

**KJ-MAAKAAPELIJATKON SUUNNITTELU CREOLLA JA 3D-MALLIEN
HYÖDYNTÄMINEN ASENNUSOHJEISIIN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Konetekniikka, insinööri (AMK)

Kevät, 2023

Jonas Nyqvist

Konetekniikan, insinööri (AMK)

Tiivistelmä

Tekijä Jonas Nyqvist

Vuosi 2023

Työn nimi KJ-maakaapelijatkon suunnittelu Creolla ja 3D-mallien hyödyntäminen
asennusohjeisiin

Ohjaaja Teppo Syrjäaho (HAMK), Karri Kiviluoma (Ensto Finland Oy)

Opinnäytetyö tehtiin Ensto Finland Oy:lle. Sähköverkkoyhtiöt käyttävät kaapelivarusteita verkkonsa ylläpitämiseen ja laajentamiseen. Kaapelivarusteen asennustyöt tehdään aina asennusohjeen mukaisesti. Virheiden välttämiseksi asennusohjeiden täytyy olla selkeitä ja helposti ymmärrettäviä. Nykyiset asennusohjeet tehdään Adobe Illustratorin ja InDesignin kanssa. Opinnäytetyön tehtävänä oli mallintaa kahta erikokoista maakaapelijatkoa ja hyödyntää Creosta saatuja 3D-malleja asennusohjeisiin. Tekemällä kaksi erikokoista kaapelijatkoa voidaan selvittää komponenttien muokkausmahdollisuudet. Tavoitteena oli tehostaa ja parantaa maakaapelijatkon suunnittelua ja asennusohjeiden tekoa.

Kaapelijatkon mallinnustyöt tehtiin Creolla. Komponentit yhdistettiin osakokoonpanoiksi, jotka esittivät yhden työvaiheen asennusohjeessa. Asennusohjeessa näytettävien työvaiheiden selventämiseksi piirrettiin apukuvia Adoben Illustratorin avulla. Työvaiheiden kuvat yhdistettiin asennusohjeeksi Adobe InDesignissa.

Työn lopputuloksena saatiin selville, että kaapelivarusteen mallintaminen on mahdollista tehdä Creolla. On myös mahdollista hyödyntää Creosta saatuja 3D-malleja asennusohjeissa. Jotkin komponentit olivat kuitenkin monimutkaisia mallintaa. Komponenttien muokkaamiseen jouduttiin tekemään useampi muutettava parametri, minkä takia ne eivät ole helposti muokattavia.

Avainsanat Creo, 3D-mallinnus, kaapelivaruste, kaapelijatkos

Sivut 40 sivua ja liitteitä 32 sivua

Mechanical Engineering

Abstract

Author Jonas Nyqvist

Year 2023

Subject MV underground cable joint design with Creo and utilization of 3D models for installation instructions

Supervisors Teppo Syrjäaho (HAMK), Karri Kiviluoma (Ensto Finland Oy)

This thesis was made for Ensto Finland Oy. Electric companies use cable accessories to maintain and expand their networks. The installation of cable accessories is always done in accordance with the installation instructions. In order to avoid errors, installation instructions must be clear and easy to understand. The current installation instructions are made with Adobe Illustrator and InDesign. The task of the thesis was to model two different sizes of underground cable joints and to use the 3D images from the modeling for installation instructions. By making two different sizes of cable joints, it was possible to examine the possibilities for modifying components. The aim was to improve the design of underground cable joints and installation instructions.

The modeling work was done with Creo. The components were combined into subassemblies, which showed an individual step in the installation instructions. To clarify the work steps shown in the installation instructions, auxiliary images were made using Adobe Illustrator. The images of the work steps were combined into installation instructions in Adobe InDesign.

The result of the work was the conclusion that it is possible to model the cable accessories with Creo and the new installation instructions can be made from Creo's 3D images. However, the complexity of some components means that several parameters have to be changed to modify the component, which can seem difficult.

Keywords Creo, 3D-modeling, Cable Accessories, cable joint

Pages 40 pages and appendices 32 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Keskijännitekaapelit	2
2.1	Maakaapelin rakenneosat.....	2
2.2	Kaapelivarusteet	5
2.3	Kaapelijatkos	9
2.3.1	Lämpökutistejatkos	10
2.3.2	Kylmäkutistejatkos	11
2.3.3	Hybridijatkos	12
3	3D-mallinnus.....	13
3.1	3D-mallinnusmenetelmät	14
3.1.1	Kappalemallinnus	14
3.1.2	Levymallinnus.....	14
3.1.3	Pintamallinnus.....	15
3.2	Kokoonpano	15
3.2.1	Bottom-up	16
3.2.2	Top-down	17
4	Mallinnettavat kaapelivarusteet ja kaapelit.....	18
5	Kaapelijatkon mallintaminen ja kokoonpano.....	20
5.1	Komponenttien mallintaminen.....	20
5.2	Kaapelijatkon kokoonpano	31
6	Asennusohjeen teko	35
7	Yhteenvedo ja pohdinta	37
	Lähteet.....	39

Liitteet

Liite 1 HJ33.2402C asennusohje

Liite 2 HJ33.2402C_CREO asennusohje

1 Johdanto

Sähkömarkkinalain edellyttämän toimintavarmuuden johdosta sähköverkkojen säävarmuutta on tehostettu viime vuosina erityisesti maakaapeloinnilla. Kaapelit joudutaan useasti jatkamaan niiden ollessaan liian lyhyitä sekä kaapelin vaurioita korjattaessa. Tähän tarkoitukseen on olemassa kaapelivarusteita, joilla tätä pystytään tekemään. Kaapelivarusteessa asennusohje on todella tärkeä osa varusteen toimivuutta, jonka takia sen täytyykin olla selkeä ja helppo ymmärtää. Asennusohjeen avulla asentaja pystyy asentamaan jatkoa suunnitellulla tavalla.

Opinnäytetyö tehdään Ensto Finland Oy:lle. Insinööriyön tavoitteena on selvittää, voidaanko maakaapelijatkosten suunnittelua tehostaa ja asennusohjeiden laatua parantaa käyttämällä Creoa. Tarkoituksena on mallintaa kaksi erikokoista keskijännitemaakaapelijatkoa Creolla ja hyödyntää 3D-kuvia asennusohjeissa. Työtehtäviini tuotekehitysinsinöörinä Enstolla kuuluu asennusohjeiden ylläpitäminen kaapelivarusteille, joten opinnäytetyön aihe liittyy vahvasti työtehtäviini. Työssä mallinnukset on tarkoitus pitää mahdollisimman yksinkertaisina, jotta mallien muokkaaminen tuoteperheen sisällä olisi mahdollista.

2 Keskijännitekaapelit

Keskijännitekaapeleiden johdinmateriaaleina käytetään alumiinia ja kuparia. Eristeen materiaalina käytetään ristosilloitettua polyeteeniä. Kaapelityypin mukaan kaapelit voidaan asentaa sisälle ja ulos tai suoraan maahan. Suurijännitteisimmät maailmanlaajuisesti käytössä olevat vaihtosähkökaapelit ovat 500 kV:n kaapeleita. Suomessa on käytössä kaapeleita 110 kV:n jännitteelle saakka. Nimellisjännite kaapeleissa ilmoitetaan muodossa U_0/U . U_0 on nimellisjännite johtimien ja maan välillä ja U jännite johtimien välillä. Suurimman käyttöjännitteen U_m ja nimellisjännitteen U_0/U välinen yhteys voidaan nähdä taulukossa 1. (Elovaara & Haarla, 2011, s. 303; Prysmian Group, n.d.)

Taulukko 1. Esimerkkejä kaapelien suurimman käyttöjännitteen ja nimellisjännitteen välisestä riippuvuudesta. (Elovaara & Haarla, 2011, s. 303)

U_m	1,2 kV	12 kV	24 kV	123 kV	420 kV
U_0/U	0,6 kV/1 kV	5,8 kV/10 kV	11,6 kV/20 kV	64 kV/110 kV	231 kV/400 kV

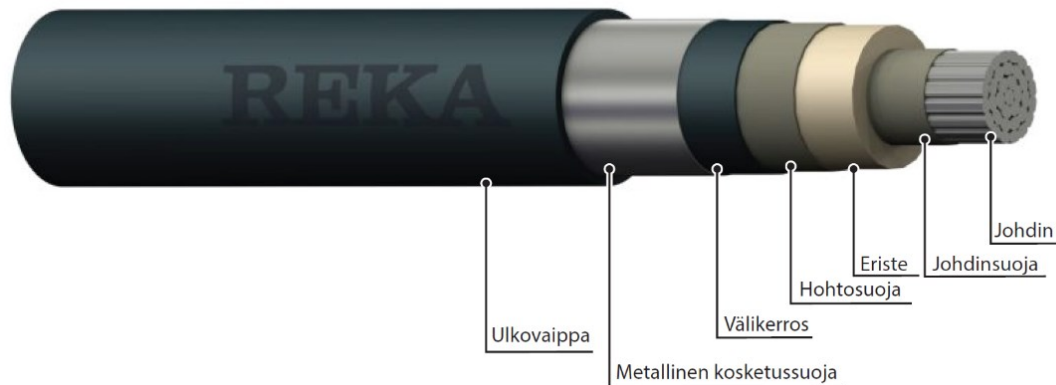
Viime vuosien aikana maakaapeleiden määrät ovat lisääntyneet jakeluverkoissa. Pääasiassa säävarman jakeluverkon rakentaminen tehdään maakaapeliasennuksena. (Monni, 2018, s. 84)

2.1 Maakaapelin rakenneosat

Rakenneosat kaapelissa ovat johdin tai johtimet, johdinsuoja, johdineristys, hohtosuoja, kosketussuoja ja ulkoiset suojakerrokset. Ulkoisia suojakerroksia ovat vaippa, armeeraus ja

korroosionsuoja. Vain keski- ja suurjännitekaapeleissa on käytössä johdin-, hohto- ja kosketussuojia. Kuvassa 1 nähdään Suomessa yleisesti käytetyn keskijännitekaapelin rakenneosat. Voimakaapeleiden poikkipinnat ovat 25–2500 mm². Pienemmät poikkipinnat ovat käytössä pienjännitteille. Käytettäessä pientä johdinpinta-alaa ja suuria jännitteitä sähkökentän voimakkuus kasvaa helposti liian suureksi eristykselle. Keskijännitekaapeleiden poikkipinnat ovat yleensä 25–300 mm² ja 300–1600 mm² 123 kV:n kaapeleille. Tätä suuremmat johdinpoikkipinnat ovat käytössä 420 kV:n jännitteelle. Mikäli siirtoyhteydellä on tarvetta suuremmalle johdinpoikkipinta-alalle kuin kaapelimarkkinoilla on tarjolla, voidaan kaapeleita kytkeä tarvittaessa rinnakkain. (Elovaara & Haarla, 2011, s. 307)

Kuva 1. Muokattu Rekan 1-johdin AHXAMK-WP kaapelin rakenneosat (Reka, n.d.).



Kaapelien johtimet ovat yleensä tehty kuparista tai alumiinista. Erikoistapauksissa voidaan käyttää muita metalleja tai seoksia, esimerkiksi vetolujuuden lisäämiseksi.

Suurjännitekaapeleiden johdinpoikkipinta-alan kasvaessa käytetään yleensä alumiinia johdinmateriaalina. Alumiini on kevyempi ja edullisempi verrattuna muihin metalleihin.

Resistiivisyys on alumiinilla suurempi kuin kuparilla ja tästä syystä alumiinikaapelit ovat noin 50 prosenttia suurempia poikkipinta-alaltaan kuin virranjohtokyvyltään samanlaisten kuparikaapeleiden johdinpoikkipinta-ala. (Elovaara & Haarla, 2011, s. 307)

Kaapelin johdin voidaan muotoilla sektorimaiseksi, konsentriseksi, soikeaksi tai pyöreäksi ja se voidaan tehdä kaapelin käyttötarkoituksen mukaan joko yhdestä tai useammasta langasta. Kun johdin valmistetaan pyöreistä langoista, säikeiden väliin jää ilmatilaa. Ilmatilan

saa poistettua johtimesta valmistusvaiheessa tiivistämällä johdinta valssaamalla. Johtimen poikkipinnalla ei tarkoiteta tästä syystä geometrista vaan sähköistä poikkipintaa. Sähköinen poikkipinta määritellään resistanssimittauksella. (Monni, 2018, s. 86)

Johtimien pinnalla sijaitsee johdinsuoja, joka valmistetaan puolijohtavasta materiaalista. Johdinsuojan tarkoitus on pienentää johdinlankojen aiheuttamia kentänvoimakkuushuippuja poistamalla epätasaisuudet johtimen pinnalta. Tämän lisäksi se vähentää oiko- ja maasuluissa johtimesta eristykseen kohdistuvia lämpörasituksia. (Elovaara & Haarla, 2011, s. 308)

Johtimen tai johdinsuojan päältä lähtevä johdineristys ulottuu mahdolliseen hohtosuojaan saakka. Johdineristys antaa kaapelille riittävän jännitekestoisuuden ja samalla sen on siirrettävä tehokkaasti johtimessa ja johdineristyksessä syntyvä häviölämpö pois kaapelista. Erilaisia muoveja, öljykyllästeisiä papereita tai näiden yhdistelmiä voidaan käyttää eristysmateriaaleina. Liiallinen lämpö vanhentaa johdineristystä, joka aiheuttaa ääritapauksessa läpilyönnin, joten kaapelin kuormittavuus määräytyy ratkaisevasti johdineristyksestä. Eristys saattaa myös pehmentyä yllilämmöstä ja taivutuskohdissa eristys siirtyy pois paikoiltaan aiheuttaen vikaantumisen. (Elovaara & Haarla, 2011, ss. 308–309)

Johdineristyksen päällä oleva hohtosuoja valmistetaan puolijohtavasta materiaalista tai johtavista metallinauhoista. Johtimesta aiheutuva sähkökenttä rajataan kahden sylinteripinnan väliin yhdessä hohtosuojan ja johdinsuojan kanssa. On tärkeää, että hohtosuoja pysyy hyvin kiinni johdineristyksessä. Hohtosuojalta edellytetään kuitenkin helppoa kuorittavuutta, jotta kaapelin asennettavuus olisi mahdollisimman helppoa. Eräiden hohtosuojamateriaalien johtavuus pienenee käytettäessä vieraita aineita kuten öljyjä, rasvoja tai liuottimia asennustöissä. Öljypaperikaapelit jaetaan eristeeseen kohdistuvan jänniterasituksen perusteella H-suojattuihin ja vyöeristeisiin kaapeleihin. H-suojatusta kaapelista puhutaan silloin kun jokaisella johtimella on eristeen päällä hohtosuoja. Vyöeristeissä kaapeleissa vaihejohtimien ympärille on tehty yhteistä eristystä maan ja johdineristysten väliin. Metallivaipalla varustetut kaapelit ovat 10 kV:n nimellisjännitteeseen asti lähes poikkeuksetta vyöeristeisiä. Jännitelujuussyistä joudutaan usein käyttämään H-

suojattuja kaapeleita, kun jännitteet nousevat tätä suuremmiksi. (Elovaara & Haarla, 2011, ss. 309–310)

Kosketussuoja on aina valmistettu metallista, koska se toimii turvallisuuslaitteena, häiriösuojana sekä varaus- ja vikavirtojen kulkutienä. Kaapelityypistä ja käyttötarkoituksesta riippuen kosketussuoja voi olla yhteinen kaikille vaihejohtimille tai vaihekohtainen. Kosketussuojan raaka-aine voi olla lyijyä, alumiinia, kuparia tai jopa terästä. Lyijy on ollut yleinen kosketussuojamateriaali paperieristeisille kaapeleille ja suurjännitemuovikaapeleille, kun on käytetty yhteistä kosketussuojaa. Keskijännitemuovikaapeleissa sekä liikuteltavaan käyttöön tarkoitetuissa keskijännitekumikaapeleissa on käytetty yleensä kuparinauhoja ja -lankoja. (Elovaara & Haarla, 2011, ss. 310–311)

Kaapelin viimeinen rakenneosana on ulkovaippa, joka antaa mekaanisen suojan sekä suojaa korroosiolta. Kaapelien ulkovaipat valmistetaan muovista, kumista tai metallista. Polyeteenit, erityisesti suuritiheyksinen polyeteeni HDPE ovat sopivia muoveja kaapelien vaippamateriaaleiksi. (Elovaara & Haarla, 2011, ss. 311–312)

2.2 Kaapelivarusteet

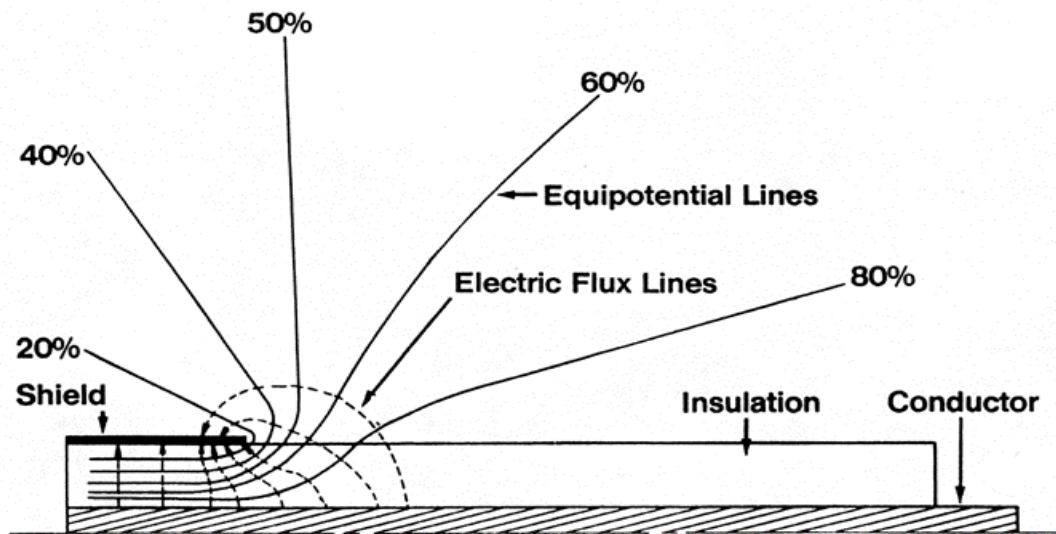
Korkealaatuiset kaapelivarusteet tarjoavat luotettavan tavan yhdistää ja liittää kaapeleita nykypäivän sähköverkoissa. Luotettavilla kaapelivarusteilla voidaan vähentää katkoksia virransyötössä ja luoda turvallisempi työympäristö. Verkkoyhtiöt käyttävät kaapelivarusteita kaapeliverkkonsa ylläpitämiseen ja laajentamiseen. Nykyaikaiset kaapelit ja kaapelitarvikkeet ovat myös johtaneet siihen, että verkon rakentaminen maan alle on kustannustehokkaampaa. Tämän lisäksi kaapelivarusteita käytetään useissa teollisuuskohteissa kuten esimerkiksi rautatieverkoissa, teollisuusrakennuksissa, kaivoksissa ja tuuliturbiineissa. Kaapelivarusteiden ratkaisevia hyötyjä ovat luotettavuus, asentamisen helppous, kansanvälisten standardien ja vaatimuksien sekä laatustandardien, kuten ISO9001:n noudattaminen. Lisäksi suuntaus on ollut enemmän tuotteisiin, joilla on pieni hiilijalanjälki ja jotka ovat ympäristöystävällisiä. Vanhemmissa verkoissa asentajat voivat joutua yhdistämään uusia kaapelityyppejä vanhoihin paperikaapeleihin. Oikea

kaapelivarusteen valinta ja asentajien asianmukaiset koulutukset takaavat kaapelivarusteen pitkän käyttöiän. (Europacable. N.d.)

Kaapelivarusteet luokitellaan jatkoksiin ja päätteisiin. Kaapelipäätteiden avulla johtimet voidaan yhdistää sähköverkon komponentteihin, kuten esimerkiksi muuntajaan. Päätteet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, sisä- ja ulkopäätteisiin sekä pistokepäätteisiin. Sisäpäätteitä käytetään tiloissa, jotka ovat suojassa sään vaikutuksilta. Ulkopäätteitä puolesta käytetään silloin kun ne altistuvat säälle ja UV-säteilylle. Pistokepäätteistä löytyy suora-, kulma- ja T-mallisia päätteitä. Jatkot voidaan myös jakaa kolmeen pääryhmään. Suorajatkosta käytetään yhdistämään kaksi identtistä kaapelia keskenään. Sekajatkoja käytetään yhdistämään kaksi erilaista kaapelia. Haaroitusjatkolla voidaan yhdestä kaapelista tehdä haaroja useammalle kaapelille. (Europacable, 2016, s. 2)

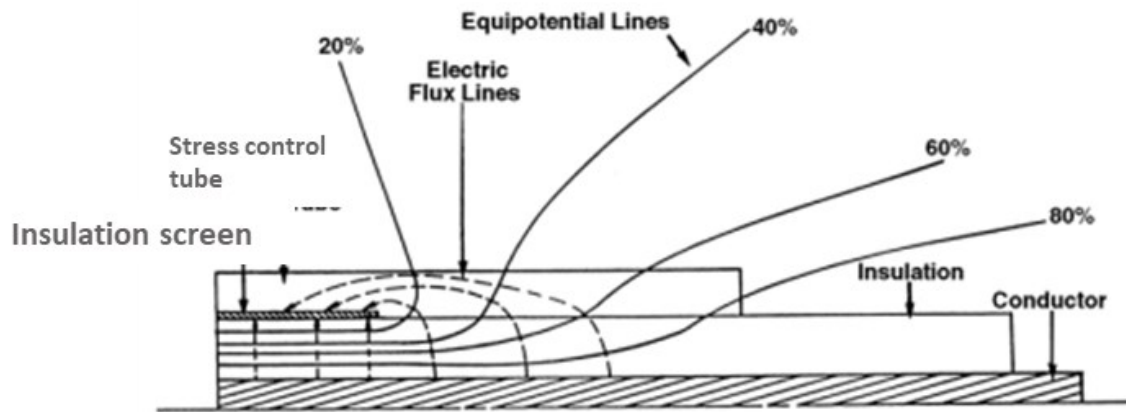
Kun kaapelia valmistellaan kaapelivarustetta varten, sorvataan eristeen päältä puolijohtava hohtosuoja pois. Jännitteisessä johtimessa syntyy tästä syystä hohtosuojan reunaan sähkökentän tiivistymä, jossa jänniterasite voi ylittää eristyksen jännitekestoisuuden ja aiheuttaa vikaantumisen. Tämän johdosta hohtosuojan katkaisukohta edellyttää kentänohjausta. Kuvassa 2 nähdään hohtosuojan rajapinnassa oleva sähkökentän jakautuminen ilman kentänohjausta. (Monni, 2018, s. 128)

Kuva 2. Hohtosuojan rajapinnassa oleva sähkökentän jakautuminen ilman kentänohjausta (Ensto, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.).



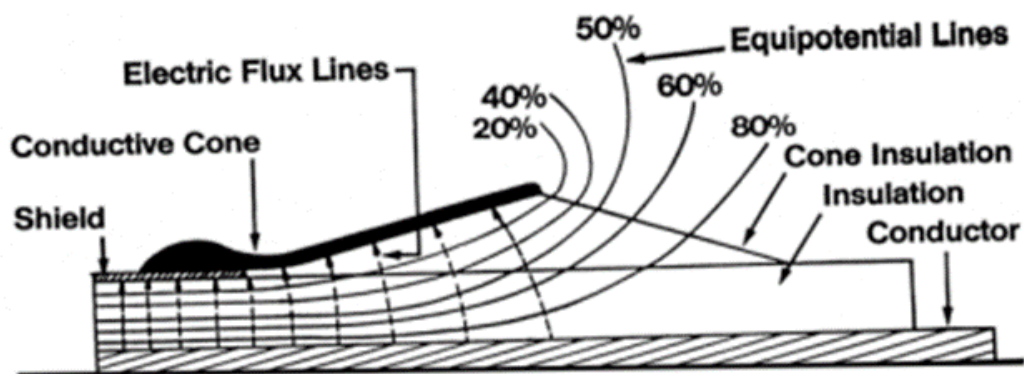
Kentänohjauksella sähkökenttä tasoitetaan laajemmalle alueelle, jolloin ei pääse syntymään jänniterasituksen tiivistymää. Kuvassa 3 nähdään permittiivisyys eroihin perustuva kentänohjaus (englanniksi refractive stress control), joka on yleisin käytetty tapa erityisesti kuumakutistevarusteilla. Käyttämällä kentänohjauksen juoksevaa materiaalia, saadaan poistettua myös ilmaraot, jotka syntyvät erityyksen pinnan epätasaisuuksista. Ilmaraot voivat aiheuttaa osittaispurkauksia kaapelivarusteessa. Osittaispurkauksia voidaan välttää hyviä asennustapoja ja valmistajan asennusohjeita noudattamalla. (Monni, 2018, s. 129)

Kuva 3. Hohtosuojan rajapinnassa oleva sähkökentän jakautuminen kentänohjaus asennettuna (Ensto, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.).



Kentänohjaus voidaan tehdä myös geometrisesti, kuten kuvassa 4 nähdään. Erityisesti kylmäkutisteissa ja päälle työnnettävissä varusteissa geometrinen kentänohjaus on yleisesti käytössä. (Monni, 2018, s. 129)

Kuva 4. Geometrinen kentänohjaus (Ensto, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.).



Pääte- ja jatkosvarusteissa kentänohjaus tapahtuu oikein, kun asennustyössä asetetaan kaikki kaapelivarustekomponentit oikeille paikoille asennusohjeen mukaisesti. Kaapelivaruste on tämän takia aina asennettava sen mukana tulevan asennusohjeen mukaisesti. (Monni, 2018, s. 128)

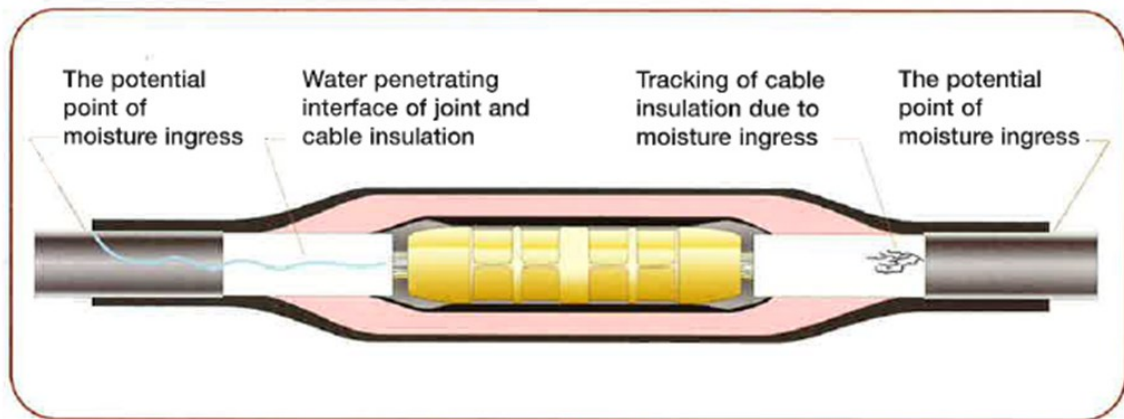
2.3 Kaapelijatkos

Kaapelijatkosta käytetään liittämään kaksi kaapelia yhteen. Kaapelia joudutaan jatkamaan esimerkiksi silloin kun tehdään muutostöitä vanhassa kaapeliverkossa, kaapeli on vaurioitunut ja sitä korjataan tai kaapelin valmistuspituus on liian lyhyt. Jatkettavien kaapeleiden johtimet voidaan liittää toisiinsa ruuvi- tai puristusliittimillä. Tavoitteena on saada jatkokseen sama kestävyys kuin jatkamattomalla kaapelilla ja suojata liitokset ympäristön vaikutuksia vastaan. Tämä toteutetaan yleisesti käyttämällä joko lämpökutisteletkuja tai esiasetettuja jatkorunkoja. Kaapelijatkoksen suojaukseen käytetään metallisuojausta tai kutistemuovia. (Monni, 2018, s. 131)

Jatkoksen ongelmana on siinä esiintyvät pitkittäiset ja säteen suuntaiset sähköiset rasitukset. Mitä korkeammasta jännitteestä on kyse, sitä suuremmiksi ongelmat muodostuvat. (Elovaara & Haarla, 2011, s. 330)

Jatkos on suojattava siksi, ettei jatkos sisälle pääse vettä tai likaa, joka aiheuttaisi vikaantumisia. On mahdollista, että kolmijohdin muovikaapelissa kuori rikkoutuu kaukana jatkosta ja kaapelin sisään pääsee vettä. Tästä ei aiheudu ongelmaa, mikäli vesi pysyy poissa itse jatkosta. Kuvassa 5 on näytetty kahdenlaisia vikaantumisia jatkossa. Jos letku on huonosti tiivistetty ja vesi pääsee virtaamaan jatkos sisälle, se aiheuttaa nopeasti oikosulun ja jatkos rikkoutuu (katso kuvan vasen puoli). Mikäli jatkoson sisään pääsee vain rajallinen määrä kosteutta, aiheuttaa se purkauksia pitkin jatkoson rajapintaa ja kaapelin eristystä. Tämä aiheuttaa anaerobisen tilanteen, kunnes sen ja johtimen välinen tila hajoaa ja jatkos rikkoutuu (katso kuvan oikea puoli). (Goulsbra, 2001, s.72)

Kuva 5. Kahdenlaisia vikaantumisia kaapelijatkossa (Goulsbra, 2001, s.72).



Kosteuden tunkeutumisen estämiseksi käytetään tiivistysmassoja ja liimoja. Radiaalisen kosteuden estämiseksi voidaan myös käyttää ulkoisena suojana alumiinifoliollista kutistekäärettä jatkoksen kohdalla. Johtimien liittämiseen käytetään puristettavia jatkosholkkeja tai ruuvikiristeisiä jatkosholkkeja. Perusjatkopakkaus lisäksi voidaan tarvita lisätarvikepakkaus. Lisätarvikepakkaus voidaan valita jatkettavien kaapeleiden perusteella. (Monni, 2018, s. 131)

2.3.1 Lämpökutistejatkos

Lämpökutistejatkoksessa käytetään lämpöä lämmittämään kutisteletkua, joka sen johdosta kutistuu kaapelin ympärille, kuten kuvassa 6 näkyy. Lämmön vaikutuksesta myös letkun alla olevat liimat ja massat saadaan sulamaan ja asettumaan. (Ensto installation handbook, n.d., s.6). Enston sisäisissä opetusmateriaaleissa kerrotaan, että Enston kuumakutisteletkut valmistetaan silloitetusta muovimateriaalista ja letkun normaali kutistussuhde on 3:1–4:1. (Ensto, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

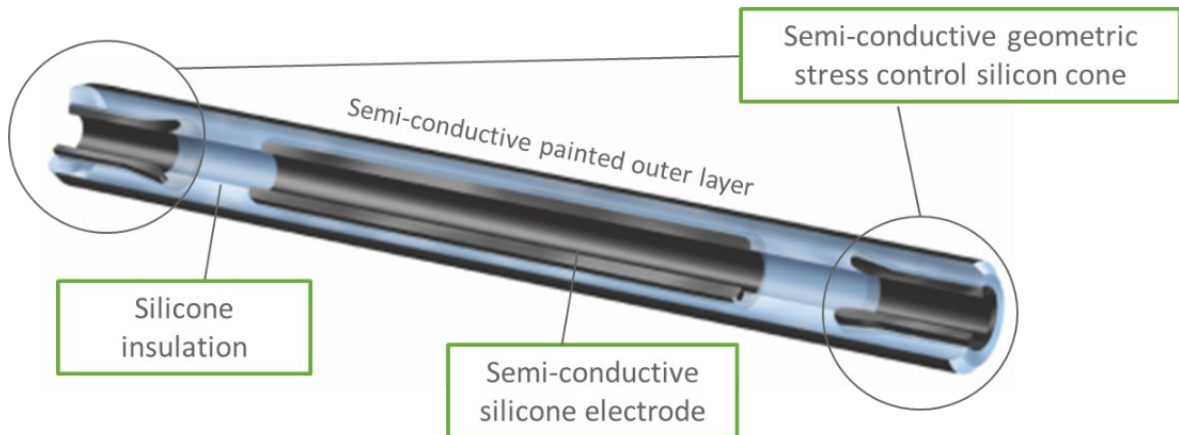
Kuva 6. Lämpökutisteletku kutistetaan käyttämällä lämpöä. (Ensto installation handbook, n.d., s.6).



2.3.2 Kylmäkutistejatkos

Kylmäkutistejatkokseen ei tarvita lämpöä, joten se soveltuu erinomaisesti niihin kohteisiin missä ei ole mahdollista tehdä tulitöitä. Kylmäkutisterunkoon voidaan integroida kentänohjaus, jolla saadaan vähennettyä asennusvaiheita ja yksinkertaistettua asennusta (kuva 7). Enston valmistamien kylmäkutisterunkojen ja -letkujen sisällä on muovinen spiraali tai putki, joka pitää letkun laajennettuna, kunnes spiraali poistetaan ja jatkorunko tai letku kutistuu kaapelin ympärille. Kylmäkutisteletku on valmistettu erittäin kestävästä silikonikumista, joka suojaa ympäristön vaikutuksia vastaan kuten UV-säteilyä, lämpöä, kosteutta, öljyä ja otsonia. (Ensto installation handbook, n.d., s.7)

Kuva 7. Enston kylmäkutisterunko halkaistuna, jossa näkyy, että päädyissä on geometrinen kentänohjaus ja rungon keskellä puolijohtava silikonelektrodi. (Ensto, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.).



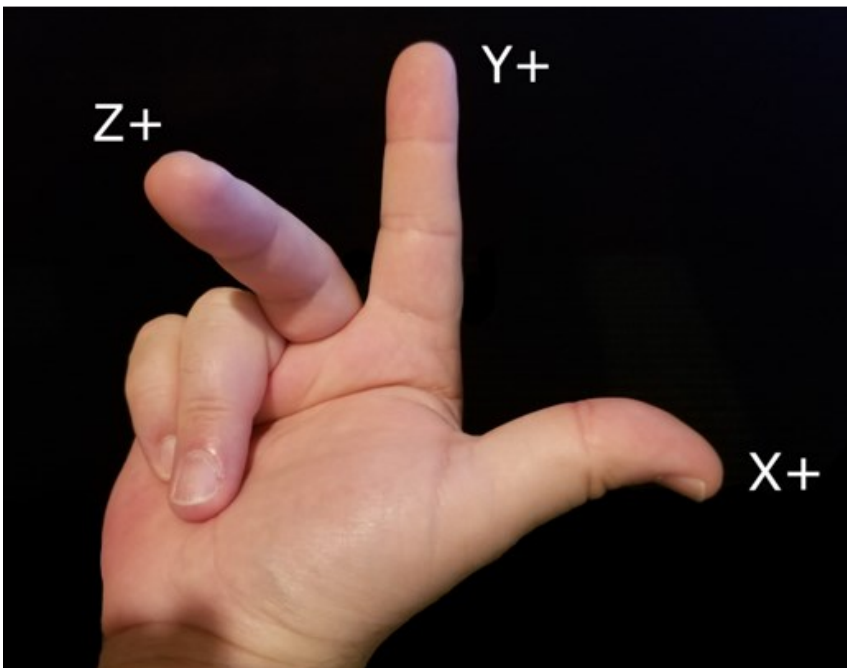
2.3.3 Hybridijatkos

Hybridijatkos on yhdistelmä lämpö- ja kylmäkutistejatkosta, jossa saadaan molempien jatkosten parhaimmat ominaisuudet käyttöön. Hybridijatkoksessa uloin letku on lämpökutisteletkua, joka antaa hyvän mekaanisen suojan jatkolle. Kylmäkutisterungon ansiosta asennus on yksinkertaisempaa ja nopeampaa verrattuna täyteen kuumakutistevarusteeseen. (Ensto installation handbook, n.d., s.7)

3 3D-mallinnus

3D-mallinnuksessa kappaleet suunnitellaan kolmiulotteisesti. Suunniteltaville kappaleille, osille ja kokoonpanoille annetaan todellisuudessa valmistettavan kappaleen fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet ja ne mallinnetaan näyttämään oikeilta. Kappaleen suunnittelu tapahtuu kolmiulotteisessa avaruudessa, hyödyntäen x-, y- ja z-koordinaattiakseleita. 3D-mallinnusohjelmaa käytettäessä on yleensä käytössä oikeakätinen suorakulmainen koordinaatisto, jossa x-koordinaattiakselin positiivinen suunta on vaakasuuntainen oikealle päin, y-koordinaattiakselin positiivinen suunta on pystysuuntainen ylöspäin ja z-koordinaattiakseli positiivinen suunta on syvyysuunnassa kohti suunnittelijaa. Kuva 8 havainnollistaa oikeankäden suorakulmaista koordinaatistoa. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 17)

Kuva 8. Oikeakätinen suorakulmainen koordinaatisto. (BobCAD-CAM, n.d.).



Kappaletta mallintaessa täytyy myös tietää kulmien kiertosuunnat. Annetut kulmaluvut 3D-mallinnusohjelmassa ovat aina automaattisesti positiiviset ja siksi kappale pyörii aina positiiviseen suuntaan. Oikeakätistä suorakulmaista koordinaatistoa voidaan käyttää apuna myös tässä selvittämään positiiviset kulmien kiertosuunnat. Koukistamalla oikean käden

sormet ja osoittamalla peukalolla koordinaattiakselin positiiviseen suuntaan, koukistuneet sormet osoittavat positiiviseen suuntaan. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 18)

3.1 3D-mallinnusmenetelmät

Kappalemallinnus, levymallinnus ja pintamallinnus ovat 3D-mallinnusmenetelmien päätyypit. Metalliteollisuuden kone- ja laitesuunnittelussa käytetään yleisimmin kappale- ja levymallinnusmenetelmiä. Pintamallinnusmenetelmää käytetään silloin kun halutaan yksinkertaisia ja helposti valmistettavia malleja. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 26)

3.1.1 Kappalemallinnus

Kappalemallinnuksessa käytetään valmiita muotoja. Mallinnuksessa valitaan jokin umpinainen muoto, jota aletaan muokkaamaan, esimerkiksi kartio, ympyrä, neliö tai kolmio. Yleisimmin lisätään sopivanmuotoisia kappaleita tai poistetaan materiaalia valitusta muodosta. Näitä muokkaustapoja kutsutaan pursotukseksi tai leikkaukseksi. Tätä menetelmää käytetään yleensä silloin kun valmistettavat tuotteet valmistetaan lastuavalla työstömenetelmällä kuten sorvaus, jyrä, poraus tai yhdistelmä näitä kaikkia. Laakerit, laipat, akselit, venttiililohkot, ruuvit ja mutterit ovat yleensä mallinnettu kappalemallinnusmenetelmällä. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 26)

3.1.2 Levymallinnus

Levymallinnuksessa käsitellään erilaisia levyjä. Mikäli mallinnetaan levyjä, joiden paksuus on alle 6,0 mm, puhutaan ohutlevymallinnuksesta. Levymallinnus on kyseessä, kun levyn paksuus on suurempi kuin 6,0 mm. Mallinnusohjelmassa käytetään kuitenkin samoja mallinnustyökaluja levyjen paksuudesta riippumatta. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 27)

Levymallinnusta tehdessä suunnittelijan tulisi osata laskea neutraaliakselin paikka, jotta aihion oikaistu pituus saadaan selville. 3D-mallinnuksessa tarvitaan aihion oikaistu pituus, koska se määrittää kappaleen lopullisen muodon tarkkuuden. Alle 2,0 mm levynpaksuuksissa ei välttämättä tarvita huomioida neutraaliakselin paikkaa. Tässä tapauksessa voidaan käyttää

mallinnusohjelman oletusarvoa. Neutraalitason factor-arvo on määritettävä erikseen silloin, kun levynpaksuus on suurempi kuin 2,0 mm. Mikäli mahdollista, kannattaa 3D-ohjelmaan laatia taivutustaulukko, josta saadaan DIN 6935-standardin mukainen, aihion oikaistun pituuden laskemiseen tarvittava K-factor -arvo. K-factor -arvo on mahdollista myös laskea, mikäli ei ole mahdollista käyttää 3D-ohjelman taivutustaulukkoa. (Tuhola & Viitanen, 2008, ss. 27–28)

Levymallinnusta tehdessä malli tehdään levystä ja mallia myös muokataan käyttämällä levyille tyypillisiä työstömenetelmiä. Käytettäviä työstömenetelmiä levytuotteille ovat kanttaus, särmäys, pyöristyskoneet, puristus- ja vetotyökalut sekä erilaiset levytyöstökeskukset. Levytyöstökeskuksessa voidaan toteuttaa myös yhdistelmiä näistä edellä mainituista työstömenetelmistä. Kappalemallia ei ole mahdollista työstää levytyökaluilla. Molemmissa malleissa on kuitenkin mahdollista käyttää menetelmiä, kuten porauksia, tasauksia ja viisteitä. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 28)

3.1.3 Pintamallinnus

Pintamallinnuksessa mallia muotoillaan erilaisten pintojen avulla. Menetelmä on täysin erilainen kahteen edellä mainittuun verrattuna. Pintamallinnustyökaluja voidaan käyttää myös muuhun mallintamiseen. Tuotteet, jotka valmistetaan käyttämällä pursotustyökaluja ja erilaisia muovimuotteja tai valamalla, ovat yleensä pintamalleja. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi veneen muotti ja puhelimen kuori. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 29)

3.2 Kokoonpano

3D-maailmasta saadaan eniten hyötyä kokoonpanoissa. Kokoonpanossa ydinosaan yhdistetään muita osia, jotka siihen liittyvät. Osat luodaan yleensä erikseen, mutta on myös mahdollista luoda uusia osia kokoonpanon yhteydessä. Mikäli uusi osa luodaan kokoonpanon yhteydessä osan sijoittamiseksi, muodostetaan sidos ohjelmassa. Osan sijaintia voidaan muokata ainoastaan poistamalla alkuperäinen sijoitusehto ja antamalla uusi sijoitusehto tilalle. Vahva suositus on, että osat luotaisiin erikseen, koska silloin voidaan

luonnin yhteydessä antaa osalle attribuuttitietoja ja tuottaa 3D-mallista 2D-kuvia. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 98)

Kokoonpanoja ovat kaikki ne tuotteet, joihin sisältyy useampi osa. Kokoonpanoja on monenlaisia, kuten osista koostuvia rakenteita, koneita, mekanismeja tai näiden yhdistelmiä. Myös lujuustarkasteluun käytetään omia kokoonpanoja. Kokoonpanot voidaan jakaa ryhmiin. Osakokoonpano on itsenäinen osa jossain suuremmissa kokoonpanossa. On suotavaa jakaa suuret kokoonpanot pienempiin kokonaisuuksiin valmistuksen kannalta. Pääkokoonpanosta löytyvät kaikki tarvittavat osat lopulliseen tuotteeseen. Tuotannon kokoonpanosta löytyvät kaikki tarvittavat osat ja määreet, joita osille on annettu. Pääkokoonpanoja käytetään usein myös tuotannon kokoonpanoina. (Tuhola & Viitanen, 2008, s. 99)

Kokoonpanoa mallintaessa voidaan käyttää kahta vastakkaista etenemissuuntaa. Bottom-up-menetelmässä kokoonpanon teko voidaan aloittaa vasta sitten kun kaikki yksittäiset osat ja osakokoonpanot ovat täysin määritellyjä. Top-down-menetelmässä hahmotellaan ensiksi pääkokoonpano, josta suunnitellaan osakokoonpanot ja yksittäiset osat. Osakokoonpanot ja osat suunnitellaan, kunnes saavutetaan riittävän yksityiskohtainen tarkkuus. Tätä menetelmää käytetään uuden tuotteen suunnitteluun. Kokoonpano voidaan myös mallintaa yhdistämällä nämä molemmat tavat. (Laakko, 1998, ss. 68–69)

3.2.1 Bottom-up

Bottom-up-kokoonpanomenetelmässä edetään alhaalta ylöspäin. Ensiksi mallinnetaan yksittäiset osat, joista voidaan muodostaa tarvittavia osakokoonpanoja ja viimeiseksi saadaan tuotteen pääkokoonpano, määrittämällä osien ja osakokoonpanojen yhteydet toisiinsa sekä niiden asemoinnit ja paikat. Kokoonpanoja luodessa bottom-up-menetelmä on perinteisin käytetty menetelmä. Tätä menetelmää käytetään silloin kun voidaan käyttää jo olemassa olevia komponentteja eikä suunnitella kokonaan uutta tuotetta. (Laakko, 1998, ss. 69–70)

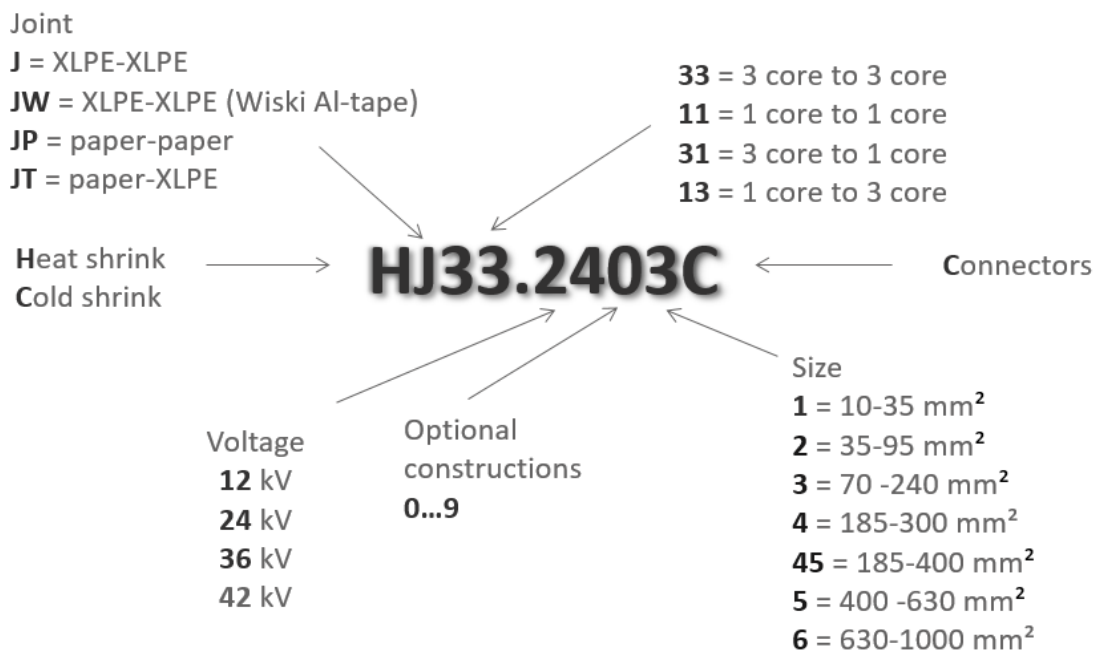
3.2.2 Top-down

Top-down-menetelmä on yleisesti käytössä, kun suunnitellaan mekaanisia tuotteita. Menetelmässä edetään ylhäältä alaspäin. Suunnittelija luo karkean yleisluonnoksen pääkokoonpanosta ja sen pääkomponenteista, sen mukaan miten tuotteen vaatimuksia voidaan toteuttaa. Tämän jälkeen pääkokoonpano jaetaan toimiviin osakokopanoihin ja yksittäisiin osiin huomioiden valmistettavuus, huollettavuus, kustannukset, asianmukainen lujuus ja muut vastaavanlaiset vaatimukset mitä tuotteelle on. Koska kokoonpanot ovat top-down-menetelmässä suunniteltu vain käsitteellisellä tasolla, on CAD-järjestelmien käyttö vaikeaa. CAD-järjestelmiä voidaan hyödyntää suunnittelussa paremmin myöhemmässä vaiheessa, kun yksityiskohtia voidaan määrittellä tarkemmin. (Laakko, 1998, ss. 70–72)

4 Mallinnettavat kaapelivarusteet ja kaapelit

Opinnäytetyössä mallinnettavat maakaapelijatkot ovat Enston valmistamia lämpökutistejatkoja HJ33.2402C ja HJ33.2404C. Valitut kaapelijatkot ovat tarkoitettuja kolmijohdin-, PEX-eristeisille ja kuparilankasuojalla varustetuille kaapeleille keskijänniteverkkoon. HJ33.2402C on tarkoitettu käytettäväksi kaapelipoikkipinnoille 10–95 mm² ja HJ33.2404C kun kaapelin poikkipinta on 150–300 mm². Kaapelijatkojen nimeämistyyli voidaan nähdä kuvassa 9. (Ensto, n.d.)

Kuva 9. Kaapelijatkojen nimeämistyyli Enstolla (Ensto, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.).



Tähän insinööriyöhön valittiin kaksi erikokoista samaan tuoteperheeseen kuuluvaa kaapelivarustetta, jotta voidaan selvittää, onko Creolla mahdollista mallintaa helposti kokonaiset tuoteperheet, joiden koot ja pituudet vaihtelevat asennusohjeissa. Kuvassa 10 on esiteltynä HJ33.2402C tarvikesarjaan kuuluvia komponentteja.

Kuva 10. HJ33.2402C kuumakutistejatkon tarvikesarja (Ensto, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.).



Kaapelijatkon varusteeseen kuuluvia komponentteja ovat lämpökutisteletkut, kentänohjaus- ja tiivistysmassat, jatkosholkit, kupariverkko, puhdistusliinat sekä hiontapaperi. Mallinnuksia varten valittiin Reka kaapeli Oy:n valmistamista kaapeleista AHXCMK-WTC/PE 12/20 (24). Tässä opinnäytetyössä mallinnettavat kaapelin koot ovat 95 mm² ja 300 mm².

5 Kaapelijatkon mallintaminen ja kokoonpano

Opinnäytetyössä tehtiin kaksi erikokoista kaapelijatkoa, joten mallintamisessa täytyi ottaa huomioon komponenttien muokkaaminen. Komponenttien mallintaminen ja jatkon kokoonpano aloitettiin HJ33.2402C -varusteesta. Komponentit ja kokoonpano muokattiin sen jälkeen sopimaan HJ33.2404C -varusteeseen. Komponenttien muokkaaminen onnistuu parhaiten tekemällä Family Table- taulukko. Family Table- taulukkoon voidaan valita haluttuja muokattavia parametrejä. Family Table -toimintoa voidaan hyödyntää myös kokoonpanossa, jolloin Family Table -taulukossa olevia komponentteja voidaan vaihtaa keskenään.

5.1 Komponenttien mallintaminen

Asennusohjeessa ensimmäiset ohjeet ovat kaapelin avaaminen oikeaan mittaan, joten oli luonnollista aloittaa kaapelin mallintamisesta. Kaapelin tekniset tiedot voidaan nähdä kuvassa 11.

Kuva 11. AHXCMK-WTC/PE 12/20 (24) kV 3-johdin kaapelin tekniset tiedot (Reka, n.d.).



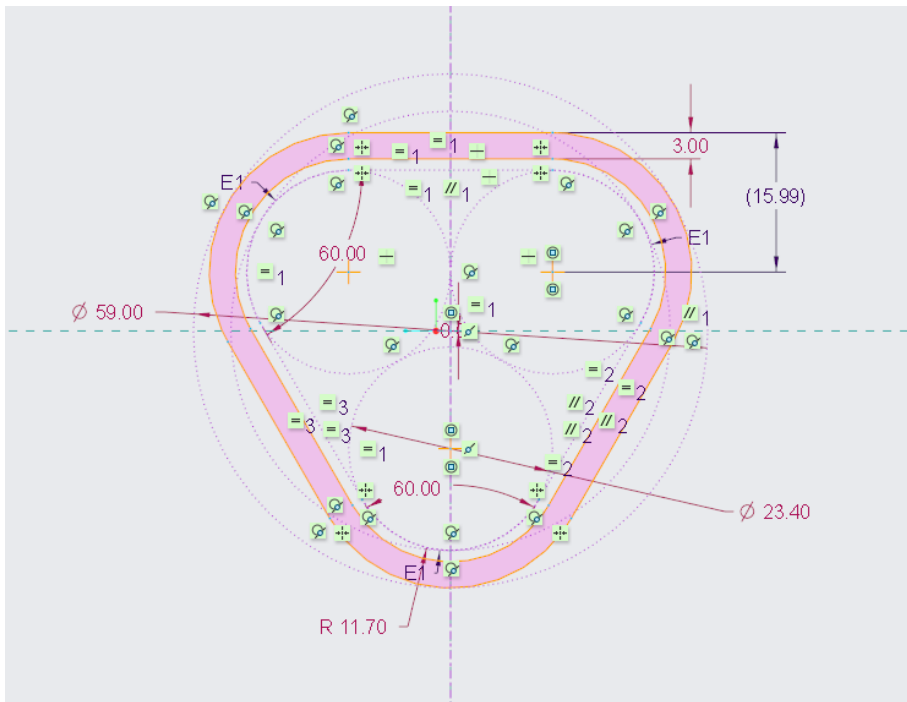
ISO 45001, ISO 14001 and ISO 9001 certified
company REACH and RoHS compliant products

2023-05-04 12:02:46

Tekniset tiedot	3x50/16	3x70/16	3x95/16	3x95/25	3x120/25	3x150/25	3x185/35	3x240/25	3x240/35	3x300/35
Tuotekoodi	1187773	1187774	1187585	1187775	1187776	1187777	1187778	1187589	1187779	1187780
Johtimen nimellishalkaisija mm	8,0	9,5	11,1	11,1	12,6	13,9	15,6	18,0	18,0	19,8
Nimellishalkaisija eristeen päältä ilman hohtosuojaa mm	19,3	20,7	22,4	22,4	23,8	25,3	27,0	29,2	29,2	31,5
Kaapelin nimellishalkaisija mm	51	55	59	59	62	65	69	74	75	80
Kaapelin nimellispaino kg/km	1725	1995	2345	2418	2763	3107	3652	4245	4331	5066
Johtimen nimellispoikkipinta-ala mm ²	50	70	95	95	120	150	185	240	240	300
Johdinsuojan nimellispaksuus mm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Eristeen nimellispaksuus mm	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Hohtosuojan nimellispaksuus mm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Kosketussuojan nimellispoikkipinta-ala mm ²	16	16	16	25	25	25	35	25	35	35
Ulkovaipan nimellispaksuus mm	2,8	2,8	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,5	3,6

Kaapelin ulkovaippa mallinnettiin hyödyntäen kaapelin nimellishalkaisijaa sekä ulkovaipan nimellispaksuutta. Näitä parametreja muuttamalla voidaan muuttaa ulkovaipan kokoa. Kuvassa 12 nähdään viivapiirros ulkovaipan mallinnuksesta ennen pursotusta. Kaapelin johtimia käytettiin apuna ulkovaipan mallinnuksessa.

Kuva 12. Ulkovaipan viivapiirros Creossa ennen pursotusta.



Johdinta mallinnettiin hohtosuojan matkalta käyttämällä Sweep-toimintoa, jolloin on mahdollista pitää johtimet erillään kaapelin valmistelukuvissa ja myöhemmin tuoda yhteen kulmia ja etäisyyksiä muuttamalla. Kuvassa 13 nähdään, kun johtimet on mallinnettu erillään toisistaan ja kuvassa 14 nähdään, kun ne on tuotu lähemmäksi toisiaan.

Kuva 13. Viivapiirros johtimesta hohtosuojan kohdalta, kun johtimet ovat erillään toisistaan.



Kuva 14. Viivapiirros johtimesta hohtosuojan kohdalta, kun johtimet on tuotu lähemmäksi toisiaan.



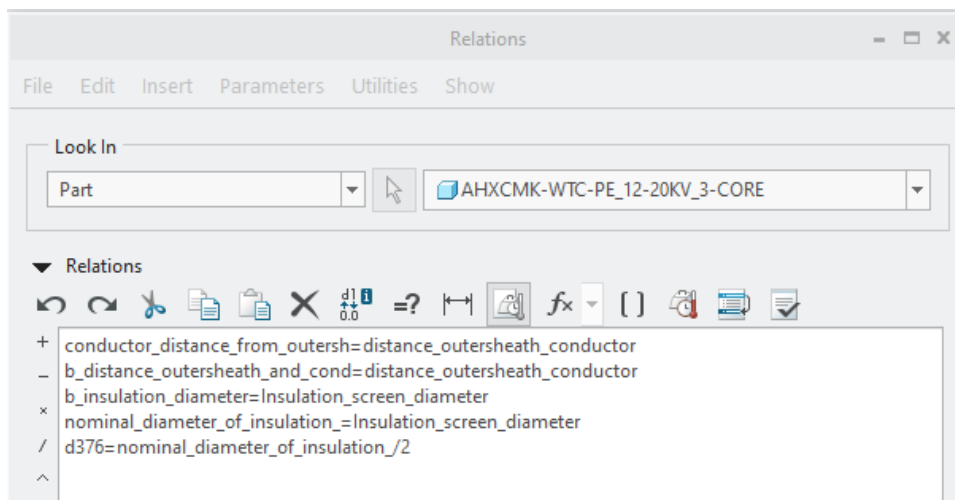
Hohtosuojajohtimen päähän pursotettiin eriste ja paljas johdin, jotka ovat helposti muokattavia muuttamalla niiden halkaisijaa sekä pituutta. Käyttämällä Pattern-toimintoa oli mahdollista kopioida mallinnettu johdin kolmeen johtimeen, jolloin yhteen johtimeen tehdyt muutokset kopioituvat kaikkiin. Kaapelin toiseen päähän tehtiin asennusohjetta varten käsittelemättömät johtimet Sweep-toiminnolla. Family Table -taulukossa muokattavat parametrit, jotka vaikuttavat kaapelin kokoon, ovat kaapelin nimellishalkaisija d379, ulkovaipan nimellispaksuus d380, hohtosuojan nimellishalkaisija d147, eristeen nimellishalkaisija d183 ja johtimen nimellishalkaisija d198. Asennusohjeen tärkeitä muokattavia kaapelin mittoja ovat hohtosuojan pituus d182, eristeen pituus d197, johtimen kuorinta pituus d197 ja kaapelin toisessa päässä olevien johtimien pituudet, joita voidaan muuttaa d503 parametrilla. Tämän lisäksi voidaan johtimen asentoa muokata muuttamalla parametreja d526, d527, d528 ja d529 (kuva 15).

Kuva 15. Family Table -taulukossa muutettavia parametreja kaapelille.

Instance File Name	Common Name	d379 NOMI	d380 OUTE	d533 F_INSU	d182 J_INSU	d197 D_CON	d526 R1	d527 R2	d529 D1	d528 D2	d147 INSULA	d183 INSULA	d198 CONDU	d583 B_DISTA
AHXCMK-WTC-PE_12-20KV_3-CORE	AHXCMK-WTC-PE	59.00	3.00	650.00	115.00	35.00	200.00	600.00	30.00	80.00	23.40	22.40	11.10	800.00
3X95_B800_F650_J115_D35_MS800	3x95_B800_F650_J	59.00	3.00	650.00	115.00	35.00	200.00	600.00	30.00	80.00	23.40	22.40	11.00	800.00
3X95_B800_F650_J115_D35_MS800_C	3x95_B800_F650_J	59.00	3.00	650.00	115.00	35.00	20.00	1100.00	11.00	30.00	23.40	22.40	11.00	800.00
3X95_B750_F250_J115_D35_MS750	3x95_B750_F250_J	59.00	3.00	250.00	115.00	35.00	200.00	600.00	30.00	80.00	23.40	22.40	11.00	750.00
3X95_B750_F250_J115_D35_MS750_C	3x95_B750_F250_J	59.00	3.00	250.00	115.00	35.00	200.00	300.00	11.00	30.00	23.40	22.40	11.00	750.00
3X300_B850_F680_J110_D60	3x300_B850_F680_J	80.00	3.60	680.00	110.00	60.00	200.00	600.00	30.00	80.00	32.50	31.50	19.80	850.00
3X300_B850_F680_J110_D60_C	3x300_B850_F680_J	80.00	3.60	680.00	110.00	60.00	200.00	1100.00	15.00	80.00	32.50	31.50	19.80	850.00
3X300_B850_F330_J110_D60	3X300_B850_F330_J	80.00	3.60	330.00	110.00	60.00	200.00	600.00	30.00	80.00	32.50	31.50	19.80	850.00
3X300_B850_F330_J110_D60_C	3x300_B850_F330_J	80.00	3.60	330.00	110.00	60.00	50.00	1400.00	15.00	100.00	32.50	31.50	19.80	850.00

Määrittelemällä yhteyksiä mittojen välille on mahdollista muuttaa Family Table -taulukossa vain yhtä parametria, jolloin mallissa muuttuu mitat useammassa kohdassa. Kuvassa 16 nähdään annetut yhteydet mittojen välille Creon Relations -toiminnolla. Tarkoituksena on, että johtimien keskipiste seuraa mukana, kun kaapelin nimellishalkaisijaa muuttaa. Näin voidaan myös varmistaa, että muuttamalla yhdestä paikasta hohtosuojan nimellishalkaisijaa, muuttuu se myös muissa tarvittavissa kohdissa, jotta malli pysyy oikeanlaisena.

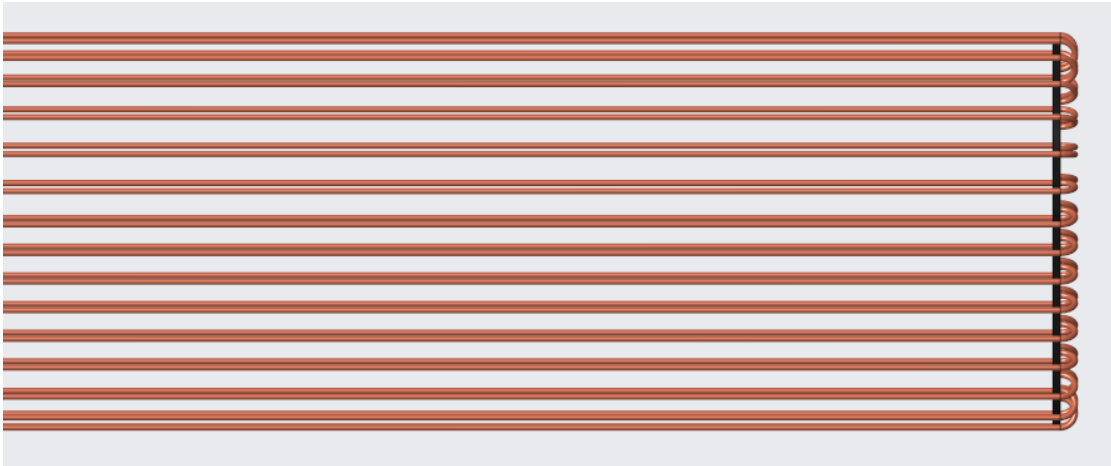
Kuva 16. Mittojen välille tehtyjä yhteyksiä Creon Relations -toiminolla.



Kaapelin kosketussuoja tehtiin omana kappaleena, joka sitten kokoonpanossa asennetaan kaapeliin. Tämä tehtiin siitä syystä, että kosketussuoja käännetään pois tieltä, kun asennetaan kaapelijatkon muut varusteet, kunnes molempien kaapeleiden kosketussuoja yhdistetään. Tällä tavalla voidaan taas hyödyntää Creon Family Table -taulukkoa kosketussuojan näyttämiseen.

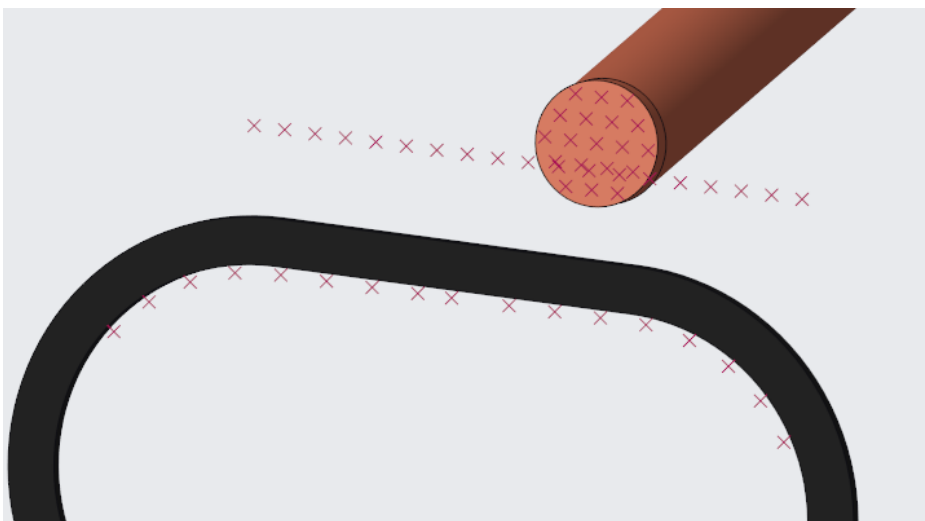
Kun kosketussuoja on käännettynä kaapelia pitkin pois päin jatkosta kuten kuvassa 17, tehtiin mallinnus Sweep- ja Pattern-toiminnolla. Saadaksemme kosketussuojan helpommin mallinnettua ja oikealle kohdalle, tehtiin avuksi pieni pursotus kaapelin ulkovaipasta, jolloin on mahdollista muuttaa samoja parametrejä kosketussuojan halkaisijan ja ulkovaipan suurentamiseen.

Kuva 17. Kosketussuojan langat ovat käännettynä kaapelia pitkin.



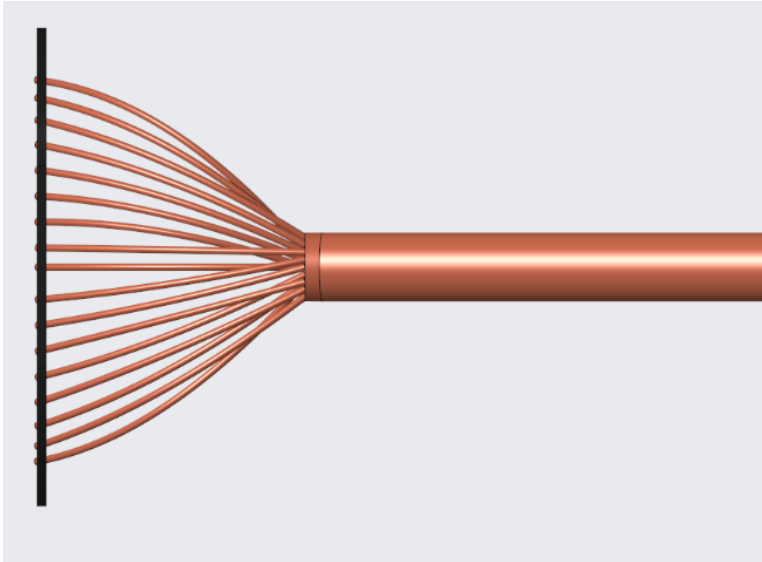
Kosketussuojan langat käännettiin sitten toiseen suuntaan ja yhdistettiin samaan nippuun, jotta ne voidaan asentaa liittimellä kiinni toisen kaapelin kosketussuojaan. Tähän mallinnettiin ensiksi se kohta, missä langat olisivat toisissaan kiinni ja valmiina asennettavaksi liittimeen. Tämän jälkeen mallinnettiin yksittäiset langat, kunnes ne olivat kiinni toisissaan. Kuten kuvassa 18 nähdään, piirrettiin ensin pisteet kolmeen kohtaan, jotka sitten monistettiin käyttämällä Pattern-toimintoa. Nyt oli mahdollista yhdistää näitä pisteitä toisiinsa käyttämällä Curve-toimintoa.

Kuva 18. Piirretyt pisteet kosketussuojan langoille.



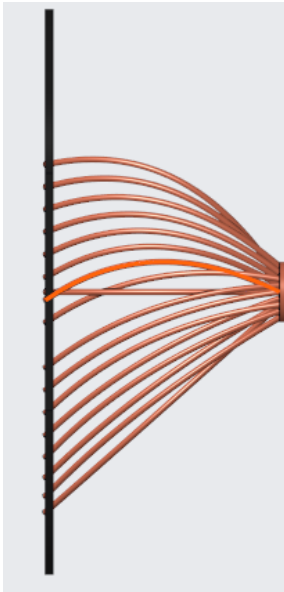
Käyrän piirtämiseksi yhdistettiin jokaisesta kohdasta yksi piste toisiinsa käyttämällä Curve-toimintoa. Langat saatiin mallinnettua Sweep-toiminnolla, näitä käyriä pitkin. Kuvassa 19 voidaan nähdä, miltä kosketussuojan mallinnus näyttää.

Kuva 19. Kosketussuojan langat mallinnettuna.



Kosketussuojan laajentaminen ei onnistunutkaan halutulla tavalla näillä parametri muutoksilla. Kuvassa 20 näkyy, että langat eivät siirtyneet halutulla tavalla ulkovaipan mukaan. Asian korjaamiseksi Family Table -taulukkoon lisättiin parametri, jolla voidaan säätää lankojen välistä etäisyyttä.

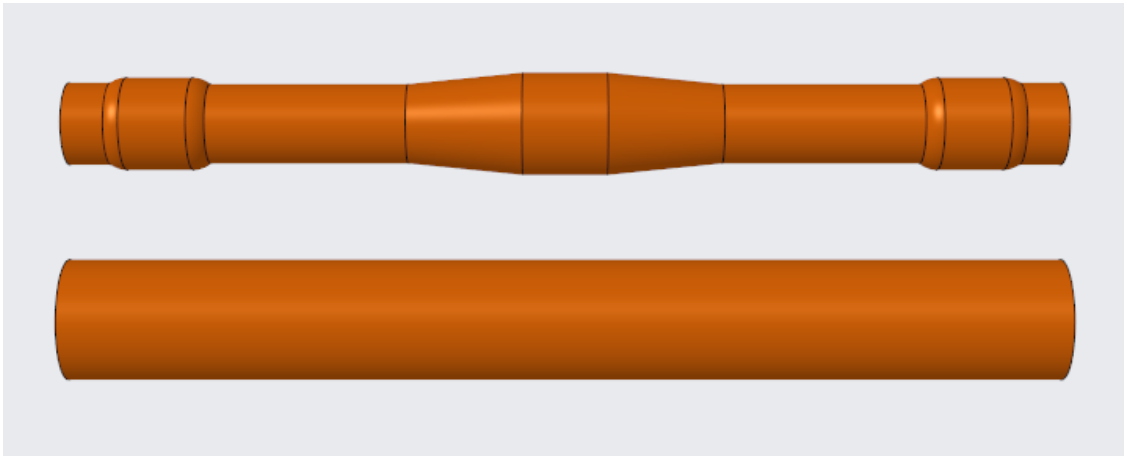
Kuva 20. Kosketussuojan langat 300 mm² kaapelissa ennen lisäparametrin lisäämistä.



Kentänsuojausmassaa SSCTA85.X asennetaan hohtosuojan ja eristyksen kohtaamiskohtaan sekä liittimen päälle. Molemmat osat tehtiin Creon Revolve -työkalulla, joka pyörittää viivapiirroksen tietyn akselin ympäri, joka tässä tapauksessa on keskiakseli. Tämän pystyttiin tekemään johtimien ja liittimien ollessa pyöreitä. Nämä kappaleet ovat helposti muokattavia, kun kappaleet ovat pyöreitä. Muuttuvia parametrejä ovat pituus ja massan halkaisijat eri kohdissa.

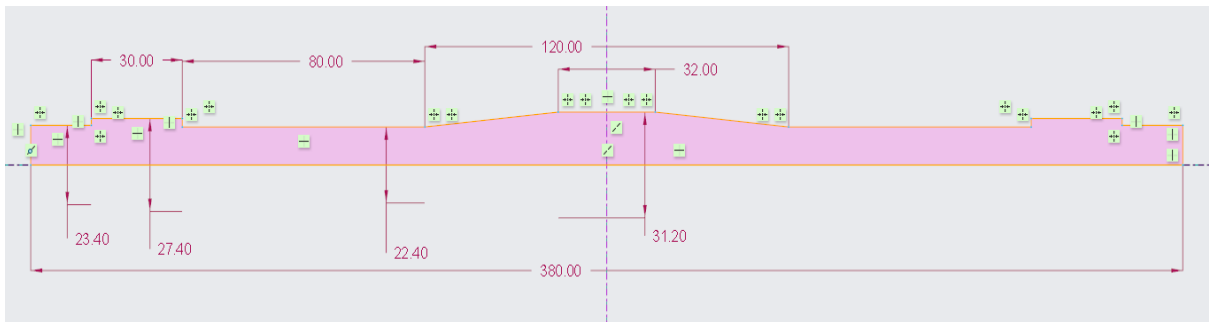
SISCT- ja SIST-letkut näkyvät asennusohjeessa, kun ne laitetaan johtimien päälle odottamaan käyttämistä sekä sitten kun ne ovat kutistettuna liittimen päälle. Molemmat letkut ovat tehty samalla periaatteella. Paisutettu ja kutistettu letku mallinnettiin samaan malliin kahtena osana (kuva 21), jotta voidaan sitten hallita Family Table -taulukon kautta riippuen siitä kumpaa osaa halutaan käyttää. Komponentit mallinnettiin samaan malliin, jotta olisi mahdollisimman vähän omia malleja mistä valita. Koska kappaleet ovat pyöreitä, niiden muokkaaminen onnistuu helposti.

Kuva 21. Kuvassa on SISCT-letku mallinnettuna. Ylempänä kuvassa letku on kutistettuna ja alempana kuvassa letku on paisutettuna.



Letku kutistuu kuitenkin eri halkaisijaan kohdasta riippuen, joten muokattavia halkaisijoita onkin neljä kappaletta. Pituuden muuttamisessa täytyy ottaa huomioon halkaisijoiden kohdat kaapelilla ja samalla varmistaa, että kukin kohta on oikean mittainen. Kuvassa 22 voidaan nähdä viivapiirroksessa muutettavat pituudet ja halkaisijat kutistetussa letkussa.

Kuva 22. Kutistetun letkun viivapiirros.



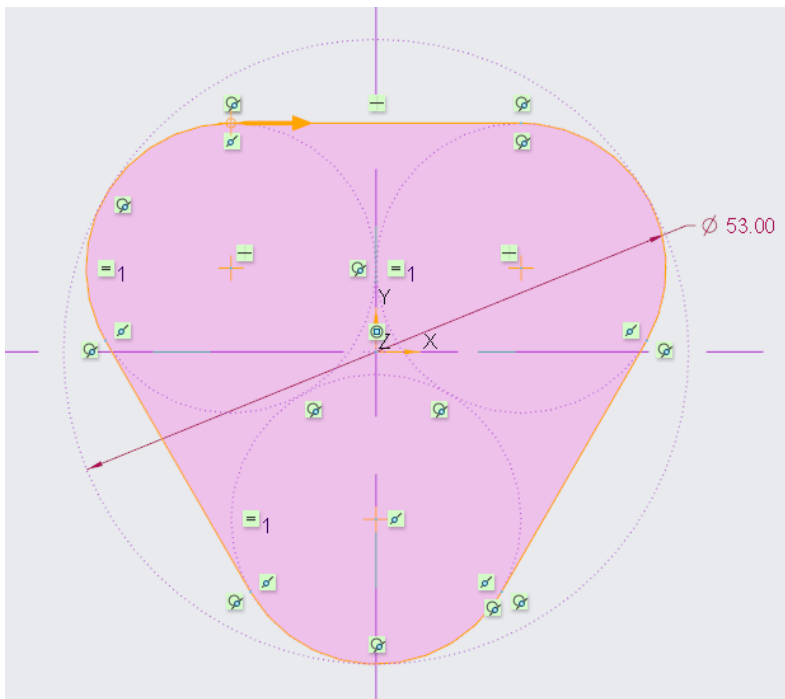
SSM83 massa asennetaan hohtosuojaan päälle ja se jää SIST-letkun alle tiivistämään kaapelijatkoa. Mallinnus tehtiin samalla periaatteella kuten letkutkin eli Revolve-menetelmällä. Tiivistysmassaa käytetään myös ulkovaipan ja toisen kutisteletkun ympärille. Nämä tiivistysmassan mallit tehtiin pursottamalla.

Kupariverkko STCTA49 tehtiin Creon Swept Blend -menetelmällä. Tätä menetelmää käytettiin, koska kupariverkosta tulee kolmion muotoinen. Kupariverkko asennetaan

kahteen kertaan kaapelijatsoon. Ensimmäinen kerros tulee kosketussuojan alle ja toinen tulee sen päälle. Koska toisen kerroksen alle tulee kosketussuoja ja liitin, joka yhdistää molempien kaapeleiden kosketussuojat toisiinsa, myös komponentin muoto on erilainen kuin ensimmäinen kerros.

Malliin tulee tehdä ensiksi viivapiirros, jota pitkin halutaan Swept Blend -menetelmällä mallintaa kappaletta. Tässä tapauksessa piirretään suora viiva, joka myös antaa tälle komponentille sen pituuden. Nyt voidaan Swept Blend -menetelmällä tehdä haluttu muoto, joka kulkee tätä viivaa pitkin. Swept Blend -menetelmä vaatii, että alkuun ja loppuun tehdään jokin muoto, joka kulkeutuu viivaa pitkin. Kuvassa 23 nähdään viivapiirros kupariverkon muodosta. Kuten nähdään on viivapiirros samanlainen kuin ulkovaipan muoto. Tämä palvelee hyvin tässäkin kohdassa ja muokattavat parametrit ovat samoja kuin kaapelissa.

Kuva 23. Viivapiirros kupariverkon muodosta.

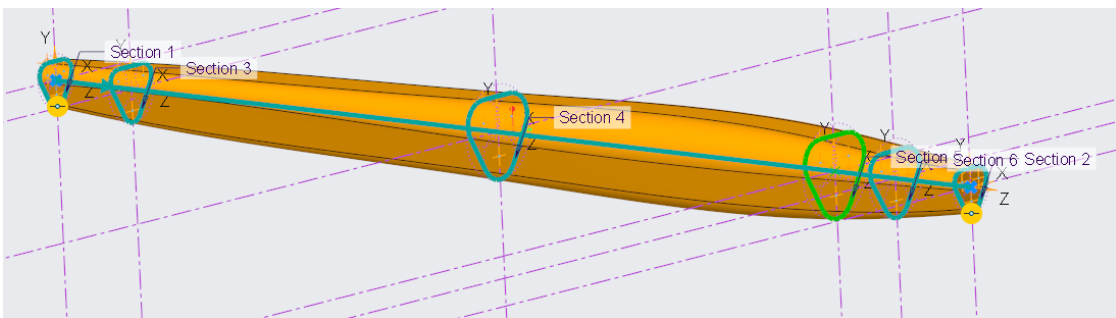


Kupariverkon halkaisija muuttuu kohdasta riippuen. Tästä syystä ei riitä, että piirretään mallin alkuun ja loppuun haluttu muoto, vaan joudumme tekemään väliin samanlaisia, mutta eri kokoisia viivapiirroksia. Uuden viivapiirroksen pystyy tekemään lisäämällä pisteitä

piirrettyyn viivaan. Pisteiden kohdat voidaan määrittää antamalla etäisyys joko alkupisteestä tai sitten loppupisteestä.

Kun olemme luoneet uuden pisteen, voidaan siihen kohtaan tehdä haluttu muoto. Tässä kohtaa oli hieman hakemista, että kappale saatiin näyttämään mahdollisimman oikealta ja peittämään alla olevat komponentit. Kappaleeseen tuli kaikkiaan kuusi pistettä ja viivapiirrosta (kuva 24).

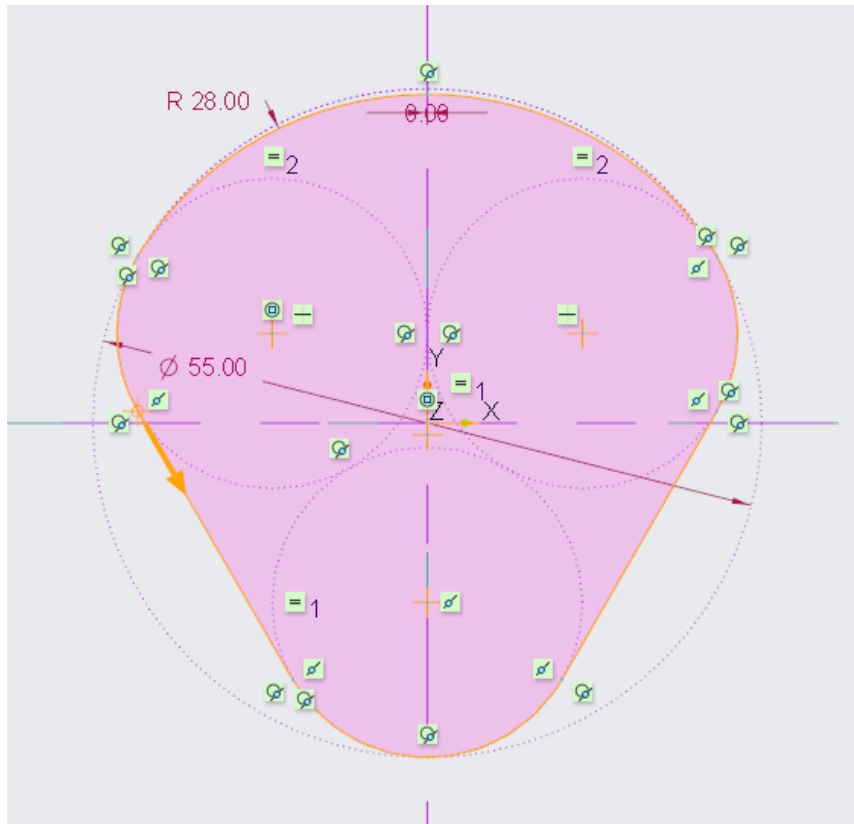
Kuva 24. Kuvassa näkyy, että mallin luomiseen on tehty kuusi pistettä ja viivapiirrosta.



Family Table -taulukon tuleekin useampi muutettava parametri, joten kappaleen muokkaaminen haluttuun kokoon tulee olemaan hieman haastavampi kuin pyöreille kappaleille. Jokaista viivapiirrosta täytyy muokata erikseen. Viivapiirrokset on piirretty niin, että voidaan muokata sen nimellisulkohalkaisijaa ja muoto seuraa sen mukana. Lisäksi viivapiirroksien kohdepisteiden etäisyyksiä on mahdollista muokata.

Samaan malliin tehtiin molemmat kupariverkot. Toisen kupariverkon tekemiseen käytettiin samaa alkuviivaa kuin ensimmäisessä kupariverkossa. Mallin muoto eroaa aikaisemmasta sillä, että kolmion yksi sivu on kupera, kuten kuvassa 25 näkyy. Tämä muoto tulee siitä, että kosketussuojan langat ovat yhdistettyinä toisiinsa ja jäävät kupariverkon alle. Tästä syystä osan muokkaamiseen tulee yksi parametri lisää.

Kuva 25. Viivapiirros toisen kerroksen kupariverkosta, josta näkyy, että päällä oleva muoto on kupera.



Tässä tarvikepakkauksessa on käytössä kaksi erillistä liittintä. Nämä liittimet ja niihin liittyvät komponentit löytyvät valmiina mallinnettuna Enston järjestelmästä. Kaapelin johtimien liittämiseen käytetystä liittimestä tehtiin kokoonpano, jossa suojakansi on liittimen päälle asennettuna. Toinen liitin on tarkoitettu liittämään kosketussuoja.

Yhtenä toimenpiteenä on kaapelin ja kutisteletkun hionta. Kaapelin hiontaan tehtiin malli pursottamalla, kun taas kutisteletkun päälle malli tehtiin Swept Blend -menetelmällä. Tarkoituksena on lähinnä se, että asennusohjeessa saadaan kohta näytettyä toisella värillä ja kyseistä kohtaa on mahdollista mitoittaa Creossa.

Päällystetkuista tehtiin kaksi mallia, laajennettuna ja kutistettuna. Kun letkut ovat laajennettuina, mallit tehdään pursottamalla. Kutistettu letku tehtiin pursottamalla siltä osin, kun se on kaapelin ulkovaipan päällä. Näin saatiin asennusohjeen kuvassa näytettyä,

että letku on hieman koholla tiivistysmassan kohdalta. Letkun loppu tehtiin Swept Blend -työkalulla.

5.2 Kaapelijatkon kokoonpano

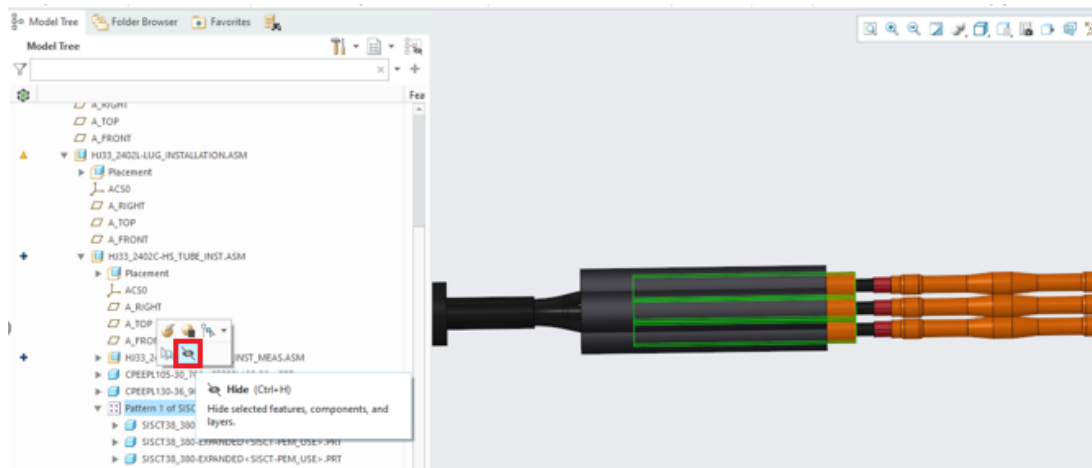
Kaapelijatko rakennettiin tekemällä osakokoonpanoja, jotka esittävät asennusohjeessa yhtä työvaihetta. Liitteessä 1 on HJ33.2402C asennusohje, jonka pohjalta kaapelijatkon kokoonpanot tehtiin. Osakokoonpanot nimettiin komponenttien tai työvaiheen mukaan. Tarkoituksena oli, että osakokoonpanoja voitaisiin hyödyntää läpi koko kaapelijatkon kokoonpanoa. Asennusohjeen ensimmäinen työvaihe, jossa kaapelin avaus mitataan ja toisen kaapelin johtimet katkaistaan siten, että kosketussuojat yltyvät kaapelin yli, jouduttiin tekemään omana kokoonpanona, jota ei ollut mahdollista hyödyntää myöhemmissä vaiheissa (kuva 26).

Kuva 26. Kaapeli avaukseen ja mitoituseseen käytettävä kokoonpanokuva.



Osa komponenteista jouduttiin piilottamaan, jotta ne eivät näkyisi niissä osakokoonpanoissa missä ne eivät kuulu olla. Tästä hyvä esimerkki on SISCT-letkut, kun ne ovat kutistettuna haluttuun paikkaan. Tällöin laajennetut ja odottamassa olevat letkut joudutaan piilottamaan, jotta ne eivät enää näy siinä kohtaa osakokoonpanoa. Komponentin piilottaminen onnistuu helpoiten painamalla haluttua komponenttia kokoonpanossa, jolloin rakennepuussa kyseinen komponentti näkyy valittuna. Komponentin saa piilotettu painamalla rakennepuussa hiiren vasenta painiketta, jonka jälkeen voidaan valita aukeavista vaihtoehdoista Hide-toiminto, kuten kuvassa 27 voidaan nähdä. Nyt odottamassa olevat letkut on piilotettu ja kuvaa voidaan käyttää asennusohjeessa. Kun tulee tarve saada letkut taas näkyviin, voidaan rakennepuussa valita piilotetut komponentit ja valita toiminto "Show".

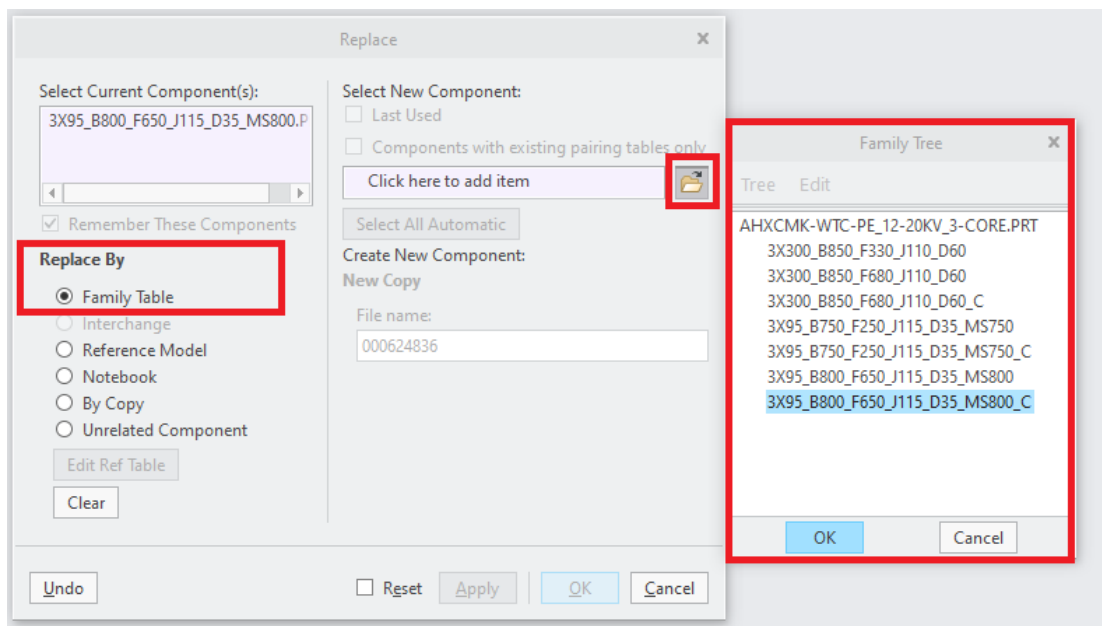
Kuva 27. Komponentin piilottaminen kokoonpanossa.



Kohdassa, jossa kupariverkko STCTA49 asennetaan kaikkien johtojen ympärille, tulee tarvetta tuoda johdot lähemmäksi toisiaan. Tätä varten kaapelin Family Table -taulukon tehtiin mahdollisuus muuttaa johtimien kulmaa, jolloin saadaan ne lähemmäksi toisiaan. Kokoonpanossa voidaan helposti vaihtaa Family Table -toiminnolla tehtyjä osia keskenään silloin kun komponenttien määrätyt paikat pysyvät samana. Komponentin saa vaihdettua toiseen valitsemalla haluttu komponentti rakennepuusta ja painamalla hiiren oikeaa painiketta. Aukeavista vaihtoehdoista valitaan kuvake, jossa on kaksi laatikkoa ja nuolet "Replace selected component or UDF".

Painamalla kyseistä kuvaketta aukeaa uusi ikkuna Creoon. Uudessa ikkunassa täytyy olla valittuna kohta "Replace by Family Table", jonka jälkeen voidaan painaa aukeavan kansion kuvaketta. Seuraavaksi aukeaa pieni ikkuna, jossa näkyy Family Table -taulukon komponentit. Sen jälkeen valitaan haluttu komponentti listalta ja painetaan OK-painiketta (kuva 28). Nyt komponentti on vaihtunut ja asetettuna samaan kohtaan kuin aikaisempi komponentti.

Kuva 28. Komponentin vaihtaminen Creolla.



HJ33.2404C -jatkon kokoonpanossa oli mahdollista hyödyntää aikaisemmin tehtyä HJ33.2402C -kokoonpanoa. HJ33.2402C -kokoonpano tallennettiin kopiona ja kopioidulle kokoonpanolle annettiin uusi nimi.

Kun uusi nimi oli annettu ja hyväksytty, aukesi uusi ikkuna Creoon. Uudessa ikkunassa näkyi kaikki osat ja osakokoonpanot, jotka tähän kokoonpanoon kuuluivat. "Action" -sarakeessa oli mahdollisuus valita "Reuse" tai "Save a Copy". Valitessa "Reuse" käyttää se uudessa kokoonpanossa täsmälleen samaa kappaletta kuin vanhassa. Valitsemalla "Save a Copy" voidaan osa tai osakokoonpano nimetä uudelleen halutulla tavalla. Tätä vaihtoehtoa käyttämällä voidaan kaikki osakokoonpanot nimetä niin, että niitä voidaan käyttää HJ33.2404C kokoonpanossa (kuva 29). Komponentteja ei kannata tässä kohtaa nimetä uudestaan, koska ne vaihdetaan osakokoonpanoissa käsin haluttuihin komponentteihin Creon "Replace" -toiminnolla.

Kuva 29. Kokoonpanon kopiointia varten muutettavat kohdat.

Model Tree		
Show: Saved as C	Find...	Select
HJ33_2402C_CPEEPL130-36_INSTALL.ASM	Save a Copy	HJ33_2404C_CPEEPL165-50_INSTALL
HJ33_2402C-GRINDING-CPEEPL_SSM8.ASM	Save a Copy	HJ33_2404C-GRINDING-CPEEPL_SSM
HJ33_2402C_CPEEPL105-30_INSTALL.ASM	Save a Copy	000625242
HJ33_2402C-GRINDING-SSM83_INSTALL.ASM	Save a Copy	000625243
HJ33_2402C-STCTA49-SECOND_LAYER.ASM	Save a Copy	000625244
HJ33_2402C_SLI-LUG_INSTALLATION.ASM	Save a Copy	000625245
HJ33_2402C-STCTA49-FIRST-LAYER.ASM	Save a Copy	000625246
HJ33_2402C-SIST.ASM	Save a Copy	000625247
HJ33_2402C-SISCT-SSM83.ASM	Save a Copy	000625248
HJ33_2402C-SSCTA85_XX.ASM	Save a Copy	000625249
HJ33_2402C-LUG_INSTALLATION.ASM	Save a Copy	000625250
HJ33_2402C-HS_TUBE_INSTALL.ASM	Save a Copy	000625251
HJ33_2402C-CABLE_PREP_INST_MEAS.ASM	Save a Copy	000625239
3X95_B750_F250_J115_D35_MS750_C.PRT	Reuse	3X95_B750_F250_J115_D35_MS750_C
3X95_B800_F650_J115_D35_MS800_C.PRT	Reuse	3X95_B800_F650_J115_D35_MS800_C
95MM2-L550MM_INSTALL.PRT	Reuse	95MM2-L550MM_INSTALL
		Common Name
		hj33_2404c_cpeep165-50_install.asm
		hj33_2404c-grinding-cpeep1_ssm.asm
		000625242.asm
		000625243.asm
		000625244.asm
		000625245.asm
		000625246.asm
		000625247.asm
		000625248.asm
		000625249.asm
		000625250.asm
		000625251.asm
		000625239.asm
		3x95_B750_F250_J115_D35_MS750_C
		3x95_B800_F650_J115_D35_MS800_C
		95mm2-L550mm_install

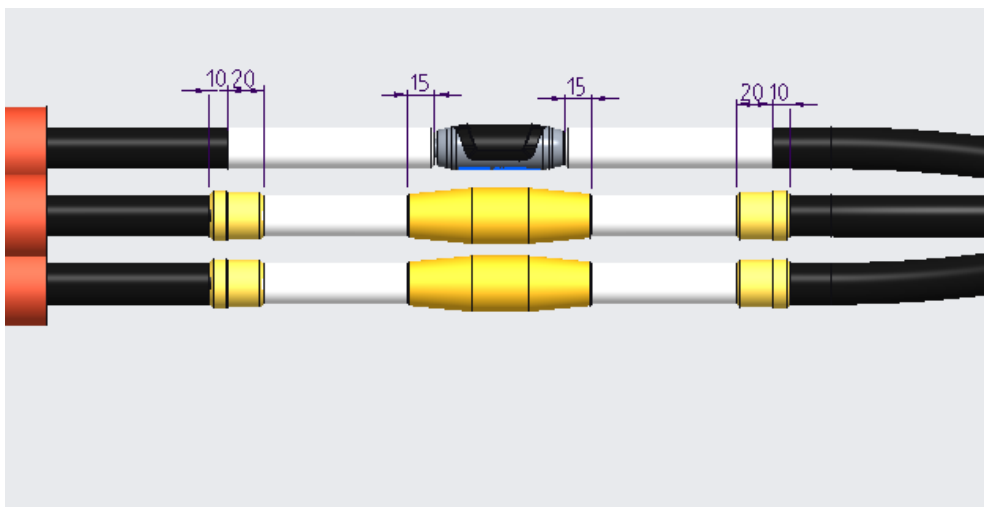
6 Asennusohjeen teko

Mitoitus voidaan tehdä Creossa kahdella tavalla. On mahdollista antaa haluttuja mittoja kokoonpanon 3D-mallissa tai mitoitukset voidaan tehdä piirustusarkille. Tekemällä mitoitukset piirustusarkille voidaan kokoonpano skaalata mahtumaan A4-arkille. Mallista näytetään vain tarvittava osa piirustusarkilla. Tämä tehdään valitsemalla asetuksista "Partial View". Näin tiedostokoko PDF-muodossa pysyy mahdollisimman pienenä. PDF-tiedostot on mahdollista avata Adobe Illustratorin kanssa, jolloin kuvat saadaan tarkemmin skaalattua, jotta ne mahtuvat Enston nykyiseen asennusohjeen pohjaan Adobe InDesignissa.

Asennusohjeeseen lisätään Adobe Illustratorissa myös apukuvia työvaiheiden selventämiseen samalla tavalla kuin Enston nykyisessä ohjeessa. Asennusohjeet tehdään Enstolla tekstittöminä, jotta samaa ohjetta voidaan käyttää kaikissa maissa.

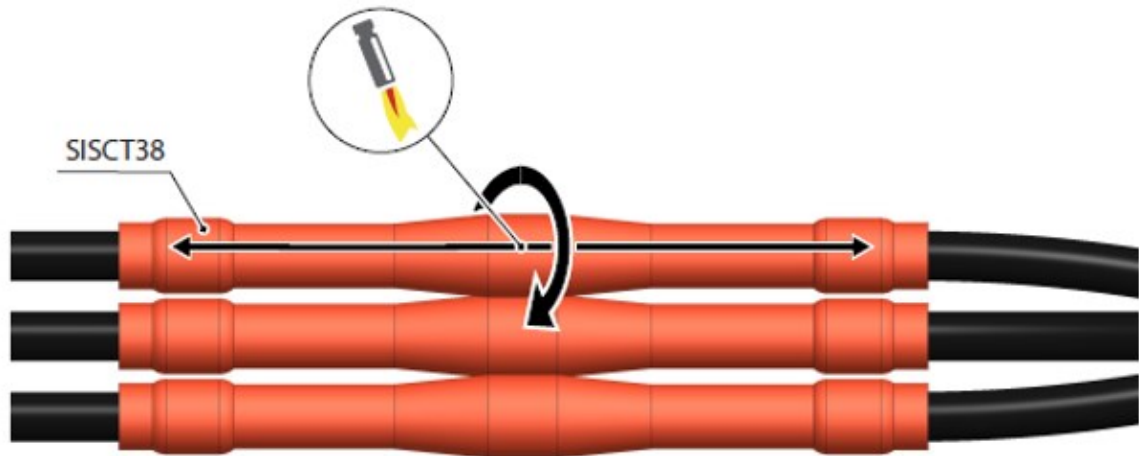
Massojen asennuskuvissa oli tarkoitus tehdä leikkauskuvat, jotta olisi mahdollista mitoittaa massojen asennuskohdat. Creo 6 versiossa ei kuitenkaan ole mahdollista tehdä leikkauskuvia, mikäli valitaan näytettävä kuva värien kanssa. Asennusohjeessa on kuitenkin tärkeää, että värit ovat käytössä, jolloin komponentit voidaan tunnistaa paremmin. Tämä ongelma ratkaistiin siten, että mitoituskuvassa piilotettiin yhden johtimen massat. Tällä tavalla oli mahdollista näyttää tarvittavat mitoitukset kuvassa (kuva 30).

Kuva 30. Mitoituskuva SSCTA85 massasta Creossa.



Seuraava haaste tuli esille asennusohjeen kuvassa, jossa kentänohjausletku kutistetaan johtimen ympärille. Creosta tuotu kuva on yhtenäinen, joten johtimia ei ollut mahdollista erotella kuvassa toisistaan. Apukuvan piirtäminen kutistetun kentänohjausletkun ympärille ei ollut mahdollista tehdä halutulla tavalla. Asennuskuvasta saa kuitenkin hyvin selville, mitä asennusvaiheessa haluaan tehtävän (kuva 31).

Kuva 31. Johtimen ympärille menevää nuoli ei pystytty piirtämään halutulla tavalla.



7 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tehtävänä oli mallintaa kahta maakaapelijatkoa Creolla ja hyödyntää siitä saatuja 3D-malleja asennusohjeeseen. Tavoitteena oli selvittää, voidaanko maakaapelijatkon suunnittelu tehostaa ja asennusohjeiden laatua parantaa käyttämällä Creoa.

Kaapelijatkon mallintaminen Creolla onnistui ja lopputuloksena saatiin tehdyksi asennusohjeet, jossa on hyödynnetty Creosta saatuja 3D-malleja. Liitteestä 2 löytyy HJ33.2402C_CREO asennusohje, joka on tehty Creosta saaduilla 3D-kuvilla. Creosta saadut kuvat ovat asennusohjeessa selkeät. Käyttämällä Creosta saatuja kuvia asennusohjeessa, näkyvät mittasuhteet paremmin kuin nykyisessä ohjeessa. Kuvissa näytetään myös kaikkia kolmea johdinta, minkä takia asennusohje saadaan realistisemmaksi. Koska Creossa ei ollut mahdollista näyttää leikkauskuvia värien ollessa aktiivisina, tuotti se mitoituskeinoon hieman lisähaasteita. Tämän pystyi kuitenkin ratkaisemaan piilottamalla komponentit Creossa sekä käyttämällä apukuvia asennusohjeessa.

Apukuvien piirtäminen tapahtuu samalla tavalla kuin nykyisessä ohjeessa, joten siihen ei ollut tarvetta tehdä merkittäviä muutoksia. Jatkossa olisi vielä hyvä tutkia olisivatko apukuvat mahdollisia asettaa asennuskuvaan jo Creossa ja olisiko asennusohje mahdollista tuottaa CAD-ohjelmalla.

Jotkut komponentit olivat monimutkaisia mallintaa. Näiden komponenttien parametri muutokset Family Table -taulukon avulla voivat tuntua vaikeilta, mutta muutokset kuitenkin onnistuivat. Muutoksia tehdessä täytyy kuitenkin olla tarkkana, että halutun arvon kirjoittaa oikeaan kohtaan. Tämän helpottamiseksi voisi olla mahdollista luoda Relations-toiminnolla yhteyksiä parametrien välille, jolloin voidaan vähentää muutettavien parametrien määrää. Family Table -taulukko on mahdollista avata myös Excel-tiedostossa, jossa parametri muutoksien tekeminen voisi olla helpompi tehdä.

Opinnäytetyön tekeminen oli itselleni antoisaa. Sain työstä enemmän uutta teoretietoa maakaapelivarusteista ja niiden käyttämisestä keskijänniteverkossa. Mallinnustyöt olivat monipuolisia ja komponentit mallinnettiin erilaisilla tekniikoilla. Ennen tätä työtä en ollut

käyttänyt Creon Relations -toimintoa tai Family Table -taulukkoa, joten sen opetteleminen oli minulle täysin uutta.

Opinnäytetyössä oli runsaasti enemmän tekemistä kuin olin aluksi suunnitellut. Työtä kirjoitettaessa tuli jatkuvasti uusia ideoita mistä olisi hyvä kirjoittaa, mikä myös venytti työn tekemistä. Tämän takia alussa tehty aikataulusuunnitelma ei pitänyt. Jatkossa minun tulisi rajata työn aihe paremmin ja suunnitella sen sisältöä tarkemmin. Olen kuitenkin tyytyväinen lopputulokseen eteen tulleista haasteista huolimatta.

Lähteet

BobCAD-CAM. (n.d.). Oikeankätinen suorakulmainen koordinaatisto [kuva].

<https://forum.bobcad.com/t/understanding-the-right-hand-rule-and-the-cartesian-coordinate-system/69>

Elovaara, J., & Haarla, L. (2011). *Sähköverkot: II, Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet*.

Otatieto Helsinki University Press.

Ensto. (n.d.)

<https://www.ensto.com/fi/sahkoverkonrakennus/tuotteet/keskijanniteratkaisut-ja-verkostoautomaatio/maakaapelivarusteet/lampokutistejatkot/hj33-jatkospakkaukset-3-johtiminen-pex/>

Ensto Finland Oy. (n.d.). Installation handbook. [https://www.ensto.com/electricity-](https://www.ensto.com/electricity-distribution-networks/downloads/white-papers/installation-handbook/)

[distribution-networks/downloads/white-papers/installation-handbook/](https://www.ensto.com/electricity-distribution-networks/downloads/white-papers/installation-handbook/)

Europacable. (n.d.) <https://europacable.eu/energy-infrastructure/energy-mv-accessories/>

Europacable. (2016). [https://europacable.eu/wp-content/uploads/2021/11/06-Accessories-](https://europacable.eu/wp-content/uploads/2021/11/06-Accessories-in-MV-networks.pdf)

[in-MV-networks.pdf](https://europacable.eu/wp-content/uploads/2021/11/06-Accessories-in-MV-networks.pdf)

Goulsbra, D. (2001). *Some Thoughts on MV Cable Accessories*.

Laakko, T. (1998). *Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu*. WSOY.

Lakervi, E., & Partanen, J. (2008). *Sähkönjakelutekniikka*. Otatieto Helsinki University Press.

Monni, M. (2018). *Sähköverkkoasennukset* (7. kokonaan uudistettu painos.). Adato Energia.

Prysmian Group. (n.d.). [https://fi.prysmiangroup.com/sahkonjakeluverkko/10-20-kv-](https://fi.prysmiangroup.com/sahkonjakeluverkko/10-20-kv-keskijannitekaapelit)

[keskijannitekaapelit](https://fi.prysmiangroup.com/sahkonjakeluverkko/10-20-kv-keskijannitekaapelit)

Reka. (n.d.). Kaapelin rakenneosat [kuva] [https://www.reka.fi/tuoteryhma/ahxamk-wp-19-](https://www.reka.fi/tuoteryhma/ahxamk-wp-19-33-36-kv-1-johdin/)

[33-36-kv-1-johdin/](https://www.reka.fi/tuoteryhma/ahxamk-wp-19-33-36-kv-1-johdin/)

Tuhola, E., & Viitanen, K. (2008). *3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä*.
Tammertekniikka.

Liite 1: HJ33.2402C asennusohje

ENSTOPEM-HJ33_2402C
2022-12-08
Revision C**HJ33.2402C**

U_p/U_m (kV)	  mm ²	  mm ²
12/20 (24) kV	25-50	10-95
6/10 (12) kV	50	50-95

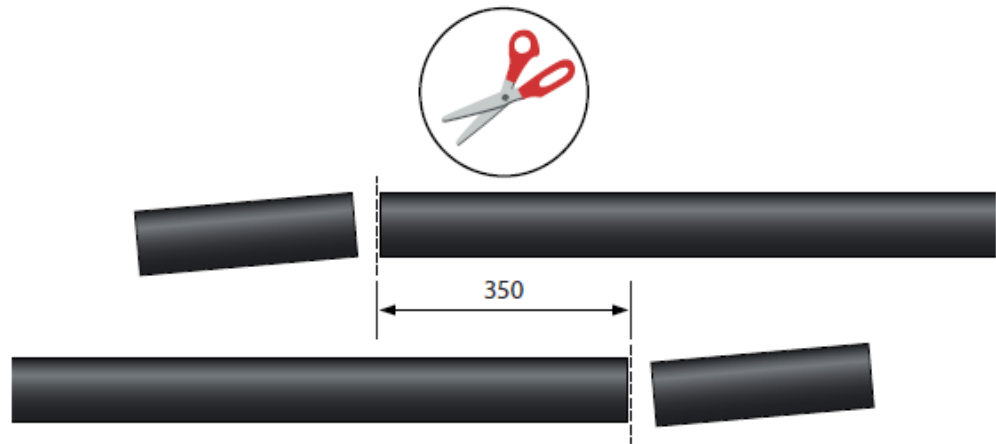
<p>(CZE) PRÁVNÍ UPOZORNĚNÍ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Montáž výrobku smí provádět pouze k tomu způsobilá osoba s odpovídajícím proškolením, praxí a s dostatečnými znalostmi bezpečnosti a postupů instalace ve vztahu k elektrickým zařízením. Pokud místní legislativa stanoví požadavky vztahující se k takovému proškolení nebo požadovaným znalostem ohledně montáže elektrického zařízení, musí výše uvedená osoba tyto požadavky splňovat. - ENSTO nepřebírá žádnou odpovědnost ve vztahu k nárokům vyplývajícím z nesprávného použití nebo nesprávné montáže, anebo nerespektování národních předpisů bezpečnosti výrobků či jiných národních předpisů. - UPOZORNĚNÍ: Nedodržání instrukce k montáži může mít za následek poškození výrobku nebo i vážné či smrtelné zranění. 	<p>(LT) TEISINIS PRANEŠIMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gaminį gali montuoti tik apmokytas asmuo, turintis vietos reikalavimus atitinkančią kvalifikaciją. Jei vietos įstatymai reikalauja - asmuo turi būti baigęs praktinius gamintojo montavimo mokymų kursus. - ENSTO neatsako už atsitikinę, netiesioginę ar pasekmų žalą, kurią padaro šio gamintojo netinkamas panaudojimas, netiesiogas montavimas, saugos ar kitų nacionalinių reikalavimų nepaisymas. - DĖMESIO! Šios montavimo instrukcijos nurodymų nepaisymas gali sugadinti gaminį bei sukelti rimtą ar net mirtiną traumą.
<p>(DAN) VIGTIG INFORMATION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dette produkt må kun installeres af personer med tilstrækkelig kundskab og uddannelse indenfor installationsarbejde samt sikkerheds- og arbejdsrutiner i forbindelse med elektrisk udstyr. Såfremt lokal lovgivning omfatter bestemmelser eller anbefalinger for uddannelse eller tilstrækkelig viden vedrørende installation af elektrisk udstyr, skal sådanne bestemmelser opfyldes af disse personer. - ENSTO accepterer intet erstatningsansvar i forbindelse med forkert anvendelse, fejlagtig installation af produkter eller manglende overholdelse af nationale sikkerhedsforskrifter eller øvrige bestemmelser. - ADVARSEL: Forsømmelighed i at følge instruktionen kan resultere i skade på produktet eller i værste fald alvorlig eller fatal personskade. 	<p>(NOR) JURIDISK INFORMASJON</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktet må bare installeres av en kompetent person med tilstrekkelig opplæring i praktisk montasje og med tilstrekkelig kunnskap om sikkerhet og installasjonsprosedyre i forhold til elektrisk utstyr. Hvis lokal lovgivning inneholder bestemmelser om slik opplæring, eller om å inneha tilstrekkelig kunnskap i installasjon av elektrisk utstyr, skal slike bestemmelser oppfylles av vedkommende som utfører montagen. - ENSTO tar ikke noe ansvar vedrørende krav som følge av feil bruk, feil installasjon eller ignorerte nasjonale sikkerhetsforskrifter eller andre nasjonale bestemmelser. - Advarsel: Unnlattelse av å følge installasjonsinstruksjonene kan resultere i skade på produktet og føre til alvorlige eller dødelige personskader.
<p>(ENG) LEGAL NOTICE</p> <ul style="list-style-type: none"> - The product must be installed only by a competent person with sufficient training in installation practices and with sufficient knowledge of good safety and installation practices in respect of electrical equipment. If local legislation contains provisions in respect of such training or sufficient knowledge in respect of installation of electrical equipment such provisions shall be fulfilled by the said person. - ENSTO accepts no liability concerning claims resulting from misuse, incorrect installation or ignored national safety regulations or other national provisions. - WARNING: Failure to follow the installation instructions may result in damage to the product and serious or fatal injury. 	<p>(POL) POUCZENIE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produkt powinien zostać zainstalowany przez wykwalifikowaną osobę, posiadającą stosowne doświadczenie i wiedzę w zakresie zasad bezpieczeństwa oraz instalacji sprzętu elektrycznego. O ile miejscowe przepisy zawierają postanowienia dotyczące wymogu posiadania doświadczenia, bądź niezbędnej wiedzy w zakresie instalacji urządzeń elektrycznych, postanowienia te powinny zostać wypełnione przez wspomnianą powyżej osobę. - ENSTO nie ponosi żadnej odpowiedzialności za niewłaściwe korzystanie, nieprawidłową instalację lub naruszenie regulacji krajowych dotyczących bezpieczeństwa, bądź innych krajowych przepisów prawnych. - OSTRZEŻENIE: wykonanie instalacji w sposób niezgodny z instrukcją może skutkować uszkodzeniem produktu i poważnymi lub śmiertelnymi obrażeniami ciała.
<p>(EST) JURIIDILINE MÄRKUS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seda toodeid tohib paigaldada ainult pädev, paigaldustöödes piisavat väljatöötavat omist, kellet on piisavad teadmised elektriseadmete turva- ja paigaldustavadest. Kui kohaliki seadusandlus või võrguettevõtja kehtestatud eeskirj sisaldab nõudeid nõusoguse väljatöppe või elektriseadmete paigaldamiseks piisavate teadmiste kohta, peab paigaldaja neile nõudmistele vastama. - ENSTO ei vastuta nõuete eest, mis tulenevad väärikasutusest, ebaõigest paigaldusest või kehivate turva- või muude reeglite eiramisest - HOIATUS: Paigaldusjuhiste järgimata jätmine võib kaasa tuua toote kahjustumise ja tõsise või surmava vigastuse. 	<p>(POR) AVISO LEGAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este acessório só deverá ser instalado por pessoal especializado, com suficiente formação neste tipo de trabalho, familiarizado com equipamentos eletrônicos e aplicação das regras de segurança. Se a legislação local exigir formação ou treino adicional, é da responsabilidade do operador cumprir esses requisitos. - A ENSTO e a RESUL não assumem responsabilidades relativas a reclamações originadas por mau uso, instalação incorreta ou desconhecimento de regulamentos de segurança ou outra legislação. - AVISO: A falta em seguir as instruções de montagem pode resultar em danos no acessório e ferimentos graves ou fatais.
<p>(FIN) OIKEUDELINEN ILMOITUS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tuotteen asennuksen saa suorittaa vain ammattitaitoinen henkilö, jolla on riittävät tiedot sähkölaitteiden asentamisesta ja sähköturvallisuudesta. Asennus tulee suorittaa voimassa olevia säädyksiä noudattaen. Lisäksi asennuksen suorittajan tulee täyttää kansallisen lainsäädännön asettamat pätevyysvaatimukset. - ENSTO ei vastaa vioista, jotka aiheutuvat tuotteen virheellisestä käytöstä, väärästä asennustavasta tai kansallisten turvallisuusmääräysten noudattamatta jättämisestä. - VAROITUS: Asennusohjeiden vastainen asennus voi johtaa tuotteen vahingoittumiseen tai vakavaan onnettomuuteen. 	<p>(RON) AVIZ JURIDIC</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produsul trebuie instalat numai de către o persoană competentă, cu pregătire suficientă în practica de instalare și cunoștințe suficiente de bune în practici de siguranță și de instalare în ceea ce privește echipamentele electrice. În cazul în care legislația locală conține dispoziții cu privire la o astfel de formare sau cunoștințe suficiente în ceea ce privește instalarea de echipamente electrice, aceste dispoziții vor fi îndeplinite de către persoana respectivă. - ENSTO nu poartă nici o responsabilitate în ceea ce privește reclamațiile rezultate din utilizarea necorespunzătoare, instalarea încorectă sau ignorarea reglementărilor naționale de siguranță sau a altor dispoziții naționale. - AVERTIZARE: Nerespectarea instrucțiunilor de instalare poate duce la deteriorarea produsului și accidente grave sau mortale.
<p>(FRA) MENTIONS LÉGALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seules des personnes formées et habilitées aux travaux sous tension BT peuvent mettre en oeuvre ce matériel sur un réseau sous tension. Le port des EPI adaptés et le respect des Conditions d'Exécution du Travail sous tension BT est de la responsabilité de l'opérateur. Le non-respect des instructions d'installation peut provoquer un endommagement du produit et des blessures graves, voire mortelles. - ENSTO n'assume aucune responsabilité quant à des réclamations découlant d'une mauvaise utilisation, d'une installation incorrecte ou d'une méconnaissance des règlements nationaux de sécurité. 	<p>(RUS) ПРАВОВОЕ УВЕДОМЛЕНИЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Изделие должно быть установлено только компетентным человеком, имеющим соответствующую профессиональную подготовку и знаниями техники безопасности. Если местные законодательство требует сдачи соответствующих нормативов и прохождения курсов по технике безопасности при работе, то эти условия должны подкреплять обязательному персональному выполнению. - ENSTO не несет ответственность за последствия при неправильном использовании, установке или игнорировании правил техники безопасности или других местных положений. - ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Несоблюдение инструкций по установке может привести к повреждению изделия и к серьезной или даже фатальной травме.
<p>(GER) RECHTLICHER HINWEIS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das Produkt darf nur von kompetenten und entsprechend geschulten Fachleuten installiert werden, die über ausreichende Kenntnisse im Arbeitsschutz und in der Elektroinstallation verfügen. Wenn das lokale Recht Bestimmungen hinsichtlich der Schulungen und Kenntnisse bei Elektroinstallation enthält, muss die entsprechende Person diese Bestimmungen erfüllen. - ENSTO übernimmt keine Haftung für Ansprüche, die auf Fehlgbrauch, fehlerhafte Montage oder die Nichtbeachtung nationaler Sicherheitsvorschriften oder anderer nationaler Bestimmungen zurückzuführen sind. - ACHTUNG: Die Nichtbeachtung der Montageanweisungen kann Produktschäden und schwere oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben. 	<p>(SLK) PRÁVNÁ STRÁNKA MONTÁŽE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Montáž výrobku smie vykonávať len kompetentná osoba s adekvátnym tréningom, praxou a s dostatočnými znalosťami bezpečnosti práce vzhľadom na prítomnosť vysokej elektrickej izolácie a priestorom. Ak miestna legislatíva obsahuje nariadenie takých tréningov alebo požiadaviek na dostatočné vedomosti s ohľadom na inštaláciu týkajúci sa elektrického zariadenia, tieto tieto opatrenia budú vykonávané u tejto osoby. - ENSTO neakceptuje žiadnu zodpovednosť týkajúcu sa nárokov vyplývajúcich z nesprávneho použitia, nesprávnej montáže alebo ignorovania národných bezpečnostných pravidiel alebo iných národných nariadení. - UPOZORNĚNÍ: Nedodržanie postupu montážneho návodu môže mať za následok poškodenia výrobku alebo i vážne zranenia.
<p>(HUN) JOGI NYILATKOZAT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ezt a terméket csak olyan szakember szerelheti, aki részt vett a megfelelő elméleti, gyakorlati és biztonságtechnikai oktatáson, háldozatépítő szerelői tanfolyamon. Amennyiben a helyi szabályok megkövetelnek további képzéseket vagy szakmai tudást, úgy a szerelést végzőnek a fentiekben tüntetett ezeken is meg kell felelnie. - Az ENSTO nem vállal felelősséget a nem rendeltetészerű használatból, helytelen vagy nem szakember szerelésből, az esetleges nemzeti biztonsági előírások figyelmen kívül hagyásából eredő károkat és következményekért. - FIGYELEM: a szerelési utasítások megsértése a termék sérüléséhez vezethet, illetve súlyos vagy végzetes sérülést okozhat 	<p>(SLV) PRAVNO OBVESTILO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proizvod lahko vgradi le strokovno usposobljena in pooblaščen oseba z zadostnim znanjem v procesih vgradnje, varstvu pri delu in montaži elektrčne opreme. Če lokalna zakonodaja vsebuje določbe v zvezi s takšnim usposabljanjem in zadostnim znanjem vgrajne elektrčne opreme morajo biti te določbe izpolnjene s strani omenjene osebe. - Podjetje ENSTO ne prevzema nobenih odgovornosti v zvezi z zahtevki, ki so posledica napačne uporabe, nepravilne vgradnje ali zanemarjanja nacionalnih varnostnih predpisov in drugih določb. - OPOZORILO: Neupoštevanje navodil za namestitev lahko povzroči poškodbe izdelka in posledično nevarnost resnih telesnih ali smrtnih poškodb.
<p>(ITA) NOTE LEGALI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il prodotto deve essere installato esclusivamente da persona competente con sufficiente formazione nelle pratiche di installazione e con sufficiente conoscenza delle norme di sicurezza e delle procedure di installazione per le apparecchiature elettriche. Qualora la legislazione locale preveda disposizioni relativamente a tale formazione o sufficiente conoscenza per quanto riguarda la installazione di apparecchiature elettriche, tali disposizioni dovranno essere adempiute da detta persona. - ENSTO non accetta nessuna responsabilità riguardo eventuali danni derivanti da uso improprio, installazione non corretta o che non rispetti le norme di sicurezza o altre disposizioni nazionali. - ATTENZIONE: La non osservanza delle istruzioni per l'installazione può causare danni al prodotto e lesioni gravi o fatali. 	<p>(SPA) AVISOS LEGALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - El producto debe ser instalado sólo por una persona competente con capacitación suficiente en prácticas de instalación y con conocimiento suficiente de las normativas de seguridad adecuadas con respecto al equipamiento eléctrico. Si la legislación local contiene disposiciones con respecto a dicha capacitación o conocimiento suficiente con respecto a la instalación del equipo eléctrico dicha persona deberá cumplir con tales disposiciones. - ENSTO no acepta ninguna responsabilidad con respecto a los daños que resultan del uso indebido, instalación incorrecta o regulaciones de seguridad nacional ignoradas u otras disposiciones nacionales. - ADVERTENCIA: No seguir las instrucciones de instalación podría resultar en un daño al producto y lesión grave o fatal.
<p>(LAT) ATRUNA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktu drīkst uzstādīt tikai attiecīgi kvalificēta persona, kura ir pietiekami labi apmācīta veikt šādu uzstādīšanu un kura ir pietiekami zināša par drošības tehnikas noteikumiem un uzstādīšanas kārtību darbā ar elektroierīcēm. Ja nacionālie normatīvi arī paredz prasības vai īpašus noteikumus attiecībā uz šādu apmācību vai nepieciešamajām zināšanām darbā ar elektroierīcēm, tad minētajai personai šīs prasības un noteikumi ir jāievēro. - ENSTO neuzņemas nekādu atbildību par prasījumiem, kas cēlušies no nepareizas lietošanas, nepareizas uzstādīšanas, nacionālo drošības noteikumu vai citu noteikumu neievērošanas. - UZMANĪBU: Uzstādīšanas instrukciju neievērošana var radīt kaitējumu produktam vai radīt smagus vai nāvējošus ievainojumus. 	<p>(SWE) VIKTIG INFORMATION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Denna produkt får endast installeras av person med erforderlig kunskap och utbildning avseende installationsarbete och säkerhets- och installationsfrågor beträffande elektrisk utrustning. Om tillämplig lagstiftning eller gällande föreskrifter innehåller bestämmelser eller rekommendationer beträffande sådan kunskap och utbildning eller behörighetskrav med avseende på installation av elektrisk utrustning skall vad som härvid föreskrivs tillämpas med avseende på den som utför installationen. Vid tvivelshet om vad som gäller kontrollera med fackkunskap. - ENSTO skriver sig från allt ansvar beträffande krav i anledning av felaktig användning eller felaktig installation av produkten eller underlåtenhet att iaktta lokala säkerhetsföreskrifter eller andra tillämpliga bestämmelser eller rekommendationer. - VARNING: underlåtenhet att följa instruktionerna avseende installation kan resultera i skada på produkten och även allvarig skada på person eller dödsfall.
<p>ENSTO FINLAND OY ENSIO MIETTISEN KATU 2, P.O.BOX 77 06101 PORVOO, FINLAND TEL. +358 204 76 21 EMAIL: ENSTO@ENSTO.COM WWW.ENSTO.COM</p>	

4/16

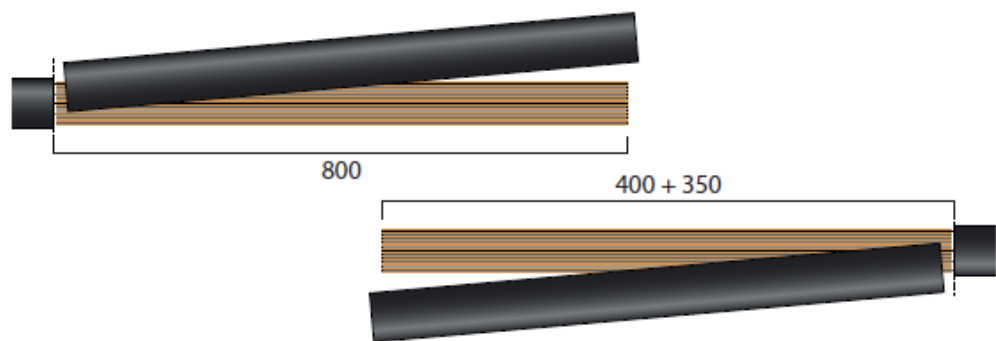
PEM-HJ33_2402C

Revision C 2022-12-08

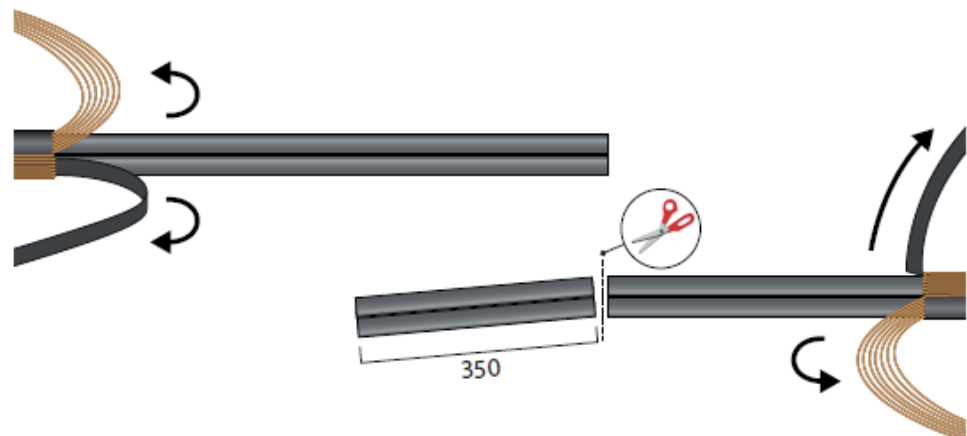
1



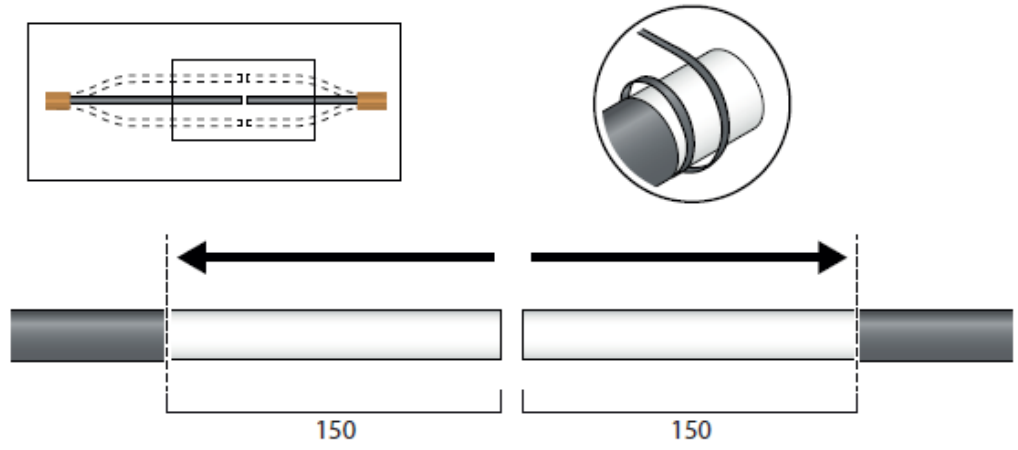
2



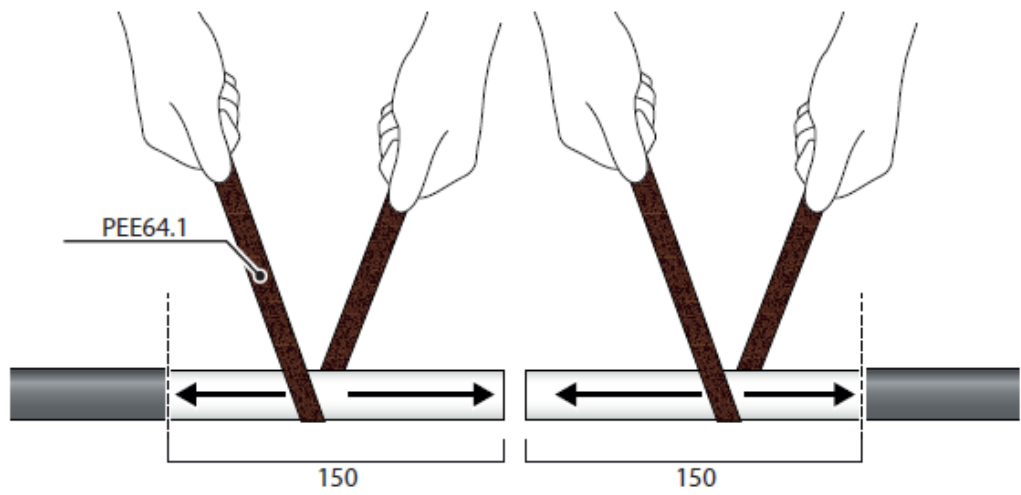
3



4



5

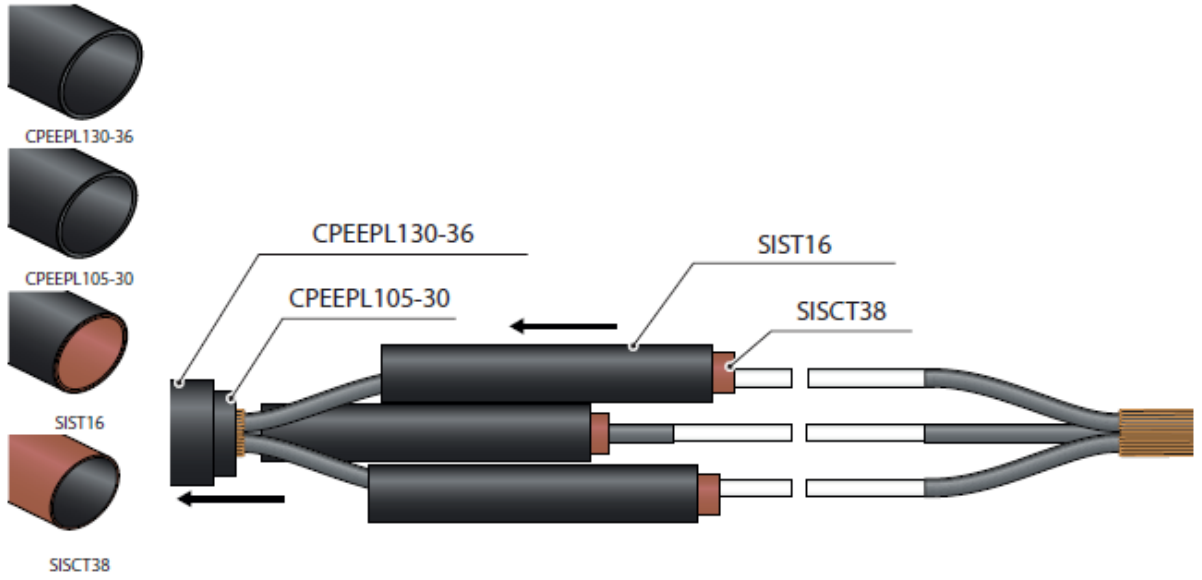


6/16

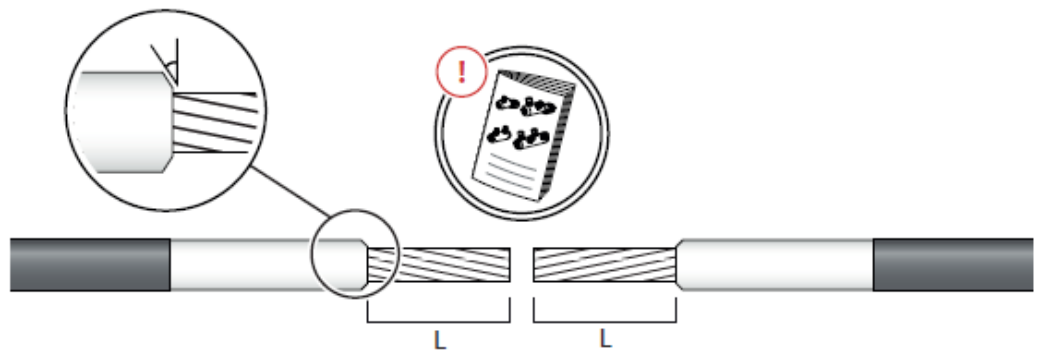
PEM-HJ33_2402C

Revision C 2022-12-08

6



7





	mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm	mm ²	mm
CA95SB2	3.6-12	10-95	90° 10-70 120° 10-50	90° 10-70 120° 10-50	35	10 - 50	d = 15 L _{min} = 26

1.

2.

3.

4.

5.

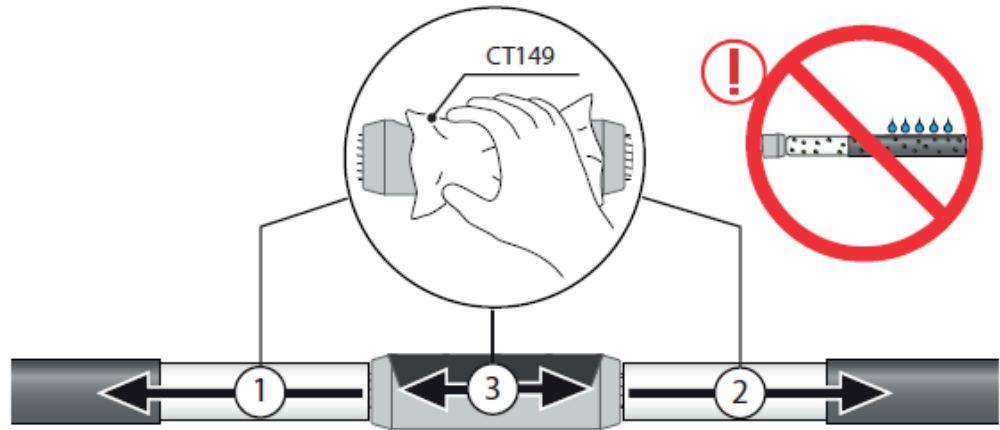
6.

8/16

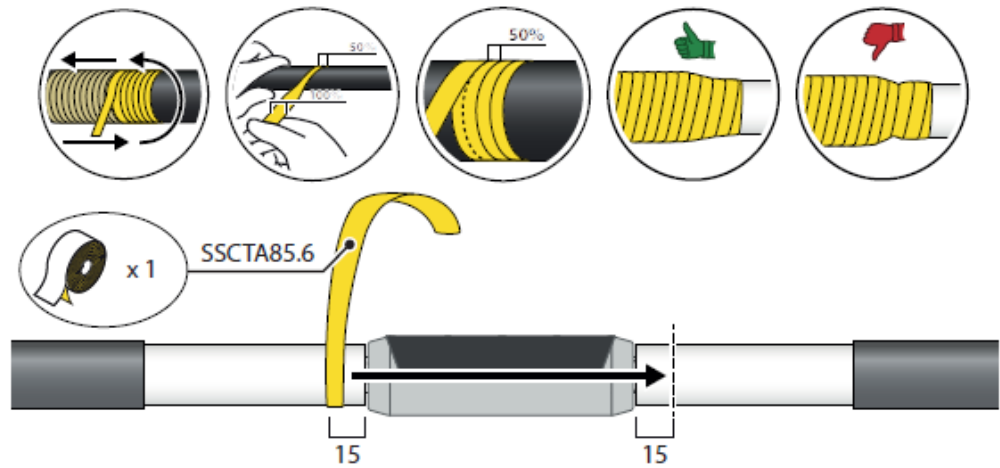
PEM-HJ33_2402C

Revision C 2022-12-08

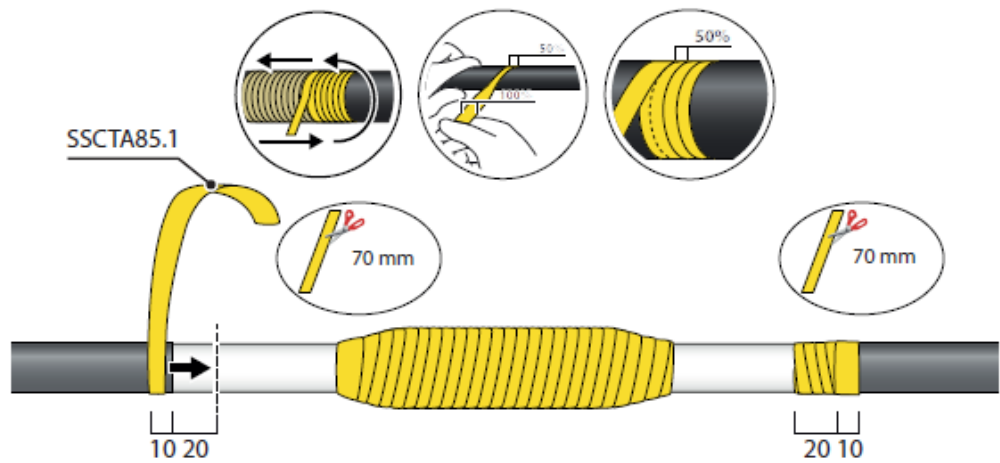
9



10



11

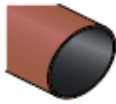


2022-12-08 Revision C

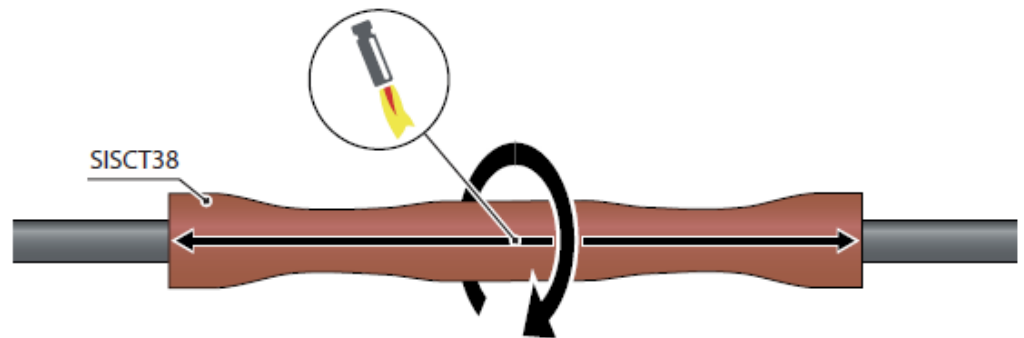
PEM-HJ33_2402C

9/16

12



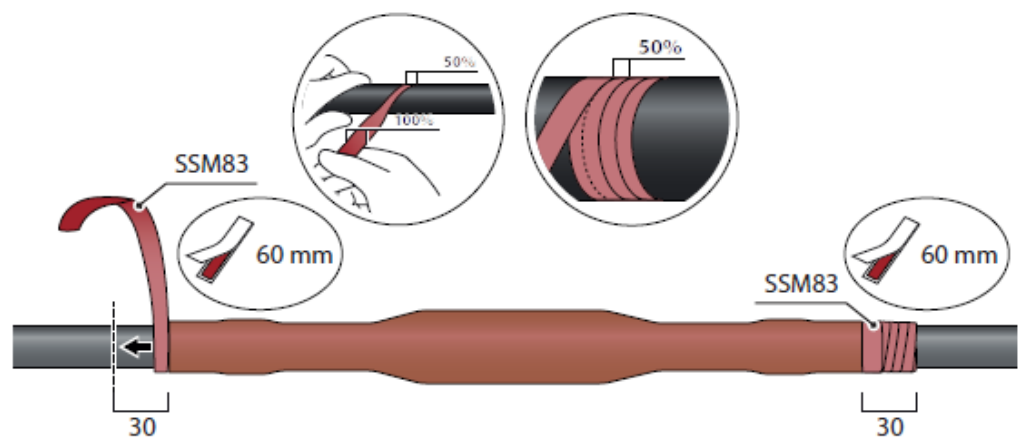
SISCT38



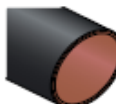
13



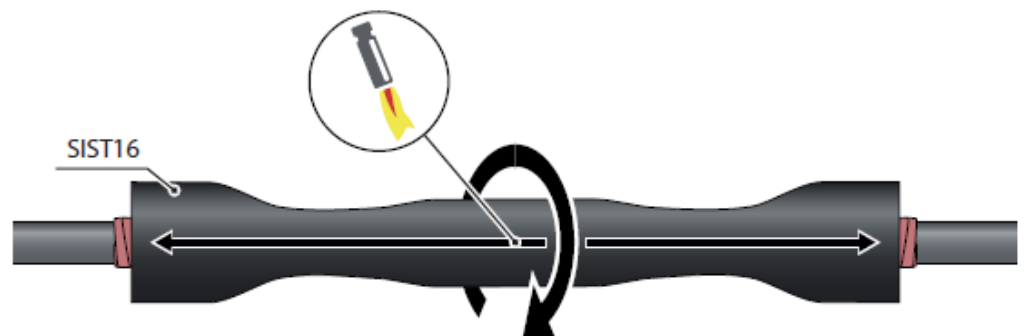
SSM83



14



SIST16

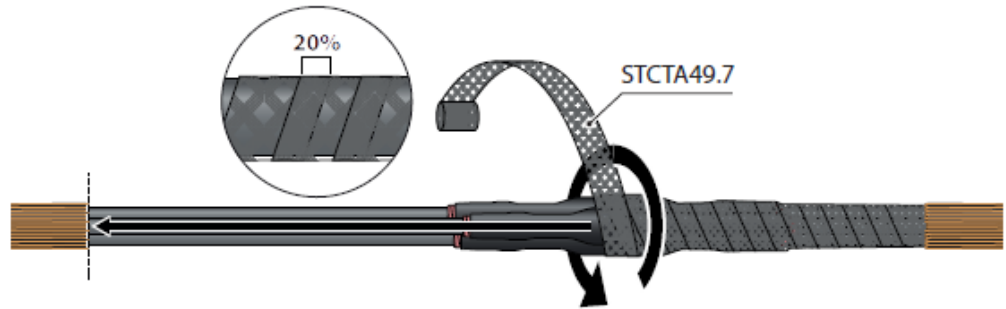


10/16

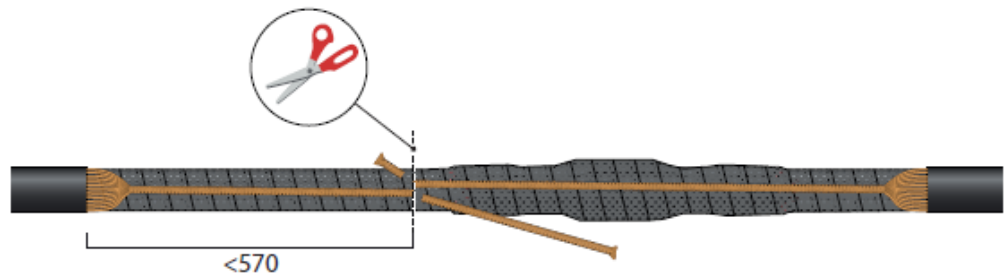
PEM-HJ33_2402C

Revision C 2022-12-08

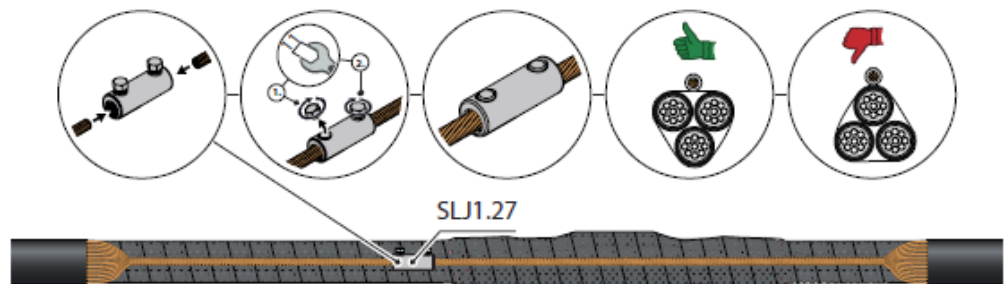
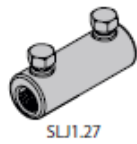
15



16



17

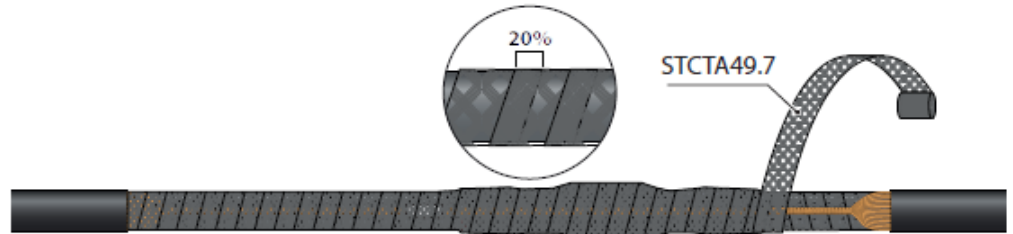


2022-12-08 Revision C

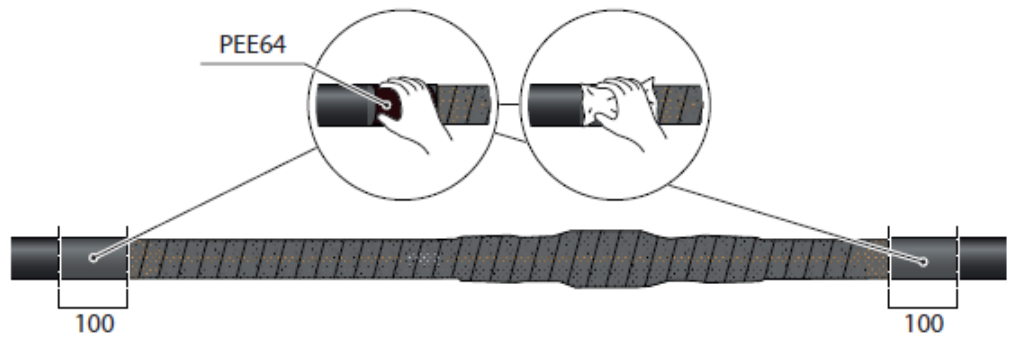
PEM-HJ33_2402C

11/16

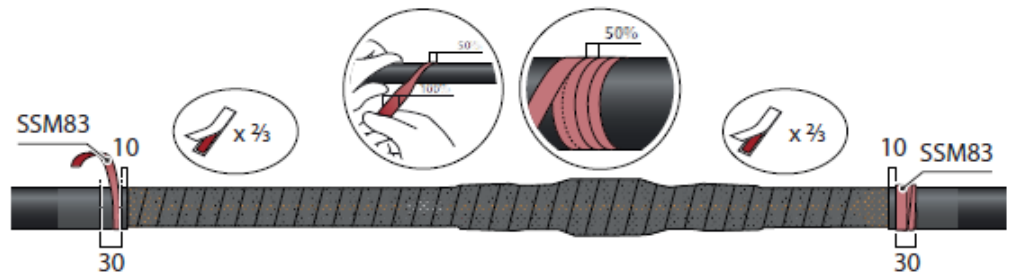
18



19



20



12/16

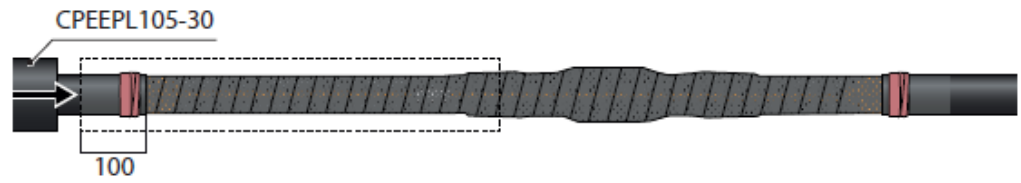
PEM-HJ33_2402C

Revision C 2022-12-08

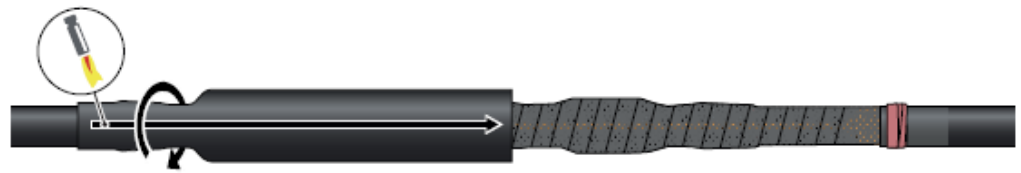
21



CPEEPL105-30



22



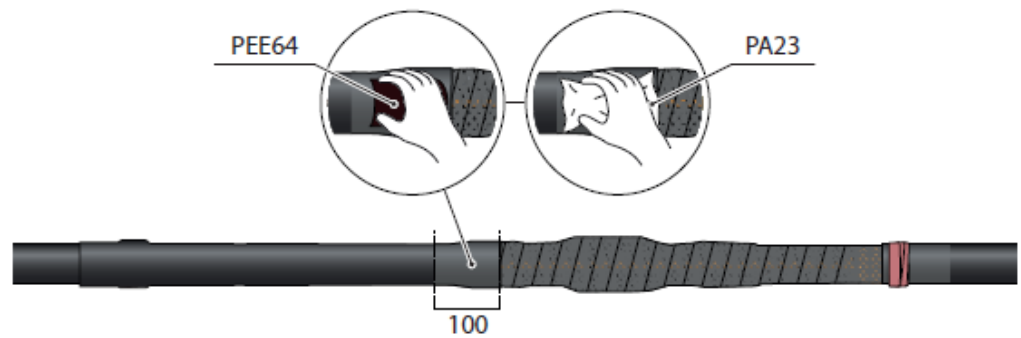
23



PEE64



PA23

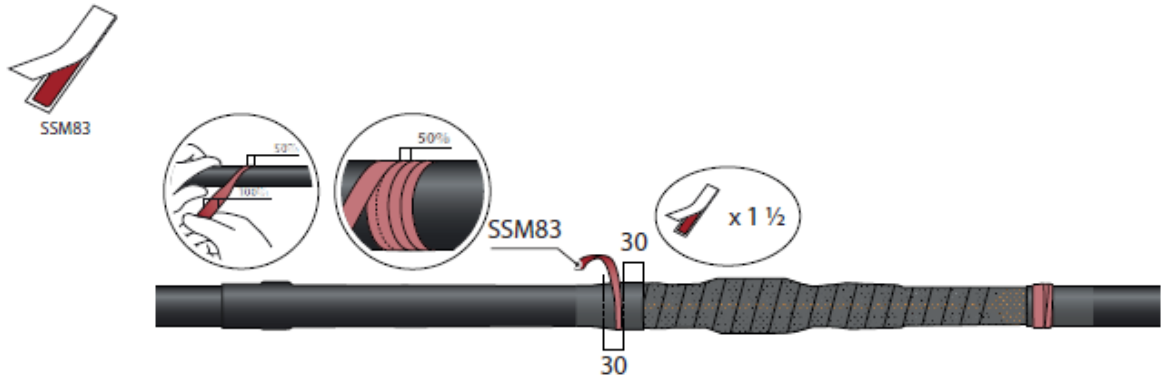


2022-12-08 Revision C

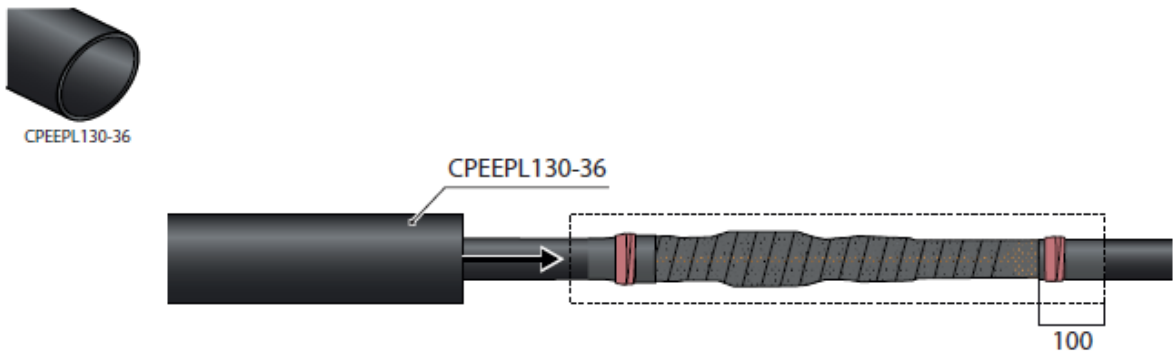
PEM-HJ33_2402C

13/16

24



25



26

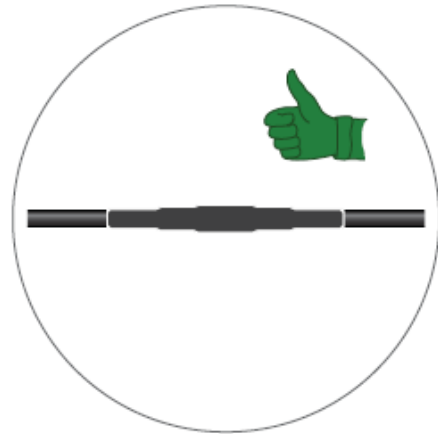


14/16

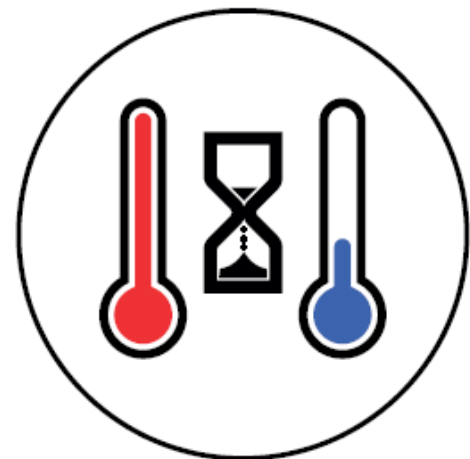
PEM-HJ33_2402C

Revision C 2022-12-08

35





36



ENSTO

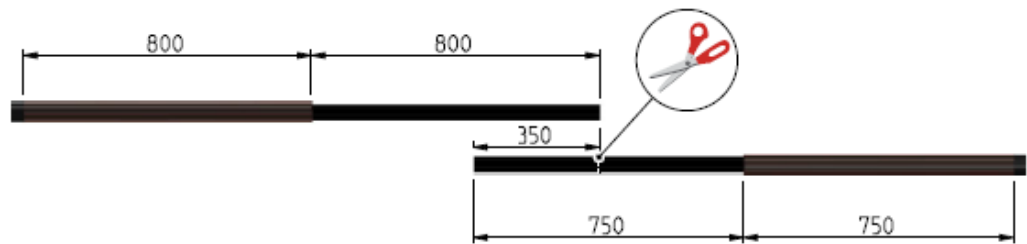
Liite 2: HJ33.2402C_CREO asennusohje

ENSTOPEM-HJ33_2402C_CREO
2023-05-05
Revision A**HJ33.2402C**

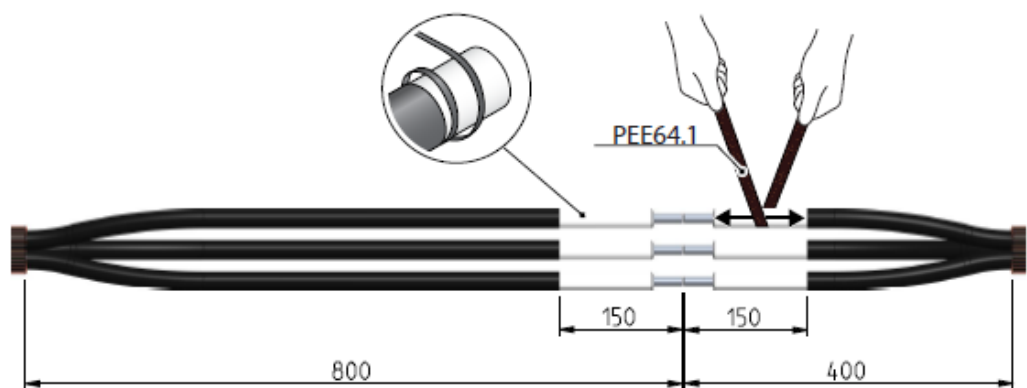
$U_o/U (U_m)$ kV	 mm ²	 mm ²
12/20 (24) kV	25-50	10-95
6/10 (12) kV	50	50-95

<p>(CZE) PRÁVNÍ UPOZORNĚNÍ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Montáž výrobku smí provádět pouze k tomu způsobilá osoba s odpovídajícím proškolením, prací a s dostatečnými znalostmi bezpečnosti a postupů instalace ve vztahu k elektrickým zařízením. Pokud místní legislativa stanoví požadavky vztahující se k takovému proškolení nebo požadovaným znalostem ohledně montáže elektrického zařízení, musí výše uvedená osoba tyto požadavky splňovat. - ENSTO nepřebírá žádnou odpovědnost ve vztahu k nárokům vyplývajícím z nesprávného použití nebo nesprávné montáže, anebo nerespektování národních předpisů bezpečnosti výrobků či jiných národních předpisů. - UPOZORNĚNÍ: Nedodržení instrukce k montáži může mít za následek poškození výrobku nebo i vážné či smrtelné zranění. 	<p>(LIT) TEISINIS PRANEŠIMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gaminį gali montuoti tik apmokytas asmuo, turintis vietos reikalavimus atitinkančią kvalifikaciją. Jei vietos įstatymai reikalauja - asmuo turi būti baigęs praktinius mokymus montavimo mokymų kursais. - ENSTO neatsako už atsitikintą, netiesioginę ar pasekimų žalą, kurią padarė šio gaminio netinkamas panaudojimas, netiesiogas montavimas, saugos ar kitų nacionalinių reikalavimų nepaisymas. - DEMESIO! Šios montavimo instrukcijos nurodymų nepaisymas gali sugadinti gaminį bei sukelti rimtą ar net mirtiną traumą.
<p>(DAN) VIGTIG INFORMATION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dette produkt må kun installeres af personer med tilstrækkelig kundskab og uddannelse indenfor installationsarbejde samt sikkerheds- og arbejdsrutiner i forbindelse med elektrisk udstyr. Såfremt lokal lovgivning omfatter bestemmelser eller anbefalinger for uddannelse eller tilstrækkelig viden vedrørende installation af elektrisk udstyr, skal sådanne bestemmelser opfyldes af disse personer. - ENSTO accepterer intet erstatningsansvar i forbindelse med forkert anvendelse, fejlagtig installation af produkter eller manglende overholdelse af nationale sikkerhedsforskrifter eller øvrige bestemmelser. - ADVARSEL: Forsømmelighed i at følge instruktionen kan resultere i skade på produktet eller i værste fald alvorlig eller fatal personskade. 	<p>(NOR) JURIDISK INFORMASJON</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktet må bare installeres av en kompetent person med tilstrekkelig opplæring i praktisk montage og med tilstrekkelig kunnskap om sikkerhet og installasjonspraksis i forhold til elektrisk utstyr. Hvis lokal lovgivning inneholder bestemmelser om slik opplæring, eller om å inneha tilstrekkelig kunnskap i installasjon av elektrisk utstyr, skal slike bestemmelser oppfylles av vedkommende som utfører montasjen. - ENSTO tar ikke noe ansvar vedrørende krav som følge av feil bruk, feil installasjon eller ignorerte nasjonale sikkerhetsforskrifter eller andre nasjonale bestemmelser. - ADVARSEL: Ufullstøttelse av å følge installasjonsinstruksjonene kan resultere i skade på produktet og føre til alvorlige eller dadelige personskader.
<p>(ENG) LEGAL NOTICE</p> <ul style="list-style-type: none"> - The product must be installed only by a competent person with sufficient training in installation practices and with sufficient knowledge of good safety and installation practices in respect of electrical equipment. If local legislation contains provisions in respect of such training or sufficient knowledge in respect of installation of electrical equipment such provisions shall be fulfilled by the said person. - ENSTO accepts no liability concerning claims resulting from misuse, incorrect installation or ignored national safety regulations or other national provisions. - WARNING: Failure to follow the installation instructions may result in damage to the product and serious or fatal injury. 	<p>(POL) POUZCZENIE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produkt powinien zostać zainstalowany przez wykwalifikowaną osobę, posiadającą stosowne doświadczenie i wiedzę w zakresie zasad bezpieczeństwa oraz instalacji sprzętu elektrycznego. O ile miejscowe przepisy zawierają postanowienia dotyczące wymogu posiadania doświadczenia, bądź niezbędnej wiedzy w zakresie instalacji urządzeń elektrycznych, postanowienia te powinny zostać wypełnione przez wspomnianą powyżej osobę. - ENSTO nie ponosi żadnej odpowiedzialności za niewłaściwe korzystanie, nieprawidłową instalację lub naruszenie regulacji krajowych dotyczących bezpieczeństwa, bądź innych krajowych przepisów prawnych. - OSTRZEŻENIE : wykonanie instalacji w sposób niezgodny z instrukcją może skutkować uszkodzeniem produktu i poważnymi lub śmiertelnymi obrażeniami ciała.
<p>(EST) JURIDILINE MÄRKUS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seda toodet tohib paigaldada ainult pädev, paigaldustöödes pitsavat väljaõpet omav isik, kellel on pitsavad teadmised elektriseadmete turva- ja paigaldustavadest. Kui kohalik seadusandlus või võrguettevõtte ja kehtestatud eeskiri sisaldab nõudeid niisuguse väljaõppe või elektriseadmete paigaldamiseks pitsavate teadmiste kohta, peab paigaldaja neile nõudmistele vastama. - ENSTO ei vastuta nõuete eest, mis tulenevad väärkasutusest, ebaõigest paigaldusest või kehtivate turva- või muude reeglite eiramisest. - HOIATUS: paigaldusjuhiste järgimata jätmine võib kaasa tuua toote kahjustumise ja tõsise või surmava vigastuse. 	<p>(POR) AVISO LEGAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este acessório só deverá ser instalado por pessoal especializado, com suficiente formação neste tipo de trabalho, familiarizado com equipamentos eléctricos e aplicação das regras de segurança. Se a legislação local exigir formação ou treino adicional, é da responsabilidade do operador cumprir esses requisitos. - A ENSTO e a RESUL não assumem responsabilidades relativas a reclamações originadas por mau uso, instalação incorrecta ou desconhecimento de regulamentos de segurança ou outra legislação. - AVISO: A falha em seguir as instruções de montagem pode resultar em danos no acessório e ferimentos graves ou fatais.
<p>(FIN) OIKEUDELLINEN ILMOITUS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tuotteen asennuksen saa suorittaa vain ammattitaitoinen henkilö, jolla on riittävät tiedot sähkölaitteiden asentamisesta ja sähköturvallisuudesta. Asennus tulee suorittaa voimassa olevia säädyksiä noudattaen. Lisäksi asennuksen suorittajan tulee täyttää kansallisen lainsäädännön asettamat pätevyysvaatimukset. - ENSTO ei vastaa vioista, jotka aiheutuvat tuotteen virheellisestä käytöstä, väärästä asennustavasta tai kansallisten turvallisuusmääräysten noudattamatta jättämisestä. - VAROITUS! Asennusohjeiden vastainen asennus voi johtaa tuotteen vahingoittumiseen tai vakavaan onnettomuuteen. 	<p>(RON) AVIZ JURIDIC</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produsul trebuie instalat numai de către o persoană competentă, cu pregătire suficientă în practica de instalare și cu cunoștințe suficiente de bune în practica de siguranță și de instalare în ceea ce privește echipamentele electrice. În cazul în care legislația locală conține dispoziții cu privire la o astfel de formare sau cunoștințe suficiente în ceea ce privește instalarea de echipamente electrice, aceste dispoziții vor fi îndeplinite de către persoana respectivă. - ENSTO nu își asumă nici o responsabilitate în ceea ce privește reclamațiile rezultate din utilizarea necorespunzătoare, instalarea incorrectă sau ignorarea reglementărilor naționale de siguranță sau a altor dispoziții naționale. - AVERTIZARE: Nerespectarea instrucțiunilor de instalare poate duce la deteriorarea produsului și accidente grave sau mortale.
<p>(FRA) MENTIONS LÉGALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seules des personnes formées et habilitées aux travaux sous tension BT peuvent mettre en oeuvre ce matériel sur un réseau sous tension. Le port des EPI adaptés et le respect des Conditions d'Exécution du Travail sous tension BT est de la responsabilité de l'opérateur. Le non-respect des instructions d'installation peut provoquer un endommagement du produit et des blessures graves, voire mortelles. - ENSTO n'assume aucune responsabilité quant à des réclamations découlant d'une mauvaise utilisation, d'une installation incorrecte ou d'une méconnaissance des règlements nationaux de sécurité. 	<p>(RUS) ПРАВОВОЕ УВЕДОМЛЕНИЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Изделие должно быть установлено только компетентным человеком, имеющим соответствующую профессиональную подготовку и знающим технику безопасности. Если местные законодательство требует соблюдения соответствующих нормативов и прохождения курсов подготовки для допуска к работе, то эти условия должны подлежать обязательному персональному выполнению. - ENSTO не несет ответственность за последствия при неправильном использовании, установке или игнорировании правил техники безопасности или других местных положений. - ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Несоблюдение инструкции по установке может привести к повреждению изделия и к серьезной или даже фатальной травме.
<p>(GER) RECHTLICHER HINWEIS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das Produkt darf nur von kompetenten und entsprechend geschulten Fachleuten installiert werden, die über ausreichende Kenntnisse im Arbeitsschutz und in der Elektroinstallation verfügen. Wenn das lokale Recht Bestimmungen hinsichtlich der Schulungen und Kenntnisse bei Elektroinstallation enthält, muss die entsprechende Person diese Bestimmungen erfüllen. - ENSTO übernimmt keine Haftung für Ansprüche, die auf Fehlgebrauch, fehlerhafte Montage oder die Nichtbeachtung nationaler Sicherheitsvorschriften oder anderer nationaler Bestimmungen zurückzuführen sind. - ACHTUNG: Die Nichtbeachtung der Montageanweisungen kann Produktschäden und schwere oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben. 	<p>(SLK) PRÁVNA STRÁNKA MONTÁŽE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Montáž výrobku smie vykonávať len kompetentná osoba s adekvátnym tréningom, prácou a s dostatočnými znalosťami bezpečnosti práce vzhľadom k prítomnému vybaveniu elektrického zariadenia a priestorom. Ak miestna legislatíva obsahuje nariadenia takých tréningov alebo požiadaviek na dostatočné vedomosti s ohľadom na inštalácie týkajúce sa elektrického zariadenia, tak tieto opatrenia budú vykonávané u tejto osoby. - ENSTO neakceptuje žiadnu zodpovednosť týkajúcu sa nárokov vyplývajúcich z nesprávneho použitia, nesprávnej montáže alebo ignorovania národných bezpečnostných pravidiel alebo iných národných nariadení. - UPOZORNENÍ: Nedodržanie postupu montážneho návodu môže mať za následok poškodenia výrobku alebo i vážne zranenia.
<p>(HUN) JOGI NYILATKOZAT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ezt a terméket csak olyan szakember szerelheti, aki részt vett a megfelelő elméleti, gyakorlati és biztonságtechnikai oktatáson, hálszártáptól szerelt tanfolyamon. Ahányban a helyi szabályok megkövetelik további képzést vagy szakmai tudást, úgy a szerelést végzőnek a fentiekben tüntetnén ezeknek is meg kell lennie. - Az ENSTO nem vállal felelősséget a nem rendeltetészerű használatból, helytelen vagy nem szakzerű szerelésből, az esetleges nemzeti biztonsági előírások figyelmen kívül hagyásából eredő károkról és következményekről. - FIGYELEM: a szerelési utasítások megsértése a termék sérüléséhez vezethet, illetve súlyos vagy végzetes sérülést okozhat! 	<p>(SLV) PRAVNO OBVESTILO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proizvod lahko vgradi le strokovno usposobljena in pooblašena oseba z zadostnim znanjem v postopki vgradnje, varstvu pri delu in montaji električne opreme. Če lokalna zakonodaja vsebuje določbe v zvezi s takšnim usposabljanjem in zadostnim znanjem vgradnje elektrčne opreme morajo biti te določbe izpolnjene s strani omenjene osebe. - Podjetje ENSTO ne prevzema nobenih odgovornosti v zvezi z zahtevki, ki so posledica napačne uporabe, nepravilne vgradnje ali zanemarjanja nacionalnih varnostnih predpisov in drugih določb. - OPOZORILO: Neupoštevanje navodil za namestitve lahko povzroči poškodbe izdelka in posledično nevarnost resnih telesnih ali smrtnih poškodb.
<p>(ITA) NOTE LEGALI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il prodotto deve essere installato esclusivamente da persona competente con sufficiente formazione nelle pratiche di installazione e con sufficiente conoscenza delle norme di sicurezza e delle procedure di installazione per le apparecchiature elettriche. Qualora la legislazione locale preveda disposizioni relativamente a tale formazione o sufficiente conoscenza per quanto riguarda la installazione di apparecchiature elettriche, tali disposizioni dovranno essere adempite da detta persona. - ENSTO non accetta nessuna responsabilità riguardo eventuali danni derivanti da uso improprio, installazione non corretta o che non rispetti le norme di sicurezza o altre disposizioni nazionali. - ATTENZIONE: La non osservanza delle istruzioni per l'installazione può causare danni al prodotto e lesioni gravi o fatali. 	<p>(SPA) AVISOS LEGALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - El producto debe ser instalado sólo por una persona competente con capacitación suficiente en prácticas de instalación y con conocimiento suficiente de las normativas de seguridad adecuadas con respecto al equipamiento eléctrico. Si la legislación local contiene disposiciones con respecto a dicha capacitación o conocimiento suficiente con respecto a la instalación del equipo eléctrico dicha persona deberá cumplir con tales disposiciones. - ENSTO no acepta ninguna responsabilidad con respecto a los reclamos que resultan del uso indebido, instalación incorrecta o regulaciones de seguridad nacional ignoradas u otras disposiciones nacionales. - ADVERTENCIA: No seguir las instrucciones de instalación podría resultar en un daño al producto y lesión grave o fatal.
<p>(LAT) ATRUNA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktu drīkst uzstādīt tikai attiecīgi kvalificēta persona, kura ir pietiekami labi apmācīta veikt šādu uzstādīšanu un kura ir pietiekami zināša par drošības tehnikas noteikumiem un uzstādīšanas kārtību darbā ar elektroierīcēm, ja nacionālās normatīvie akti paredz prasības vai īpašus noteikumus attiecībā uz šādu apmācību vai nepieciešamajām zināšanām darbā ar elektroierīcēm, tad minētajai personai šīs prasības un noteikumi ir jāievēro. - ENSTO neuzņemas nekādu atbildību par prasībām, kas cēlušies no nepareizas lietošanas, nepareizas uzstādīšanas, nacionālo drošības noteikumu vai citu noteikumu neievērošanas. - UZMANĪBU: Uzstādīšanas instrukciju neievērošana var radīt kaitējumu produktam vai radīt smagus vai nāvējošus ievainojumus. 	<p>(SWE) VIKTIG INFORMATION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Denna produkt får endast installeras av person med erforderlig kunskap och utbildning avseende installationsarbete och säkerhets- och installationsfrågor beträffande elektrisk utrustning. Om tillämplig lagstiftning eller gällande föreskrifter innehåller bestämmelser eller rekommendationer beträffande sådan kunskap och utbildning eller behörighetskrav med avseende på installation av elektrisk utrustning skall vad som härvid föreskrivs tillämpas med avseende på den som utför installationen. Vid tveksamhet om vad som gäller kontrollera med fackkunskap. - ENSTO friskriver sig från allt ansvar beträffande krav i anledning av felaktig användning eller felaktig installation av produkten eller underlåtenhet att iaktta lokala säkerhetsföreskrifter eller andra tillämpliga bestämmelser eller rekommendationer. - VARNING: underlåtenhet att följa instruktionerna avseende installation kan resultera i skada på produkten och även allvarig skada på person eller dödsfall.
<p>ENSTO FINLAND OY ENSIO MIETTISEN KATU 2, P.O.BOX 77 06101 PORVOO, FINLAND TEL. +358 204 76 21 EMAIL: ENSTO@ENSTO.COM WWW.ENSTO.COM</p>	

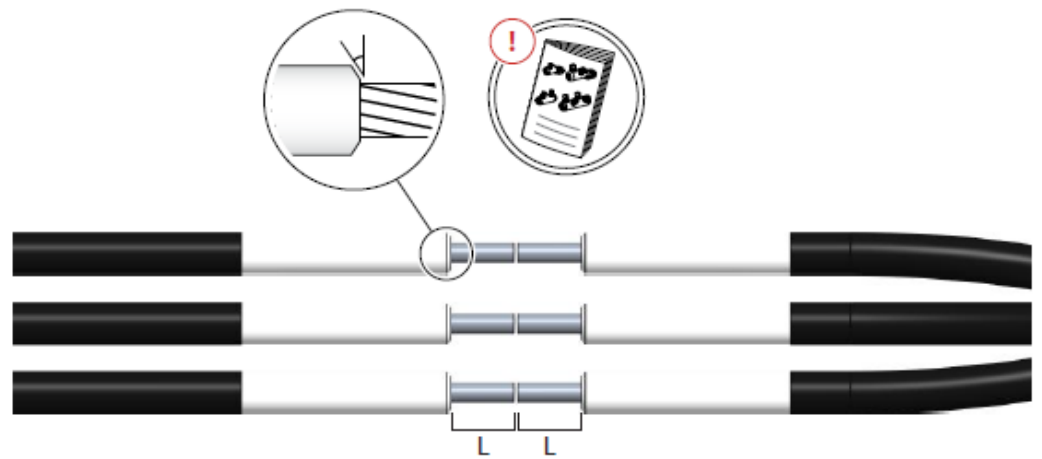
1



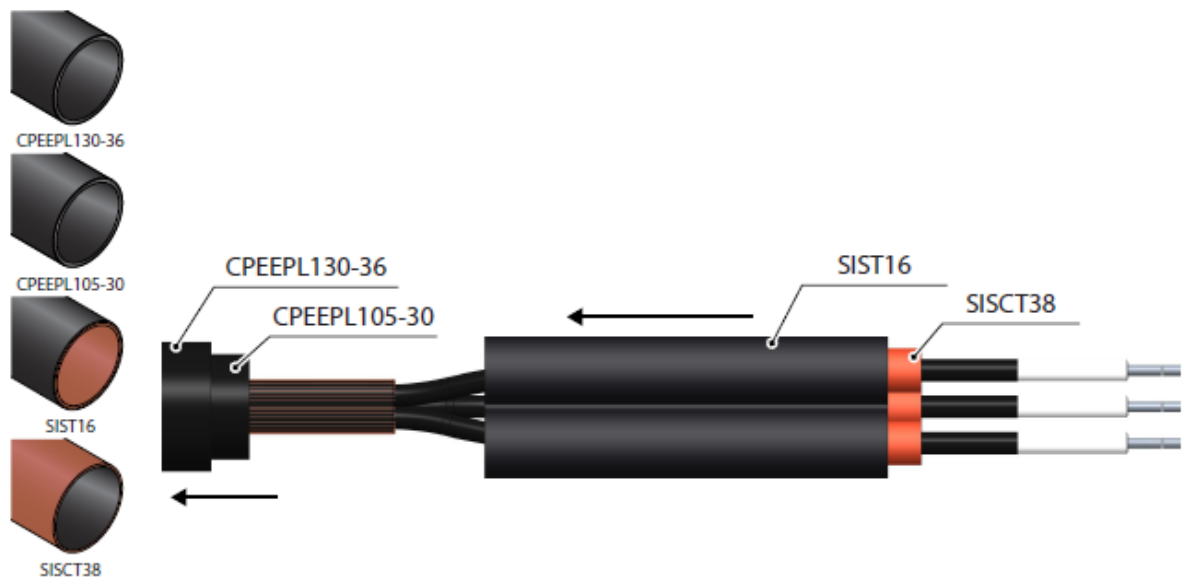
2




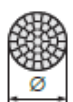
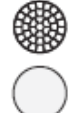




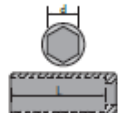
3



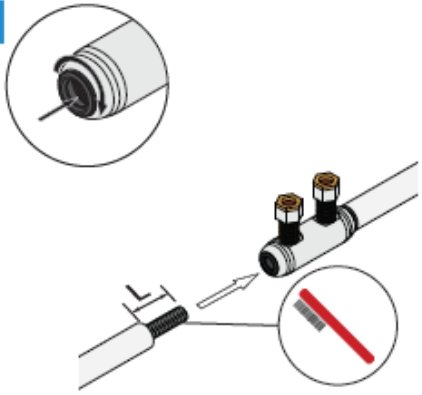
4



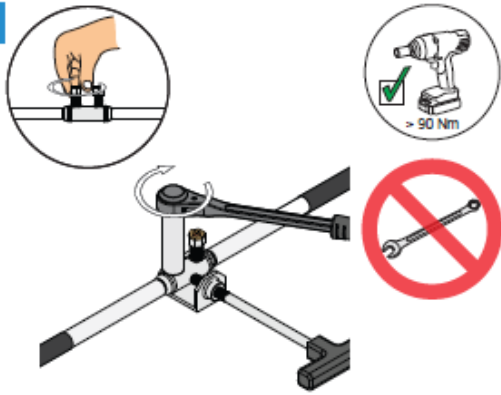


							
	mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm	mm ²	mm
CA95SB2	3.6-12	10-95	90° 10-70 120° 10-50	90° 10-70 120° 10-50	35	10 - 50	d = 15 L _{min} = 26

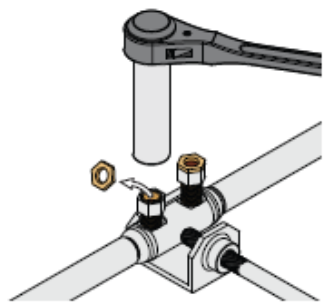
1.



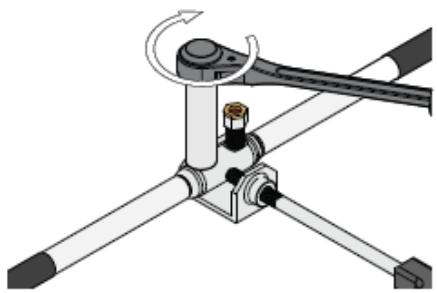
2.



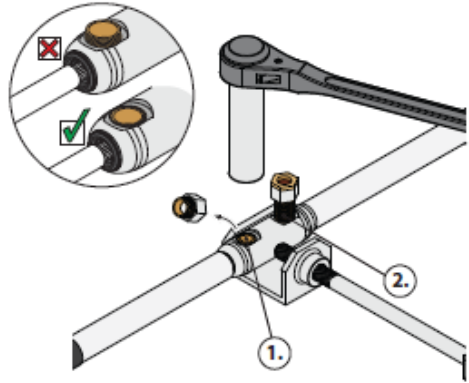
3.




4.



5.



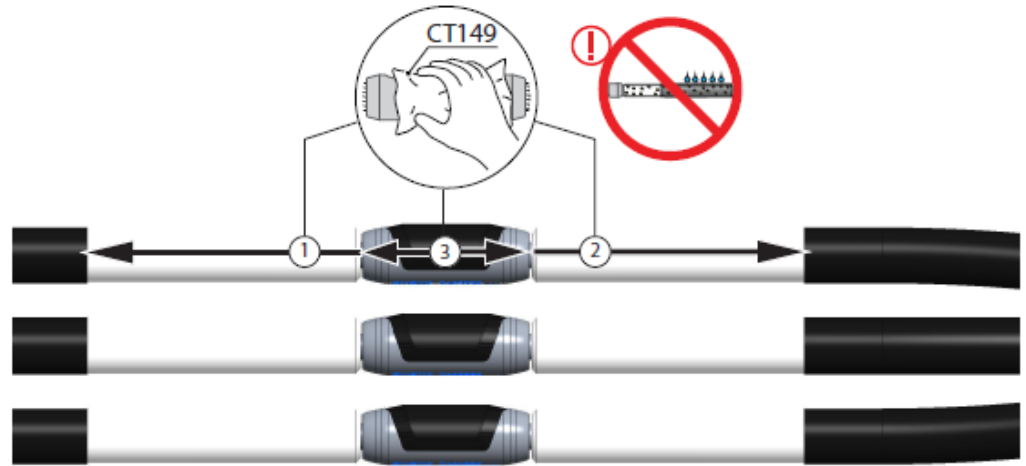
6.



6



CT149



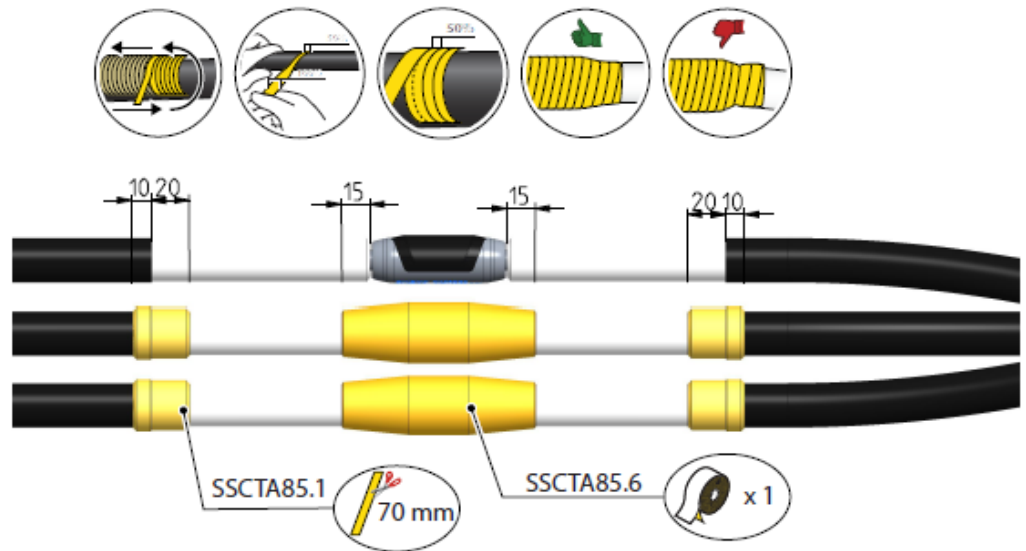
7



SSCTA85.6



SSCTA85.1

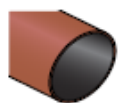


8/16

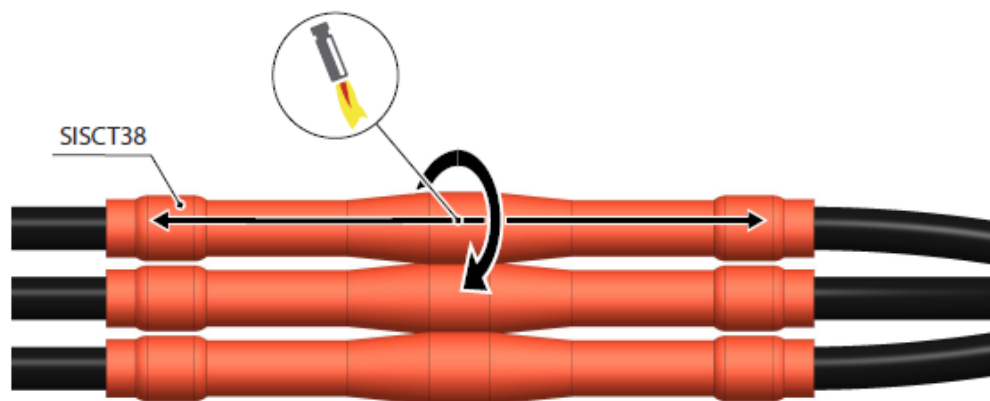
PEM-HJ33_2402C_CREO

Revision A 2023-05-05

8



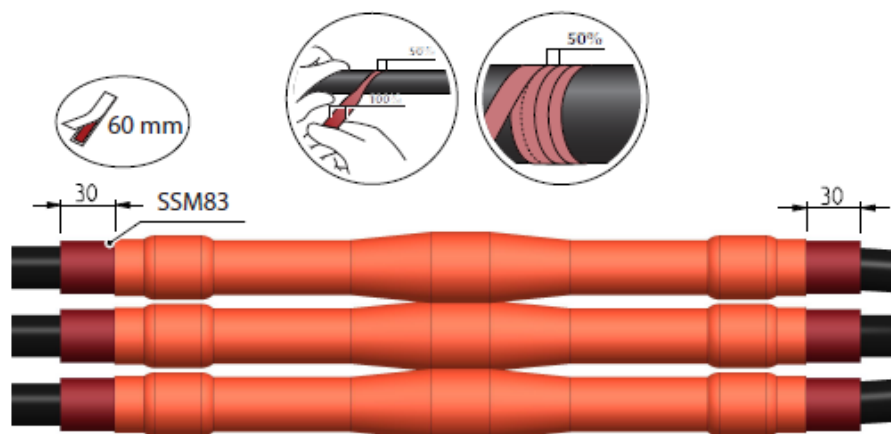
SISCT38



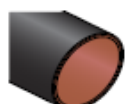
9



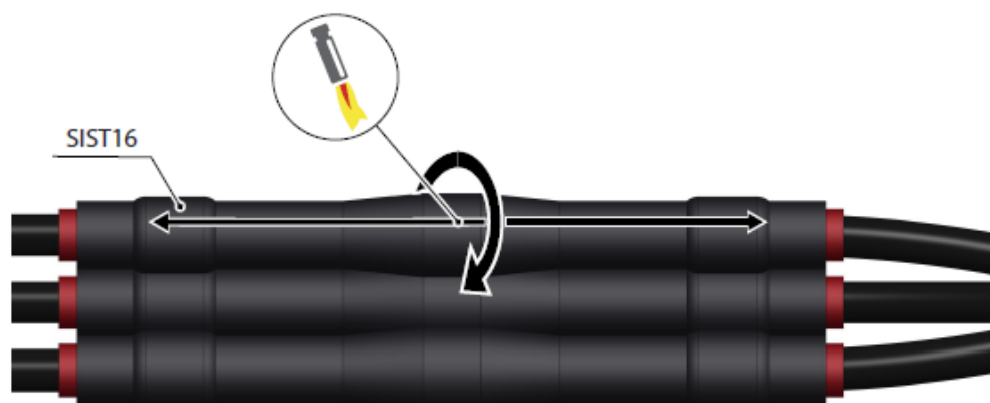
SSM83



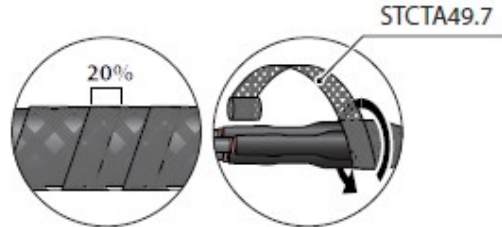
10



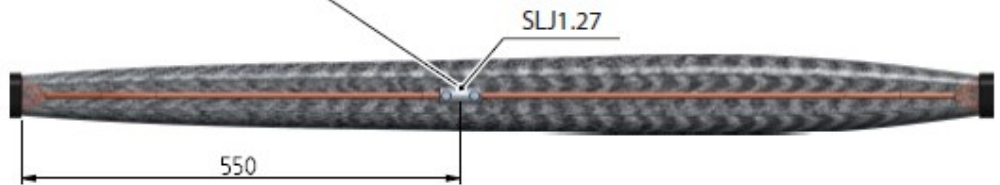
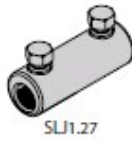
SIST16



11



12

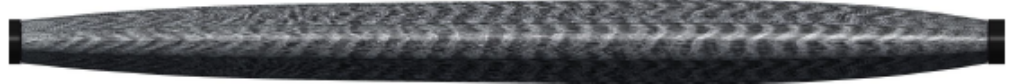
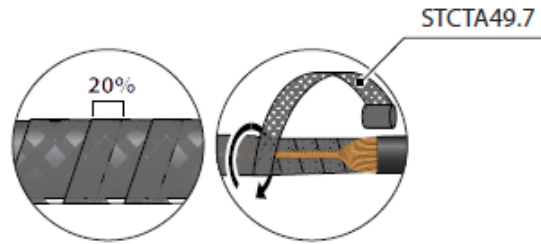


10/16

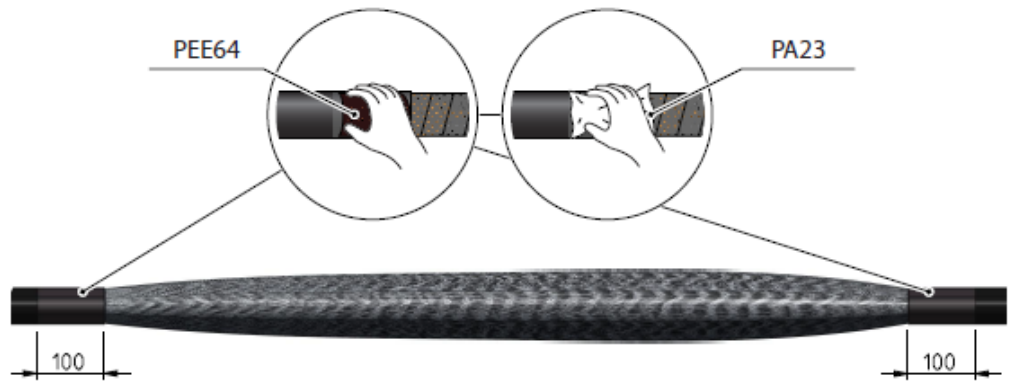
PEM-HJ33_2402C_CREO

Revision A 2023-05-05

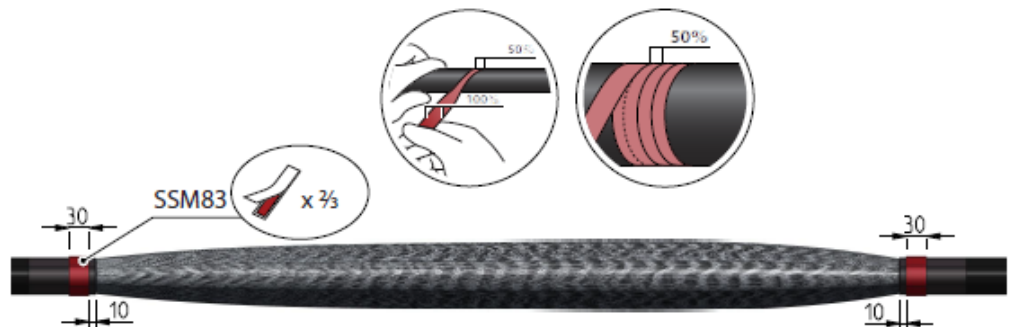
13



14



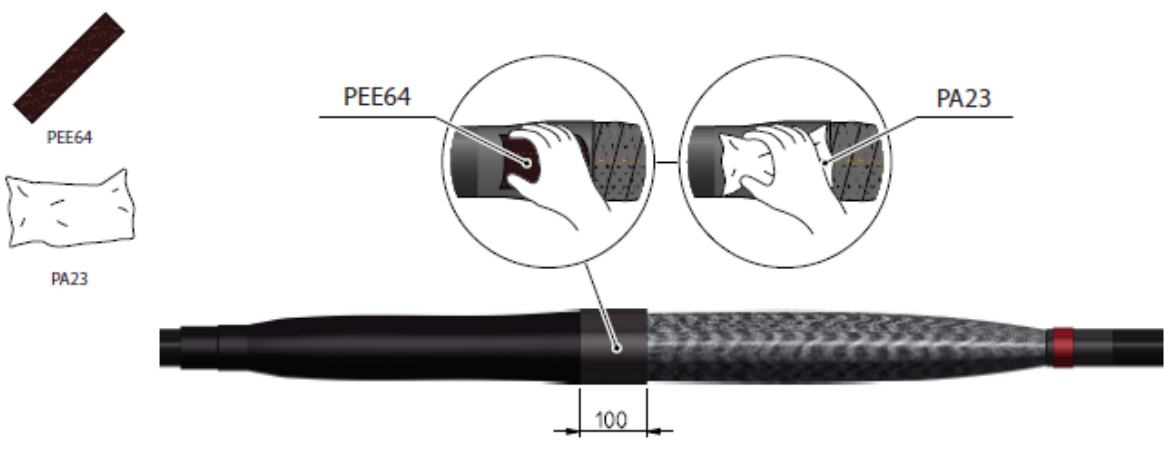
15



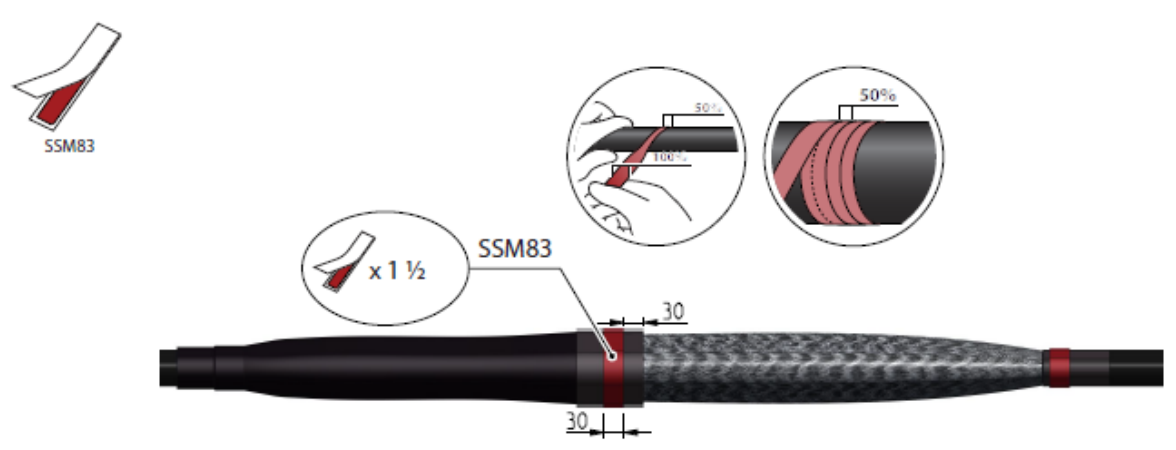
16



17

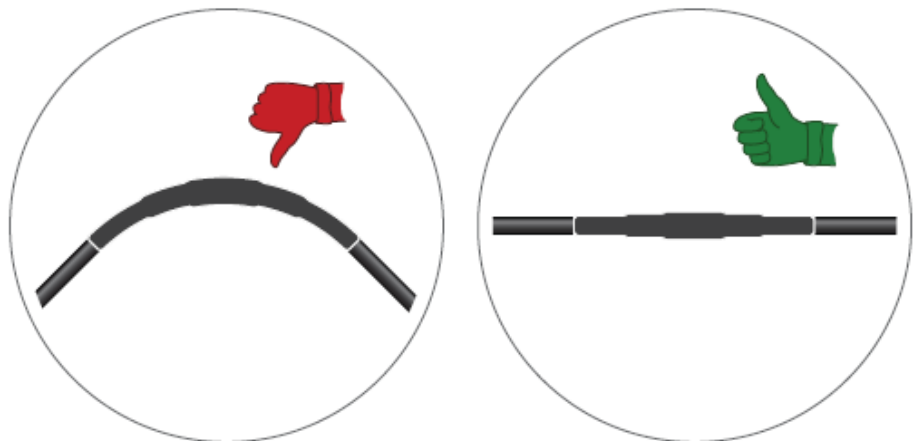
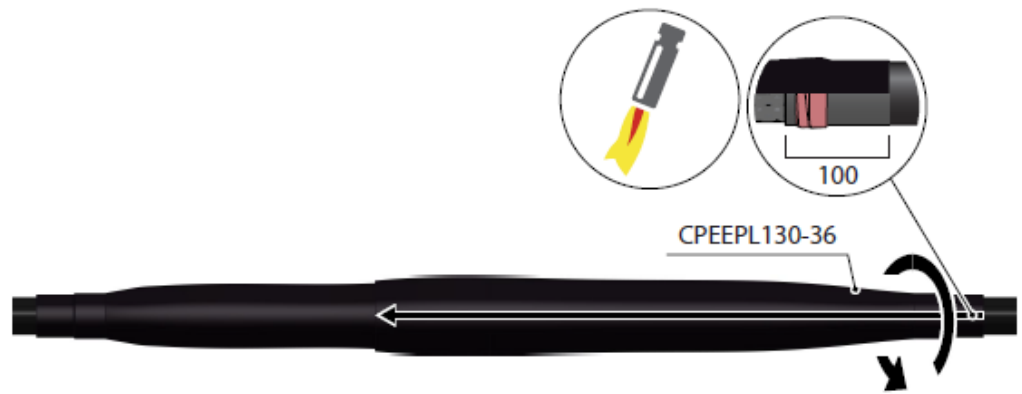


18





CPEEPL130-36



ENSTO