlikaablite osatähtsus elektrivõrkudes oluliselt vähenenud, kuid isoleeritud liidestete süsteem on siiani edukalt kasutusel. Siiski võib veel nimetada mitmeid eeliseid uuemate ekraneeritud nurkliidestega, ehk siis seda mida isoleeritud RICS süsteem ei suuda pakkuda, nagu näiteks kaasaegne ja kompaktne disain topeltliidestite puhul, sobivus kuni 42 kV süsteemidesse ja sobivus kaablistõigetele kuni 800 mm².

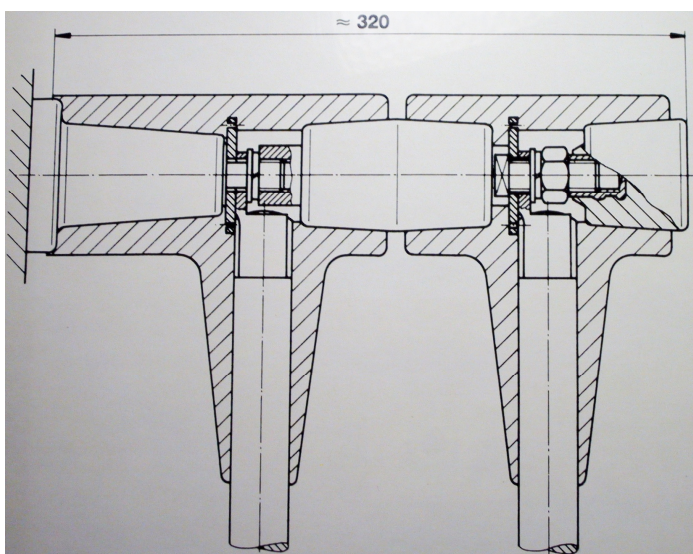
Lülitusseadmeid tutvustavates brošüürides ja kataloogides on tavaliselt kirjas, milliseid ühendussüsteeme on võimalik kaablite ühendamiseks kasutada ja mõnikord on pakutud välja isegi erinevate ühendussüsteemide tootjate täpsed tüübitähised. Enamustel gaasisolatsiooniga lülitusseadmetel on olemas blokeering, mis ei võimalda kaablikambri ust avada kaablite pingestatud olekus ja seda saab teha ainult lüliti väljas ja maandus sees olekus. Kuid pakutakse ka selliseid seadmeid, millel mingisugust blokeeringut ei ole ja kaablikambri ust on võimalik avada igal ajal. Sellisel juhul on tavaliselt lülitusseadmete brošüürides kirjas, et soovitatakse kasutada ainult ekraneeritud (puutekindlaid) ühendussüsteeme. Kuigi kambrite mõõtmed ja läbiviikude vahelised kaugused on alati enamasti ühesugused ja isoleeritud süsteemi kasutamine mingisugust ohtu ei paku. Tavaliselt on kuni 24 kV kaablikambrite läbiviikude

faasidevaheline kaugus mitte vähem kui 100mm (vt. joonis 8) ja sellisel juhul on RICS süsteem arvestatud vastu pidama isegi 100% õhuniiskuse puhul. Kuid näiteks Siemensi seadmel 8DJH on läbiviikude vahe 95 mm. Siemens Frankfurdi poolt on tehtud kvalifikatsioonitestid ja RICS liidesed on kvalifitseeritud ka siin kasutamiseks (katsed tehti niiskuse tasemel 60%).



Joonis 8. Minimaalsed lülitusseadmete mõõtmed RICS isoleeritud ühendussüsteemi kasutamiseks.

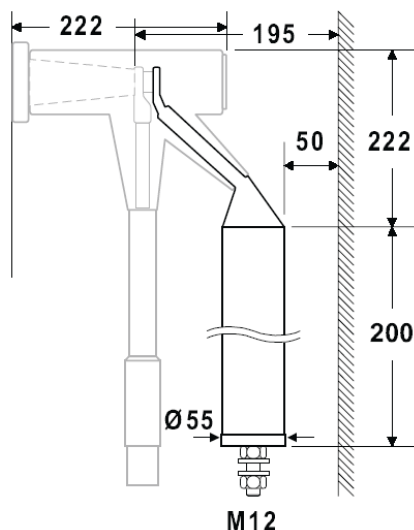
Isoleeritud nurkliidese ülesandeks on tagada tihendus, elektrilise isolatsioon ja elektrilise ühendus. Seda ühendussüsteemi pakutakse kuni 24 kV ja kaabli ristlõigetega alates 25 kuni 300 mm² (kaasa arvatud). Seega üle 300 mm² kaablitele on võimalik pakkuda ainult ekraneeritud nurkliideseid. RICS nurkliideseid kujutavad endast paksuseinalisi roomavlahenduskindlaid elastomeerseid elemente, mis paigaldatakse ühenduskoha peale, kus tavalises tööolukorras oleks muidu ebapiisav õhkisolatsioonivahemik. Sellist tüüpi liited saab paigaldada kiiresti ja lihtsalt otsamuhvi peale ning need sobivad kokku kõikide Raychemi termokahanevate sisetüüpi otsmuhvidega. Lisaks sobib see süsteem kõikidele kaablitele nagu ühe- ja kolmesoonelised või plast- ja paberölisolatsiooniga kaablid. Isoleeritud nurkliidese külge saab paigaldada paralleelkaablit või liigpingepiirikut. Kui esimeste nurkliideste tüübitähise viimane number on alati 3 (näiteks RICS-5143), siis paralleelkaabli tagumiste nurkliideste tüübitähise viimane number on 7 (näiteks RICS-5147) ja RDA liigpingepiirikute jaoks mõeldud nurkliideste tüübitähise viimane number 9 (näiteks RICS-5149). Nurkliideseid on oma kujult ja mõõtmetelt samasugused nii 10 kV kui ka 20 kV puhul. Paralleelkaabli ühenduse puhul (näiteks RICS-5143 + RICS-5147) on paigaldussügavus 320 mm (vt. joonis 9). Seega võrreldes ekraneeritud RSTI-58xx nurkliidestega on pikkuse erinevus 35 mm (RSTI-58xx + RSTI-CC-58xx puhul on paigaldussügavus 285 mm). Paigaldussügavust arvestatakse alati seadme läbiviigu poolsest otsast kuni nurkliideste kõige tagumise otsani (vt. joonis 9).



Joonis 9. Paralleelkaabli ühendus (RICS-51x3 + RICS-51x7).

Liigpingepiirikuid tuleb iga pinge puhul valida eraldi. Näiteks 6 kV süsteemipinge puhul kasutatakse RDA-09 piirikuid, 10 kV puhul RDA-12, 15 kV puhul RDA-18 ja 20 kV puhul RDA-24 tüüpi piirikuid. RDA tüüpi piirikuid pakutakse eraldi

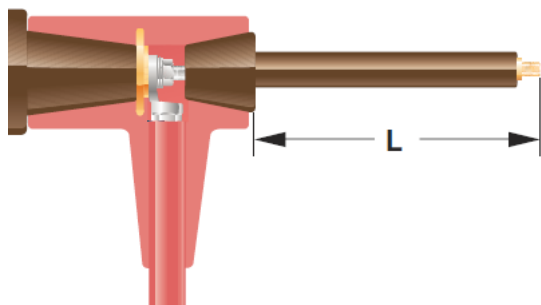
tükikaupa (kolmele faasile 3 piirikut). Juhul kui on vaja nurkliideste komplekti koos liigpingepiirikutega ja võimalik on valida kahe erineva süsteemi vahel (isoleeritud RICS või ekraneeritud RSTI), siis isoleeritud süsteem RICS + RDA on hinna poolest alati oluliselt odavam kui ekraneeritud süsteem RSTI + RSTI-CC-68SA.



Joonis 10. RDA-12 tüüpi liigpingepiiriku joonis ja mõõtmed.

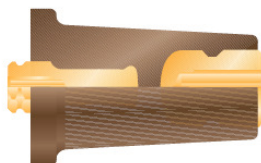
Kuna antud juhul koosneb kaabli ühendus seadmega kahest üksikust tootest (kaabli otsmuhv ja nurkliides), siis sageli on minu käest küsitud, et kas mõne teise tootja otsmuhvide ja Raychemi RICS nurkliideste omavahel kokku paigaldamine on lubatud. Sellele küsimusele on raske vastata, kuna see lahendus on tehniliselt testimata. Seega võib see toimida ja samas võib ka mitte toimida. Kuid juhul kui sellises olukorras juhtub mingi avarii, siis tõenäoliselt ei taha kumbki tootja vastutust enda peale võtta. Seega ma soovitan kasutada ainult selliseid liideste lahendusi, mis kokku paigaldatud olekus on tehniliselt testitud ja heaks kiidetud.

Kaableid saab testida ka sellises olukorras, kus nurkliides ja kaabel on ühendatud jaotlaga. Selleks tuleb eemaldada nurkliidese tagumine katekork ja selle asemele kruvida testvarras. Faaside vaheliste katsete jaoks soovitatakse kasutada erineva pikkusega testvardaid (kahte normaalset ja ühte pikendatud varianti).

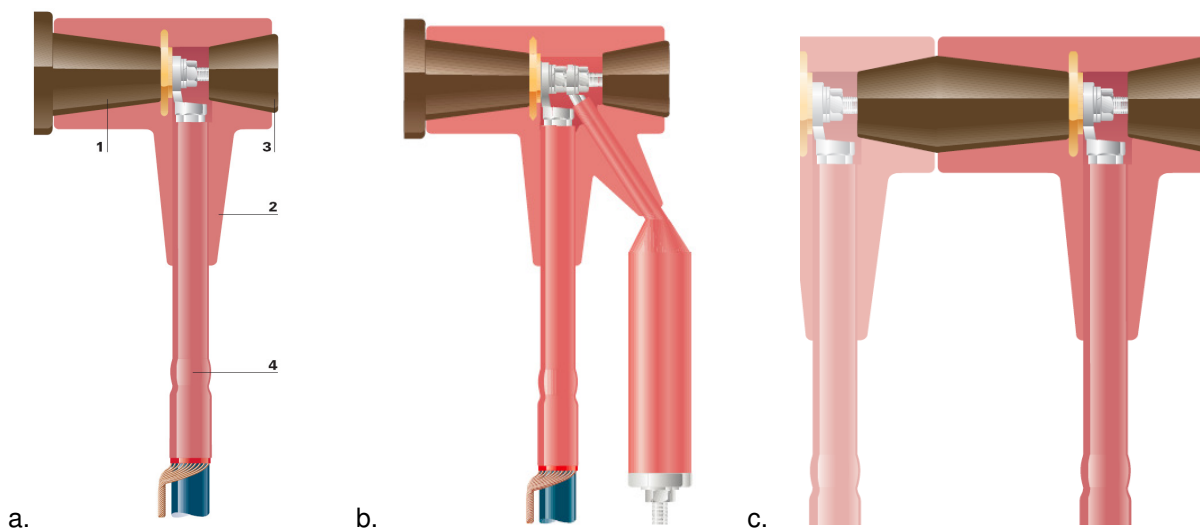


Joonis 11. Testvarras kaabli testimiseks

Juhul kui nurkliides ei ole mingil põhjusel paigaldatud seadme läbiviigu külge (näiteks kaabli testimise ajal), siis peab kindlasti enne pingestamist nurkliidese otsa sulgema otsakorgi abil. Vastasel korral võib tekkida ülelöögi tõttu nurkliidese vigastus.

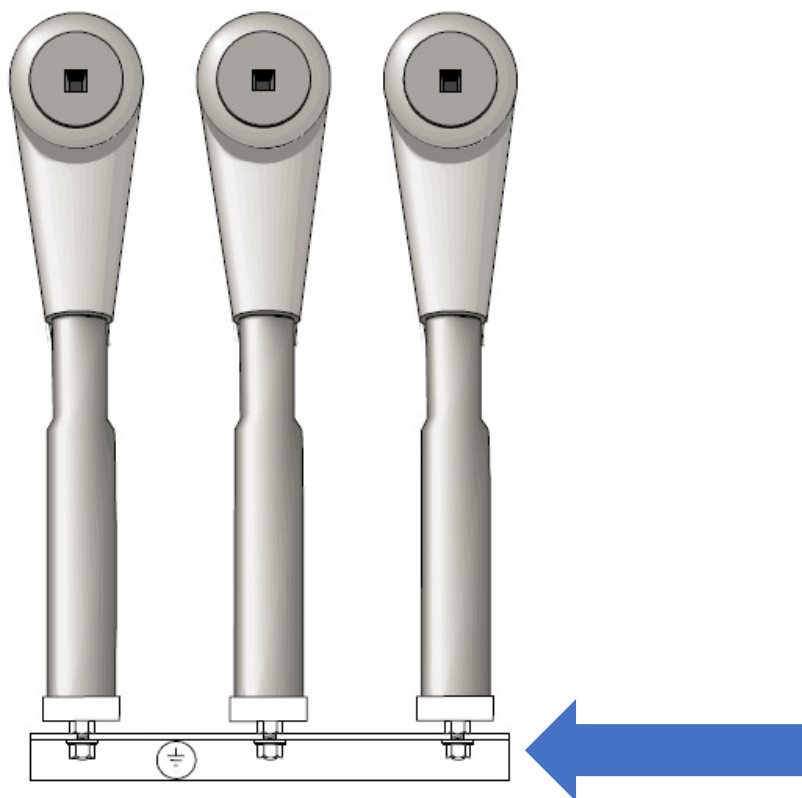


Joonis 12. Otsakork nurkliidese pingestatunud otsa sulgemiseks.



Joonis 13. Isoleeritud RICS liideste erinevad lahendused. a) nurkliides; b) koos liigpingepiirikuga; c) topeltliides.

Juhul kui on tegemist RICS-51x9 nurkliidestega, mille külge on monteeritud RDA liigpingepiirikud, siis piirikute paremaks mehaaniliseks toetamiseks soovitatakse monteerida need maandatud metallist lati külge, mis omakorda on kinnitatud näiteks kambri seina külge (vt. joonis 14). Üldiselt on kuni 24 kV pinge puhul nurkliideste külge paigaldatud liigpingepiirikute mehaanilised toed soovituslikud, kuid kõrgemal pingel on need juba kohustuslikud (näiteks RSTI ja 35kV puhul).

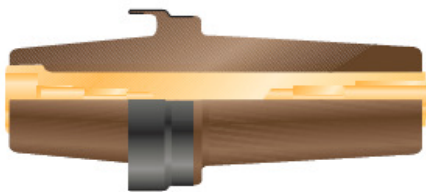


Joonis 14. RDA liigpingepiirikud on toetatud alumiiniumlati abil, mis on maandatud.

Ekraaneeritud nurkliited on mõeldud ainult 1- või 3-soonelistest plastkaablite ühendamiseks kuni 42 kV gaasisolatsiooniga jaotlate või teiste seadmetega. Neid nurkliiteid pakutakse alates 35 kuni 800 mm² kaablitele. Ühendused on täisnurkse konfiguratsiooniga ja saab paigaldada isegi 2 või 3 kaablit paralleelselt. Kui tüübitähis sisaldab tähistust CC, siis on see mõeldud paralleelkaabli ühenduse tegemiseks. Näiteks RSTI-5854 (95-240 mm²) läheb otse seadme läbiviigu külge ja RSTI-**CC**-5854 paigaldatakse paralleelühenduse tegemiseks selle taha.

Lisaks on veel üks võimalus kaablite paralleelühenduse tegemiseks. Nimelt saab seda teha nurkliideste ühenduslülide abil. Selleks, et ühendada 2 kaablit paralleelselt jaotla külge, tuleb esimese RSTI liite tagumise korgi asemele paigaldada ühenduslül. Teine RSTI liides paigaldatakse lihtsalt ühenduslül teisele otsale samamoodi nagu

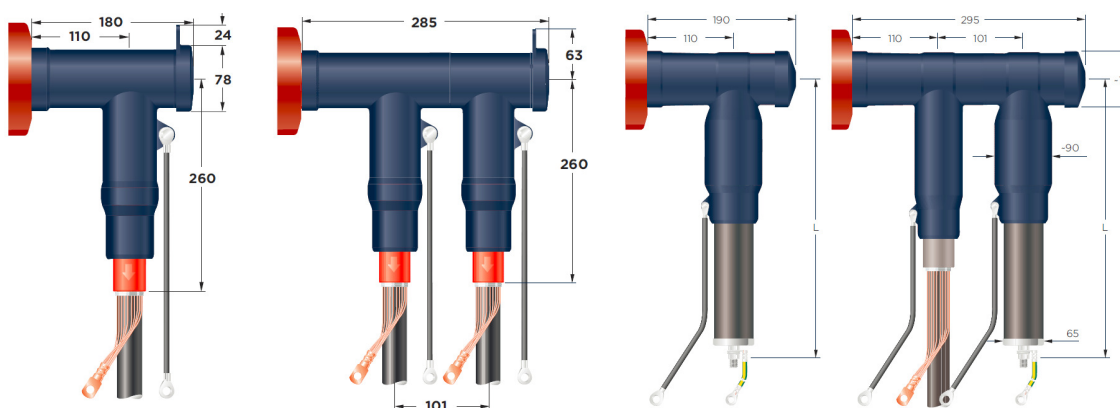
läbiviikisolaatori peale. Selline lahendus ei ole eriti otstarbekas, kuna võrreldes RSTI-58xx ja RSTI-CC-58xx lahendusega on selline ühenduslülidega lahendus hinna poolest kulukam (lisandub ühenduslülide maksumus) ja mõõtudel pikem. RSTI-58xx + RSTI-CC-58xx puhul on paigaldussügavus 285 mm ja RSTI-58xx + RSTI-66CP-M16 + RSTI-58xx puhul on paigaldussügavus 360 mm. Seega on pikkuse erinevus 75 mm.



Joonis 15. Ühenduslül (RSTI-66CP-M16) nurkliideste paralleelühenduste tegemiseks.

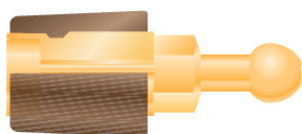
Enamasti on kataloogides lisaks kaablistlõigetele toodud ka kaabli soone isolatsiooni diameetri lubatud kasutusvahemik. Seda kasutusvahemikku oleks alati soovitatav igaks juhuks kontrollida vastavalt kaabli mõõtmetele. Näiteks RSTI-5854 sobib kaablitele, mille soone isolatsiooni diameeter on 21,2 kuni 34,6 mm. 24kV AHXAMK-W 3x240+35cu kaabli spetsifikatsioonis on kirjas, et isolatsioonikihi välisdiameeter on 30,2 mm, seega jääb see etteantud vahemikku ja on sobilik.

Ekraneeritud RSTI nurkliideste külge on võimalik paigaldada liigpingepiirikuid. Pakutakse nii 5 kA, kui ka 10 kA nimilahendusvooluga piirikuid, kuid enamasti kasutatakse siiski ainult 10 kA versioone. Näiteks RSTI-5854 külge saab ühendada 10 kV süsteemi puhul RSTI-CC-68SA1210 piirikud, mis paigaldatakse lihtsalt RSTI nurkliideste tagumisse otsa. Lisaks pakutakse ka sellised liigpingepiirikuid, mida saab paigaldada otse läbiviigu külge (ilma kaabliühendusest, näiteks RSTI-68SA1210). Piiriku paigaldamisega suureneb liidese sügavus samasuguseks nagu topeltliideste puhul (umbes 300mm), mistõttu saab seda paigaldada paljudesse standardsetesse ühenduskambritesse. RSTI liigpingepiirikuid pakutakse alati komplektina (3 piirikut ühes komplektis).



Joonis 16. Ekraneeritud RSTI liideste erinevad lahendused. Vasakult: nurkliides, nurkliides koos paralleelliidesega, liigpingepiirik otse seadme külge, nurkliides koos liigpingepiirikuga.

Vajadusel saab RSTI liidese külge ühendada kaitsemaandust. Kaableid saab ajutiselt maandada selliselt, et RSTI liides ja kaabel jäävad ühendatuks jaotlaga. Maandusliides paigaldatakse lihtsalt nurkliidese tagumise kattekorgi asemele.



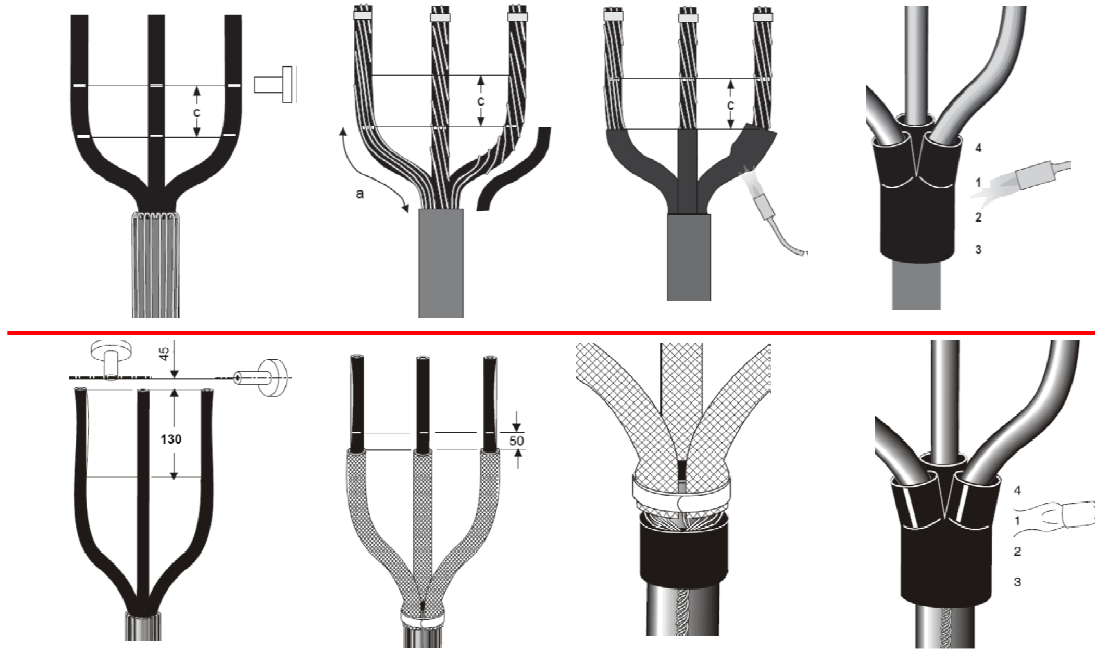
Joonis 17. Maandusliides kaabli maandamiseks (kera Ø 20 või 25 mm).

Ekraneeritud (puutekindlad) liidesed on mõeldud 1-soonelistele plastkaablitele, kuid neid saab kasutada ka 3-sooneliste plastkaablite puhul kasutades selleks eraldi lisakomplekti. Lisakomplekti ülesanne on muuta 3-sooneline kaabel samasuguseks nagu 1-sooneline ja seejärel paigaldatakse nurkliidese täpselt samamoodi nagu 1-sooneliste kaablite puhul. Lisakomplekte on enamasti kahesuguseid. Ühed komplektid on sellised, kus 3-soonelise kaabli ekraneerivad traadid jaotatakse kolmeks ja keerutatakse iga soone peale üks osa. Seejärel isoleeritakse harukoht sõrmiku abil ja kaablisooned isoleertorude abil. Selline lahendus on küll odavam, kuid puuduseks on asjaolu, et kui näiteks kaabli metallkraani ristlõige on 25 mm², siis igale faasile jagub sellest kolm korda väiksem ristlõige ehk siis

umbes 8,3 mm².

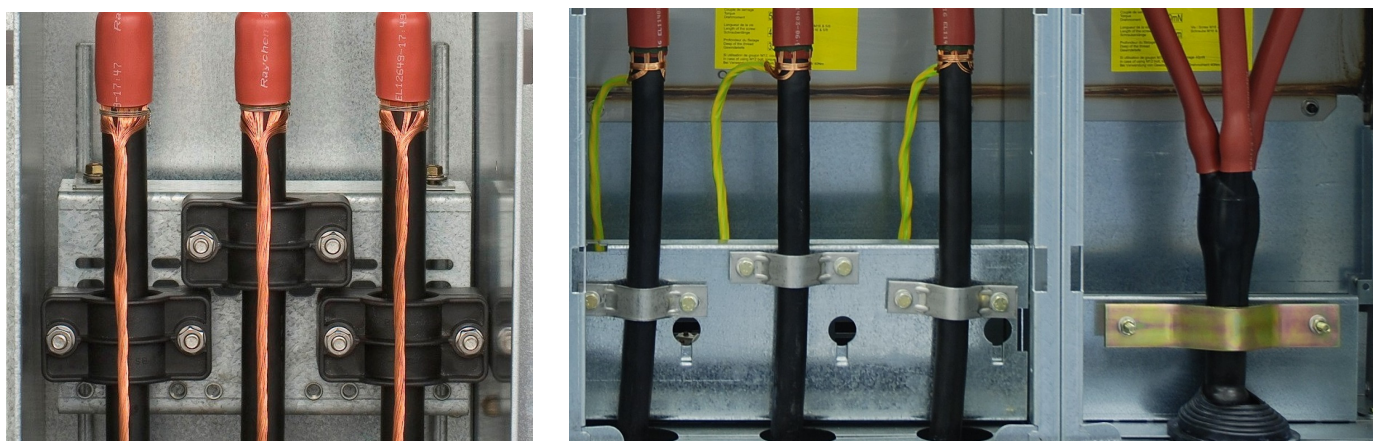
Teine ja natuke parem lahendus on paigaldada kaabli soonte peale eraldi tinutatud vaskvõrgust sukad, mis taastavad kaabli metalliekraani täielikult. Sukad ühendatakse ringvedru abil kaabli enda ekraanitraatidega. Seejärel paigaldatakse termokahanevad torud ja sõrmik. Selline lahendus sobib peale tavaliste 3-sooneliste vasktraatekraaniga plastkaablite ka väga hästi meil üsna levinud AXAL-TT PRO kaablile, kus ekraaneerivad vasktraadid puuduvad ja selle asemel on kaitseekraan kolmest suuremast alumiiniumtraadist ja -fooliumist (alumiiniumfooliumit pole vaja eraldi ühendada).

Mõlema tehnilise lahenduse kohta on pakkuda komplektid koos paigaldusjuhendiga ja kõikide vajaminevate komponentidega.



Joonis 18. Kaks lahendust, kuidas enne nurkliideste paigaldust muuta 3-sooneline plastkaabel 1-sooneliseks.

Tuleb alati jälgida, et seadme küljes oleks mehaaniline kinnituskoht kaablitele, millega saab kaablid seadme külge ära fikseerida. Antud fikseerimine on vajalik selleks, et kaabli liikumine ei mõjutaks elektrilist ühenduskohta mehaaniliselt. 1-soonelise kaabli puhul on vaja kolme kinnitust igale faasile eraldi ja 3-soonelise kaabli puhul piisab ühest suuremast kinnitusest, mis asub natuke otsamuhvist allpool (vt. joonis 19, parempoolne pilt). Juhul kui on tegemist paralleelkaablitega, siis tuleb kindlasti kinnitada nii esimene rivi kaableid, kui ka tagumine rivi.



Joonis 19. Kinnituskohad kaablite jaoks.

Selles artiklis on mainitud enamasti ainult ühe firma toodangut, mida ma tunnen isiklikult kõige paremini. Olen pikka aega tegelenud nende toodete müügiga, paigaldusega ja õpetanud teisi paigaldama. Paljudel teistel firmadel on samalaadseid tooteid, millel on üsna sarnane paigaldusviis. Kuigi isoleeritud nurkliideseid leiab ainult Raychemi (praegune TE Connectivity) toodete hulgast. Seega ma loodan, et seda artiklit lugedes saite lisainformatsiooni keskpinge jaotusseadmete liideste põhimõtetest, valimisest, kasutamisest ja paigaldusest.