

Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamishjeet

Suositus L11/2013

Päivitetty 30.1.2018

- 2Mpuk- ja Mpuk-kanavan tyyppiirustukset uusittu (sivut 45 ja 46)
- viittaukset standardeihin ja muihin ET:n julkaisuihin päivitetty liite 1)



Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet

Päivitetty 30.1.2018

- *2Mpuk- ja Mpuk-kanavan tyyppiirustukset uusittu (sivut 45 ja 46)*
- *viittaukset standardeihin ja muihin ET:n julkaisuihin päivitetty liite 1)*

Tässä suosituksessa on esitetty kaukolämpöjohtojen suunnittelua ja rakentamista koskevat yleistasoiset ohjeet, keskittyen kiinnivaahdotettuun teräsputkirakenteeseen. Ohjeet koskevat sekä yksi- että kaksiputkirakennetta, ellei ko. kohdassa ole toisin mainittu. Suositus on tarkoitettu raamiksi, jonka pohjalta jokainen voi rakentaa omat ohjeensa ja menettelynsä paikallisiin olosuhteisiin soveltuen. Tarkoitus on kuitenkin kehittää ja yhtenäistää kaukolämpöyritysten verkonrakennustoimintaa.

Ohjetta täydentävät alan standardit ja Energiateollisuus ry:n (ET) suositukset ja raportit. Standardit ja suositukset, joihin tämä suositus pohjautuu ja joihin suosituksessa on viitattu, on luetteloitu liitteessä 1.

Tämä ohje ei korvaa valmistajien suunnittelu- ja asennusohjeita, joiden antamia yksityiskohtaisempia ja tuotekohtaisempia ohjeita ja menettelyjä on rakentamisessa syytä aina noudattaa.

Ohjeen on laatinut lämmönjakelutoimikunta, ja se korvaa vastaavanimisen raportin L11/2003.

Suositukselta sovelletaan kaukolämpöverkon suunnittelussa ja rakentamisessa vuoden 2014 alusta alkaen.

Lämmönjakelutoimikunta:

Puh.joht.	Reima Lassila Juhani Aaltonen Janne Arko Jouko Miettinen Heikki Ojansuu Jyrki Parpola Harri Muukkonen Olli Uotila Mikko Vesterinen	Kuopion Energia Liikelaitos Helsingin Energia Oy Turku Energia - Åbo Energi Ab Savon Voima Oyj Vantaan Energia Oy Tampereen Kaukolämpö Oy Pöyry Finland Oy Turun Asennus- ja luokkahitsarit Oy Oulun Energia
Sihteeri	Veli-Pekka Sirola	Energiateollisuus ry

KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN SUUNNITTELU- JA RAKENTAMISOHJEET

SISÄLTÖ

sivu

A. SUUNNITTELU

1 Suunnittelu- ja mitoitusperiaatteet	5
1.1 Yleistä	5
1.2 Verkon yleissuunnittelu	5
1.3 Johtojen virtaustekninen suunnittelu ja mitoitus	6
1.3.1 Liittymisjohdot (talojohdot)	6
1.3.2 Runkojohdot	6
1.4 Johtojen lujuustekninen suunnittelu ja mitoitus	7
1.5 Asennusmenetelmät	7
1.5.1 Kitkakiinnitetty asennus	7
1.5.2 Kompensoitu asennus	8
1.5.3 Yhdistelmät ja muunnelmat	8
2 Putkijärjestelmät	8
2.1 Kiinnivaahdotettu putkijärjestelmä	8
2.1.1 Yksiputkirakenne 2Mpuk	9
2.1.2 Kaksiputkirakenne Mpuk	9
2.1.3 Teräsputki	9
2.1.4 Suojakuori	9
2.1.5 Eristys	9
2.1.6 Elektroninen valvontajärjestelmä	9
2.1.7 Liitosrakenteet	10
2.1.8 Laadunvalvonta	10
2.1.9 Työmaalla valmistettavat osat	10
2.2 Joustavat putkijärjestelmät	10
2.2.1 Yleistä	10
2.2.2 Metalliputkijärjestelmät	11
2.2.3 Muoviputkijärjestelmät	11
2.3 Muut putkijärjestelmät	11
3 Suunnitteluohjeet	11
3.1 Lämpöliikkeen vastaanotto ja kompensointi	11
3.1.1 Kompensointitavat	12
3.1.2 Lämpöliikkeen tilajärjestelyt	12
3.2 Kiintopisteet	13
3.3 Betonirakenteet	13
3.4 Suunnanmuutokset	13
3.4.1 Yleistä	13
3.4.2 Suunnanmuutos viistesaumalla	14
3.4.3 Suunnanmuutos kulmaelementeillä	14
3.4.4 Suunnanmuutos taivutetulla kaukolämpöputkella	14

3.5 Haaroitukset	14
3.5.1 Yleistä	14
3.5.2 Haaroitus esivalmistetuilla johdonosilla	15
3.5.3 Haaroitus poraamalla	15
3.6 Venttiilit	15
3.6.1 Yleistä	15
3.6.2 Venttiilielementit	15
3.6.3 Tyhjennykset	16
3.6.4 Ilmanpoistot	16
3.7 Elementtijatkokset	16
3.8 Läpiviennit	16
3.9 Sähköiset kytkennät	16
3.10 Liittymisjohtojen suunnittelua koskevat lisäohjeet ja menettelyt	16
3.10.1 Sisäjohton eristäminen	17
3.10.2 Huolto ja kunnossapito	17
3.11 Silta- ja tunnelijohtojen sekä vesistöalitusten suunnittelua koskevat erityisohjeet	17
3.11.1 Kaukolämpöjohdot silloissa	17
3.11.2 Tunnelijohdot	18
3.10.3 Vesistöalitukset	19
3.12 Liikenneväylien alitukset	19

B. RAKENTAMINEN JA ASENNUS

4 Maarakennus	20
4.1 Yleistä	20
4.2 Katselmukset	21
4.3 Kaivanto	21
4.4 Johtoalusta	21
4.5 Salaojitus	22
4.6 Betonityöt	22
4.6.1 Kiintopisteet	22
4.6.2 Haarajohdot	22
4.6.3 Erillisvalukohdat	23
4.6.4 Teräsbetonin purkaminen	23
4.6.5 Läpiviennit	23
4.7 Kaivot	23
4.7.1 Elementtikaivot	23
4.7.2 Maaventtiilikaivot	23
4.7.3 Rengaskaivot	23
4.7.4 Paikallavaletut kaivot	23
4.8 Sillat	24
4.9 Johdot ja kaapelit	24
4.10 Lopputäyttö	24
4.11 Johtojen merkintä	25
4.12 Päällysteen ja pinnan ja entisöinti	25
4.13 Muut maarakennustyöt	25
4.13.1 Massanvaihdot ja siirtymäkiilat	25
4.13.2 Liikenneväylien ja vesistöjen alitukset	26
5 Putkiasennus	26
5.1 Yleistä	26
5.2 Elementtien käsittely ja varastointi	26
5.3 Elementtien käsittely kylmässä $T < 0\text{ °C}$	27
5.4 Putkiasennus	27
5.4.1 Yleistä	27
5.4.2 Mpuk- ja 2Mpuk-elementtijohto	27

5.5 Virtausputkien yhteen liittäminen	28
5.5.1 Teräsputket	28
5.5.2 Kupariputket	28
5.5.3 Muoviputket	29
5.5.4 Ruostumattomat teräsputket	29
5.6 Putkiston huuhtelu	29
5.7 Johtojen liitokset	29
5.8 Pääteholkit	29
5.9 Esijännitys	30
5.10 Paineet	30
5.11 Esilämmitys	30
5.12 Hälytyslangat	30
 6 Käytössä olevat kaukolämpöjohdot	 30
6.1 Putken katkaisu	30
6.2 Haaroitus porausmenetelmällä	31
6.3 Kaivu olemassa olevan kaukolämpöjohdon läheisyydessä	31
6.4 Vanhojen kaukolämpöjohtojen korjaus ja poisto	32
 7 Laadunvarmistus	 32
7.1 Yleistä	32
7.2 Laatusuunnitelma	32
7.3 Koestukset, testit ja tarkastukset asennustyön yhteydessä	33
7.3.1 Elementit ja valmisosat	33
7.3.2 Virtausputket	33
7.3.3 Suojaputkisaumaukset	35
7.3.4 Liitoseristykset	35
7.3.5 Kosteudenvälvontajohtimet	36
7.4 Työnaikainen valvonta	36
7.5 Dokumentointi	37
7.5.1 Yleistä	37
7.5.2 Laatu-, pätevyys- ja auktorisointitodistukset ja -asiakirjat	37
7.5.3 Testaus- ja tarkastuspöytäkirjat ja -dokumentit	37
7.5.4 Piirustukset	37
7.6 Rakennetun johdon vastaanotto	38
7.7 Johdon käyttöönotto	38
 LIITTEET	
Liite 1 Viitestandardit ja -julkaisut	39
Liite 2 ET:n tiedote L132/2011 "Teräsputken hitsien tarkastusmenettelyt ja -vaatimukset kaukolämpöjohtotyömailla"	42
 TYYPPIPIIRUSTUKSET	
Kaivannon mitat paisuntakulmissa (piirustus nro ET - 255 A)	44
2Mpuk-johto. Tyypipiirustus. Kanavan poikkileikkaus (piirustus nro ET - 119 E)	45
Mpuk-johto. Tyypipiirustus. Kanavan poikkileikkaus (piirustus nro ET - 114 D)	46

KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN SUUNNITTELU- JA RAKENTAMISOHJEET

A SUUNNITTELU

1 Suunnittelu- ja mitoitusperiaatteet

1.1 Yleistä

Suomessa kaukolämpöverkot rakennetaan käyttäen 2-putkijärjestelmää, joka toimii lämminvesialueella (menovesi max. 120 °C). Mitoituspaine on 1,6 MPa. Käyttöaineena on käsitelty kaukolämpövesi, ominaisuudet ET:n suosituksen KK3 mukaiset.

Kaukolämpöverkon mitoitusperusteena on mahdollistaa tuotantolaitokselta/-laitoksilta kulutusalueelle kussakin käyttötilanteessa siirrettäväksi suunniteltu lämpöteho. Useiden tuotantolaitosten syöttämässä verkossa erityisesti laitosten välisten johtojen mitoitus määräytyy osakuormitustilanteissa, jolloin osa laitoksista on poissa käytöstä.

1.2 Verkon yleissuunnittelu

Kaukolämpöverkon yleissuunnittelussa ja mitoituksessa lähtökohdan muodostavat selvitykset ja päätökset kaukolämpöön liitettävistä alueista, näiden tehontarpeesta ja sen ajallisesta kehitymisestä sekä tuotantolaitosten sijainti, teho ja rakentamisen ajoitus. Yleisperiaatteena on, että verkon osat mitoitetaan ajattelun niiden toimintaa tulevassa, "lopullisessa" verkossa.

Suunnittelussa on selvitettävä muiden yritysten ja laitosten maanalaiset ja maanpäälliset johdot, laitteet, rakenteet ja kasvillisuus sekä huolehdittava riittävästä sijoitusetäisyydestä niihin. Myös Museoviraston vaatimukset tulee historiallisesti arvokkailla alueilla huomioida. Kaukolämpöjohdot pyritään, mikäli mahdollista, asentamaan vähintään 0,2...0,5 m etäisyydelle muista johdoista.

Verkon yleissuunnittelussa sekä siirtojohtojen ja yleensä jakelujohtojen mitoituksessa huomioidaan ko. alueen nykyisen tehontarpeen lisäksi kaavoituksen ym. suunnitelmien pohjalta myös tulevat tarpeet esim. 10 - 15 vuoden tähtämellä. Tosin verkkoa ei välttämättä kannata rakentaa näin pitkällä tähtäimellä, vaan siirtokapasiteettia voidaan myöhemmin lisätä esim. rakentamalla välipumppuasema tai lisäyhteys.

Verkkojen suunnittelua, mitoitusta ja laskentaa varten on käytettävissä tätä varten kehitettyjä simulointi- ja laskentaohjelmia. Näitä ohjelmia tulisi aina hyödyntää etenkin laajemmissa ja silmukoiduissa verkoissa.

On suositeltavaa, että kriittisissä ja hankalissa kohteissa, kuten runkolinjoissa sekä vesistö- ja tienalituksissa johdot varustetaan hälytyslangoilla.

1.3

Johtojen virtaustekninen suunnittelu ja mitoitus

Verkon mitoitukseen vaikuttavat tekijät:

- rakennusten ominaistehontarve W/m^3
- sopimusvesivirta m^3/h
- johto-osuuden painehäviö, bar/km
- meno- ja paluuveden lämpötilaero mitoitusilanteessa (mitoitavassa käyttötilanteessa)
- johdon sijainti verkossa
- rakennettavan johdon lähtöpisteessä käytettävissä oleva paine-ero epäedullisimmassa käyttötilanteessa

Yleissuunnittelusta sekä siirto- ja jakelujohdoista poiketen liittymisjohtojen sekä pienten jakelujohtojen mitoituksessa huomioidaan vain olemassa oleva ja suurella varmuudella toteutuva rakennuskanta. Lähtökohtana mitoituksessa on verkossa ko. johdon lähtöpisteessä vallitseva paine-ero sekä se, että kaukaisimmallekin asiakkaalle taataan vähintään 60 kPa (0,6 bar) paine-eroa.

Verkon mitoitus suoritetaan tapauskohtaisesti mitoittavan käyttötilanteen, pääsääntöisesti huippukulutustilanteen mukaisesti.

Johtojen mitoituksen määrää kierrätettävä vesivirta. Tämä taas riippuu johdon kautta siirrettävästä lämpötehosta sekä meno- ja paluuveden välisestä lämpötilaerosta. Koska tarvittava lämpöteho on annettu eikä siihen kaukolämpöyrittäjä voi juurikaan vaikuttaa, on tarkoituksenmukaista pyrkiä saamaan ΔT eli veden jäähtymys niin suureksi kuin mahdollista virtauksen ja siten putkidimensioiden pienentämiseksi.

1.3.1

Liittymisjohdot (talojohdot)

Asiakkaiden lämmityksen ja ilmanvaihdon huipputehon ja käyttöveden lämmityksen tarvitsema vesivirta määräävät johdon mitoituksen.

Normaalisti $\Delta T = 50 \dots 70$ °C. Erikoistapauksissa (prosessilämpö, matalalämpötilaverkot) ΔT voi olla matalampi.

Mitoituspainehäviö:

- yleisesti 4 bar/km johtoa
- verkon latvaosille 2 bar/km johtoa

Lähellä syöttöpistettä talojohdon painehäviö voi olla suurempi kuin latvaosilla, koska alkupään haarojen painehäviö ei lisää pumppauksen painehäviöitä (huom.: verkossa syöttöpiste voi muuttua).

1.3.2

Runkojohdot

Alueen lasketun ja/tai ennakoitun huipputehon tarvitsema vesivirta määrää verkon mitoituksen.

Mitoitusteho \emptyset_{mit} saadaan, kun alueen kiinteistöjen yhteenlaskettu liittymisteho \emptyset_{kok} kerrotaan samanaikaisuuskertoimella

$$\emptyset_{mit} = (0,7 \dots 1,0) \times \emptyset_{kok}$$

$$\Delta T = 40 \dots 50 \text{ °C.}$$

Peruskuormalaitoksilta lähtevät siirtojohdot mitoitetaan väljemmin pienemmällä, esim. 30 °C:een lämpötilaerolla, jotta huippulaitosten ollessa pois käytöstä peruskuormalaitoksen teho saadaan syötetyksi pitemmälle verkkoon.

Mitoituspainehäviö:

- yleensä 2 bar/km johtoa
- poikkeustapaukset 4 bar/km johtoa

1.4

Johtojen lujuustekninen suunnittelu ja mitoitus

Teräsputkien mitat muuttuvat lämpötilan mukaan. Pituussuunnassa lämpötilan muutos aiheuttaa putkeen lineaarisen muutoksen, mikäli putkeen ei vaikuta ulkopuolisia voimia. Lämpötilamuutosten aiheuttamat kuormitukset pääasiassa määrittävät johdon lujuusteknisen mitoituksen sekä asennusmenetelmän em. kuormitusten ja lämpöliikkeiden kompensoinnin suhteen.

Johtojen lujuustekninen suunnittelu ja mitoitus tehdään valmistajien suunniteluohjeiden mukaisesti.

Vapaasti liikkuvan putkiston ja kiinnivaahdotetun johtorakenteen liitoksissa on huomioitava vapaasti liikkuvan putkiston lämpöpiteneminen. Kiinnivaahdotetun johdon tukivoimat eivät saa kohdistua vapaasti liikkuvaan putkistoon eivätkä sen tukirakenteisiin.

Esimerkkejä liitosrakenteista on ET:n suosituksessa L7.

1.5

Asennusmenetelmät

Kiinnivaahdotetussa elementtijärjestelmässä suojakuori, lämpöeristys ja virtausputki muodostavat kokonaisuuden.

Elementtiasennus suoritetaan ns. kitkakiinnitettynä asennuksena. Liikkuvista putkijärjestelmistä periytyneitä ns. kompensoitua asennusmenetelmää käytetään enää vain erikoisolosuhteissa (tunnelit, sillat...).

1.5.1

Kitkakiinnitetty asennus

Menetelmä merkitsee, että putki ottaa käytön aikana lämpötilamuutosten aiheuttamat kuormitukset vastaan virtausputkeen syntyvien jännitysten muodossa (ns. "no comp"-järjestelmä) sekä rajoitettuna lämpöliikkeinä kulmakohdissa.

Menetelmä merkitsee, että:

- mitään erityisiä lämpöliikkeen kompensointielimiä ei tarvita
- pienet aksiaaliset lämpöliikkeet huomioidaan laajennuskohdissa
- lämpöliikettä vastaanottavia materiaaleja tai tilajärjestelyjä tarvitaan ainoastaan erikoistapauksissa
- kaukolämpöjohto on suurimmalta osin liikkumattomana (kitkakiinnitetyllä osuudella)
- kitkakertoimen vaihtelun ei tarvitse olla tiedossa
- asennussyvyyden vaihtelulla ei ole merkitystä
- kiintopisteitä tarvitaan vain erikoistapauksissa

1.5.1.1

Esilämmitetty asennus

Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot on suositeltavaa asentaa esilämmitettynä aina kun se on mahdollista.

Kaukolämpöjohto esilämmitetään avoimessa kaivannossa ennalta määriteltyyn ns. kiinnityslämpötilaan. Sen jälkeen kaivanto täytetään. Teräsputki ottaa tällöin jännityksinä vastaan lämpötilan muutoksista aiheutuvat voimat. Jännitykset rajoitetaan sallittuihin arvoihin (teräksen myötöraja varmuuskertoimella jaettuna) siten, että kiinnityslämpötila sovitetaan käyttölämpötilan vaihteluväliin.

Esilämmitys tapahtuu ennen saumausta siten, että virtausputki saa oikean lämpötilan jatkosten vaahdotustilanteessa. Esilämmityslämpötila tulee aina ilmoittaa kaukolämpöputkiston suunnittelijan toimesta. Yleinen sääntö on, että esilämmityslämpötila on n. 50 °C matalampi kuin suurin käyttölämpötila.

Suunnitelmissa tulee huomioida esilämmityksen vaatimat liikevarat kaivannossa.

1.5.1.2

Kylmäasennus

Erikoistapauksissa (tienalitukset, esiasennukset, pienet lyhyet johdot) voi kitka-kiinnitetty asennus ilman esilämmitystä - ns. kylmäasennus - tulla kyseeseen.

Esilämmityksen poisjättämisen ja kylmäasennuksen mahdollistaa väsymiseen perustuva lujustechninen mitoitus. Menetelmässä määrävänä tekijänä on jännitysvaihtelujen koko ja lukumäärä. Tietyissä rajoissa hyväksytään myös myötörajan ylittävät jännitykset teräsputkessa.

1.5.2

Kompensoitu asennus

Menetelmän mukaan etäisyys johdon ns. vapaasta päästä johto-osuuden keskipisteeseen tietyllä johto-osuudella rajoitetaan enintään kitkapituuteen. Menetelmässä johto varustetaan kompensointielimillä, kuten paljetasaimilla ja kiintopisteillä. Lämpötilamuutosten aiheuttamat kuormitukset puretaan kiintopisteiden ohjaamana kompensointikohtien liikkeiksi. Menetelmää käytettäessä kaivanto voidaan täyttää johtoa esilämmittämättä.

Tätä vapaasti liikkuvista putkijärjestelmistä periytynyttä asennusmenetelmää käytetään enää vain erikoisolosuhteissa.

1.5.3

Yhdistelmät ja muunnelmät

Erikoistapauksissa (esim. kahden kiinteän pisteen väliin asennettavassa johto-osuudessa) on syytä käyttää asennuksessa ns. kertatasainta ja esilämmitystä.

Käytännössä samassa verkossa tai johtolinjassa voi esiintyä eri asennustapoja tai näiden variaatioita. Tietyn johdon asennustavat ja lämpöliikkeen kompensointijärjestelyt on tarpeen tietää ja tuntea, kun johtoa myöhemmin jatketaan, perusparannetaan tai korjataan.

2

Putkijärjestelmät

2.1

Kiinnivaahdotettu putkijärjestelmä

Kiinnivaahdotetulla putkijärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jossa polyuretaanieristeellä on kiinteästi liitetty yhteen teräksinen virtausputki ja polyeteenisuojakuori. Putkielementit toimitetaan kankitavarana.

Lämpötilan muutoksista aiheutuvat kuormitukset otetaan vastaan aksiaalijännityksinä teräsputkeen vastustamalla pituuden muutoksia vaipan ja ympäröivän maan välisen kitkan avulla.

Kiinnivaahdotetut elementit ja valmisosat on valmistettu ET:n suosituksen L1 mukaan. Elementit ja valmisosat voivat olla varustettu kosteudenvälvontajärjestelmän hälytyslangoilla.

Kaikki tässä ohjeessa annetut ohjearvot perustuvat 1,6 MPa (16 bar) maksimipaineeseen sekä 120 °C jatkuvaan ja 140 °C hetkelliseen maksimilämpötilaan.

Normaaleissa käyttökohteissa ja -olosuhteissa elementtien ja valmisosien teknisen käyttöiän ja pitkäaikaisen lämpötilakestävyyden tulee olla vähintään 30 vuotta jatkuvassa käyttölämpötilassa 120 °C, vähintään 50 vuotta jatkuvassa käyttölämpötilassa 115 °C ja yli 50 vuotta tätä alemmassa käyttölämpötilassa.

Ohjeet koskevat sekä yksi- että kaksiputkirakennetta, ellei ko. kohdassa ole toisin mainittu.

2.1.1

Yksiputkirakenne 2Mpuk

Valmiiksi eristetty rakenne, jossa polyuretaanieristeellä on kiinteästi liitetty yhteen teräksinen virtausputki ja polyeteenisuojakuori, ns. yksiputkielementti.

2.1.2

Kaksiputkirakenne Mpuk

Valmiiksi eristetty rakenne, jossa polyuretaanieristeellä on kiinteästi liitetty yhteen molemmat teräksiset virtausputket ja polyeteenisuojakuori, ns. kaksiputkielementti.

2.1.3

Teräsputki

Virtausputkena käytetään hitsattuja tai saumattomia teräsputkia.

Kaukolämpöjohdoissa käytettävät teräsputket ja -käyrät on määritelty ET:n suosituksessa L1.

2.1.4

Suojakuori

Polyeteenisuojakuorta koskevat vaatimukset on määritelty ET:n suosituksessa L1.

2.1.5

Eristys

Eristys on polyuretaania. PUR valmistetaan sekoittamalla lisäaineita sisältävä polyoliseos isosyanaatin (MDI) kanssa.

Eristeenä käytettävää polyuretaania koskevat vaatimukset on määritelty ET:n suosituksessa L1.

2.1.6

Elektroninen valvontajärjestelmä

Mikäli kiinnivaahdotetun kaukolämpöjohdon kuntoa valvotaan elektronisella kosteudenvälvontajärjestelmällä, varustetaan elementit ja valmisosat hälytysjohtimilla standardin SFS-EN 14419 ja ET:n suosituksen L8 mukaisesti.

2.1.7

Liitosrakenteet

Elementtien jatkokset toteutetaan kutistus-, hitsaus- tai mekaanisina liitoksina. Liitosrakenteita ja -materiaaleja koskevat vaatimukset on määritelty ET:n suosituksessa L2.

2.1.8

Laadunvalvonta

Kiinnivaahdotetut elementit valmistetaan standardien SFS-EN 253, 15698-1, 448 ja 488 sekä ET:n suosituksen L1 mukaan.

Kiinnivaahdotettujen elementtien ja valmisosien laatua valvotaan Euroheat & Powerin ylläpitämän eurooppalaisen ja liitosratkaisujen laatua Muoviteollisuus ry:n (MT) ja ET:n organisoiman kansallisen laadunvarmistus- ja sertifiointijärjestelmän mukaisesti.

2.1.9

Työmaalla valmistettavat osat

Käytettäessä muita kuin tehdasvalmisteisia valmisosia (ns. työmaaosat) tulee näiden tekemiseen käytettyjen teräsosien, suojakuoren, eristyksen ja liitosrakenteiden olla soveltuvin osin kohtien 2.1.3 - 2.1.7 mukaisia.

2.2

Joustavat putkijärjestelmät

2.2.1

Yleistä

Tässä yhteydessä joustavilla järjestelmillä tarkoitetaan sellaisia järjestelmiä, joissa putki on taivutettavissa työmaalla (joko työkalujen kanssa tai ilman), ja jotka joko joustavan rakenteensa tai materiaalin johdosta kykenevät kompensoimaan lämpöliikkeet. Markkinoilla on useita materiaaleiltaan ja rakenteeltaan erilaisia putkijärjestelmiä. Putket toimitetaan pääasiassa erimittaisina kieppeinä.

Joustavia putkijärjestelmiä joko yksi- tai kaksiputkirakenteena on pääasiassa käytetty pienemmissä dimensioissa (DN 20 - 80). Yksityiskohtaisempi informaatio on löydettävissä valmistajien tuotekansioista.

Joustavien putkijärjestelmien vähäisen käytön vuoksi kaukolämmössä ei ET ole niille laatinut suositusta, mutta esieristetyille joustaville putkijärjestelmille on olemassa standardisarja SFS-EN 15632-1, -2, -3 ja -4. Näitä putkijärjestelmiä käytettäessä tulee materiaalien hankinnassa, suunnittelussa ja asennuksessa noudattaa em. standardeja sekä kulloisenkin valmistajan tuotekohtaisia ohjeita.

Joustaville putkijärjestelmille ei toistaiseksi ole kohdassa 2.1.8 mainittua vastaavaa eurooppalaista laadunvarmistus- ja sertifiointijärjestelmää. Ko. johtorakenteita käytettäessä on kuitenkin syytä edellyttää valmistajalta dokumentaatiota materiaalien standardinmukaisuudesta.

2.2.2

Metalliputkijärjestelmät

Virtausputkena voi olla esimerkiksi kylmäviedetty tarkkuusteräs, korrugoitu ruostumaton teräs sekä hehkuttamaton tai hehkutettu kupari. Lämpöeristeenä käytetään polyuretaania ja suojakuorena polyeteeniä. Putket toimitetaan joko kankitavarana tai erimittaisina kieppeinä, mikä mahdollistaa johtoasennuksen ilman jatkossaumoja. Asennusnopeus on perinteistä jäykkää järjestelmää suurempi. Tyypillisiä käyttökohteita ovat talojohdot tai pienet jakelujohdot.

2.2.3

Muoviputkijärjestelmät

Muoviputkien käyttö kaukolämpöjohdoissa on Suomessa ollut vähäistä. Muoviputkien ongelma kaukolämpökäytössä on niiden lämpötilan (max. n. 80 °C jatkuvana ja n. 95 °C hetkellisenä) ja paineen (max. 10 bar) kesto. Virtausputkimateriaalina on usein PEX, joskus PB ja PP. Muoviputken läpi kaukolämpöveeten tapahtuvan happidiffuusion ja toisinpäin tapahtuvan vesihöyrydiffuusion estämiseksi putket pinnoitetaan diffuusionestokerroksella. Eristeenä on useimmiten polyuretaanivaahdot (kova tai puolikova) kiinnivaahdotetussa rakenteessa ja polyuretaani tai vaahdotettu polyeteeni kiinnivaahdottamattomissa rakenteissa. Suojaputkimateriaalina on yleensä PE(LD). Putket toimitetaan erimittaisina kieppeinä ja voidaan asentaa ilman jatkossaumoja, jolloin asennusnopeus on perinteistä jäykkää järjestelmää suurempi. Tyypillisiä käyttökohteita ovat pääverkoon alueellisesti kytketyn ns. matalalämpötilaverkon (esim. pientaloalue) johdot.

2.3

Muut putkijärjestelmät

Maassa on myös runsaasti vanhoja putkijärjestelmiä, kuten betonikanavarakenteita sekä Mpul-rakennetta (mm. ns. Fiskatherm-johtoja), joita ei enää rakenneta. Lisäksi johtoja rakennetaan rakennusten sisään, tunneleihin, siltoihin, vesistöalituksiin ym. erikoisolosuhteisiin. Näitä ei tässä suosituksessa raportissa käsitellä.

3

Suunnitteluohjeet

3.1

Lämpöliikkeen vastaanotto ja kompensointi

Kitkakiinnitettyssä asennuksessa kaukolämpöputket kiinnitetään paikalleen maan kitkan avulla.

Ns. vapaan pään (paisuntakulman) läheisyydessä kitkavoima ei kuitenkaan riitä kumoamaan putken lämpölaajenemisvoimia. Siten vapaa pää ei ole täysin kitkakiinnitetty, vaan "kitkaestetty", mikä tarkoittaa, ettei se ole täysin liikkumaton, vaan voi rajoitetusti liikkua putken lämpötilamuutosten vaikutuksesta.

Tämän tyyppinen liikkuminen täytyy vastaanottaa lämpöliikettä sallivien kompensointielimien tai lämpöliikkeen tilajärjestelyjen avulla.

Lämpöliikkeiden pienentämiseksi suositellaan johtojen esilämmitystä ennen kanaan täyttämistä siten, että kompensointikohdissa ei esiinny jännityksiä n. 70 °C:ssa.

3.1.1 Kompensointitavat

Normaalisti lämpöliike kompensoidaan L- tai Z-kulmilla (ns. luonnollinen kompensointi), erikoistapauksissa myös U-kulmilla ja paljetasaimilla.

Lämpöliikkeen kompensoinnin järjestely esitetään suunnitelmissa. Jos maaperässä olevien odottamattomien esteiden vuoksi kompensointielinten suunniteltua sijoitusta tai L- tai Z-kulman mitoitus täytyy muuttaa, niin ennen muutosten tekoa tulee aina ottaa yhteyttä suunnittelijaan tarkastuslaskennan ja mahdollisen uudelleen sijoittelun vuoksi.

3.1.1.1 L- ja Z-kulmat

L- ja Z-kulmia voidaan valmistaa etukäteen tai koota paikanpäällä. Kompensointiin käytettyjen elementtien lujustekninen mitoitus suoritetaan siten, että elementit pystyvät kompensoimaan tarvittavan lämpöliikkeen.

3.1.1.2 Paljetasaimet

Lähinnä tilasyistä voidaan lämpöliikkeen kompensointiin käyttää kaivon asennettuja paljetasaimia. Tasaimia käytettäessä on tarkkaan huomioitava järjestelmää kuormittavat voimat sekä seurattava valmistajan asennusohjeita.

3.1.2 Lämpöliikkeen tilajärjestelyt

3.1.2.1 Asennus suoraan hiekkatäyttöön

Pääsääntöisesti kaukolämpöjohtojen kulmakohdat asennetaan suoraan ympärystäyttöön ilman erillisiä tilajärjestelyjä. Teoreettiset laskelmat osoittavat tällaisella asennustavalla täydellä kitkapituudella L_f suuria kuormituksia kulmissa, mutta käytännössä ei ongelmia ole havaittu. Käyttöönoton yhteydessä - nostettaessa putken lämpötila asennuslämpötilasta esilämmitys- tai käyttölämpötilaan - syntyvän lämpöliikkeen minimoimiseksi on suositeltavaa suorittaa esilämmitys ennen johdon käyttöönottoa mitoituslämpötilasta riippuen noin 70 °C:een. Käyttöönoton jälkeen käytön aikana esiintyvät lämpöliikkeet ovat suhteellisen pieniä.

Menetelmän käytössä pitää huomioida seuraavat seikat:

- Kompensointikohtien liikkeiden minimoimiseksi tulee kaukolämpöputkien ympärystäyttömateriaalin tiivistäminen suorittaa koko matkalla siten, että kitkakerroin on aina vähintään 0,4
- Mahdollisen kylmäasennuksen yhteydessä suositellaan kompensointikohtien täyttö ja tiivistys suoritettavaksi vasta käyttöönoton jälkeen. Muussa tapauksessa on riski, että polyuretaanieristykseen kohdistuvat kuormitukset kulmakohdissa kasvavat liian suuriksi
- Liikekulmassa liikkumatilan tulee olla noin $2 \times D_u$ (elementin ulkohalkaisija), kun putken pituus on $10 \times D_u$ tai enemmän

Piirustuksessa ET 255 A on esitetty liikkumatilat esilämmitetyille järjestelmille.

3.1.2.2

Paisuntatyyny

Liikkumatilaa voidaan erikoistapauksissa järjestää asettamalla elastista materiaalia, esimerkiksi polyuretaanivaahdotyynyjä johdon lämpöliikealueelle. Tyynyillä täytyy olla riittävä tiheys ja niiden paksuus valitaan siten, että suojaputken pintalämpötila ei ylitä 50 °C.

3.1.2.3

Paisuntatila

Kompensointikohtaan voidaan erikoistapauksissa järjestää liiketilaa myös esim. suojaputkella tai esivalmistetulla tai paikalla valetulla betonirakenteella.

3.2

Kiintopisteet

Normaalisti kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot ovat kitkakiinnitetyjä ja kiintopisteitä ei käytetä. Kiintopiste-elementtejä tulee käyttää harkiten. Kiintopisteen käyttöä voidaan harkita

- kun kyseessä on toisen johdon läheisyys
- kun johdossa on erittäin suuri kallistuma
- kun peitesyvyys johtopituudella vaihtelee
- kun suojakuoren ympärillä on pohjaveden nousemis- tai jäätymisriski
- yli yhden DN-koon dimensiomuutoksissa
- sallittua suuremmissa viistekulmissa
- 30 - 60 ° kulmissa
- muissa mahdollisissa erikoistapauksissa

Kiintopisteet mitoitetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Esilämmitysvaiheessa tulee kiinnitys maahan järjestää peittämällä osia johdosta, jotta liikkeitä voidaan ohjata. Paljetasaimia käytettäessä pitää järjestää kitkapi-tuuden päähän kiintopiste liikkeiden ohjaamiseksi.

3.3

Betonirakenteet

Teräsbetonirakenteet tulee suunnitella 100 vuoden käyttöiälle. Suunnitelmassa tulee esittää betonin rasitusluokka.

3.4

Suunnanmuutokset

3.4.1

Yleistä

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon rakennettavalla alueella oleva nykyinen infra ja tiedossa olevat tilavaraukset sekä välttää tarpeettomia johdon suunnanmuutoksia.

Suunnanmuutokset johtavat aina sivuttaisvoimiin, jotka kasvavat kulmanmuutosten kasvaessa. Tämän vuoksi suunnanmuutoskohtien lähellä täytyy tehdä aina huolellinen tiivistys. Suunnitelmassa esitetään suunnanmuutosten tekeminen, mitoitus ja sijainti. Mikäli suunnitelmaa ei pystytä noudattamaan, tulee muutok-sista neuvotella rakennuttajan valvojan kanssa.

3.4.2

Suunnanmuutos viistesaumalla

Suunnanmuutoksia voidaan toteuttaa tekemällä viistesauama suoraan kaukolämpöputkeen. Lujuusteknisesti sallitaan esilämmitetyille suoralle teräsputkelle suunnanmuutokset, jotka ovat $\leq 7^\circ$. Viistesauvoja ei tulisi tehdä kulmien lähelle putken liikealueelle.

Mikäli on tarve tehdä suurempia suunnanmuutoksia, voidaan jakaa suunnanmuutos useille viistesauvoille, joista jokainen on pienempi kuin 7° .

3.4.3

Suunnanmuutos kulmaelementeillä

Suunnanmuutoksilla, jotka ovat 15° - 30° ja 60° - 75° , suositellaan käytettäväksi valmiita kulmaelementtejä. Näissä tapauksessa sivuttaisvoimat vastaanotetaan huolellisella esitäytöllä, jotta nurjahtamisvaara vältetään. Osana lämpöliikkeen kompensointia näitä kulmia ei voida käyttää. Kulmaelementtejä $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ ei suositella lainkaan käytettäväksi ilman kulman molemmin puolin sijoitettua kiintopistettä.

L- ja Z-kulmissa tulee lämpöliike huomioida kohdan 3.1.2 mukaisesti.

3.4.4

Suunnanmuutos taivutetulla kaukolämpöputkella

Taivuttamalla kaukolämpöputkea voidaan suunnanmuutos tehdä suhteellisen suurella säteellä. Kaari saadaan aikaan taivuttamalla yhteen hitsattua putkea kaarelle asennettaessa sitä kaivantoon. Tasaisen kaaren takaamiseksi sekä suo- jakuoren ja eristyksen vahingoittumisriskin välttämiseksi tulee kaaren säteen suuruus olla vähintään 500 x teräsputken halkaisija. Taivutetulla putkella aksiaalijännitys kaarella säilyy suurelta osin muuttumattomana ja maan sivuttais- vastuksen aiheuttamat taivutusjännitykset jäävät pieniksi huolellisesti suoritetu- la tiivistyksellä. Siten kitkakiinnitetty asennustapa aksiaaliliikkeiden suhteen säi- lyy.

Käyttämällä esitaivutettua elementtiputkea (kaariputki) voidaan saada aikaan pienempi säde. Esitaivutettua elementtiputkea tehdään normaalista putkiele- mentistä taivuttamalla ne elementtitehtaalla tai työmaalla. Työpaikalla tapahtu- va taivutus tehdään elementtitoimittajan ohjeen mukaisesti.

3.5

Haaroitukset

3.5.1

Yleistä

Haaroituksia ei saa tehdä lämpöliikkeen kompensointikohtien lähelle ilman eri- tyistoimia. Tämän vuoksi suunnitelmassa tulee esittää haaroitusten tekotapa, mitoitus ja sijoitus.

Haaraputki tulee hitsata runkoputkeen. Haaraa ei saa istuttaa runkoputken si- sään.

Kylmäasennuksessa haarat voidaan joutua vahvistamaan seinämänpaksuutta li- säämällä tai vahvistuslevyllä.

Haaroituksissa siirtyy voimia runko- ja haarajohdon välillä. Näiden voimien vähentämiseksi tehdään pitkissä (>6 - 12 m riippuen haaraputken dimensiosta) haarajohdoissa aina Z-kulma haaraan lähelle runkojohtoa. Jos Z-kulmaa ei voida käyttää, niin yli 12 m haarajohdoissa on käytettävä vahvistettuja haarakappaleita. Kaksiputkirakenteella Z-kulmaa ei kuitenkaan tarvita.

3.5.2

Haaroitus esivalmistetuilla johdonosilla

Haaroitus tehdään kokonaan tai osittain esivalmistetuista johdonosista.

Yksiputkirakenteen haaroituksen suunnittelussa tulee huomioida runkojohdon riittävä asennussyvyys haarakohdan tarvittavan peittosyvyyden varmistamiseksi.

Haaroitusta ei suositella tehtäväksi alta ottona kuin poikkeustapauksissa, sillä mahdolliset epäpuhtaudet pääjohdossa kulkeutuvat ja jäävät haaroituskohtaan.

3.5.3

Haaroitus poraamalla

Haaroitus käytössä olevaan kaukolämpöjohtoon tehdään pääsääntöisesti poraamalla.

Poraus suoritetaan laitevalmistajan ohjeiden ja ET:n suosituksen L6 mukaan.

3.6

Venttiilit

3.6.1

Yleistä

Venttiileitä käytetään kaukolämpöverkossa linjasulkuina, ilmanpoistoon, ohitukseen ja tyhjennykseen. Venttiilit ovat ET:n suosituksen L4 mukaisia.

Venttiilien sijoituksessa on huomioitava voimat ja liikkeet, jotka voivat vaikuttaa venttiiliin ja kaukolämpöjohtoon. Tämän vuoksi sijoitussuunnitelmaan tehtävistä muutoksista tulee aina sopia yhdessä rakennuttajan valvojan kanssa. Venttiilin läheisyyteen ei suositella tehtäväksi viistekulmia, minimietäisyys on 12 m.

Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit asennetaan tarvittaessa johdon korkeimpiin tai vastaavasti matalimpiin kohtiin. Mikäli mahdollista, tulee ilmanpoistot sijoittaa liittymisjohtoon kaukolämpökeskuksessa tai asiakkaille. Tyhjennyskohdat voidaan jättää pois, kun tyhjennysmäärä on pieni, tai jos tyhjennys voidaan tehdä esimerkiksi ilmanpoistoista tai jälkikäteen poraamalla.

Venttiiliä ei tulisi suunnitella linjan alimpaan kohtaan, koska putkeen mahdollisesti kertyvä epäpuhtaus voi vaurioittaa venttiiliä sulkutilanteessa. Lämpäventtiilit tulee suunnitella asennettavaksi kallistettuna vähintään 30 astetta karan pystyasennon suhteen. Lähemmin venttiilien sijoittelun ja käytön ohjeita on esitetty ET:n suosituksessa KK11.

3.6.2

Venttiilielementit

Venttiilielementit ovat suosituksen L1 mukaisia.

Venttiilielementit asennetaan suoraan maahan ja varustetaan maaventtiilikaivolla. Suunnitelmissa tulee huomioida venttiilien käytettävyyden ja suojaetäisyydet rakenteista, myös painumien suhteen.

3.6.3 Tyhjennykset

Maahan asennetut tyhjennykset voidaan tehdä esivalmistetuista yhdistelmäventtiileistä, tai paikalla rakennettavista kokonaisuuksista. Jäätymisriskin vuoksi tulee kaukolämpöjohdon ja venttiilin välisen etäisyyden olla niin pieni kuin mahdollista.

Jos sulkuventtiilit asennetaan kaukolämpökaivoon, asennetaan sinne myös tyhjennykset.

3.6.4 Ilmanpoistot

Maahan asennetut ilmanpoistot tehdään periaatteessa samalla tavalla kuin tyhjennykset.

3.7 Elementtijatkokset

Jatkospaketti sisältää kaikki ne komponentit, jotka kuuluvat ko. jatkosmenetelmään, toisin sanoen suojakuoren jatkossaumauksen (-hitsauksen), lämpöeristyksen ja mahdollisen hälytysjohtojen liittämisen. Markkinoilta löytyy useita vaihtoehtoja seuraavista perusjatkosjärjestelmistä:

- hitsausliitos
- kutistusliitos
- mekaaninen liitos

3.8 Läpiviennit

Läpivientiä tehtäessä tulee kaivoissa ja perusseisissä käyttää erityisiä läpivientirakenteita. Jos kaukolämpöjohdossa sallitaan lämpötilan muutoksista johtuvia liikkeitä, tulee läpivienti rakentaa siten, että johto voi vähän liikkua läpiviennin tiiveyden muuttumatta.

Maan painumariskin takia kannattaa johtoon asentaa Z-kulma läpiviennin ulkopuolelle lisäämään johdon joustavuutta. Z-kulman käytössä on myös se etu, että lämpötilan muutoksesta aiheutuvat liikkeet eivät siirry läpivientiin eivätkä kitkavoimat kuormita seinää tai talon muita rakenteita.

3.9 Sähköiset kytkennät

Liitettävien kiinteistöjen maadoitusten toimivuus tulee tarkastaa. Tarvittaessa voidaan liitosjohtotöiden yhteydessä sähköturvallisuus varmistaa putken päiden välisellä sähköisellä ohituskytkennällä.

3.10 Liittymisjohtojen suunnittelua koskevat lisäohjeet ja menettelyt

Liittymisjohdon suunnittelussa on huomioitava seuraavat asiat:

- selvitetään suunniteltavan johdon sijainnin maanomistustilanne ja hankitaan tarvittaessa lupa rakentamiseen
- selvitetään suunniteltavan johdon välittömässä läheisyydessä sijaitsevat muut johdot ja esteet sekä maanalaiset rakenteet
- selvitetään maaperäolosuhteet mahdollisuuksien mukaan
- selvitetään suunniteltavalla johtoreitillä ja sen välittömässä läheisyydessä tapahtuva liikenne rakennusaikaisen liikenteen järjestämiseksi
- laaditaan alustava liikennesuunnitelma

- selvitetään käytössä olevan kaukolämpöjohdon rakenne, johon uusi johto aiotaan liittää, edullisimman liittymiskohdan valitsemiseksi
- huomioidaan johdon sisäpuolisten asennusten suunnittelussa kiinteistön palotekniset vaatimukset (mm. palokatkot ja tulityöt)
- asiakkaan kiinteistöön rakennettavassa johdossa otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon kiinteistön edustajan/rakentajan esittämät näkökohdat
- huomioidaan liittymisjohdon mitoituksessa mahdollinen naapurikiinteistön liittäminen samaan johtoon
- huomioidaan mahdollisuuksien mukaan tontin tulevat rakentamistarpeet
- uusi kaukolämpöjohto suunnitellaan edellä mainitut seikat huomioiden kokonaistaloudellisesti edullisimmalla tavalla toteutettavaksi
- selvitetään muiden johtorakentajien rakentamistarpeet rakennettavalla osuudella (yhteiskaivu ilmoitukset)
- informoidaan rakennettavan johdon vaikutuspiirissä olevia tahoja tulevasta johtorakennustyöstä

3.10.1

Sisäjohton eristäminen

Sisäjohton ja siihen kuuluvien komponenttien eristäminen ja tarvittavat tilavaraukset tehdään suosituksen L5 mukaisesti.

Eristettävän putken lävistäessä rakenteen, suunnitellaan eriste jatkuvana läpi rakenteen huomioiden palotekniset vaatimukset.

Käyrät tehdään kouruista leikatuista välikappaleista tai putkikokoon DN 50 asti irtovillasta sullomalla ja päällystetään valmisosalla.

Hitsattava venttiili eristetään loveamalla sen vaatima tila eristyskouruun niin, että putken eristys jatkuu venttiilin yli. Eristyspäätteet heloitetaan päteheleillä.

Eristämättä jätetään lämpömäärämittarit, mudanerottimet sekä kierto- ja tyhjennysputket.

3.10.2

Huolto ja kunnossapito

Huollon ja kunnossapidon edellyttämät tilavaraukset tulee suunnittelussa huomioida.

3.11

Silta- ja tunnelijohtojen sekä vesistöalitusten suunnittelua koskevat erityisohjeet

3.11.1

Kaukolämpöjohdot silloissa

Kaukolämpöjohtoja joudutaan usein rakentamaan siltoihin, joko uutta siltaa rakennettaessa tai - haettaessa reittiä uudelle kaukolämpöjohdolle - jo rakennettuun siltaan. Siltajohtot pyritään suunnittelemaan ja rakentamaan siten, että ne ovat tarkastettavissa.

Uudet sillat pyritään nykyään rakentamaan mahdollisimman "hoikiksi", joihin johtojen sijoittaminen usein jälkeenpäin on hankalaa, jos ei mahdotonta. Siksi johtosuunnittelijan on otettava yhteyttä siltasuunnittelijaan ja tehtävä johtovaraus heti siltasuunnittelun käynnistettyä. Uudet sillat seuraavat tien tai kadun muotoa. Ne kaartuvat usein sekä sivu- että korkeussuunnassa. Sillan kaartumisen huomioiminen kaukolämpöjohdossa asettaa johtosuunnittelijalle ja rakentajille omat vaatimuksensa.

Vanhat sillat ovat massiivisempia rakenteeltaan ja niistä saattaa hyvällä suunnittelulla löytyä tila kaukolämpöjohdolle. Sillan kuormituslaskelmat on tutkittava tarkasti ennen kuin johtoa ruvetaan suunnittelemaan. Sillan vesieristyksiä ei sillan omistaja anna rakentamisella vahingoittaa. Jos siihen ainoana mahdollisuutena joudutaan turvautumaan, on johtosuunnittelijan pystyttävä esittämään varmat ja kestävät rakenneratkaisut.

Siltajohdon suunnitteluperiaatteita ja suunnittelussa huomioitavia seikkoja:

- Sovitaan sillan omistajan kanssa johdon sijoitusmahdollisuudesta, paikasta sillassa ja kiinnitysratkaisuista
- Suojakuori voi olla joko polyeteeniä tai kierresaumattua muovipinnoitettua teräslevyä
- Putken kannakointi tehdään eristeen päältä. Näin vältetään haitallisilta lämpösilloilta
- Kannakointi suunnitellaan tapauskohtaisesti (riippukannakointi, liukukannakointi, yhteiskannakointi muiden toimijoiden kanssa)
- Liitokset saattavat kestää huonosti ilman pinnoitusta pitkäaikaista aurinгон UV-säteilyä. Siksi ne voidaan lisäksi päällystää muovipinnoitettulla teräslevyllä
- Vapaasti tapahtuvien lämpöliikkeiden kompensointi tulee huomioida
- Kiintopiste asennetaan tarvittaessa, jotta lämpöliikkeet suuntautuvat hallitusti
- Lämpöliikkeet otetaan vastaan luonnollisella kompensoinnilla tai paljeta-sainratkaisuilla
- Sillan ylimpään kohtaan asennetaan ilmanpoisto
- Tarvittaessa asennetaan sulkuventtiilit sillan molempiin päihin
- Ilmanpoistot ja sulkuventtiilit suojataan mahdolliselta ilkivallalta
- Ilmanpoistot ja sulkuventtiilit ovat huollettavissa
- Uusissa silloissa mahdolliset tukimuurien lävistyksykset tulee huomioida
- Siirtymäläattojen kohdalla johdot asennetaan suojaputkiin

3.11.2

Tunnelijohdot

Tunnelijohdon suunnitteluperiaatteita ja suunnittelussa huomioitavia seikkoja:

- Sovitaan tunnelin omistajan kanssa johdon sijoitusmahdollisuudesta, paikasta tunnelissa ja kiinnitysratkaisuista
- Staattisen paineen vaikutus putkiston paineluokkaan tulee huomioida
- Suojakuori voi olla joko polyeteeniä tai kierresaumattua muovipinnoitettua teräslevyä
- Putken kannakointi tehdään eristeen päältä. Näin vältetään haitallisilta lämpösilloilta
- Kannakointi suunnitellaan tapauskohtaisesti (riippukannakointi, liukukannakointi, yhteiskannakointi muiden toimijoiden kanssa)
- Vapaasti tapahtuvien lämpöliikkeiden kompensointi tulee huomioida
- Kiintopiste asennetaan tarvittaessa, jotta lämpöliikkeet suuntautuvat hallitusti
- Lämpöliikkeet otetaan vastaan luonnollisella kompensoinnilla tai paljeta-sainratkaisuilla
- Tunnelin ylimpiin kohtiin asennetaan ilmanpoisto
- Vähintään tunnelin molempiin päihin asennetaan sulkuventtiilit
- Ilmanpoistot ja sulkuventtiilit suojataan tarvittaessa mahdolliselta ilkivallalta
- Huomioidaan johdon sijoituksessa liikenteen ja kevyen liikenteen vaatimat tilat ja johdon suojaus
- Johto komponentteineen asennetaan siten, että ne ovat huollettavissa ja vaihdettavissa
- Huomioidaan tunnelin palotekniset vaatimukset

3.11.3

Vesistöalitukset

Vesistöalitusten suunnittelussa huomioitavia seikkoja:

- Sovitaan maa- ja vesialueiden omistajatahojen sekä lupaviranomaisten kanssa johdon sijoitusmahdollisuudesta ja paikasta
- Suojakuori voi olla joko polyeteeniä tai muovipinnoitettua teräsputkea
- Johdon painotus suunnitellaan tapauskohtaisesti
- Vapaasti tapahtuvien lämpöliikkeiden kompensointi tulee huomioida
- Kiintopiste asennetaan tarvittaessa, jotta lämpöliikkeet suuntautuvat hallitusti
- Johdon molempiin päihin asennetaan sulkuventtiilit
- Venttiilit suojataan tarvittaessa mahdolliselta ilkivallalta
- Huomioidaan johdon sijoituksessa vesiliikenteen vaatimat johdon suojaukset
- Johdot tulisi olla varustettu hälytyslangoilla

Esimerkkejä toteutetuista alituksista kuten myös silta- ja tunnelijohdoista löytyy myös ET:n raportista L21.

3.12

Liikenneväylien alitukset

Tienalituksista ovat Liikennevirasto (Tiehallinto) ja ET tehneet yhteistyössä suosituksen L15.

Kaukolämpöjohtojen rakentamisesta radan alitse ovat Liikennevirasto (Ratahallintokeskus) ja ET tehneet yhteistyössä suosituksen L14.

Lisää tietoa saa julkaisusta "InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet".

Lupaa tie- ja rata-alueille rakentamiseen haetaan lupa-asioista vastaavilta viranomaisilta.

Suosituksissa esitetyt alituksen suunnitteluohjeet, rakenneratkaisut ja luvanhakumenettely käyvät soveltuvien osin noudatettaviksi myös muidenkin kuin Liikenneviraston maantie- ja rata-alueiden alituksissa.

Liikenneväylien alituksissa johdot tulisi olla varustettu hälytyslangoilla.

KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN SUUNNITTELU- JA RAKENTAMISOHJEET

B RAKENTAMINEN JA ASENNUS

4 Maarakennus

4.1 Yleistä

Kaikki katualueella tapahtuvat kaivutyöt ovat luvanvaraisia. Myös väliaikaisille liikennejärjestelyille on haettava lupa.

Työmaasuunnittelussa on selvitettävä muiden yritysten ja laitosten maanalaiset ja maanpäälliset johdot, laitteet, rakenteet ja kasvillisuus sekä huolehdittava riittävästä sijoitusetäisyydestä niihin. Myös Museoviraston vaatimukset tulee historiallisesti arvokkailla alueilla huomioida.

Kaivantolinjan tai kaivannon sijoittuminen katualueella tai maastossa on selvittävä kiistattomasti suunnitelmista.

Ennen töiden aloittamista on huolehdittava kaikista työn vaatimista ilmoituksista ja suoritettava mm. seuraavat toimenpiteet:

- sovittava kunnan vastuunalaisen viranomaisen kanssa töiden aloittamisesta, suorituksesta ja valvonnasta
- hankittava selvitykset johtoreitillä ennestään olevista johdoista ja kaapeleista sekä ilmoitettava ao. laitoksille työn aloittamisesta ja työmaan vastuuhenkilöt
- tehtävä kohdekohtainen turvallisuussuunnitelma, työnaikainen liikennejärjestelysuunnitelma sekä hankittava työn tekemiseen tarvittavat luvat (kaivu-/katuluvat)
- huolehdittava työmaan merkitsemisestä ja suojaamisesta
- laitettava työmaan sulkulaitteisiin, aitoihin yms. rakennuttajan ja päätoimeksittäjän yhteystiedot
- pidettävä tarvittavat katselmukset, kiinteistöissä, piholla, katu- ja jalkakäytäväalueilla
- mikäli on odotettavissa louhintatöitä, tulee varautua louhinnan edellyttämiin katselmuksiin ja varotoimenpiteisiin
- ilmoitettava kiinteistöille mahdollisista melu- ja liikennehaitoista
- hankittava tarvittavat varasto- ja työmaa-alueet

Huolehditaan, että asfaltti-, kiveys-, nurmikkotyöt, sisäjohtojen lämpöeristystyöt yms. työt tulevat tilatuksi ja tehdyksi, mikäli ko. työt kuuluvat toimituslaajuuteen.

Ohjeita kaivutöiden suorittamisesta katu- ja tiealueilla saa lisää mm. seuraavista julkaisuista:

- Infra-RYL 2010 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet, Rakennustieto
- Infra-RYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat, Rakennustieto
- Asfalttinormit 2011, Päälystealan neuvottelukunta PANK ry
- "Tilapäiset liikennejärjestelyt katu- ja yleisillä alueilla", Suomen kunta-tekniikan yhdistyksen julkaisu 1/2013
- mahdolliset paikallisten viranomaisten ohjeet

Rakentaminen tehdään hyväksytyjen piirustusten ja tarkennettujen aikataulujen mukaisesti. Piirustuksiin merkitään kaikki työn aikana tehdyt muutokset, johtojen siirrot jne.

Rakennetun johdon kartoittaminen tulee suorittaa ennen kaivannon täyttämistä. Käytöstä poistetut, maahan jäävät johtorakenteet tulee myös kartoittaa ja dokumentoida.

4.2

Katselmukset

Rakennuttajan, päätoteuttajan ja kiinteistönomistajan edustajat suorittavat katselmuksen ulko- ja sisäpuolisella johtoreitillä. Katselmuksessa päätetään toimenpiteistä ennen työn aloittamista, kasviston suojelusta, hävittämisestä, siirroista ja uudelleen istutuksesta, pinnoitteiden, reunakivien, sidekivien poistosta ja varastoinnista, aitojen ja porttien uudelleen rakentamisesta ja suojelusta jne. Valokuvat auttavat asioiden muistamista.

4.3

Kaivanto

Työt on järjestettävä ja suoritettava siten, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa liikenteelle ja ympäristölle.

Poistettu päällyste, samoin kuin irrotettu, rakentamiseen tarpeeton maa ja kallioli, on kuljetettava välittömästi pois työmaalta.

Kaivanto on pyrittävä pitämään maaperäolosuhteet ja työturvallisuus huomioiden mahdollisimman kapeana, asianmukaisesti suojattuna ja tarvittaessa on seinät tuettava.

Kaivutyön aikana paljastuvista johdoista ja kaapeleista yms. on ilmoitettava niiden omistajalle. Kaapelikourut ja suojalaatat on huolellisesti varastoitava työn ajaksi.

Kaivannon ympäristö on pidettävä mahdollisimman siistinä ja kaivumaiden kulkeutuminen ympäristöön on estettävä.

Kaivualueeseen liittyvän kadun puhtaanpidosta ja talvikunnossapidosta on huolehdittava.

Kaivuvaiheessa pohjamaan sekoittuminen rakennekerroksien kanssa tulisi estää.

4.4

Johtoalusta

Kaivannon pohja tehdään tyyppipiirustuksen mukaisia materiaaleja ja kerros-paksuuksia käyttäen ja tasataan sekä tiivistetään täryttämällä suunnitelman mukaiseen korkoon. Johtoalustan paksuus on vähintään 100 mm. Pohjamateriaalina käytetään 0 - 20 mm soraa. Yli 8 mm mursketta ei saa käyttää.

Pohjan tulee olla tasainen ja suora, suurin sallittu poikkeama on 20 mm suunnitelman mukaisista korkeuksista.

Kohteissa, joissa on maa-ainesten sekoittumisvaara (pehmeiköt, louhepenkeereet) käytetään suodatinkangasta (300 g/m²). Kankaan reunojen tulee ylettyä taitettavaksi tasaussorakerroksen päälle.

Painumien tasaamiseen ja estämään johtoalustan sekoittuminen perusmaahan voidaan käyttää teräslevyarinaa. Teräspoimulevy on kuumasinkittyä ja paksuus 0,7 mm. Levy painetaan kaivannon pohjaan siten, että alapuoliset poimut täytyvät. Arinalevyt asennetaan poikkisuunnassa vähintään 200 mm ja pituus suunnassa vähintään 500 mm limittäin.

Mpuk- ja 2Mpuk-johtojen liitos-, tasain-, kulma- ja haaroituskohdissa tehdään kaivanto saumaustöiden takia niin, että elementin ulkopuolelle jää vähintään 200 mm vapaa tila. Myös lämpölaajeneminen tulee huomioida kaivannon ja putken välillä olevan vapaan tilan määrittämisessä.

4.5

Salaojitus

Salaojituksen tarve harkitaan tapauskohtaisesti, ellei niitä ole suunnitelmissa osoitettu. Kaivannon pitämiseksi kuivana rakennusaikana sekä johdon lämpöviöiden pitämiseksi pieninä on salaojan asentaminen suositeltavaa, mikäli pohjaveden pinta ylittää tai voi ylittää johdon tasolle.

Salaojat asennetaan tasauserrokseen siten, että niihin ei korkeussuunnassa jää mutkia.

Salaojat liitetään enintään 50 m välein ja aina taitekohdissa sadevesikaivoihin kunnan ohjeiden mukaisesti.

4.6

Betonityöt

Betonitöissä noudatetaan voimassa olevia betoni- ja teräsbetonirakenteiden normaalimääräyksiä teknillisine ohjeineen sekä työtä varten laadittuja piirustuksia.

Betonitöitä johtamaan nimetyllä henkilöllä tulee olla siihen vaadittava pätevyys.

Betonirakenteissa käytetään rakennesuunnitelman mukaista betonia. Betoni tiivistetään sauvatäryntä käyttäen. Betonin jälkihoito suoritetaan betoninormien mukaan.

Ennen valutöiden suorittamista on raudoitukset tarkastettava.

4.6.1

Kiintopisteet

Mpuk- ja 2Mpuk-johdon kiintopisteen betonityöt tehdään elementtivalmistajien ohjeiden mukaan.

4.6.2

Haarajohdot

Kun haarajohto otetaan betonikanavasta, avataan vanha kanava timanttisahausta käyttäen ja putkityön jälkeen avattu kohta valetaan kiinni. Ohjeita haaroituksesta löytyy ET:n suosituksista L7 "Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen".

4.6.3

Erillisvalukohdat

Erillisvalukohdat tehdään kutakin tapausta varten erikseen laadittujen piirustusten mukaan tai soveltaen yleispiirustuksia.

4.6.4

Teräsbetonin purkaminen

Pienuhköjä teräsbetonin purkamistöitä joudutaan tekemään mm. liitettäessä kanavia jo olemassa oleviin kaivoihin ja kanaviin.

4.6.5

Läpiviennit

Reikiä tehdään pääasiassa perusmuureihin sekä tiili-, betoni- tai luonnonkiviseiniin. Reikien koko määräytyy johdon suojakuoren koon mukaan. Reikien paikat selviävät likimääräisesti johtopiirustuksista.

Perusmuuri- ja väliseinäreiät tehdään timanttiporausta käyttäen.

4.7

Kaivot

4.7.1

Elementtikaivot

Kaivot tehdään ET:n suosituksen L3 tai oheistettujen piirustusten mukaisesti varustettuna valurautakansistoin. Kelluvien kansistojen käyttö on suositeltavaa. Kansistojen korkeusasema säädetään em. ET:n suosituksen mukaisin korokerenkain. Kaivot varustetaan tuuletusputkin. Kaivot viemäroidään aina, kun se on mahdollista.

4.7.2

Maaventtiilikaivot

Maaventtiilikaivo on tehdasvalmisteinen asennuskaivo tai muodostuu kartiomaisesta tukielementistä ja tarvittavista korokerenkaista. Kaivo varustetaan valurautakansistolla.

Jälkimmäisessä tapauksessa valmistus ja asennus tehdään ET:n suosituksen L3 mukaan. Tehdasvalmisteinen kaivo asennetaan valmistajan asennusohjeiden mukaisesti.

4.7.3

Rengaskaivot

Rengaskaivot tehdään teräsjäykistettyjä, vesitiiviistä valmistettuja betonirenkaita käyttäen. Renkaiden saumaus, kaivon ja kanavan väliin tulevien muoviputkien sekä kansiluukkujen kiinnitys suoritetaan ao. piirustuksien mukaisesti.

4.7.4

Paikallavaletut kaivot

Työpaikalla valettavat kaivot rakennetaan joko tyyppi- tai erillisten mitta- ja raudituspiirustusten perusteella.

Kaivot perustetaan vähintään 150 mm paksulle sepelikerrokselle. Mittapiirustuksiin merkityt teräsrakenteet yms. laitteet on ennen kaivon valua kiinnitettävä paikoilleen. Betonikannet asennetaan putki- ja eristystöiden valmistuttua. Betonikannen alapintaan on suositeltavaa asentaa lämpöeristys. Kaivot varustetaan tuuletusputkin. Kaivot viemäroidään aina, kun se on mahdollista.

4.8 Sillat

Työnaikainen liikenne ohjataan kaivantojen yli siltoja käyttäen. Siltojen rakenteen tulee täyttää liikenteen ja tienpitäjän asettamat vaatimukset.

Sillat on rakennettava niin, että eri työvaiheiden suorittaminen on mahdollista. Ne on varustettava kaiteilla ja pidettävä kunnossa kaivannon täyttämiseen asti.

Sillat voidaan tapauskohtaisesti korvata esiasennetuilla SN-8 -luokan suojaputkilla.

4.9 Johdot ja kaapelit

Kaivantoja kaivettaessa joudutaan esiin tulevia johtoja tukemaan, suojaamaan tai siirtämään.

Vahinkojen välttämiseksi on kaivutyö johtojen kohdalla suoritettava varoen ja johdon työnaikaisesta suojauksesta ja tukemisesta on neuvoteltava johdon omistajan kanssa.

Vahinko- ja vauriotapauksissa on aina otettava yhteys johdon omistajaan.

Mikäli kaivun yhteydessä paljastuu tunnistamattomia kaapeleita, on selvitettävä kaapeleiden omistajat jatkotoimenpiteistä sopimiseksi.

Kaasuputken läheisyydessä saa työskennellä vain putken omistajan luvalla ja antamalla ehdoilla.

Keski- ja suurjännitekaapeleiden läheisyydessä työskennellessä on noudatettava erityistä varovaisuutta ja tarvittaessa oltava yhteydessä kaapeleiden omistajiin.

4.10 Lopputäyttö

Täyttötyöt on suoritettava kerroksittain huolellisesti tiivistäen ja käytettävän johtorakenteen ja asennuspaikan asettamat vaatimukset huomioon ottaen.

Johdon ympärystäytössä on vältettävä liian paksua hiekkakerrosta. Ympärystäyttö ulotetaan vähintään 150 mm suojaputken yläpinnan yläpuolelle. Materiaalina käytetään 0 - 16 mm murskeetonta hiekkaa, jossa hienojen alle 0,1 mm rakeiden osuus saa olla enintään 10 %.

Kaivannon lopputäytössä tulee pyrkiä siihen, että täyttö voidaan tehdä kohteesta kaivetulla maa-aineksella. Jos käytetään muuta materiaalia, tulee sen routomisominaisuuksiltaan vastata kaivannosta poistettua materiaalia. Kiviä, routakokkareita ja jäätä ei saa esiintyä täytössä.

Katualueilla täyttö tapahtuu kadun rakennekerroksia vastaavilla materiaaleilla.

Kaivanto on täytettävä noin 300 mm kerroksina riittävän tehokkaalla tärylevyillä kerroksittain tiivistäen. Suositeltava tiivistyskerroksen paksuus 400 kg tärylevyllä on 150 - 400 mm ja jyräyskertojen määrä 3 - 6.

Väliaikaisen päällysteen alla oleva kantava kerros on tiivistettävä vähintään 400 kg tärylevyllä, jyrällä, tms.

Suurin sallittu kivien läpimitta on 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta.

Veden käyttö parantaa tiivistyvyyttä. Vesipitoisuuden tulee olla 5 - 9 %.

Puisto- ja kenttä- yms. alueilla tiivistäminen tehdään kuten katualueilla.

Kaivanto on - päällystetyillä alueilla - päällystettävä tilapäisesti sidotulla paikkausmassalla ja muilla alueilla ympäristöä vastaavalla materiaalilla hyvin tiivistettynä.

Koska tämän menetelmän mukainen haaroitus tehdään niin, että yksiputkirakenteella haaroitus normaalisti sijoittuu eri tasoon kuin runkojohto, on tärkeää tarkastaa, että johtoalusta ja maatyttö tehdään huolellisesti liittymiskohdassa siten, että haaroitus tulee koko pituudeltaan tiiviisti maata vasten. Johdon tarkemmitukset on tehtävä ennen johdon peittämistä.

Ennen täytön aloittamista tulee varmistaa, että:

- kivet ym. ylimääräiset kappaleet on poistettu kanavasta
- mahdollinen salaojitus on toimintakunnossa
- mahdollinen hälytysjärjestelmä on toimintakunnossa
- olemassa olleet rakenteet, risteävät johdot, kaapelit ym. on korjattu, suojattu, asennettu
- sijainti/tarkemmittaus on tehty

4.11

Johtojen merkintä

Johtojen paikantamisen helpottamiseksi tulevissa kaivuissa voidaan johtopaikat merkitä johdon ympärystytön päälle asennettavilla, violetinvärisillä merkintänauhoilla tai -verkolla.

4.12

Päällysteen ja pinnan entisöinti

Kaivannon pintarakenteet on täyttötöiden jälkeen saatettava vähintään entistä vastaavaan kuntoon.

Asfalttitoissa tulee noudattaa kadun- tai tienpitäjän määräyksiä.

Rikkoontuneet tai vaurioituneet kivi- ja laattapäällysteet on korvattava uusilla.

Nurmikot istutuksineen on saatettava alkuperäiseen kuntoonsa.

Ennen pinnan kunnostusta on varmistuttava siitä, että kaivannon täyttötöet on tehty oikein.

4.13

Muut maarakennustyöt

4.13.1

Massanvaihdot ja siirtymäkiilat

Siirtymäkiilat ja muut massanvaihdot tehdään tienpitäjän tai muun luvanmyöntäjän ohjeiden mukaisesti. Liikennealueen ulkopuolella massanvaihdon tarve ratkaistaan tapauskohtaisesti.

4.13.2

Liikenneväylien ja vesistöjen alitukset

Alitusten tekemiseen tarvitaan aina väylänpitäjän lupa. Työ suoritetaan lupaeh-
tojen mukaisesti.

5

Putkiasennus

5.1

Yleistä

Putkiurakoitsijan kanssa sovitaan putkityön vastaanotosta. Sovitaan materiaalin
ajosta (mahdolliset liikenteen järjestelyt, etukäteen asennettavat elementit jne.)
sekä huolehditaan, että tulityöluvat ovat kunnossa. Putkiurakoitsija sopii yhdis-
tämiset käytössä olevaan johtoon suoraan rakennuttajan edustajan kanssa.

Huolehditaan, että kaukolämpöjohto tulee piirustuksiin ja tietojärjestelmiin sel-
laisena, kun se on rakennettu (tarkemmittaus).

5.2

Elementtien käsittely ja varastointi

Elementtien alhaisin käsittelylämpötila on -18 °C tai materiaalitoimittajan anta-
ma alhaisin käsittelylämpötila.

Purettaessa elementtejä nosturilla, on nostoliinosten leveys oltava vähintään 100
mm. Vaijerien tai kettinkien käyttäminen nostoissa on ehdottomasti kielletty.
Muotoilluilla suojalevyillä varustetun ns. nostokouran käyttö nostoissa on sallit-
tu, kunhan noudatetaan erityistä varovaisuutta.

Käsittely ei saa vahingoittaa suojakuorta tai teräsputkea. Pakkasella on varotta-
va, että elementtiin ei kohdistu iskuja, täräyksiä tai putki ei pääse notkahta-
maan. Elementtejä ei saa pudottaa tai vierittää suoraan maahan. Purettaessa
kuormaa miesvoimin on suositeltavaa käyttää puisia purkuluisia ja nostoliinoja.

Elementit on varastoitava tasaiselle alustalle aluspuiden päälle siten, että niihin
ei kohdistu ylimääräisiä rasituksia. Ensimmäinen aluspuu sijoitetaan min. 400
mm putken päästä. Aluspuiden väli on enintään 3 m. Aluspuiden päällä olevien
elementtien tulee olla vähintään 100 mm ympäröivän maanpinnan yläpuolella.
Aluspuiden leveys on 125 - 400 mm. Leveys riippuu pinon korkeudesta. Suoja-
kuoreen kohdistuva paine ei missään olosuhteissa saa ylittää 300 kPa. Element-
tipinon korkeus saa olla enintään kaksi metriä.

Elementit varastoidaan siten, että tuotetarrat tulevat samaan päähän putkipi-
nossa. Mahdollisten hälytysjohtimien kytkentä tulee tällöin suoritetuksi oikein.
Varastoiduissa elementeissä tulee olla teräsputkien suojahatut paikallaan.

Valmisosat varastoidaan aluspuiden päälle samalla tavalla kuin putkielementit.
Kiintopisteitä varastoitaessa tulee varoa, etteivät kiintopisteiden teräslaipat va-
hingoita muita osia. Ulkovarastoinnissa tulee osat varastoida siten, että putki-
päät mahdollisuuksien mukaan ovat alassuun.

Vaahdotuskemikaalit säilytetään suljetuissa astioissa kuivassa, lämpimässä ja
lukitussa varastossa.

Vaahdotuskomponentteja käsitellään ET:n suosituksen L2 mukaisesti ja jätteet
hävitetään ET:n suosituksen L22 mukaisesti.

Jatkoseristysmateriaalit varastoidaan kuivassa ja pölyttömässä varastossa. Polyeteenijatkoshokit varastoidaan pystyasennossa.

Viime kädessä tulee varastoinnissa ja nostoissa noudattaa valmistajien antamia ohjeita.

5.3

Elementtien käsittely kylmässä $T < 0\text{ °C}$

Suojakuoren katkaisussa ja paikallahaarotuskohdan avauksessa suositeltavat katkaisuvälineet ovat tiheällä hammastuksella varustettu käsi- tai kuviosaha sekä paikallahaarotuksen avauksessa kuviosaha.

Käsisirkkeliä käytettäessä on oltava hyvin varovainen.

Kulmahiomakoneen käyttö on ehdottomasti kielletty.

Katkaisun tai paikallahaarotuskohdan aloitukseen porataan $\varnothing 22$ mm reikä suojakuoreen. Ennen katkaisua ja paikallahaarotuksen avausta suojakuoren kohta lämmitetään pehmeällä kaasuliekillä n. $+ 20\text{ °C}$. Sahaus päätetään aloituskohtaan.

5.4

Putkiasennus

5.4.1

Yleistä

Asennuksessa ja kuljetuksissa on noudatettava elementtivalmistajan antamia ohjeita.

Ennen asennustyön aloittamista tarkastetaan, että kaivannon pohja on tasainen ja suora. Pohjan korkeusaseman suurin sallittu poikkeama on 20 mm suunnitelman mukaisista korkeusmitoista.

Elementtien avoimet päät on ehdottomasti pidettävä asennustyön aikana suljetuina, ettei putkiin pääse vieraita esineitä, kiviä, eläimiä, tms.

Asennustyön ajan täytyy kaivannon salaojan tai muun vedenpoiston toimia.

5.4.2

Mpuk- ja 2Mpuk-elementtijohto

Elementit asennetaan kaivantoon siten, että ne tukeutuvat tasaisesti koko pituudeltaan (liitosalueita lukuun ottamatta) johtoalustaan.

Kaivannon pohjalla elementtilinjaa voidaan nostaa hitsausta ja eristystä varten tukien päälle. Tuet ovat vähintään 100 mm levyisiä ja tukien väli on riittävä.

Mikäli olosuhteet vaativat, voidaan elementtien yhteen liittämistä - virtausputken hitsaus/jatkossaumaus ja liitoseristys - tehdä tilaajan salliessa myös johto-kaivannon vieressä. Tällöin johdon laskemisessa kaivantoon on käytettävä useampaa nosturia.

Putkien lämpöliike ja mahdollinen esijännitys on huomioitava asennuksessa.

5.5

Virtausputkien yhteen liittäminen

5.5.1

Teräsputket

Polyuretaani sisältää isosyanaattia (MDI), josta lämmitettäessä vapautuu myrkyllisiä kaasuja. Tämän vuoksi on huolehdittava siitä, että aina eriste poistetaan huolellisesti virtausputkesta hitsauskohdan läheltä (min. 100 mm).

Putkien hitsaustöitä saavat suorittaa ainoastaan ammattitaitoiset ja rakennuttajan hyväksymät hitsaajat. Todistukset hitsaajien pätevyydestä on toimitettava rakennuttajalle ennen hitsaustyön aloittamista. Koehitsauksen tulee vastata vähintään standardin SFS-EN-ISO 5817 hitsiluokkaa B.

Ennen hitsausta on putken päät tarvittaessa oiottava ja pyöristettävä. Lisäksi on putket puhdistettava tarkoin kaikista epäpuhtauksista, kuten hiekasta, valssihilsestä, sovitepaloista, hitsauslangoista ym. sekä kuivattava. Railot on puhdistettava ruosteesta ja kaasulla leikatuista putkien päistä on poistettava palamisjäte.

Pitkittäis- tai kierrehitsattuja putkia on tarvittaessa käännettävä ennen hitsausta siten, että kahden peräkkäisen putken pitkittäis- tai kierrehitsin välinen etäisyys on 10 kertaa virtausputken seinämänpaksuus, kuitenkin vähintään 40 mm.

Hitsausalue 50 mm liitoskohdan molemmin puolin tulee pitää kuivana ja puhtaanä. Alle 5 °C lämpötiloilla ja kostealla säällä hitsausalueet tulee esilämmittää n. 50 °C:een kosteuden tiivistymisen estämiseksi.

Hitsaamisessa saa käyttää vain kaukolämpöputkiin soveltuvia hitsauslisäaineita. Hitsauspuikot ja -langat tulee olla ehdottomasti kuivia. Hitsaajalla tulee olla työmaalla käytössään puikonkuivain.

Kaapelit ja salaoja- ym. rakenteet tulee suojata hitsauspaikalla.

Putkiin liittyvät teräsrakenteet hitsataan piirustuksissa olevien hitsausmerkintöjen osoittamalla tavalla.

Hitsausseamojen tulee vastata vähintään standardin SFS-EN-ISO 5817 hitsiluokkaa C. Rakennuttaja valvoo hitsaustyötä pistokokein noudattaen ET:n tiedotteen L132/2011 (liite 2) periaatteita.

Luukkusauman tekemistä tulee välttää. Mikäli se olosuhteiden vaatiessa on välttämätöntä, voidaan luukku tehdä sen jälkeen, kun suunnittelija/valvoja on hyväksynyt suunnitelman.

Jokaisen hitsausseaman viereen hitsaajan tulee merkitä yksilöity hitsaajatunnus esim. merkkäuskynällä.

5.5.2

Kupariputket

Kuparisten virtausputkien liittämässä noudatetaan tuotevalmistajan antamia ohjeita ja käytetään kovajuotosta ja kapillaariosia.

Kupariputkien ja teräsputkien liitokset tehdään valmistajan ohjeiden mukaan ja juotettaessa liitoskappaleita teräs-kupari tulee juotoksessa käyttää vähintään 40 % juotoshopeaa.

5.5.3 Muoviputket

Muovisten virtausputkien yhteen liittämisesä noudatetaan tuotevalmistajan antamia ohjeita.

PEX-putkien liitokset tehdään normaalisti tarkoitusta varten valmistetuilla erikoisliittimillä.

Polybuteeniputket liitetään hitsaamalla tai mekaanisin liitoksin ja polypropeeniputket peilihitsaamalla tai laippaliitoksin tuotevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

5.5.4 Ruostumattomat teräsputket

Taipuisat ruostumattomalla teräsputkella varustetut johdot asennetaan ja liitetään tuotevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

5.6 Putkiston huuhtelu

Ennen uuden osuuden käyttöönottoa putket suositellaan huuhdeltavaksi irrallisten vieraiden aineiden ja hitsausohjeseiden poistamiseksi. Huuhtelu tapahtuu tyhjentämällä putkisto tyhjennysventtiilin kautta. Mikäli huuhtelussa käytetään värjättyä kaukolämpövedä, pitää vesi johtaa jätevesiviemäriin.

5.7 Johtojen liitokset

Polyuretaanivaahdon käyttöön ja käsittelyyn liittyy työturvallisuusriskejä. Siksi tulee käyttää ET:n laadunvalvontajärjestelmän mukaiset asennusoikeudet omaavia asentajia ja asennusurakoitsijoita. Kun käytetään oikeita työmenetelmiä ja asianmukaisia työ- ja suojavälineitä, riskit voidaan minimoida.

PUR-vaahdottamisen aiheuttamilta riskeiltä voidaan myös välttyä, kun käytetään tehdasvalmisteisia polyuretaanieristekouruja (ei suositeltavaa, mutta voi tulla kyseeseen lähinnä pienissä dimensioissa, muutaman liitoksen työkohteissa sekä kuumilla teräsputkipinnoilla). Kourueristyksissä on tarkastettava, että sahaukset tehdään huolellisesti ja kaikki saumakohtat tiivistetään tiivistenauhalla ennen suojaputkisaumausta.

Ennen jatkoksen eristämistä täytyy varmistua siitä, että putki jatkoskohdassa on puhdas ja elementtien eristepäät ovat kuivat. Vaahdotustyötä tehtäessä täytyy vaahdotettavien pintojen lämpötilan olla + 15 - + 40 °C ja/tai virtausputkessa kiertää kaukolämpövesi.

Suojaputken saumaustyö tehdään ET:n suosituksen L2 osan B sekä valitun materiaalityöimittajan ohjeiden mukaan.

Liitosten tarkastus ja dokumentointi tehdään kohtien 7.3 - 7.5 sekä ET:n suosituksen L2 mukaisesti.

5.8 Pääteholkit

Pääteholkkien asennus tapahtuu kuten edellisessä kohdassa on kerrottu.

5.9 Esijännitys

Kaukolämpöjohto asennetaan kaivantoon siten, että kulmakohdissa elementtiputket pääsevät liikkumaan esilämmityksen aikana.

Mikäli putkistossa käytetään paljetasaimia, esijännitetään tasaimet suunnittelijan määrittelemään kylmäasennuspituuteen.

Ns. kertatasaimet on jo tehtaalla esijännitetty maksimipituuteensa, joten niitä ei esijännitetä.

5.10 Paineekoe

Valmis kaukolämpöjohto testataan rakennuttajan määräämällä paineella kohdan 7.3.2.3 mukaisesti.

Paineekokeessa on rakennuttajan edustajan oltava läsnä. Kaikki näkyvissä olevat saumat tarkastetaan kokeen aikana kauttaaltaan ja niitä vasaroidaan mahdollisten piilevien vuotokohtien löytämiseksi. Koepaine pidetään tutkittavassa johdossa vielä vähintään yhden tunnin sen jälkeen, kun kaikki saumat on tarkastettu.

Ennen painekokeen suorittamista on tarkastettava, että kaikki paljetasaimet on tuettu niin, ettei koepaine pääse niitä rikkomaan.

5.11 Esilämmitys

Kaukolämpöjohto esilämmitetään ennen kaivannon täyttöö normaalisti kiertoveden lämpötilaan. Esilämmityksen aikana seurataan, että elementtiputket asettuivat kaivantoon suunnitellulla tavalla. Todellisten käyttölämpötilojen aiheuttamat lämpöliikkeet tulee huomioida kaivannon mitoissa ja putkien etäisyyksissä toisiinsa nähden.

5.12 Hälytyslangat

Mikäli valitussa järjestelmässä käytetään sähköistä kosteudenvälvontajärjestelmää, kytketään elementeissä olevat hälytyslangat jatkoseristystyön yhteydessä. Työ tehdään järjestelmätoimittajan antamia ohjeita noudattaen ja ao. asennustarvikkeita käyttäen.

6 Käytössä olevat kaukolämpöjohdot

6.1 Putken katkaisu

Kiinnivaahdotetun elementin katkaisu sekä uuden osan hitsaus tehdään aina välittömästi putken tyhjennyksen jälkeen, ennen putken jäähtymistä. Tällöin lämpöliikkeet ovat vähäisiä eikä erikoistoimia tarvita.

Johdon jäähtymistä voidaan hidastaa sulkemalla putkien päät, ettei ulkoilma (veto) pääse jäähdyttämään putkia.

Mikäli johdossa on maan painuman aiheuttama voimakas vetojännitys, saattaa katkaisun loppuvaiheessa olla seurauksena teräspuutken repeäminen, joka aiheuttaa putken päähän ikäviä muodonmuutoksia.

Katkaisukohtaan on jätettävä riittävät työvarat asennussaumoja varten.

Käyttöönottaessa esilämmitetty johto, joka joudutaan katkaisemaan jäähtyneenä, on lukittava katkaisukohdan yli ennen katkaisua, lämmitettävä tai on käytettävä ns. asennustasaimia.

Vapaasti liikkuvien johtorakenteiden paljetasaimet on lukittava ennen putken katkaisua. Asennettaessa uutta putkea kiintopisteen puolelle, ei tällöin tarvitse huolehtia paljetasaimen esijännityksestä.

Paljetasaimen vaihdossa määritetään sekä merkitään katkaisukohdat putken lämpötilaa merkintähetkellä vastaavaan paljetasaimen pituuteen.

6.2

Haaroitus porausmenetelmällä

Työssä on noudatettava haaroituslaitteen valmistajan ohjeita, ET:n suositusta L6 sekä työturvallisuusohjeita.

6.3

Kaivu olemassa olevan kaukolämpöjohdon läheisyydessä

Kaivutöissä on aina noudatettava johdon omistajan antamia ohjeita. Kaivutyön tekijän on otettava yhteyttä johdon omistajaan ja selvitettävä mm. johdon tarkka sijainti, kiintopisteiden paikat, johdon tyyppi sekä poikkileikkaus, jotta maamassat ja esim. salaojitus voidaan palauttaa ennalleen työn päätyttyä.

Mikäli johto ei ole näkyvässä, konekaivu on suoritettava erityistä varovaisuutta noudattaen ja tarvittaessa johto on kaivettava riittävästi esiin käsin kaivuna.

Suoritettaessa kaivutyötä kiintopisteen lähellä on huolehdittava siitä, että kiintopiste ei pääse työn aikana liikkumaan.

Johdon tuenta on selvitettävä aina tapauskohtaisesti johtotyyppin, maapohjan, muiden johtorakenteiden, kompensointikohtien, kaivualan yms. seikkojen mukaan.

Esitäyttö sekä rakennekerrosten tiivistys suoritetaan kerroksittain.

Katu- ja tiealueilla kantavan kerroksen täyttötyön suoritus ja käytettävät materiaalit määräytyvät katu- ja tiealueen omistajan ohjeiden mukaan.

Kaukolämpöjohdon läheisyyteen asennettavat muut yhdensuuntaiset johdot eivät saa kohtuuttomasti vaikeuttaa haaroitusten tekoa. Betonikanavan kanssa yhdensuuntainen johto ei saa estää myöskään yläelementin poistoa sekä uudelleen asennusta saumaustöineen. Lisäksi yhdensuuntaisessa kaivussa on huomioitava, että kaivannon etäisyys kitkakiinnitetystä johdosta on riittävä, jotta välttäisiin putkiston jännitysten laukeamiselta ja nurjahtamiselta. Etenkin kylmäasennetuissa johdoissa tämä vaara on ilmeinen.

Johtojen läheisyydessä tehtävissä louhintatöissä on urakoitsijan valittava sellainen työtapo ja menetelmät, että johto ei vaurioidu.

Räjätystöitä tehtäessä on johdon omistajan edustajan suositeltavaa olla paikalla mahdollisen vaurion varalta.

6.4

Vanhojen kaukolämpöjohtojen korjaus ja poisto

Vapaasti liikkuvien kaukolämpöjohtorakenteiden vaurioituneen verkon osalle tehdään vuototapauksissa yleensä tilapäinen korjaus. Korjaussuunnitelmassa kartoitetaan vuodon aiheuttama vaurion laajuus, johdon riskialttius ja käytön kriittisyys. Tehdyn selvityksen perusteella suunnitellaan perusrannustyö.

Mikäli vaurion laajuus on selvästi rajattavissa, uusitaan vain vaurioitunut johdon osa johtorakennetta muuttamatta.

Johtoja uusittaessa suositeltavin tapa on rakentaa uusi johto vanhan viereen siten, että vanha johto saadaan myös esiin samalla kaivulla purkamista varten. Betonikanavien osalla purkamisen tarve selvitetään tapauskohtaisesti. Vanhan kaukolämpöjohdon päälle voidaan peittosyvyyden salliessa rakentaa uusi johto, mikäli voidaan luottaa vanhan johdon rakenteen kestävän luhistumatta uuden johdon käyttöä.

Pääsääntöisesti vanhat käytöstä poistetut kaukolämpöjohdot ja niiden rakenteet voidaan jättää maahan. Paikallisista olosuhteista riippuen katu- ja tiealueilla vanhat, käytöstä poistetut kaukolämpöjohdot on purettava ja jätteet käsiteltävä ET:n suosituksen L22 mukaan. Tällöin on huomioitava maanomistajan vaatimukset ja ohjeet.

Asbestisementtijohtojen purku on tehtävä, mikäli on mahdollista, kuorta rikkomatta vetämällä elementit irti muhveista. Suojakuoren rikkominen, haaran otto ja jätteiden käsittely on asbestityötä, jossa on noudatettava asbestitöistä annettuja määräyksiä ja ohjeita.

Ympäristön laadun ja jätteiden käsittelyn suhteen asennustyössä noudatetaan myös ET:n suosituksen L22 ohjeita.

7

Laadunvarmistus

7.1

Yleistä

Toimivan kaukolämpöverkon rakentamiseksi tulee laadun varmistustyön seurata projektia suunnittelusta lähtien aina takuuajan päättymiseen saakka.

Pohjan laadunparantamistoiminnalle luo jatkuva tarkastus-, seuranta-, testaus- ja katselmustoiminta ja sen asianmukainen dokumentointi sekä saadun tiedon hyödyntäminen.

7.2

Laatusuunnitelma

Hyvä apuväline laadunvarmistuksessa on laatusuunnitelma, joka käsittää projektin kaikki vaiheet ja on mukautettu tilaajan organisaatioon.

Pääurakoitsijan on laadittava työmaata koskeva laatusuunnitelma, jossa määritetään työmaan laadun ohjaus- ja varmistustoimenpiteet. Laatusuunnitelma on hyväksyttävä tilaajalla ennen töiden aloitusta. Kunkin urakoitsijan on laadittava omaa työtään koskeva työmaan laatusuunnitelma. Lisäksi urakoitsijan on toimitettava viranomaisen edellyttämään laadunvarmistus selvitykseen tarvittavat tiedot.

Laatusuunnitelman tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:

- kohteen laatutavoitteet ja erityispiirteet
- projektin organisaatio ja vastuunjako
- laadunohjaus
- laaturiskit ja ennaltaehkäisevät toimenpiteet
- laadunvalvonta, kokeet ja mittaukset
- muut Urakoitsijat ja omat aliurakat
- hankinnat
- työmaan katselmukset ja tarkastukset
- työmaan kokouskäytäntö
- laatusuunnitelman ylläpito

7.3

Koestukset, testit ja tarkastukset asennustyön yhteydessä

Tässä kappaleessa annetaan ohjeita kaukolämpöjohtojen asennuksen eri vaiheisiin liittyvistä testauksista ja tarkastuksista, niiden menetelmistä sekä suositeltavista vähimmäistaajuuksista.

7.3.1

Elementit ja valmisosat

7.3.1.1

Yleistä

EHP-sertifikaatti varmistaa, että elementit ja valmisosat on tuotannon yhteydessä testattu ja tarkastettu ET:n suosituksen L1 vaatimusten mukaisesti, joten niille ei normaalisti ennen asennusta ole tarpeen tehdä tai teettää varsinaisia laatu-
testejä.

7.3.1.2

Visuaalinen tarkastus

Elementit ja valmisosat tarkastetaan visuaalisesti ennen kaivantoon asentamista mahdollisten kuljetuksen, varastoinnin tai käsittelyn yhteydessä syntyneiden vaurioiden havaitsemiseksi.

7.3.1.3

Lämpökamerakuvaus

Lämpökamerakuvausta suositellaan käytettävän liitoseristysten tarkastamiseen. Samassa yhteydessä voi pistokoemaisesti kuvata myös asennettuja elementtejä ja valmisosia.

7.3.2

Virtausputket

7.3.2.1

Yleistä

Virtausputkien hitsausliitosten laatu varmistetaan silmämääräisillä tarkastuksilla ja NDT-testauksilla tässä suosituksessa annettujen ohjeiden mukaisesti. Liitokset tarkastetaan johto-osuuksittain.

7.3.2.2

Visuaalinen tarkastus

Kaikki hitsit tarkastetaan visuaalisesti näkyvien virheiden ja puutteiden havaitsemiseksi.

7.3.2.3 Tiiviyskokeet

Kaikkien hitsien tiiviys tarkastetaan jollakin alla mainituista menettelyistä. Ylipaineekokeena suoritettavat tiiviyskokeet tehdään mahdollisimman pitkinä johtosuuksina tilaajan edustajan läsnä ollessa.

7.3.2.3.1 Sisäpuolinen ilma- tai kaasuylipaineekoe

Koe tehdään ilmalla tai muulla sopivalla kaasulla 0,2 bar ylipaineella tai 0,65 bar alipaineella. Hitsien tiiviys todetaan vuodonilmaisunesteen avulla. Koepaine pidetään yhden tunnin ajan.

7.3.2.3.2 Vesiylipaineekoe

Johdon tiiviys suositellaan testattavaksi vesiylipaineella. Koe suoritetaan kylmällä vedellä 2,1 MPa (1,3 x suunnittelupaine) ylipaineessa. Hitsien tiiviys todetaan vuodon ilmaisevan nesteen avulla. Koeaika on tilaajan vaatimuksen mukainen. Se riippuu putkiosuuden tilavuudesta ja on vähintään yksi tunti.

Esilämmitetyillä johdoilla tiiviys tulee vähintään testata vesipaineekokeena verkon sen hetkiselällä paineella.

7.3.2.4 Kestävyyskoe

Erillistä putkiosuuden kestävyuden testaamiseksi tehtävää painekoetta ei normaalisti tarvita. Jos kestävyyskoe vaaditaan, voidaan tiiviystestinä käytetty vesipaineekoe katsoa myös kestävyyskokeeksi. Tällöin voidaan ylipaine nostaa 2,4 MPa (1,5 x suunnittelupaine) tilaajan haluamaksi ajaksi.

Kestävyyskoe voidaan suorittaa myös täysin valmiille, peitetyle johdolle. Tällöin koeaikana (vähintään 1 tunti) ei koepaine saa laskea.

7.3.2.5 Hitsisaumojen NDT-testaus

Tilaaja valvoo hitsaustyötä NDT-tarkastuksin pistokoemaisesti. 5 - 10 %:lle hitsausaumoista suositellaan tarkastettavaksi. Erikoiskohteissa, kuten tienalituksissa, prosentti on syytä olla korkeampi.

Tarkastus suoritetaan tavallisesti radiograafisena tarkastuksena. Tämä voidaan korvata tarvittaessa muilla menetelmillä, esim. ultraäänitarkastus (≥ 6 mm seinämänpaksuus) tai tunkeumanestetarkastus. Liitokset tarkastetaan johtosuuksittain siten, että tietyn johto-osuuden liitokset ovat saman hitsaajan samalla hitsausmenetelmällä ja vastaaventyypisissä olosuhteissa tekemiä.

Mikäli em. 1. vaiheen testauksissa havaitaan virheitä, lisätään testaustajuutta urakka-asiakirjojen mukaisesti.

Kaikissa virhetapauksissa virheellisten hitsien korjaukset tarkastetaan.

7.3.3 Suojaputkisaumaukset

7.3.3.1 Yleistä

Kaikkien liitosten tiiviys testataan ilmalla tai muulla sopivalla kaasulla, mikäli tämä ko. liitosrakenteelle on mahdollista.

Mikäli liitoksen tiiviyyttä ei rakenteellisista syistä pystytä painekokeella testaamaan (esim. ns. peltiliitos), varmistetaan tiiviys 100 % visuaalisella tarkastuksella ja pistokoemaisella rikkovalla koestuksella liitosmateriaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti.

7.3.3.2 Visuaalinen tarkastus

Visuaalinen tarkastus tehdään kaikille liitoksille. Erityisesti liitoksen alapuolen tarkastamiseen on syytä kiinnittää huomiota ja käyttää esim. varsipeiliä apuna työn laadun toteamiseksi.

Käytettäessä liitosratkaisuna jatkospeltiä + leveää kutistetta on syytä jälkitarkkailulla varmistaa, että kutisteen alle ei jää tai muodostu kaasua esim. liian nopeasti vaahdotuksen jälkeen tapahtuneen kutistamisen tai auringon lämmittävän vaikutuksen seurauksena.

7.3.3.3 Tiiviyskoe ilmaylipaineella

Koe suoritetaan ≤ 40 °C lämpötilassa. Koepaine riippuu liitostyypistä (normaalisti 0,2 bar ylipaine), ja se pidetään vähintään kaksi minuuttia. Vuodon toteamiseen käytetään sopivaa vuodonilmaisunestettä.

7.3.3.4 Ainetta rikkovat koestukset

Ainakin sellaisille liitoksille, joiden tiiviyyttä ei painekokeena ole mahdollista varmistaa, on suositeltavaa tarkastaa tarttuvuus, tiiviys ja työn laatu pistokoemaisesti repimällä aika ajoin auki joitakin liitoksia.

7.3.4 Liitoseristykset

7.3.4.1 Yleistä

Liitoseristyksen laatua voi tarkastella visuaalisesti purseista, pintalämpötilamittauksilla tai tulppanäytteillä.

7.3.4.2 Visuaalinen tarkastus

Kaikkien paikallavaahdotusten onnistuminen tarkastetaan ilmausreiän purseista. Hyvälaatuiset purseet ovat yleensä merkki myös liitoskohdan täyttymisestä kokonaan.

Eristyskouruja käytettäessä on syytä aina varmistua, että kourut sahataan (työstetään) tarkasti liitoskohdan mittojen mukaan.

7.3.4.3

Lämpökamerakuvaus

Liitostyön onnistumista on suositeltavaa tarkkailla tehtävillä lämpökamerakuvaus- tai pintalämpötilamittauksilla. Menetelmä soveltuu myös kourueristysten tarkastamiseen.

7.3.4.4

Tulppanäytteet

Lämpökamerakuvausvaihtoehdoinen menettely liitoseristysten laadun tarkastamiselle on tulppanäytteiden ottaminen.

7.3.4.5

Ainetta rikkovat koestukset

liitosten pistokoemainen avaaminen lämpökuvauksen ohella ainoa tapa varmistua siitä, että eristys täyttää liitostilan kokonaisuudessaan.

7.3.5

Kosteudenvälvohtimet

7.3.5.1

Yleistä

Käytettäessä kosteudenvälvohtimilla varustettuja elementtejä testataan elementit ja valmisosat ennen asennusta kohdassa 7.3.5.2 mainituilla tavoilla. Kukin valvontapiiri testataan kohdan 7.3.5.3 mukaisesti liitosten saumaus- ja eristystyön valmistuttua.

7.3.5.2

Tarkastukset ennen putkiasennusta

Mahdolliset johdinkatkot testataan silmukkatestillä ohmimittarilla valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Mahdolliset oikosulut testataan eristevastusmittauksella sekä johtimesta johtimeen että johtimesta virtausputkeen.

7.3.5.3

Valvontapiirien testaukset

Kukin johdinliitos tarkastetaan visuaalisesti ennen liitoseristystä.

Edellä mainitut silmukka- ja eristevastustestit tehdään valmiille valvontapiirille tässä järjestyksessä. Lisäksi valvontapiirille tehdään valmistajan ohjeiden mukainen toimintatarkastus vikasimulointitestinä.

7.4

Työnaikainen valvonta

Valmiiden liitosten yms. tarkastusten lisäksi on urakoitsijan ja tilaajan syytä panostaa työnaikaiseen valvontaan, koska virheet ja puutteellisuudet eivät valmiissa työsuorituksessa aina näy. Näin voidaan myös välttää virheiden toistumisesta aiheutuvat laajemmat vahingot.

Tehokas ja toimiva valvonta ja laadunvarmistus edellyttää, että urakoitsija ja tilaaja ovat organisoineet nämä työt tehokkaasti. Urakoitsijan laatuvaastaava ja tilaajan valvoja tulisi ottaa mukaan projektiin mahdollisimman aikaisin, mielellään jo projektointivaiheessa.

Laatujärjestelmien ja -suunnitelmien siirtäessä laadunvarmistusvastuuta yhä enemmän urakoitsijoille muuttuu tilaajan valvontatyö itse työsuorituksen valvonnasta enemmänkin sen seurantaan, että urakoitsija toimii laatusuunnitelman ja muiden urakkadokumenttien mukaisesti.

Liitostyön työnaikaisen laadunvarmistuksen kohdentamisesta on annettu ohjeita ET:n suosituksessa L2.

7.5

Dokumentointi

7.5.1

Yleistä

Projektin laadunvarmistusta koskeva dokumentointi voi perustua projektille laadittuun laatusuunnitelmaan, jonka lähtökohtana voi puolestaan olla tilaajan (ja urakoitsijoiden) laatujärjestelmä.

Dokumentointi ja sen tarkistaminen projektin eri vaiheissa edesauttaa laadun varmistamisessa sekä mahdollistaa toteutuksen eri osien ja suoritettujen toimenpiteiden myöhemmän jäljitettävyyden silmällä pitäen rakennetun johdon käyttöä ja kunnossapitoa sekä rakentamistoiminnan kehittämistä.

7.5.2

Laatu-, pätevyys- ja auktorisointitodistukset ja -asiakirjat

Rakentamisessa käytettävien putkielementtien ja valmisosien laatu osoitetaan EHP-sertifikaatilla sekä liitosratkaisujen ja -materiaalien laatu hyväksymistodistuksella.

Hitsaajilla tulee olla voimassa oleva pätevyystodistus ja liitostyötä suorittavalla urakointiliikkeellä voimassa oleva asennusoikeus sekä liitosasentajilla voimassa oleva liitostyötodistus.

Jokaisen hitsaussauman hitsaajat sekä jokaisen suojakuorisaumauksen ja liitoseristyksen asentajat tulee dokumentoida. Lisäksi on suositeltavaa, että työmaalla asentajan tulee merkitä jokaisen valmiin liitoksen päälle esim. merkintätussilla asennusyriyksen nimi tai tunnistekoodi ja asentajan nimi tai tunnistekoodi (esim. liitostyötodistuksensa numero tai rakennuttajan määrittämä muu merkintätapa) sekä asennuspäivämäärä.

7.5.3

Testaus- ja tarkastuspöytäkirjat ja -dokumentit

Kaikki projektin kuluessa suoritettut tarkastukset, mittaukset, testaukset ja katselmukset dokumentoidaan.

7.5.4

Piirustukset

Toteutetun johdon sijaintimittaukset dokumentoidaan piirustuksiin ja/tai paikka-tietojärjestelmään. Johtojen dokumentointia on käsitelty ET:n suosituksessa L9.

7.6

Rakennetun johdon vastaanotto

Työt tarkastetaan ja mitataan johto-osuuksittain urakka-asiakirjoissa määritellyllä tavalla, yleensä painekokeiden suorituksen mukaisesti.

Koko johto otetaan vastaan, kun kaikki urakkaan kuuluvat työt on hyväksytysti suoritettu. Vastaanottotarkastus suoritetaan YSE 1998 mukaisesti.

7.7

Johdon käyttöönotto

Ennen käyttöönottoa johto puhdistetaan esim. huuhtelemalla. Johto täytetään lämpölaitoksen ohjearvojen mukaisella vedellä.

Jos johtoa ei oteta heti käyttöön, on syytä harkita johdon neste- tai kaasusäilöntää.

Jos johdossa on kosteudenvälöntajärjestelmä, sen toiminta tarkastetaan heti käyttöönoton jälkeen.

VIITESTANDARDIT JA -JULKAISUT

Tässä raportissa on viitattu seuraaviin standardeihin ja muihin ET:n suosituksiin ja raportteihin (viittaukset kohdistuvat kulloinkin voimassa olevaan versioon, julkaisujen vuosiluku viittaa tammikuun 2018 tilanteeseen):

Standardit:

SFS-EN 253:2015 + A2 "Kaukolämpöjohdot. Kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät putkijärjestelmät. Putkielementit" (julkaistu vain englanniksi)

District heating pipes. Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks. Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

SFS-EN 15698-1:2009 "Kaukolämpöjohdot. Kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät kaksiputkijärjestelmät. Osa 1: Putkielementit"

District heating pipes. Preinsulated bonded twin pipe systems for directly buried hot water networks. Part 1: Twin pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

SFS-EN 448:2015 "Kaukolämpöjohdot. Kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät putkijärjestelmät. Valmisosat" (julkaistu vain englanniksi)

District heating pipes. Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks. Fitting assemblies of steel service pipes, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

SFS-EN 15698-2:2015 "Kaukolämpöjohdot. Kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät kaksiputkijärjestelmät. Osa 2: Valmisosat ja venttiilielementit" (julkaistu vain englanniksi)

District heating pipes. Preinsulated bonded twin pipe systems for directly buried hot water networks. Part 2: Fitting and valve assembly of steel service pipes, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

SFS-EN 488:2015 "Kaukolämpöjohdot. Kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät putkijärjestelmät. Venttiilielementit" (julkaistu vain englanniksi)

District heating pipes. Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks. Steel valve assembly for steel service pipes, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

SFS-EN 489:2009 "Kaukolämpöjohdot. Kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät putkijärjestelmät. Liitokset"

District heating pipes. Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks. Joint assembly for steel service pipes, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

SFS-EN 13941 + A1:2011 "Esieristettyjen kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen suunnittelu ja asennus" (julkaistu vain englanniksi)
Design and installation of preinsulated bonded pipe systems for district heating

SFS-EN 14419:2009 "Kaukolämpöjohdot. Kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät putkijärjestelmät. Kosteudenvälvontajärjestelmät" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes. Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks. Surveillance systems

SFS-EN 15632-1 + A1:2015 "Kaukolämpöjohdot – Esieristetyt taipuisat putkijärjestelmät – Osa 1: Luokittelu, yleiset vaatimukset ja testausmenetelmät" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes – Pre-insulated flexible pipe systems – Part 1: Classification, general requirements and test methods

SFS-EN 15632-2 + A1:2015 "Kaukolämpöjohdot – Esieristetyt taipuisat putkijärjestelmät – Osa 2: Kiinnivaahdotettu, muovisilla virtausputkilla varustettu järjestelmä; vaatimukset ja testausmenetelmät" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes – Pre-insulated flexible pipe systems – Part 2: Bonded plastic service pipes - Requirements and test methods

SFS-EN 15632-3 + A1:2015 "Kaukolämpöjohdot – Esieristetyt taipuisat putkijärjestelmät – Osa 3: Eristeestä irrallisilla muovisilla virtausputkilla varustettu järjestelmä; vaatimukset ja testausmenetelmät" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes – Pre-insulated flexible pipe systems – Part 3: Non bonded system with plastic service pipes - Requirements and test methods

SFS-EN 15632-4:2009 "Kaukolämpöjohdot – Esieristetyt taipuisat putkijärjestelmät – Osa 4: Kiinnivaahdotettu, metallisilla virtausputkilla varustettu järjestelmä; vaatimukset ja testausmenetelmät" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes – Pre-insulated flexible pipe systems – Part 4: Bonded system with metal service pipes - Requirements and test methods

SFS-EN ISO 5817:2014 "Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat"
Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded). Quality levels for imperfections

ET:n suositukset:

KK2/2018 Kaukolämpöverkon kunnossapito

L8/2017 Kosteudenvälvontajärjestelmät ja -johtimet kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa

T1/2017 Kaukolämmön yleiset sopimusehdot

L7/2016 Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen

L4/2016 Kaukolämpöjohdoissa käytettävät sulkulaitteet

L1/2016 Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot

L3/2015 Kaukolämpöjohtojen kaivot

L5B/2015 Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat, KVR-urakka

L5/2014 Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat

L22/2011 "Ympäristö- ja jäteasiat kaukolämpöverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa"

L10/2011 Kaukolämpöverkon pumppausjärjestelyt

KK11/2010 "Kaukolämpöverkon sulkulaitteiden käyttötekniinen suunnittelu"

L2/2010 "Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset"

KK3/2007 "Kaukolämmön kiertoveden käsittely"

L9/2006 "Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkon dokumentointi"

L14/2005 "Kaukolämpöjohtojen rakentaminen radan alitse"

L15/2005 "Kaukolämpöjohtot ja maantiet"

L6/1998 "Käytössä olevan kaukolämpöjohtojen haaroitus porausmenetelmällä"

ET:n raportit:

L16/2005 Työturvallisuus kaukolämpöjohtojen rakennusurakoissa

L21/1997 "Kaukolämpöjohtojen toteutettuja ratkaisuja tunneleissa, silloissa ja vesistöalituksissa"

KK7/1990 "Kaukolämpöjohtojen korjaustöissä ja tilapäiskorjauksissa käytettävät erikoistyökalut, apuvälineet ja erikoismenetelmät"

ET:N TIEDOTE L132/2011 "Teräsputken hitsien tarkastusmenettelyt ja -vaatimukset kaukolämpöjohtotyömailla"

Kaukolämpöjohtojen teräsputkien työmaalla tehtävien hitsausliitosten tarkastuksissa suositellaan noudatettavaksi seuraavassa mainittuja menettelyjä.

Visuaaliseen tarkastukseen olisi tilaajalla hyvä olla omasta henkilöstöstä tai alihankkijalta "nimitetty visuaalitarkastaja". Ammattitaitoisella visuaalisella tarkastuksella voidaan saada suuri osa pintavirheistä selville ja voidaan vähentää kuvausyrityksen työtä ja kohdistaa radiografiset kuvaukset tarkoituksenmukaisesti. Mm. AEL ja Inspecta järjestävät visuaalitarkastajan koulutuksia. ET/Adato Energia pyrkii alkuvuodesta järjestämään kaukolämpöalalle räätälöidyn päivän mittaisen visuaalitarkastajan kurssin.

NDT-menetelmistä käytetään normaalisti radiografista tarkastusta, mutta se voidaan tarvittaessa korvata tunkeumanestetarkastuksella. On kuitenkin huomattava, että tunkeumanestetarkastus paljastaa vain pintaviat, ja se ei sovellu käytettäväksi kosteissa olosuhteissa ja lämpötila-alueen +5 - +50 °C ulkopuolella.

Suosittelavat hitsien tarkastustasuudet on esitetty ET:n julkaisussa L11/2003 "Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja asennusohjeet", kohta 8.3.2.

Seuraavassa on esitetty tarkemmin tarkastusmenetelmän suorittajan pätevyysvaatimukset, suoritusohjeet sekä tarkastusten hyväksymisrajat.

Tarkastusmenetelmät; pätevyysvaatimukset, suoritusohjeet ja hyväksymisrajat

Visuaalinen tarkastus

- Pätevyysvaatimukset
 - Varsinaista päteväintitutkintoa ei vaadita, mutta visuaalisia tarkastuksia suoritavalla henkilöllä tulee olla riittävä tietämys hitsausmenetelmistä, hitsausvirheistä ja visuaalisen tarkastuksen tekniikoista.
 - Visuaalisia tarkastuksia suorittava henkilö on suositeltavaa nimetä tilaajan toimesta.
- Suoritusohje
 - Suoritusohjeena käytetään standardia SFS-EN ISO 17637 "Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus".
- Hyväksymisrajat
 - Visuaalisessa tarkastuksessa käytetään hitsien hyväksymisrajastandardin SFS-EN ISO 5817 "Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat" osion "1. pintavirheet" hitsiluokkaa C.

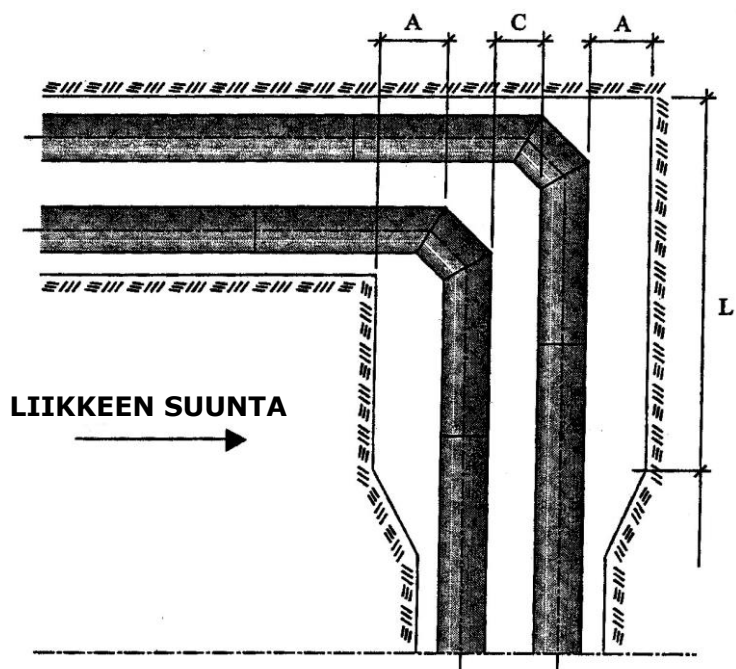
Radiografinen tarkastus

- Pätevyysvaatimukset
 - Suoritettaessa tarkastuksia filmitekniikalla, tulee kuvauksen suorittajalla olla vähintään standardin SFS-EN 473 tason 1 mukainen tai vastaava pätevyys hitsien radiografisesta tarkastuksesta.
 - Kuvien luokittelijalla tulee olla vähintään standardin SFS-EN 473 tason 2 mukainen tai vastaava pätevyys hitsien radiografisesta tarkastuksesta.
 - Suoritettaessa tarkastuksia digitaalisella kuvantamistekniikalla (DDA tai CR), tarkastuksia suorittavalla henkilöllä tulee olla standardin SFS-EN 473 tason 2 RT-pätevyyden lisäksi vähintään 40 h dokumentoitua lisäkoulutusta ja hyväksytysti suoritettu pätevyystutkinto kyseiseen tekniikkaan.
- Suoritusohjeet
 - Filmiradiografian osalta suoritusohjeena käytetään standardin SFS-EN 1435 "Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsausliitosten radiografinen kuvaus", kuvausluokkaa A.
 - Digitaalisen radiografian suoritusohjeena käytetään ISO 17636-2 "Non-destructive testing of welds - Radiographic testing of fusion-welded joints - Part 2: "X- and gamma ray techniques with digital detectors", kuvausluokkaa A.
- Hyväksymisrajat
 - Radiografisen tarkastuksen hyväksymisrajana käytetään standardin SFS-EN 12517-1 "Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Osa 1: Teräksestä, nikkelistä, titaanista ja niiden seoksista hitsattujen hitsausliitosten arviointi radiografisella kuvauksella. Hyväksymisrajat" hyväksymisrajaa 2, seuraavin poikkeuksin:
 - Monipalkohitsauksessa pyöreille huokosille (standardi SFS-EN ISO 6520-1 "Hitsaus ja lähiprosessit. Geometrinen hitsausvirheiden luokittelu metallisissa materiaaleissa. Osa 1: Sulahitsaus", virhetyypit 2011-2014) käytetään hyväksymisrajaa 3.
 - Monipalkohitsauksessa vajaata hitsautumissyvyyttä (standardi SFS-EN ISO 6520-1, "Hitsaus ja lähiprosessit. Geometrinen hitsausvirheiden luokittelu metallisissa materiaaleissa. Osa 1: Sulahitsaus", virhetyyppi 402) sallitaan, jos virheen kokonaispituus < s (putken seinämänpaksuus), millä tahansa 100 mm:n tarkastuspituudella.
 - Liitosvika (standardi SFS-EN ISO 6520-1 "Hitsaus ja lähiprosessit. Geometrinen hitsausvirheiden luokittelu metallisissa materiaaleissa. Osa 1: Sulahitsaus", virhetyyppi 401), joka ei avaudu pintaan, sallitaan, jos virheen kokonaispituus < s, millä tahansa 100 mm:n tarkastuspituudella.

Tunkeumanestetarkastus

- Pätevyysvaatimukset
 - Tunkeumanestetarkastuksia suorittavalla henkilöllä tulee olla standardin SFS-EN 473 "Rikkomaton aineenkoetus. NDT-henkilöiden pätevyys ja sertifiointi. Yleisperiaatteet" tason 2 mukainen tai vastaava pätevyys hitsien tunkeumanestetarkastuksesta.
- Suoritusohje
 - Suoritusohjeena käytetään standardia SFS-EN 571-1 "Rikkomaton aineenkoetus. Tunkeumanestetarkastus".
- Hyväksymisrajat
 - Tunkeumanestetarkastuksessa käytetään hitsien hyväksymisrajastandardin SFS-EN ISO 23277 "Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsien tunkeumanestetarkastus. Hyväksymisrajat" hyväksymisrajaa 2.

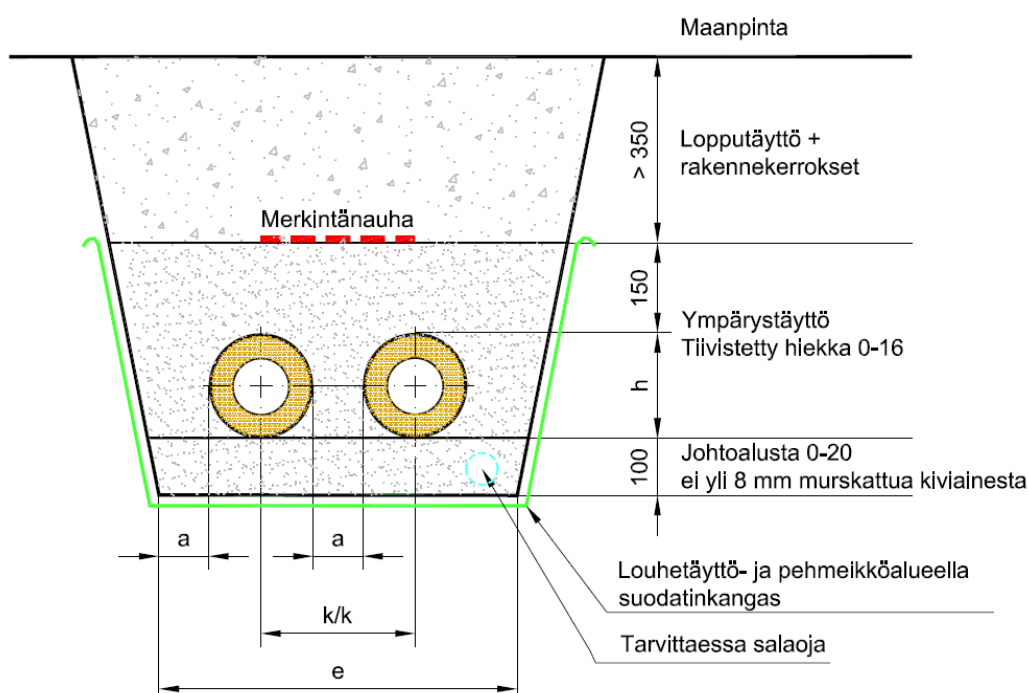
KAIVANNON MITAT PAISUNTAKULMISSA



PE-putki D (mm)	Kaivuleveys kulmakohdassa		Levitetyn osan pituus
	Leveys A (mm)	Leveys C (mm)	L (m)
125	250	150	1,3
140	300	150	1,4
160	300	150	1,6
180	350	150	1,8
200	400	200	2,0
250	500	200	2,5
280	550	200	2,8
315	650	200	3,2
400	800	200	4,0
450	900	200	4,5
500	1000	200	5,0
630	1250	200	6,3
710	1400	200	7,1
800	1600	200	8,0
1000	2000	200	10,0

Energiateollisuus ry	Päiväys 15.4.2010
Nimitys 2Mpuk-kulmakohdan kaivuohje	Piir.no. ET - 255 A

2MPUK-JOHTO. TYYPIPIIRUSTUS. KANAVAN POIKKILEIKKAUS



HUOM! Liitoskohdissa tulee huomioida hitsaus- ja liitostöiden vaatima työvara

HUOM! Haaroituskohdissa tulee peittosyvyyden olla haaraputken päältä mitattuna vähintään 400 mm

HUOM! Luiskakaltevuus määritetään maaperäolosuhteiden mukaan työturvallisuus huomioiden

DN	Elementti	Putket				Kanava			Täyttö m ³ /m	Kaivu m ³ /m	Pinta 1) m ² /m	Pinta 2) m ² /m
		tilavuus m ³ /m	d _u mm	s mm	k/k mm	vesitilavuus dm ³ /johto-m	h mm	e mm				
15	0,019	21,3	2,0	260	0,47	110	670	150	0,56	0,58	0,95	1,35
20	0,025	26,9	2,0	275	0,82	125	700	150	0,59	0,61	0,99	1,39
25	0,025	33,7	2,3	275	1,33	125	700	150	0,59	0,61	0,99	1,39
32	0,031	42,4	2,6	290	2,17	140	730	150	0,62	0,65	1,03	1,43
40	0,031	48,3	2,6	290	2,92	140	730	150	0,62	0,65	1,03	1,43
50	0,040	60,3	2,9	310	4,67	160	770	150	0,66	0,70	1,07	1,47
65	0,051	76,1	2,9	330	7,76	180	810	150	0,70	0,75	1,12	1,52
80	0,063	88,9	3,2	350	10,69	200	850	150	0,75	0,81	1,17	1,57
100	0,098	114,3	3,6	400	18,02	250	950	150	0,85	0,95	1,29	1,69
125	0,123	139,7	3,6	430	27,58	280	1010	150	0,92	1,04	1,36	1,76
150	0,156	168,3	4,0	465	40,36	315	1080	150	1,00	1,16	1,45	1,85
200	0,251	219,0	4,5	600	69,27	400	1400	200	1,35	1,60	1,80	2,20
250	0,393	273,0	5,0	700	108,65	500	1600	200	1,61	2,00	2,04	2,44
300	0,493	323,9	5,6	760	153,59	560	1720	200	1,77	2,26	2,18	2,58
400	0,792	406,4	6,3	910	243,60	710	2020	200	2,20	2,99	2,54	2,94
500	1,005	508,0	6,3	1000	385,51	800	2200	200	2,47	3,47	2,76	3,16
600	1,272	610,0	7,1	1100	557,60	900	2400	200	2,78	4,05	3,00	3,40

Täyttö, Kaivu ja Pinta laskettu kuvan mukaisilla minimimitoilla ja luiskakaltevuudella 5:1.

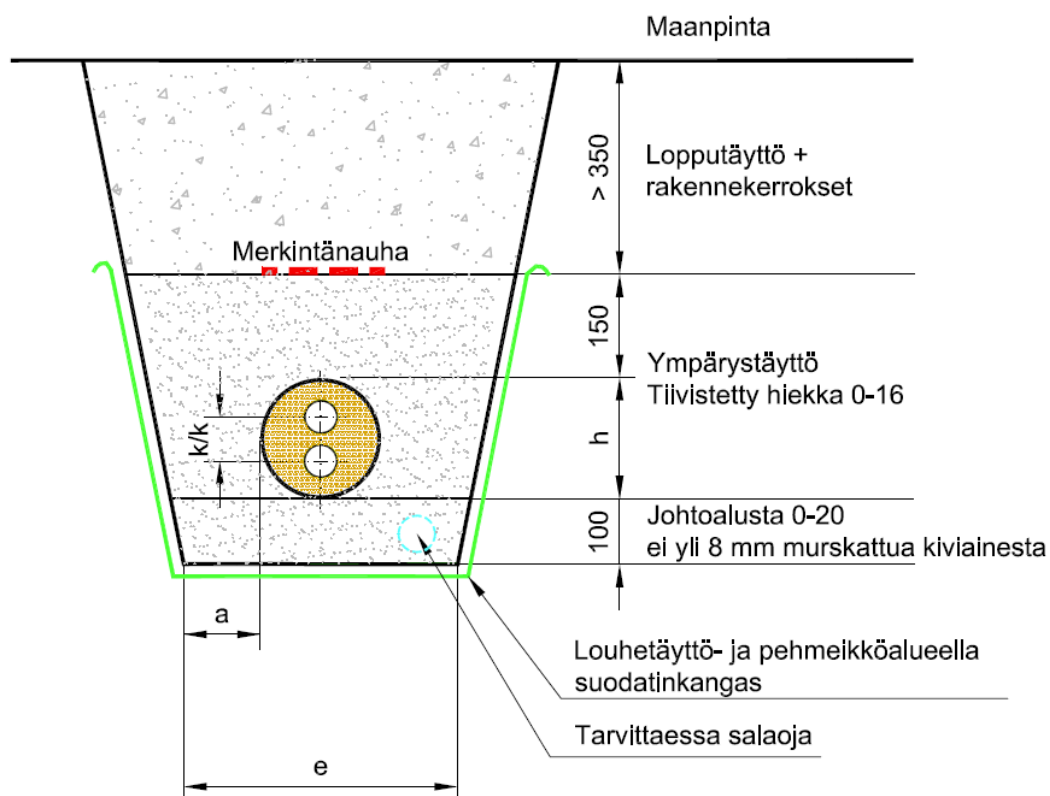
Täyttö = Rakenneteoreettinen m³/m

Kaivu = Kiintoteoreettinen m³/m

Pinta 1) = Kaivannon pinta

Pinta 2) = Kaivannon pinta + asfaltti 200 mm kaivannon reunojen yli

Energiäteollisuus ry	Päiväys 30.1.2018
Nimitys Kaukolämpöjohto; 2MpuK-kanava	Piir.no. ET - 119 E

MPUK-JOHTO. TYYPPIPIIRUSTUS. KANAVAN POIKKILEIKKAUS


HUOM! Liitoskohdissa tulee huomioida hitsaus- ja liitostöiden vaatima työvara

HUOM! Luiskakaltevuus määritetään maaperäolosuhteiden mukaan työturvallisuus huomioiden

DN	Elementti	Putket				Kanava			Täyttö m ³ /m	Kaivu m ³ /m	Pinta 1) m ² /m	Pinta 2) m ² /m
		tilavuus m ³ /m	d _u mm	s mm	k/k mm	vesitilavuus dm ³ /johto-m	h mm	e mm				
15	0,020	21,3	2,0	40,3	0,47	160	560	200	0,50	0,54	0,86	1,26
20	0,020	26,9	2,0	45,9	0,82	160	560	200	0,50	0,54	0,86	1,26
25	0,025	33,7	2,3	52,7	1,33	180	580	200	0,52	0,57	0,89	1,29
32	0,031	42,4	2,6	61,4	2,17	200	600	200	0,55	0,61	0,92	1,32
40	0,031	48,3	2,6	67,3	2,92	200	600	200	0,55	0,61	0,92	1,32
50	0,049	60,3	2,9	80,3	4,67	250	650	200	0,60	0,70	0,99	1,39
65	0,062	76,1	2,9	96,1	7,76	280	680	200	0,63	0,75	1,03	1,43
80	0,078	88,9	3,2	113,9	10,69	315	715	200	0,67	0,82	1,08	1,48
100	0,126	114,3	3,6	139,3	18,02	400	800	200	0,75	1,00	1,20	1,60
125	0,196	139,7	3,6	169,7	27,58	500	900	200	0,84	1,23	1,34	1,74
150	0,246	168,3	4,0	208,3	40,36	560	960	200	0,89	1,38	1,42	1,82
200	0,396	219,0	4,5	264,0	69,27	710	1110	200	1,01	1,80	1,63	2,03
250	0,636	273,0	5,0	318,0	108,65	900	1300	200	1,13	2,40	1,90	2,30

Täyttö, Kaivu ja Pinta laskettu kuvan mukaisilla minimimitoilla ja luiskakaltevuudella 5:1.

Täyttö = Rakenneteoreettinen m³/m

Kaivu = Kiintoteoreettinen m³/m

Pinta 1) = Kaivannon pinta

Pinta 2) = Kaivannon pinta + asfaltti 200 mm kaivannon reunojen yli

Energiateollisuus ry	Päiväys 30.1.2018
Nimitys Kaukolämpöjohto; Mpuk-kanava	Piir.no. ET - 114 D

Suosituks

L6/1998	Käytössä olevan kaukolämpöjohdon haaroitus porausmenetelmällä
L14/2005	Kaukolämpöjohdon rakentaminen radan alitse
L15/2005	Kaukolämpöjohdot ja maantiet
L9/2006	Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkon dokumentointi
L2/2010	Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset
L22/2011	Ympäristö- ja jäteasiat kaukolämpöverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa
L10/2011	Kaukolämpöverkon pumppausjärjestelyt
L11/2013	Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet
L5/2014	Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat
L5B/2015	Kaukolämpöjohtojen rakentamisen urakka-asiakirjat, KVR-urakka
L3/2015	Kaukolämpöjohtojen kaivot
L1/2016	Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot
L4/2016	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät sulkulaitteet
L7/2016	Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen peruserantaminen
L8/2017	Kosteudenvälöntäjäjärjestelmät ja -johtimet kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohdoissa
KK3/2007	Kaukolämmön kiertoveden käsittely
KK4/2008	Kaukolämpöverkon peruserannustoiminnan yhtenäistäminen
KK11/2010	Kaukolämpöverkon sulkulaitteiden käyttötekkinen suunnittelu
KK2/2018	Kaukolämpöverkon kunnossapito

Raportit

L18/1995	Suojaukset ja merkinnät sekä työturvallisuus kaukolämpöjohtotöissä
L21/1997	Kaukolämpöjohtojen toteutettuja ratkaisuja tunneleissa, silloissa ja vesistöalituksissa
L16/2005	Työturvallisuus kaukolämpöjohtojen rakennusurakoissa

KK1/1987	Varautuminen ja toiminta kaukolämmön suurhäiriö- ja kapasiteettivajaustilanteessa
KK7/1990	Kaukolämpöjohtojen korjaustöissä ja tilapäiskorjauksissa käytettävät erikoistyökalut, apuvälineet ja erikoismenetelmät
KK6A/2015	Kaukolämpöalan työsuojeluopas I Kaukolämpöverkkojen käyttö ja kunnossapito
KK5/2015	Kaukolämmön tekninen laatu

Tilastojulkaisut

Kaukolämpöverkon vauriotilasto (vuosittainen)

Kaukolämmön käyttötaloudelliset tunnusluvut (vuosittainen)

Maanalaisten kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen rakentamiskustannukset (vuosittainen)

Kaukolämmön keskeytystilasto (vuosittainen)

Vanhoja, uudisrakentamisessa käytöstä poistuneita johtorakenteita käsittelevät suositukset

L4/1978	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät betoniset kiintopiste-elementit ja niiden raudoitukset
L4/1981	Kaukolämpöjohdoissa käytettäviä betonisia elementtikaivoja
L1/1982	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät betoniset laajennuselementit ja niiden raudoitukset
L1/1983	Kaukolämpöjohdoissa käytettävät työpaikalla valetut kanavat ja yläelementtikanavat sekä erityyppisten betonikanavien liittäminen toisiinsa
L6/1983	Kaukolämpöjohdoissa käytettävien 2- ja 3-tukisten betonisten kokoelementtien tekniset vaatimukset ja raudoitukset
L3/1984	Kaukolämpöjohdoissa käytettävien paljetasaimien tekniset vaatimukset
L3/1986	Betonisissa kokoelementtikanavissa käytettävät putkien tukirakenteet



Energiateollisuus ry
Fredrikinkatu 51-53 B, 00100 Helsinki
Puhelin: (09) 530 520, faksi: (09) 5305 2900
www.energia.fi