

PE-PUTKIEN SÄHKÖHITSAUS



MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation

POLYETEENIPUTKET (PE-putket)

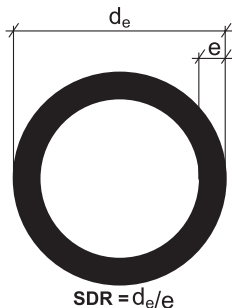
Tavallisimmat polyeteeniputkien materiaalit ovat PE 80 ja PE 100. Tämän julkaisun ohjeet koskevat standardisoituja, masiiviseinäisiä PE 80, PE 100 tai PE 100 RC raaka-ainesta valmistettuja putkia ja putkiyhteitä. Yleisimmät PE-putkien standardinmukaiset SDR-luokat ovat 11, 13.6, 17, 21 ja 26.

Markkinoilla on myös suojakuorellisia PE-putkia ja PE-monikerrospotkia. Näiden putkien hitsaaminen voi vaatia valmistajan antamia erityisohjeita.

PE-PUTKIEN MITTATOLERANSSIT

PE-putket ja -putkiyhteet määritellään standardeissa SFS-EN 12201 ja SFS-EN 1555 mm. seuraavien ominaisuuksien mukaisesti:

- PE-raaka-aineen tyyppi (esim. PE 80, PE 100, PE 100 RC)
- Nimelliskoko (DN) ja nimellisulkohalkaisija (d_n)
- Ulkohalkaisija (d_e), seinämänpaksuus (e) ja niiden sallitut vaihteluvälit (mittatoleranssit)
- SDR-luokka (ulkohalkaisija/seinämänpaksuus, ks. kuva)



PE-putkille yleisesti ja erityisesti ns. salkoputkille (tyypillinen nimelliskokoalue DN 90...630 mm) pätevät seuraavat mittatoleranssit:

- Ulkohalkaisijan (d_e) sallittu vaihteluväli on $-0/+0,006d_n$ lähimpään suurempaan 0,1 mm pyöristettynä kuitenkin vähintään 0,3 mm ja enintään 4,0 mm.
- Suurin sallittu soikeus on putken päästä valmistuksen yhteydessä tehtaalla mitattavan ulkohalkaisijan (d_e) suurimman ja pienimmän arvon suurin sallittu ero. Se on nimelliskokoalueella DN 90...250 mm $0,02d_n$ ja nimelliskokoalueella DN 280...630 mm $0,035d_n$.

Standardien SFS-EN 12201 ja SFS-EN 1555 mukaan kelalla ja kiepillä toimitettavien PE-putkien suurimmasta sallitusta soikeudesta voidaan sopia PE-putken valmistajan ja käyttäjän välillä. Suomessa kelalla ja kiepillä toimitettavien PE-putkien (tyypillinen nimelliskokoalue DN 16...180) kansallisen käytännön mukainen suurin sallittu soikeus on $0,06d_n$ eli 6 % nimellisulkohalkaisijasta.

PE-putken valmistuksessa sen seinämään syntyy pieniä sisäisiä jännityksiä. Niiden vaikutuksesta putkessa tapahtuu katkaisun jälkeen putkenpäiden pieni supistuminen (ns. "toe-in", katso kuva). Tämä supistuminen otetaan mittatoleranssivaatimusten täyttymistä tarkasteltaessa huomioon mittaamalla ulkohalkaisija (d_e) ja seinämäpaksuus (e) noin halkaisijan mitan etäisyydellä putken päästä.



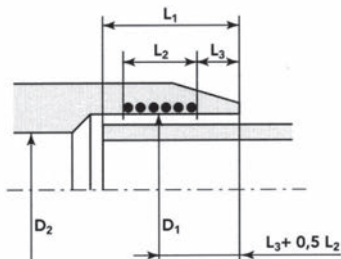
PE-putken pään supistuminen voi olla vaikea havaita pienissä putkissa, mutta isoissa putkissa se on selkeästi havaittavissa. Supistuma on putken halkaisijaan nähden pieni (yleensä huomattavasti pienempi kuin $0,01d_n$) eikä siitä normaalisti ole haittaa sähköhitsaukselle. Päinvastoin putkenpään pieni sisäänpäin supistuma yleensä helpottaa sähköhitsausmuhvin paikalleen asentamista.

SÄHKÖHITSAUSMUHVIT JA NIIDEN MITTATOLERANSSIT

Standardissa SFS-EN 12201-3 todetaan, että sähköhitsausmuhvin keskimääräisen sisähalkaisijan hitsausalueen keskikohdassa D_1 pitää olla sama tai suurempi kuin putken nimellishalkaisija d_n . Näin on tarkoitus varmistaa putken pistopään mahtuminen muhvin sisään.

Lisäksi standardi antaa sähköhitsausmuhvin nimellishalkaisijoittain (d_n) mitalle L_1 vähimmäis- ja enimmäisarvot sekä mitalle L_2 vähimmäisarvot. Mitan L_1 on tarkoitus varmistaa riittävä pistosyvyys ja mitta L_2 puolestaan kertoo tarvittavan hitsausalueen leveyden.

Sähköhitsausmuhvien käyttäjä tarvitsee sujuvan työskentelyn ja onnistuneen liitoksen varmistamiseen sähköhitsausosien valmistajan ilmoittamat sähköhitsausmuhvin mittojen D_1 , L_1 , L_2 ja L_3 arvot. Lisäksi käyttäjä tarvitsee valmistajan ilmoituksen siitä mittaa D_1 vastaavasta putkenpään pienimmästä sallitusta hapettuneen pinnan poistamisen jälkeisestä ulkohalkaisijasta (d_e), jolla sähköhitsausmuhvin valmistajan mukaan on vielä mahdollisuus saavuttaa täysin hyväksyttävä hitsausliitos. Kyse on muhvin ja putken yhteensopivuuden tarkkuudesta eli yhteen hitsattavien seinämien välisestä etäisyydestä (välyksestä) ja hitsauspaineen aikaansaamisesta.



Sähköhitsauksen parametrit muodostuvat käytännössä sähköhitsausosan mitoista sekä osan vaatimasta hitsausajasta ja vastuslangan lämpötilasta. Niinpä sähköhitsausosan valmistaja määrittää osan sähköhitsauksessa käytettävät parametrit. Näin ollen hitsausosalla on suuri vaikutus sähköhitsatun liitoksen lujuuteen.

Eri sähköhitsausmuhveilla saattaa olla erisuuruiset mittatoleranssit ja sen takia asennusten vaikeusasteissa voi olla eroja. Yleisesti voidaan sanoa sähköhitsauksen vaikeutuvan muhvin halkaisijan kasvaessa. Suuri halkaisijaero voi helpottaa putken ja muhvin yhteensovittamista, mutta se voi myös hankaloittaa onnistuneen hitsauksen vaatiman hitsauspaineen saavuttamista muhvilla. Eräillä sähköhitsausmuhvien valmistajilla on kyseistä halkaisijaeroa pienentäviä ratkaisuja, jotta muhvit mahdollistaisivat onnistuneen hitsauksen suhteellisen suurestakin yhteen hitsattavien seinämien välisestä etäisyydestä (välyksestä) huolimatta.

Mittatoleransseihin liittyvät sähköhitsausmuhvien asennusvaikeudet johtuvat tyypillisesti siitä, että muhvin ja putken halkaisijamitat vaihtelevat sallitun välin sisällä ja että joskus tuo sallittu vaihtelu vaikeuttaa yhteensovittamista. Tarvittaessa putken soikeutta täytyy pienentää pyöröstystyökälulla.

Putken halkaisijan ollessa alle DN 250 mm ei putken ja sähköhitsausmuhvin yhteensovittaminen yleensä tuota ongelmia.

VASTAANOTTOTARKASTUS, VARASTOINTI JA HITSAUSPAIKKA

Tee aina vastaanottotarkastus. Tarkista:

- määrä
- SDR-luokka (seinämänpaksuus)
- materiaali
- kunto (tuotteet ovat käyttökuntoisia)
- halkaisija ja pituus
- tulppaus (putkien päät on suljettu)

Varmista myös, että putkissa on
Nordic Poly Mark -laatumerkki.



Estä putkien vaurioituminen varastoinnin aikana:

- säilytä putket alkuperäisissä pakkauksissaan päät tulpattuina (suljettuina)
- käytä aina puhdasta ja tasaisesti putkia tukevaa varastointialustaa
- varmista pinoja tehdessäsi putkien hyvä tuenta sekä alta että sivuilta
- tarkista, että pinon suurin korkeus on enintään 2,6 m

Käytä putkien kuljetuksia ja käsittelyä helpottavaa, kuivaa, riittävän tilavaa ja sään haittavaikutuksilta suojattua hitsauspaikkaa.



SÄHKÖHITSAUKSEN PERIAATTEET

Kaikissa sähköhitsausosissa on sisäänrakennettu metallinen vastuslanka. Kun lanka kytketään virtalähteeseen, se kuumeenee ja sulattaa ympärillään olevan PE-materiaalin. Sulaneen PE-materiaalin lämpölaajeneminen aiheuttaa putken ja sähköhitsausosan välisen hitsauspaineen.

Hitsausliitokselle saadaan hyvä lujuus kun:

- hitsauspinnoista on poistettu lika ja hapettunut pintakerros
- hitsauspinnat ovat kuivat
- liitettävät putket ja sähköhitsausosat täyttävät toleranssivaatimukset ja ovat yhteensopivat
- putken oikea pistosyvyys on varmistettu ja putket ovat kohtisuoraan katkaistuja
- noudatetaan sähköhitsausosan valmistajan määrittämiä hitsaus- ja jäähdytysaikoja
- muhvi on tiukasti kiinnitetty koko hitsaus- ja jäähdytysajan ja putkien suoruus muhviin nähden varmistetaan suuntaustukia käyttäen

Sähköhitsatun muhviiliitoksen on kestävä sekä putken seinämän kohdistuvat säteensuuntaiset että hitsausalueisiin kohdistuvat pituussuuntaiset putkilinjan liikkeiden ja sisäisen paineen aiheuttamat voimat (ks. kuva). PE-putken hitsausliitoksen pitää periaatteessa kestää vähintään yhtä suuria voimia kuin itse PE-putki.



Vastuslankojen lämpö sulattaa hitsausalueiden PE-materiaalin muhvin sisäpinnassa ja putken pistopään ulkopinnassa.

Sulanut PE-materiaali laajenee hieman ja pieni määrä sulaa materiaalia puristuu muhvin kylmävyöhykkeille, joissa se jäähmettyy. Jäähmettynyt PE-materiaali sulkee hitsausalueet. Vastuslankojen edelleen luovuttama lämpö sulattaa lisää PE-materiaalia, joka laajenee ja aiheuttaa sulkeutuneille hitsausalueilla hitsauspaineen.

Hitsauspaine saavuttaa optimiarvonsa hitsausajan lopussa. Sähköhitsausmuhveissa käytetään ilmaisimia, joiden tehtävä on osoittaa hitsauspaineen riittävyys. Käytännössä se voi tapahtua esim. sulan PE-materiaalin puristumisena ulos reiästä tai tapin esiin tulemisena (ks. kuva).

Sähköhitsausmuhvilla on mahdollista liittää toisiinsa myös kahden eri SDR-luokan putket, kun valitaan kummankin putken SDR-luokkaan sopiva muhvi.

SÄHKÖHITSAUSOSAT JA HITSAUSLAITTEISTO

Sähköhitsausosia on monenlaisia (ks. kuva) ja niiden valmistajia on useita. Yleensä osat on valmistettu PE 100 materiaalista ja niitä voidaan käyttää PE 80-, PE 100- ja PE 100 RC -putkien kanssa.



Hitsauslaitteitakin on monenlaisia. Sähköhitsausta tehtäessä on valittava sähköhitsausosalle sopiva hitsauslaitteisto. Lisätietoja saa tarvittaessa osien ja laitteistojen toimittajilta.

Sähköhitsattava porasatula on hitsauspaineen aikaansaamiseksi ensin kiinnitettävä putkeen. Kiinnitys tehdään käyttämällä toisiinsa lukittuvista ylä- ja alaosasta koostuvaa satulamallia tai kiinnittämällä satula erikoistyökalulla (ks. kuva). Ennen hitsausta on varmistettava, että satula on tiiviisti kiinni putkessa.



MERKKAUS JA HAPETTUNEEN PINNAN POISTO

Tarkista sähköhitsausosan merkinnästä, että se on yhteensopiva hitsattavan putken kanssa. Säilytä hitsausosa suojapussissaan putken pinnan poiston ajan ja vältä koskemasta osan hitsattavaa pintaa.

Hitsatessasi suojakuorellista putkea poista suojakuori ja tarpeen mukaan valmistele suojakuoren alta paljastuva pinta hitsausta varten putken valmistajan ohjeiden mukaisesti (ks. kuva).

Hitsattavien putkien ja putkenosien pitää olla kuivat ja puhtaat. Poista lika yhteen liitettäviltä pinnoilta kuivalla ja nukkaamattomalla paperilla tai liinalla.

Muhviliitosta varten merkitse alue, jolta pinta poistetaan. Poista hapettunut pintakerros lastuavalla työkalulla. Käytä putken ympäri pyörivää työkalua (ks. kuva). Pinta poistetaan alueelta, joka on vähintään 10 mm pidempi kuin puolet sähköhitsausmuhvin pituudesta eli liitetyn yhteen ulkopuolelle jää näkyviin poistettua pintaa.

Älä koskaan käytä epätasaisen pinnan aiheuttavia työkaluja (esim. puukkoa, viilaa, hiomapaperia, hiomakonetta tms.) putken hapettuneen pintakerroksen poistamiseen.



Tarkista, että hapettunut pinta on kunnolla poistettu hitsattavien putkenpäiden koko liitosalueelta. Vältä koskemasta työstettyjä pintoja.



PUHDISTUS

Sähköhitsaus onnistuu parhaiten, kun putkien hitsattavat pinnat ovat puhtaat ja kuivat, muhvilla liitettävien putkien päistä on juuri poistettu hapettunut kerros, tarvittavat sähköhitsausosat on juuri otettu suojauspesteistä ja hitsaus tehdään viivyttämättä.

Hitsauspintojen kuivan puhdistuksen lisäksi saatetaan joskus tarvita kosteapyyhintää. Kosteapyyhintä on syytä tehdä, jos pinnat likaantuvat esim. kosketuksesta tai työstetyt putkien pinnat tai muhvin sisäpinta hapettuvat. Isojen putkien sähköhitsauksessa putkien pinnan poisto saattaa kestää niin kauan, että poiston aikana ehtii tapahtua pinnan hapettumista ja likaantumista ja hitsauspintojen kosteapyyhintä on sen takia tarpeen.

Kosteapyyhintä tehdään erityisillä tähän työhön tarkoitetuilla puhdistusliinoilla tai asetonilla käsien suojauksesta huolehtien tai teknisellä etanolilla sekä nukkaamattomalla paperilla.

Kosteapyyhinnän jälkeen on varmistettava, että pinnat ovat silmin nähten kuivat (huom. älä kokeile kuivuutta koskemalla pintoihin) ennen hitsausosien asennusta ja hitsausta. Tärkeää on myös muistaa pyyhintäkosteuden haihtumisen hidastuminen kylmällä säällä.



PISTOSYVYYDEN MERKKAUS JA SÄHKÖHITSAUS- OSAN ASENNUS

Sähköhitsausosat pitää aina säilyttää suljetuissa pusseissaan, kunnes hitsaus aloitetaan. Varmista, että otettuasi hitsausosan suojapussistaan voit asentaa sen viivyttelämättä paikalleen.

Muhvin sähköhitsausta varten mittaa aluksi muhvin koko pituus poistamatta muhvia suojapussistaan ja merkkää kummankin putken päähän puolet muhvin pituudesta (ks. kuvat).

Pidä putkien hitsattavat pinnat kuivina ja puhtaina sekä valmistaudu hitsaamaan mahdollisimman pian valmisteltuasi putkien päät hitsausta varten.

Suojakuorellisia PE-putkia hitsattaessa suojakuoret on poistettava. Muut valmistelevat toimenpiteet tehdään putken valmistajan ohjeiden mukaan ja hitsaus suoritetaan mahdollisimman pian suojakuorien poistamisen jälkeen.

Asenna hitsausosa paikalleen vasta, kun tiedät voivasi tehdä myös hitsauksen kerralla valmiiksi.

Varmista, että putkien pistopäät menevät oikealle syvyydelle muhvin sisään (ns. pohjaan asti).

Asenna putkien suuntaustuet siten, että putkien ja muhvin välille ei tule jännityksiä aiheuttavaa kulmapoikkeamaa.



HITSAUS

Kytke sähköhitsausosa hitsauslaitteistoon.

Hitsausarvot asetetaan hitsauslaitteiston ohjeiden mukaan joko viivakoodilla automaattisesti tai manuaalisesti.

Isoilla sähköhitsausmuhveilla on joskus kaksi viivakoodia. Ensimmäinen määrittää muhville ja putkelle esilämmityssajan pienentämään putken ja muhvin hitsattavien seinämien välistä etäisyyttä (välystä). Näin autetaan hitsauspaineen syntyä. Esilämmityksen päätyttyä luetaan toinen koodi ja hitsaus alkaa.

Hitsattavaan putkeen, hitsausosaan tai hitsausilmaisimiin (ks. kuva) ei saa koskea hitsauksen aikana.

Hitsausta on valvottava koko hitsauksen ajan.



JÄÄHDYTYS

Hitsauksen jälkeen alkaa jäähdytys ja hitsauslaitteiston kaapelit voidaan irrottaa erityistä varovaisuutta noudattaen.

Suuntaustukien käyttöä jatketaan koko jäähdytyksen ajan.

Jäähdytysaikana käytetään sähköhitsausosan valmistajan määrittämää kyseisen osan sähköhitsauksen jäähdytysaikaa.

Hitsattavaan putkeen, hitsausosaan tai hitsausilmaisimiin (ks. kuva) ei saa koskea jäähdytyksen aikana.

Jäähdytysajan päätyttyä suuntaustuet poistetaan ja hitsaus tarkastetaan varmistamalla, että:

- hitsausilmaisimet ovat toimineet
- vastuslankoja ei ole tullut näkyviin
- sulaa PE-materiaalia ei ole puristunut ulos muualta kuin mahdollisesta hitsausilmaisimen reiästä

Jos jokin edellä mainituista onnistuneen hitsauksen merkeistä ei täyty, selvitä mahdollinen sähköhitsausosan toimintaan liittyvä ongelma osan valmistajan kanssa.

Merkitse hitsausliitos hitsauksen päivämäärällä, hitsaajan tunnuk-sella ja jäähdytysajan päättymisen kellonajalla.

Lopullisen lujuutensa liitos on saavuttanut jäähdyttyään ympäristön lämpötilaan.



HITSAUSTYÖN LAADUNVARMENNUS

Hitsausliitoksen täysin luotettavan laadun tarkastuksen pystyy tekemään vain ns. rikkovalla testauksella, jolloin koko hitsausliitos leikataan irti ja koestetaan murtoon asti.

Isot sähköhitsausosat ovat kalliita eikä niitä sen takia yleensä koesteta. Edullisemmilla pienillä hitsausosilla ja laajojen sähköhitsautöiden yhteydessä on suositeltavaa tehdä koehitsattujen liitosten rikkova testaus ennen töiden aloittamista.

Sähköhitsauksen epäonnistumisen syy on yleensä työvirhe. Koehitsauksilla voidaan varmistua oikeista työmenetelmistä ja työtapojen (mm. huolellisuuden ja puhtauden) riittävästä tarkkuudesta sekä hitsausosien ja parametrien toimivuudesta.

Laadunvarmentajan tulee huomioida mahdollisten koehitsaus-tulosten lisäksi ainakin seuraavat seikat:

- hitsausolosuhteet (onko hitsauspaikka riittävän kuiva ja tilava sekä sään häiritseviksi suojattu?)
- putkien päiden sulkeminen/tulppaus (onko käytetty koko ajan?)
- hitsausilmaisimien toiminta (ovatko toimineet?)
- hitsausliitosten siisteys (ei ulos pursuneita PE-materiaalia tai näkyviä vastuslankoja)
- hitsausliitoksen suoruuus (ei kulmapoikkeamaa)
- hitsausliitosten merkinnät (onko tehty?)
- putken ympäri pyörivän pinnanpoistotyökalun käytön jäljet liitoskohdan vieressä
- pistosyvytyden merkinnät putkessa liitoskohdan vieressä
- hitsaajan pätevytyden osoittavat dokumentit

LOPUKSI

Hitsaustyön kokonaisvaltaiseen laatuun ja laadunvarmennukseen sisältyvät myös jälkityöt:

- hitsauspaikan siistiminen työn jälkeen
- muovijätteen toimittaminen soveltuvin osin kierrätettäväksi ja energiana hyödynnettäväksi

Tässä oppaassa esitetyt ohjeet ovat Muoviteollisuus ry:n putkijaoston jäsenyritysten antamia ja soveltamia. Opas pohjautuu Nordiska Plaströrgruppenin (NPG Nordic) "Elektrosvetsning av PE-rör" julkaisuun ja suomalaiseen käytäntöön. Oppaan sisältö on päivitetty vuonna 2023.

Hitsaustöissä tulisi käyttää vain päteviä muoviputkistohitsaajia.

Hitsaajien pätevyintijärjestelmää hallinnoi ja rekisteröintiä valvoo Muoviteollisuus ry:n putkijaosto.



MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation

www.plastics.fi

PIPELIFE

www.pipelife.fi

uponor

www.uponor.com