

Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset

Suositus L2/2020



Energiateollisuus

Kaukolämpö

Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset

Tässä suosituksessa on esitetty teräsputkiin kiinnivaahdotettujen polyeteenisuojaputkella varustettujen polyuretaanieristeisten kaukolämpöjohtojen liitosten tekniset vaatimukset sekä asennus- ja työnvalvontaohjeet.

Suositus sisältää valmiiden liitosten toiminnalliset vaatimukset ja tyyppitestausten menetelmät, teräsputkiliitokselle, liitoseristykselle ja suojaputkiliitokselle asetettavat vaatimukset testausmenetelmien sekä liitosten eristämistä, saumausta ja näihin liittyviä työvälineitä ja -menetelmiä, asentajien pätevyyttä, työnvalvontaa, tarkastuksia ja työturvallisuutta koskevat ohjeet.

Kiinnivaahdotettuja kaukolämpöjohtoja koskevat tekniset vähimmäisvaatimukset on Euroopassa yhtenäistetty EN-standardeilla, joita tämä suositus täydentää. Eräissä, tekstissä mainituissa kohdin suositus poikkeaa em. standardeista mm. Suomen erityisolosuhteista johtuen. **Standardien keskeiset asiat käyttäjien kannalta on esitetty suoraan suositustekstissä**, joten standardien hankkiminen ei ole välttämätöntä.

Suositus on tarkoitettu asiakirjaksi, johon hankintapyynnössä sellaisenaan voidaan viitata. Mikäli tilaaja haluaa poiketa suosituksesta, kannattaa tämä tehdä hankintapyynnössä vaihtoehtoistarjouksen muodossa, jolloin samalla saa selville erityisvaatimuksensa aiheuttaman hankintahinnan muutoksen.

Suositus on laadittu Energiateollisuus ry:n (ET) lämmönjakelutoimikunnan ja Muoviteollisuus ry:n (MT) kaukolämpöjaoston yhteistyönä.

Tämä suositus korvaa ET:n suosituksen L2/2010.

Siirtymäaika säännökset: Liitostuotteet tulee 31.12.2020 alkaen valmistaa tämän suosituksen mukaisesti, mutta tätä ennen valmistettuja varastossa olevia vanhan suosituksen mukaisia liitostuotteita voidaan 31.12.2021 asti toimittaa.

Lämmönjakelutoimikunta:

- Sami Rantio / Loimua Oy (puheenjohtaja)
- Juhani Aaltonen / Helen Oy
- Marko Pajunen / Tampereen Sähkölaitos Oy
- Eetu Järvenpää / Rauman Energia Oy
- Pekka Lång / Kuopion Energia Oy
- Sanna Perttunen / Turku Energia Oy
- Heikki Ojansuu / Vantaan Energia Oy
- Mikko Lampinen / Kotkan Energia Oy
- Petri Flyktman / Alva yhtiöt Oy
- Harri Mäki-Saari / Lahti Energia Oy
- Jussi Lampinen / Lempeä Oy
- Harri Muukkonen / Afry
- Harri Hillamo / Energiateollisuus ry (sihteeri)

SISÄLTÖ**KIINNIVAAHDOTETTujen KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN LIITOKSET****A Laatuvaatimukset**

1 Soveltamisala	1
2 Mitoitusarvot	1
3 Liitokselle ja sen osille asetettavat vaatimukset	2
3.1 Yleiset vaatimukset	2
3.2 Teräsputken hitsi	2
3.3 Eristys	3
3.4 Suojakuoriliitos	3
4 Tyypitestausta	4
4.1 Vaatimukset	4
4.1.1 Kestävyys maassa tapahtuvan aksiaaliliikkeen suhteen	4
4.1.2 Vesitiiviys	4
4.1.3 Jännityssäröilyn kestävyys	4
4.1.4 Polyuretaani	4
4.2 Testausmenetelmät	4
4.2.1 Kestävyys maassa tapahtuvan aksiaaliliikkeen suhteen	5
4.2.2 Vesitiiviys	5
4.2.3 Jännityssäröilyn kestävyys	5
4.2.3 Polyuretaani	5
5 Laadunvarmistus	5
6 Merkintä	6
7 Asennus ja asennusvalvonta	6
8 Takuu	6

B Liitosten asennus ja työnvalvonta

1 Yleistä	7
2 Liitoskohtien esivalmistelu	8
3 Teräsputken hitsaus	8
4 Hälytysjohtimien liitokset	9

5 Suojakuorisauhaus	9
5.1 Kutisteliitokset	9
5.1.1 Jatkosholkin asennus	9
5.1.2 Jatkospellin kiinnitys	9
5.1.3 Jatkosten tiivistäminen kutisteilla	9
5.1.3.1 Työvälineet	10
5.1.3.2 Kutistenauhan katkopituudet ja saumalevyt	10
5.1.3.3 Kutisteiden asennus	10
5.1.3.4 Valmis kutisteliitos	12
5.2 Kutistettavat holkkiliitokset	12
5.3 Hitsausliitokset	12
5.4 Muut liitostavat	13
6 Liitosten eristäminen	13
6.1 Työpaikalla vaahdotus	13
6.2 Kouruilla eristys	14
6.3 Työturvallisuus eristystöitä suoritettaessa	14
7 Työn valvonta ja tarkastukset	15
7.1 Työn valvonnan kohdistaminen	15
7.2 Tarkastukset	17
7.2.1 Teräsputkihitsien tarkastukset	17
7.2.2 Suojakuorisauhausten ja liitoseristysten tarkastukset	17
7.2.2.1 Silmämääräistarkastukset	17
7.2.2.2 Eristystarkastukset	17
7.2.2.3 Saumaustarkastukset	18
7.2.2.4 Muut tarkastukset	18
7.3 Liitostietojen dokumentointi	18

LIITTEET

Liite 1	Viitestandardit ja -julkaisut	19
Liite 2	Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset. Tyyppitestit; ominaisuudet, testimenetelmät ja toimenpiteet	20
Liite 3	Mallilomake: Kaukolämpöverkon putkitöiden mittaus- ja vastaanottopöytäkirja	21
	Mallilomake: Hälytysjohtimien liitostyöpöytäkirja	22

KIINNIVAHDOTETTujen KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN LIITOKSET

A LAATUVAATIMUKSET

1 Soveltamisala

Tässä suosituksessa asetetut vaatimukset koskevat vain maahan asennettävien elementtien ja valmisosien liitoksia kokoon DN 1200 asti sekä niiden asennusta työmaolosuhteissa. Kohdan 3 vaatimukset koskevat myös työmaalla tehtyjä osia (kulmat, haarat, supistukset...) ja niiden liitoksia elementteihin.

Sisätiloihin, maan pinnalle, siltoihin ja tunneleihin tehtävissä asennuksissa ja vesistöalituksissa voidaan soveltuvien osien käyttöä tämän suosituksen laatuvaatimuksia.

Suositus pohjautuu eurooppalaisen standardisarjan "Kiinnivaahdotetut teräsputkella ja polyeteenisuojakuorella varustetut esieristetyt, maahan asennettavat kaukolämpöjohtojärjestelmät" standardiin

SFS-EN 489-1 Liitokset ja liitoseristys

Lisäksi ko. standardisarjassa on putkielementeille, valmisosille ja venttiilielementeille omat standardinsa SFS-EN 253, 15698-1, 448, 488 ja 15698-2, joiden pohjalta on julkaistu erillinen ET-suositus L1. Lisäksi on olemassa johtojen suunnittelua ja asennusta koskevat standardit SFS-EN 13941-1 ja 13941-2, johdoissa käytettäviä kosteudenvälöntäjäjärjestelmiä koskeva standardi SFS-EN 14419, erilaisia joustavia, metalli- tai muovivirtausputkilla varustettuja kaukolämpöjohtojärjestelmiä koskevat standardit SFS-EN 15632-1, -2, -3 ja -4 sekä termejä ja määritelmiä koskeva standardi SFS-EN 17248.

2 Mitoitusarvot

- suunnittelupaine 1,6 MPa (16 bar)
- käyttölämpötila ≤ 120 °C
- käyttöaine käsitelty kaukolämpövesi, ominaisuudet ET:n suosituksen KK3 taulukon 1 mukaiset

3 Liitoksille ja sen osille asetettavat vaatimukset

3.1 Yleiset vaatimukset

Normaaleissa käyttökohteissa ja -olosuhteissa liitosten teknisen käyttöiän ja pitkäaikaisen lämpötilakestävyyden tulee olla vähintään 30 vuotta jatkuvassa käyttölämpötilassa 120 °C, Tällöin 50 vuoden käyttöikä yleensä saavutetaan jatkuvassa käyttölämpötilassa 115 °C ja yli 50 vuotta tätä alemmassa lämpötilassa.

Suojaputken liitostuotetoimittajan tulee antaa tarvikkeiden käsittely-, varastointiohjeet ja asennusohjeet.

Elementtitoimittajan tulee antaa ohjeet käytettävistä uretaanivaahdoista ja vaahdotustyön suorittamisesta.

Liitoksen eri osien tulee

- kestää asennuksen aikaiset lämpötilavaihtelut avoimessa kaivannossa
- kestää käyttölämpötilojen vaihtelut sekä niistä aiheutuvat aksiaaliliikkeet, voimat ja jännitykset maksimikäyttölämpötilan ollessa 120 °C ja satunnaisesti (max. 300 h vuodessa) 140 °C, suojaputken maksimipintalämpötilan 50 °C sekä maan kitkakertoimen 0,2...0,6
- kestää johdon normaalin käytön aikana syntyvät mekaaniset voimat, taivutusmomentit ja jännitykset, mm. 0,5 metrin peittosyvyydellä maanpaine ja kuormitusnormien mukainen max. liikennekuorma (RIL 144, kuormakaavio 3, kuormaluokka 1: 130 kN pyöräkuorma)
- kestää ilman halkeamia tai muodonmuutoksia käsittely valmistajan ohjeiden mukaisesti ulkolämpötilan ollessa ≤ -18 °C
- olla vesitiiviit käyttöiän ajan ym. olosuhteissa ja 30 kPa (0,3 bar) ulkopuolisella vesiyllipaineella

Jatkoksissa käytettävien liitosratkaisujen ja komponenttien vaatimustenmukaisuus osoitetaan kaukolämpöjohtojen laadunvarmistusjärjestelmän mukaisella sertifikaatilla (hyväksymistodistuksella). Laadunvarmistuksesta tarkemmin kohdassa 5.

3.2 Teräsputken hitsi

Hitsin tulee olla mekaanisilta ominaisuuksiltaan virtausputkea vastaava sekä vesitiivis. Hitsaustyön suoritusta, vaatimuksia ja tarkastuksia on käsitelty osassa B sekä ET:n suosituksessa L11 ja sen liitteessä.

3.3 Eristys

Liitoksen eristysaineena käytetään SFS-EN 253 mukaista polyuretaania. Sen tulee täyttää taulukossa 1 esitetyt vaatimukset.

Taulukko 1. Eristeominaisuudet		
Ominaisuus	Vaatus	Testausmenetelmä
Keskimääräinen solukoko säteen suunnassa	max. 0,5 mm	SFS-EN 253
Sulkeumat ja kuplat	≤ 5 % poikkileikkausalasta, yksittäinen alle 2/3 nimelliseristuspaksuudesta	SFS-EN 253
Suljetut solut	osuus ≥ 88 %	SFS-EN ISO 4590, men. 1
Minimitiheys	≥ 55 kg/m ³	SFS-EN ISO 845
Puristuslujuus	≥ 0,3 MPa	SFS-EN ISO 844
Vedenimeytyminen	≤ 10 %	SFS-EN 253

Eristeen tulee täysin täyttää eristettävä tila.

Mikäli käytetään kourueristystä (lähinnä pienissä dimensioissa, muutaman liitoksen työkohteissa sekä kuumilla teräsputkipinnoilla), tulee myös niiden täyttää yllä esitetyt vaatimukset. Kourujen ulkohalkaisijan tulee olla sama kuin elementin suojakuorella. Kourujen ulkopinnassa tulee olla alumiinifolio.

3.4

Suojakuoriliitos

Suojakuorten liitoksen (mukaan lukien vaahdotusreikien tiivistykset) tulee olla normaaleissa käyttöolosuhteissa (vrt. kohta 3.1) vesitiivis.

Liitoksissa käytettävän kutistumattoman PE-jatkosholkin tulee ulkohalkaisijoita ja seinämänpaksuuksia lukuun ottamatta täyttää suojakuorille ET:n suosituksessa L1 asetetut vaatimukset. Holkin seinämänpaksuuden tulee olla vähintään 3 mm. 6 mm ja sitä paksumpien holkkien päiden tulee olla 45 ° kulmaan viistetyt.

Liitoksessa keskitetyn kutistumattoman jatkosholkin ja suojakuoren välitys saa olla enintään elementin suojakuoren seinämänpaksuus. Holkin leveyden tulee olla sellainen, että holkin ja elementin suojakuoren limitys on molemmin puolin vähintään 30 mm.

Ns. peltijatkosta käytettäessä tulee jatkospellin leveyden olla sellainen, että pellin ja elementin suojakuoren limitys on molemmin puolin vähintään 30 mm. Pellin tulee olla galvanoituja terästä ja sen seinämänpaksuuden tulee olla vähintään 0,5 mm.

Kutistuvan holkin, kutistemuhvin ja kutistenauhan leveyden tulee olla sellainen, että liitoksen tiivistyspinta sekä elementin suojakuoreen että jatkosholkkiin on kutistettuna joka kohdassa vähintään 100 mm.

Toimittajan valmiiksi mittaan katkaisemien kutistenauhojen toisen pään (limityksessä alle jäävän pään) kulmien tulee olla viistetyt. Nauhan katkopituuden tulee riittävän kehänsuuntaisen limityksen varmistamiseksi olla kohdan B 5.1.3.2 mukainen.

Tyypitestausta

4.1

Vaatimukset

4.1.1

Kestävyys maassa tapahtuvan aksiaaliliikkeen suhteen

Liitoksen (mukaan lukien vaahdotusreikien tiivistykset) tulee kohdan 4.2.1 mukaisen kestävyystestin jälkeen tehtävässä vesitiiviyskokeessa olla vesitiivis. Tämä tyypitestausta vaatimus koskee vain ei-hitsattuja liitoksia.

4.1.2

Vesitiivisyys

Liitoksen (mukaan lukien vaahdotusreikien tiivistykset) tulee olla vesitiivis kohdan 4.2.2 mukaisen testin jälkeen tarkastettuna.

4.1.3

Jännityssäröilyn kestävyys

Testattaessa kohdan 4.2.3 mukaisesti koekappaleen rikkoontumiseen kuluva aika ei saa alittaa 300 h. Tämä tyypitestausta vaatimus koskee vain hitsattuja liitoksia.

4.1.4

Sulaindeksi

Testattaessa kohdan 4.2.4 mukaisesti hitsattavien vaahdotusreiän tulppien sulaindeksin (MFR) tulee olla $0,2 \leq \text{MFR} \leq 1,0 \text{ g/10 min}$.

4.1.5

Taivutuskestävyys

Hitsattavien vaahdotusreiän tulppien taivutuskestävyyden tulee täyttää kohdan 4.2.5 mukaisen testin minimivaatimukset.

4.1.6

Polyuretaani

Liitoksessa käytettävän polyuretaanilaadun tulee olla tyypitestattu. Sen tulee kohdan 4.2.6 mukaisessa tyypitestissä täyttää kohdan 3.3 vaatimukset. Tyypitestin yhteydessä raaka-ainetoimittajan tulee uretaanin yksilöimiseksi antaa raja-arvot MDI-indeksille, sekoitussuhteelle ym. raaka-aineparametreille.

4.2

Testausmenetelmät

Kohtien 4.2.1 ja 4.2.2 kokeet suoritetaan samalle koekappaleelle tässä järjestyksessä. Hitsattavien vaahdotusreiän tulppien taivutuskoe tehdään samassa koekappaleessa olleille tulpile vesitiiviyskokeen jälkeen.

Koekappaleet tyypitesteihin valmistetaan SFS-EN 489-1 mukaisesti.

4.2.1

Kestävyys maassa tapahtuvan aksiaaliliikkeen suhteen

Testaus suoritetaan SFS-EN 489-1 mukaisena hiekkalaatikkokokeena.

4.2.2

Vesitiiviys

Liitoksen vesitiiviys (ei-hitsatuilla liitoksilla kohdan 4.2.1 mukaisen hiekkalaatikkokokeen jälkeen) testataan SFS-EN 489-1 mukaisesti upottamalla liitos 24 tunniksi vesisäiliöön, jonka veden lämpötila on 23 ± 2 °C ja paine 30 ± 1 kPa. Veden läpäisevyyden arvioimiseksi vesi tulee värjätä.

4.2.3

Jännityssäröilyn kestävyys

Testaus suoritetaan SFS-EN 489-1 mukaisena rasituskokeena liitoksesta otetuille, hitsaussauman sisältäville koesauvoille.

4.2.4

Sulaindeksi

Hitsattavien vaahdotusreiän tulppien sulaindeksi testataan SFS-EN 489-1 mukaisesti.

4.2.5

Taivutuskestävyys

Hitsattavien vaahdotusreiän tulppien taivutuskestävyys testataan SFS-EN 489-1 mukaisesti.

4.2.6

Polyuretaani

Liitoskohtien eristämiseen käytettävän polyuretaanin ominaisuudet testataan kohdan 3.3 mukaisin menetelmin.

Koekappaleet polyuretaanin tyyppitesteihin valmistetaan SFS-EN 253 mukaisesti.

5

Laadunvarmistus

Tämän suosituksen mukaisten liitosten laatua seurataan ET:n ja Muoviteollisuus ry:n (MT) kesken organisoidun laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti. Järjestelmä ja sen toiminta on määritelty ET:n ja MT:n välisessä sopimuksessa laadunvalvonnan järjestämisestä sekä erillisessä laadunvarmistusjärjestelmän kuvauksessa. Pääpiirteissään laadunvarmistusjärjestelmän sisältö, rakenne, vaatimukset ja menettelyt on kuvattu Energiateollisuuden ylläpitämällä järjestelmän nettisivuilta.
https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/kaukojaahdytys-_ja_kaukolampojohtojen_laadunvarmistus.html

Liitostuotteiden ja liitostyyppien vaatimustenmukaisuus em. järjestelmän mukaisesti osoitetaan hyväksytyllä tyyppitestauksella. Hyväksyntä edellyttää

hakemusvaiheessa suoritettavan standardinmukaisen tyyppitestauksen osoitettua läpäisemistä. (SFS-EN 489-1:2019:en District heating pipes. Bonded single and twin pipe systems for buried hot water networks. Part 1: Joint casing assemblies and thermal insulation for hot water networks in accordance with EN 13941-1)

Työmaalla tapahtuvaa työn- ja laadunvalvontaa sekä tarkastustoimenpiteitä on käsitelty osassa B.

6

Merkintä

Suojakuoriliitostuotteet (holkit, kutisteet) sekä erikseen toimitettavat tiivistysmateriaalipakkaukset on merkittävä näkyvällä sekä käsittelyn, varastoinnin ja käytön kestäväällä tavalla seuraavasti. Merkintä ei saa vaikuttaa liitoksen toiminnallisiin ominaisuuksiin, ja se tulee olla luettavissa mahdollisuuksien mukaan asennuksen jälkeen.

- valmistajan ja/tai tuotteen nimi
- valmistuserän numero

Vaahdotusreiän tulppiin tai niiden pakkauksiin tulee merkitä tulpan valmistajan tunnistekoodi sekä hitsattavien tulppien osalta myös sulaindeksi (MFR) mahdollisuuksien mukaan siten, että se on luettavissa asennuksen jälkeen.

Liitoksen asennuksen jälkeen asentajan tulee esim. merkintätussilla merkitä valmiin liitoksen päälle asennuspäivämäärä sekä liitoksen tehneen asennusyrityksen nimi tai tunnistekoodi ja asentajan nimi tai tunnistekoodi (esim. liitostyötodistuksensa numero tai rakennuttajan määrittämä muu merkintätapa).

7

Asennus ja asennusvalvonta

Asennus ja sen valvonta tulee suorittaa ET:n suositusten ja ohjeiden sekä valmistajan asennusohjeiden mukaisesti. Tuotekohtaisen asennusohjeen lisäksi liitostuotetoimittajan tulee antaa tarvittaessa lisäopastusta asennustyön ja työnvalvonnan suorittamisessa. Liitosten yleisiä asennusohjeita ja työnvalvontaa on käsitelty osassa B sekä ET:n suosituksessa L12.

8

Takuu

Takuuaika on 2,5 vuotta hankinnan vastaanotosta lukien.

Takuuaikana on valmistajan materiaali- tai valmistevirheen vuoksi kelvottomaksi osoittautuneen tuotteen tilalle mahdollisimman nopeasti toimitettava veloituksetta tilaajan varastoon uusi tai korjattava virheellinen tuote käyttöarvoltaan uutta vastaavaksi. Muista takuehdoista sovitaan erikseen kunkin hankinnan yhteydessä.

KIINNIVAHDOTETTujen KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN LIITOKSET

B LIITOSTEN ASENNUS JA TYÖNVALVONTA

1 Yleistä

Kiinnivaahdotettujen elementtien ja valmisosien liitoksissa tulisi käyttää tämän suosituksen osan A mukaisia, laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti (ks. osa A, kohta 5) hyväksytyjä materiaaleja ja -ratkaisuja.

Tämän yleisohjeen lisäksi tulee asennustyössä noudattaa valmistajien antamia yksityiskohtaisempia ja tuotekohtaisia ohjeita.

Laadukkaan työsuorituksen varmistamiseksi suositellaan liitostyöt sekä suojaputkisaumausten että eristystöiden osalta annettavaksi vain ET:n/MT:n laadunvarmistusjärjestelmän mukaiset asennusoikeudet omaaville urakoitsijoille. Jokaisella liitostöitä suorittavalla asentajalla tulee olla tulityökortti sekä voimassa oleva, em. laadunvarmistusjärjestelmän mukainen liitostyötodistus, joka osoittaa pätevyyden liitostyön suorittamiseen. Teräsputkihitsaajilla on oltava voimassa oleva kaukolämpöputkihitsaukselle soveltuva standardin SFS-EN 9606 mukainen pätevyystodistus siten, että koehitsit täyttävät vähintään standardin SFS-EN ISO 5817 vaatimustason B.

Jokaisen teräsputkihitsin viereen tulee hitsaajan merkitä esim. merkintätussilla nimensä tai tunnistekoodinsa rakennuttajan määrittämällä merkintätavalla.

Jokaisen suojakuorisaumauksen ja liitoseristyksen tehnyt asennusyrittäjä ja asentajat tulee dokumentoida. Lisäksi työmaalla asentajan tulee merkitä jokaisen valmiin liitoksen päälle esim. merkintätussilla asennusyrittäjän nimi tai tunnistekoodi ja asentajan nimi tai tunnistekoodi (esim. liitostyötodistuksensa numero tai rakennuttajan määrittämä muu merkintätapa) sekä asennuspäivämäärä.

Riittävä työnvalvonta tulee kohdistaa valmiiden liitosten lisäksi erityisesti työn kaikin puolin oikeaan suoritukseen. Myös tilaajan valvojilla tulisi olla em. liitostyötodistuksen pohjana oleva liitostyökurssi suoritettuna.

2

Liitoskohtien esivalmistelu

Hyvän työtuloksen aikaansaamiseksi on aina varmistuttava siitä, että

- liitoskohdassa on joka puolella liitostyyppin ja johtokoon edellyttämät riittävät työskentelytilat, vähintään 20 - 30 cm
- ennen teräsputkien hitsausta on vapaat putkipäät huolellisesti ja täysin puhdistettu uretaanista
- ennen teräsputken hitsausta kaikki ennakkoasennukset kuten jatkosholkit, kutistemuovit yms. ovat paikoillaan ja tyypeiltään ja mitoiltaan oikeita
- kaivanto on mahdollisimman kuiva, vesi- ja lumivaikkeudet on poistettu
- vesi- ja lumisateen varalta on olemassa suojakatos tai vastaava työskentelysuojaus
- riittävä määrä työhön soveltuvia, liitostoimittajan ohjeiden mukaisia työvälineitä on paikalla
- liitostöitä suorittavilla on tulityökortti sekä voimassa oleva, asianmukainen liitostyötodistus

3

Teräsputken hitsaus

Teräsputket liitetään kaasu-, kaari- tai kaasukaarihitsausmenetelmällä (kaasu-, puikko- tai tig-hitsausmenetelmällä). Kaasuhitsausta käytettäessä rajoitutaan yleensä dimensioihin \leq DN 125.

Käytettävän hitsausprosessin tulee olla määritelty ja hyväksytty standardin SFS-EN ISO 15607 mukaisesti.

Hitsauspuikot tulee pakkauksen avaamisen jälkeen suojata ja varastoida valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Kaikin tarvittavin toimenpitein on estettävä ympäristön olosuhteiden aiheuttama hitsin laadun heikentyminen (riittämätön tila, tuuli, kosteus, sade, lämpötila, jne.).

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.

Hitsattavien putkien päät tulee sopivin keinoin kohdistaa ja pitää paikallaan hitsauksen ajan. Sivuttaissiirtymä saa olla enintään 30 % seinämänpaksuudesta, kuitenkin enintään 1 mm. Muuten liitettävien putkien päät tulee ennen hitsausta sovittaa.

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

Valmiin hitsin jäähtymistä ei saa nopeuttaa. Alle 5 °C lämpötiloilla hitsisaumat tulisi suojata liian nopean jäähtymisen välttämiseksi.

Virheelliset hitsit tulee joko korjata tai leikata auki ja uusia.

Hitsien tarkastukset on esitetty kohdassa 7.2.1.

4

Hälytysjohtimien liitokset

Mahdollisten hälytysjohtimien liitokset tehdään tarkasti valmistajien asennusohjeita noudattaen.

5

Suojakuorisauhaus

5.1

Kutisteliitokset

5.1.1

Jatkosholkin asennus

Holkki-liitosta käytettäessä on ennen vaahdotusta huolehdittava holkin keskittämisestä ja tiivistämisestä suojakuoreen esim. kiilalistaa ja vetoliinoja käyttäen.

Keskitetyn holkin ja suojakuoren välyys ei saa olla elementin suojakuoren ainepaksuutta suurempi. Välyksen merkitys vaahdotuksen, saumauksen ja koko liitoksen onnistumisessa on erittäin suuri.

5.1.2

Jatkospellin kiinnitys

Jatkospelti asennetaan keskeisesti jatkoskohdan ympärille ja kiristetään esim. liinoilla siten, että pellin ja elementin suojakuoren väliin ei jää välystä. Pellin pituussauma kiinnitetään matalakantaisilla ruuveilla riittävän tiheästi, DN 300 ja isommilla dimensioilla kahteen riviin.

5.1.3

Jatkosten tiivistäminen kutisteilla

Kutistevalmistajat ovat velvollisia antamaan yksityiskohtaiset ohjeet omien tuotteidensa asennustyön suorittamisesta, käsittelystä ja varastoinnista sekä pyydettyessä antamaan opastusta kutistustyön suorituksessa.

Kutisteiden käsittely ja lämmittäminen on normaaleissa työskentelyolosuhteissa ja oikeilla työtavoilla käytännössä terveydelle vaaratonta.

5.1.3.1

Työvälineet

Kutistamista suoritettaessa tarvitaan mm. seuraavia työvälineitä:

- rievut, harjat, mahdolliset rasvanpoistoaineet yms. liitospintojen puhdistukseen
- hiomanauhaa (P60 - P80) liitospintojen karhentamiseen
- tarpeellisia suojavälineitä lähellä olevien kaapeleiden, salaojien yms. suojaamiseksi
- propaanikaasupullot kädensijoihin, letkuineen ja suuttimineen, jonka halkaisijan tulee olla n. 40 - 70 mm ja tehon 200 kPa paineella n. 4000 g/h
- suojakäsineet, tela yms. kutisteen kuumakäsittelyyn

Kutistevalmistajat antavat asennusohjeissaan tarkemmat tiedot tarvittavista työvälineistä.

5.1.3.2

Kutistenauhan katkopituudet ja saumalevyt

Kutistenauhan saumalevyt valitaan kutistetoimittajan ohjeiden mukaan vähimmäisleveyden ollessa 100 mm. Nauhan katkopituudet ilman mahdollista valmiiksi nauhaan kiinnitettyä saumalevyä valitaan toimittajan ohjeiden mukaan. Niiden tulee kuitenkin olla vähintään seuraavat:

Elementin tai holkin ulkohalkaisija (mm)	Nauhan katkopituus vähintään (mm)
125 - 160	ympärysmitta + 100
180 - 280	ympärysmitta + 125
315 -	ympärysmitta + 150

Asennettaessa nauha limitetään toimittajan ohjeiden asennusohjeiden mukaiseen mittaan. Kuitenkin limityksen tulee olla vähintään 50 mm.

5.1.3.3

Kutisteiden asennus

Nykyisillä, laadunvarmistusjärjestelmässä hyväksytyillä kutisteilla ja huolellisella työsuorituksella saadaan aikaan tiivis ja kestävä liitos sekä PE-holkkeja että jatkospeltejä käytettäessä.

Kutistettaessa liitokseen annettavaa lämpö määrää ohjataan lämmitysaikaa säätämällä. Erilaisesta tiivistysmassan sulamislämmöntarpeesta johtuen eri kutisteet vaativat hyvinkin eripituisen lämmitysaajan. Kutistetoimittajan lämmitysaikaohjeita tulee huolellisesti noudattaa.

Kutistustyötä ei suositella tehtäväksi alle -18 °C pakkasilla.

Mikäli jatkosholkin ja elementin suojakuoren ulkohalkaisijoiden ero on yli 10 mm, tulee näiden limityskohtaan asentaa täytemassanauha. Nauhan tulee olla vähintään 2 mm paksu ja sen tulee lämmitettäessä sulaa yhteen kutisteen tiivistysmassan kanssa.

5.1.3.3.1

Asennus nauhakutistetta käytettäessä

Johto-osan painekokeen jälkeen, kun mahdollinen jatkosholkki on keskitetty tai jatkospelti kiinnitetty ja liitoskohta on lämpöeristetty

- Elementtien ja jatkosholkin tai -pellin tiivistyspinnat puhdistetaan huolellisesti liasta ja uretaaniroiskeista sekä kuivataan.

- Elementin suojakuoren sekä holkin tiivistyspinnat karhennetaan. Karhentaminen varmistaa pintojen puhtauden ja parantaa kutisteen tarttuvuutta.

- Asennetaan mahdollinen täytemassanauha paikalleen.

- Pinnat liekkiharjataan kuivuuden varmistamiseksi ja riittävän kemiallisen aktiviteetin aikaansaamiseksi sekä pintojen esilämmittämiseksi (liian voimakasta esilämmitystä vältettävä). PE-pintojen lämpötilan tulisi olla käytettävästä kutisteesta riippuen n. 60 °C. Myös jatkospelti esilämmitetään kevyesti n. 20...30 °C:n lämpötilaan.

- Lisävarmistusta kutisteen tarttuvuudelle voidaan saada pyyhkimällä tiivistyspinnat esilämmityksen jälkeen mahdollisen rasvan poistamiseksi etanoliin kastetulla puhtaalla kankaalla.

- Katkaistaan kutistenauha oikeaan mittaan ja viistetään limityksessä alle jäävän pään kulmat. Poistetaan tiivistemassan suoja ja kierretään nauha keskeisesti liitoksen ympäri siten, että saumakohta tulee ylös.

- Valitaan liitoksen edellyttämä saumalevy ja poistetaan siitä mahdollinen liimapinnan suojus. Säädetään propaanikaasupolttimen liekki pehmeäksi (n. 50 cm pitkä keltainen liekki). Liian tehokas liekki voi vahingoittaa suojakuorta ja kutistetta. Esilämmittää saumalevyä ja kiinnityskohtaa hieman. Saumalevy painetaan keskeisesti saumakohtaan päälle. Saumalevyä lämmitetään riittävästi ja kiinnittymisen varmistamiseksi samalla painellaan terästelalla tai suojakäsineellä. Kun saumalevy on kuumennettu ja paikoillaan siten, että käsin painelemalla voidaan todeta myös nauhan tiivistysmassa riittävästi pehmenneeksi, ei sitä enää kuumenneta.

- Ennen varsinaisen kutistustyön aloittamista on saumalevyn annettava riittävästi jäähtyä levyn lukkiutumisen varmistamiseksi.

- Kutistaminen aloitetaan keskeltä alapuolelta ja edetään ympäriinsä tasaisesti reunoille päin. Näin ilma pääsee vapaasti poistumaan kutisteen päistä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä alapuolen ja nauhalimityksen riittävään lämmittämiseen.

- Nauhalimityksen osalta on lisäksi telaamalla tai painelemalla varmistettava ilman poistuminen limitysalueelta ja sen täyttyminen tiivistysmassalla.

- Elementin ulkohalkaisijan ollessa ≥ 500 mm on kutistamistyössä käytettävä kahta asentajaa ja kaasupoltinta.

Kutistustyö aloitetaan mielellään aikaisintaan vuorokauden kuluttua lämpöeristämisestä kaasukuplien muodostumisen estämiseksi.

5.1.3.3.2

Asennus kutistemuhvia käytettäessä

Asennus suoritetaan soveltuvin osin kohdan 5.1.3.3.1 mukaisin menettelyin.

Kutistemuhvien keskittämisen helpottamiseksi merkitään elementtien päät 150 mm etäisyydeltä suojakuoren reunasta esim. liitumerkillä.

5.1.3.4

Valmis kutisteliitos

Kun kutistustyö on valmis, tulee kutisteen pinnan olla sileä.

Hyvän työtuloksen merkkejä ovat yleensä pieni pituusliukuma sekä se, että kutisteen päistä kauttaaltaan, myös alapuolelta on pursunut ulos tiivistysmassaa. Sormella painelemalla on lisäksi varmistuttava siitä, että tiivistysmassa on kauttaaltaan pehmennyt. Kutisteessa mahdollisesti olevat, riittävän asennuslämmön ilmaisevat indikaattorit helpottavat sopivan lämmityksen ja työtuloksen toteamista.

Valmiin liitoksen on annettava jäähtyä kädenlämpöiseksi ennen kuin sitä voidaan mekaanisesti rasittaa.

Liitoskohdat tulee peittää mahdollisimman nopeasti tai suojata auringolta kaasukuplien muodostumisen ehkäisemiseksi. Mahdollisesti syntyneet kaasukuplat poistetaan esim. kaasun poistoraudan avulla.

Mikäli rakenteellisesti on mahdollista, liitoksen tiiviys tulee aina varmistaa ennen vaahdotusta sisäpuolisella ilmaylipaineella (normaalisti 20 kPa) tai ulkopuolisella alipaineella (vakuumilaatikko).

5.2

Kutistettavat holkkiliitokset

Kutistettavaa jatkosholkkia käytettäessä tulee suorittaa samat esivalmistelut kuin tavanomaisilla kutisteliitoksilla. Asennus- ja kutistustyössä on noudatettava tarkasti liitostoimittajan ohjeita.

Liitoksen tiiviys tulee aina varmistaa ennen vaahdotusta sisäpuolisella ilmaylipaineella (normaalisti 20 kPa) ja saippuavedellä tai ulkopuolisella alipaineella (vakuumilaatikko).

5.3

Hitsausliitokset

Ennen hitsaustyön suorittamista on ehdottomasti varmistuttava pintojen puhtaudesta ja kuivuudesta. Hitsaustyössä on noudatettava tarkasti toimittajan ohjeita.

Hitsausliitoksen tiiviys tulee aina varmistaa ennen vaahdotusta sisäpuolisella ilmaylipaineella (normaalisti 20 kPa) ja saippuavedellä tai ulkopuolisella alipaineella (vakuumilaatikko).

5.4

Muut liitostavat

Muita kuin em. liitostapoja (mekaaniset liitokset, esim. teräskourut) käytettäessä tulee esivalmisteluissa ja saumaustyön suorituksessa yksityiskohtaisesti noudattaa liitostoimittajan ohjeita.

Mekaanisen liitoksen tiiviys tulee aina varmistaa ennen vaahdotusta sisäpuolisella ilmaylipaineella (normaalisti 20 kPa) ja saippuavedellä tai ulkopuolisella alipaineella (vakuumilaatikko).

6

Liitosten eristäminen

6.1

Työpaikalla vaahdotus

Paikallavaahdotuksessa on käytettävä ao. olosuhteisiin parhaiten soveltuvaa polyuretaania. Elementtitoimittajan tai uretaanin raaka-ainetoimittajan tulee antaa ohjeet liitoksissa käytettävän uretaanin laadusta (käytettävät uretaanin raaka-ainekomponentit) sekä seossuhteesta MDI-indekseineen ym. vaahdotustyön suorittamiseen vaikuttavista tekijöistä huomioiden voimassaolevat viranomais määräykset.

Vaahdotuskomponentit tulee sekoittaa vaahdotuskoneella, jonka seossuhde on muutettavissa uretaanin raaka-ainevalmistajan suosituksen mukaiseksi, astioista annosteltuna koneellisesti tai valmiita pussi- tai pulloannoksia käytettäessä ravistelemalla.

Urakoitsijalla tulee olla täyttömäärätaulukko liitoskoottain sekä dokumentti vaahdotuskoneen todellisesta kapasiteetista käytettävällä uretaanityypillä ja seossuhteella. Täyttömäärä tulee olla kontrolloitavissa koneesta.

Ennen vaahdotusta tulee tarkistaa, että uretaanivaahdon komponentit eivät ole vanhentuneet. Raaka-aineastioissa tulee olla merkintä viimeisestä käyttöpäivämäärästä.

Polyoliastian tulee olla merkittynä myös oikea seossuhde. Konevaahdotuksessa tulee oikea seossuhde ja sen pysyvyys tarkistaa suorittamalla pussinvaahdotuskoe aina ennen vaahdotustyön aloittamista. Seossuhteen tulee ehdottomasti pysyä samana koko työn ajan.

Ehdottomasti on huolehdittava, että vaahdotettava tila ja pinnat ovat täysin puhtaat ja kuivat. Vähäiselläkin kosteudella on tuhoisa vaikutus vaahdon laatuun.

Hyvän sekoittumisen ja vaahtoutumisen kannalta optimaalinen lämpötila on yleensä 20 - 30 °C (SFS-EN 489:n mukaan lämpötilan tulisi olla 15 - 45 °C, jonka ulkopuolella uretaanin raaka-ainevalmistajat eivät yleensä takaa vaahtoa laatua). + 45 °C korkeammassa lämpötiloissa tulee välttää uretaanin annostelua suoraan teräsputkien päälle. Toimittaessa 15 - 45 °C ulkopuolella eristevaahdon laatu heikkenee.

PUR-raaka-ainekomponenttien lämpötila säiliöissä ja letkuissa tulee aina (myös varastoinnin aikana, mikäli raaka-ainetoimittaja ei muuta ilmoita) pitää välillä 15 - 25 °C.

Ilman täydelliseen poistumiseen vaahtotustilasta tulee kiinnittää erityistä huomiota.

6.2

Kouruilla eristys

Uretaanikourueristystä voidaan käyttää suorissa liitoksissa paikallavaahdotuksen vaihtoehtona lähinnä pienillä johdoilla, muutaman liitoksen työkohteissa sekä kuumilla teräsputkipinnoilla. Kourujen tulee täyttää liitoskohta kokonaisuudessaan. Kourun ja elementin eristeen väliin ei saa jäädä rakoa. Saumakohta tulee teipata alumiinibituminauhalla.

6.3

Työturvallisuus eristystyötä suoritettaessa

Eristystyötä suoritettaessa on huomioitava erityisesti polyuretaaniin liittyvät työturvallisuusasiat.

Polyuretaani koostuu polyolista ja isosyanaatista. Kovettunut polyuretaanivaahdo on sellaisenaan vaaraton. Polyoli on työskentelyolosuhteissa lähes vaaraton, mutta isosyanaatti on sekä nestemäisenä että kaasumaisena vaarallinen aine.

Henkilöiden, jotka käsittelevät uretaaniraaka-aineita ja työستävät siitä valmistettuja tuotteita, tulee tuntea niiden ominaisuudet ja vaaratekijät.

Vaaratilanteet:

- Isosyanaatit voivat vahingoittaa elimistöä. Vaarallisuusaste riippuu höyryjen määrästä ja vaikutusajasta.
- Kiinteillä isosyanaateilla on pölyvaara (esim. eristettä leikattaessa tai hiottaessa).
- Polyuretaania kuumennettaessa isosyanaatti höyrystyy ja saattaa aiheuttaa kuume-nemiskohdan lähetyvillä vaarallisia isosyanaatti- ja häkäpitoisuuksia.
- Vaahdotustöissä on varottava roiskeita, sillä polyuretaanin tarttuvuus ihoon, hiuksiin yms. on voimakas. Etenkin on varottava roiskeita silmiin.

Vaikutukset:

- Höyryt ja pöly saattavat ärsyttää nenän, nielun ja keuhkojen limakalvoja, josta seuraa suun kuivuminen, puristava tunne rinnassa, hengitysvaikeudet ja päänsärky. Voimakkaat oireet vaativat välitöntä hakeutumista lääkärin hoitoon.
- Neste, höyryt tai pöly aiheuttavat silmiin kyynelvuotoa ja polttoa. Nestemäisen isosyanaatin joutuminen silmäluomen alle ärsyttää voimakkaasti ja vaatii välittömän ja runsaan puhtaalla vedellä huuhtomisen sekä lääkärin hoitoa.
- Vaikutus ihoon on parkitseva. Iho on puhdistettava vedellä ja saippualla.

Suojavarustus ja -toimenpiteet:

- tiivis työpuku (puuvillakangas)
- kumi- tai PVC-käsineet
- suojalasit tai mieluummin kokokasvosuojus
- hengityssuojain töissä, missä pitoisuudet ovat suuret (esim. tarkoitukseen sopiva suodatintyyppi tai raitisilmanaamari)
- haitallisten kaasujen vaikutusta voidaan vähentää oleellisesti joko puhallus- tai imu-laitteilla
- vapaat teräsputkipäät tulee aina ennen hitsausta huolellisesti puhdistaa polyuretaanista
- teräsputkien hitsauksen ajaksi voidaan elementtipäiden vapaa uretaanipinta peittää soveltuvalla tavalla

Polyuretaanin raaka-ainetoimittajan tulee antaa kemikaalilain ja -asetuksen mukaiset dokumentit.

Polyuretaanin, erityisesti isosyanaatin työturvallisuuteen ja -suojeluun liittyviä seikkoja käsitellään tarkemmin Työterveyslaitoksen (www.ttl.fi) julkaisuissa, mm. tutkimusraportissa ”Polyuretaanien lämpöhajoamiseen liittyvät terveysvaarat” sekä tiivistetyssä ohjeessa ”Turvallinen isosyanaattityö”.

7

Työn valvonta ja tarkastukset

7.1

Työn valvonnan kohdistaminen

Sekä urakoitsijan että lämpölaitoksen on valmiiden liitosten tarkastusten lisäksi syytä panostaa työnaikaiseen valvontaan, koska valmiissa liitoksessa virheet ja puutteellisuudet eivät aina näy. Näin voidaan myös välttää virheiden toistumisesta aiheutuvat laajemmat vahingot. Vakava suhtautuminen työnvalvontaan edistää myös paneutumista työsuoritukseen.

Tilaaajan tarkastuksia ja valvontaa on mahdollista osittain korvata ja laadunvalvontavastuuta siirtää urakoitsijalle menettelyllä, jossa urakoitsija laatujärjestelmäänsä/laatusuunnitelmaansa liittyen antaa työstä kirjallisen laatuvarauksen takuumäärittelyineen.

Työn valvonnan tulee kohdistua ainakin seuraaviin seikkoihin:

- Kaikki käytettävät materiaalit ja tarvikkeet (uretaanikomponentit, eristekourut, kutisteet, jatkosholkit jne.) ovat oikeita ja kyseisiin liitoksiin tarkoitettuja ja täyttävät vaaditut toleranssit.
- Asentajilla on oikeat työvälineet ja riittävät suojavälineet ja katokset käytettävissään.
- Urakoitsijalla on ET:n/MT:n laadunvarmistusjärjestelmän mukainen asennusoikeus, urakoitsijan jokaisella teräsputkihitsausta suorittavalla asentajalla asianmukainen pätevyystodistus ja jokaisella liitostöitä suorittavalla asentajalla tulityökortti sekä voimassa oleva liitostyötodistus, joka osoittaa pätevyyden liitostyön suorittamiseen. Tarvittaessa voi tiedot ja taidot varmistaa työnäytteillä. Myös tilaaajan valvojilla tulisi olla liitostyötodistuksen pohjana oleva liitostyökurssi suoritettuna.
- Olosuhteet tilojen, kuivuuden ja puhtauden kannalta mahdollistavat laadukkaan työsuorituksen.
- Vaahdotuskoneen kapasiteetti on riittävä.
- Konevaahdotusta käytettäessä pussiinvaahdotuskoe on suoritettu ennen eristystyön aloittamista.
- Holkki tai pelti on huolellisesti keskitetty.
- Vaahdotuksessa noudatetaan huolellisuutta ja työturvallisuutta, jatkuvasti valvotaan määriä, seossuhteen säilymistä ja eristeen laatua sekä varmistutaan, ettei kosteus pääse vaikuttamaan työn tulokseen.
- Kutiste on ennen kutistamista kiedottu valmistajan ohjeen mukaan riittävän väljästi.
- Holkkien ja kutisteiden alle ei missään tapauksessa jää likaa, vettä, kosteutta tai mitään teräviä kohtia.
- Vaahdotukset ja asennukset tapahtuvat tarkasti valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti.

7.2

Tarkastukset

7.2.1

Teräsputkihitsien tarkastukset

100 %:sen silmämääräisen tarkastuksen lisäksi hitsaussaumojen tiiviys tulee testata joko vesipaineella 2,1 MPa, ilmaylipaineella 0,02 MPa tai ilma-alipaineella 0,065 MPa (liitoskohtainen vakuumilaatikko). Vesipainekokeeseen käytettävä aika riippuu testattavasta putkitilavuudesta. Sen tulee olla riittävän pitkä, jotta vesi ehtii läpäistä pienet epätiiviydet. Esilämmitettynä asennetuilla \leq DN 300 johdoilla tiiviystesti vedellä voidaan tehdä verkon paineella. Tiiviyskoe suoritetaan mahdollisimman pitkälle johtosuudelle.

Johdon dimensiosta ja kriittisyydestä sekä hitsaajan ja urakointiliikkeen kokemuksesta ja tunnettuudesta riippuen 5 - 10 %:lle hitsaussaumoista suositellaan suoritettavaksi radiograafinen tarkastus tai ultraäänitarkastus (seinämänpaksuudet yli 6 mm) hitsin koko ympärysmitalta. Tarkastusmenetelmät ja -vaatimukset on tarkemmin esitetty ET:n raportissa L11.

Silmämääräisessä ja radiograafisessa tarkastuksessa hitsin tulee täyttää vähintään standardin SFS-EN ISO 5817 vaatimustaso C.

Tiiviyskokeessa mahdollinen vuoto todetaan saippuaveden tms. vuodon ilmaisevan nesteen avulla.

Jokaisen hitsaussauman hitsaajat tulee aina dokumentoida.

7.2.2

Suojakuorisaumausten ja liitoseristysten tarkastukset

7.2.2.1

Silmämääräistarkastukset

Silmämääräistarkastus tulisi tehdä kaikille liitoksille esim. varsipeiliä käyttäen, jotta alapuolen työn lopputulos on riittävän hyvin todettavissa. Mikäli on aihetta epäillä kutistusliitoksen tiiviyyttä eikä se korjaannu lisälämmityksellä, on syytä poistaa kutiste kokonaan ja uusia kutisteasennus. Mikäli on aihetta epäillä hitsausliitoksen tiiviyyttä, on se syytä varmistaa kutisteilla.

Tarkastetaan, että valmis liitos on varustettu suojakuoren saumauksen sekä liitoskohdan eristystyön suorittaneen asentajan yksilöivällä esim. tussimerkinnällä (liitos-työtodistuksen numero ja asennuspäivämäärä).

Normaalisti ei kaivantoa saisi koskaan täyttää ilman silmämääräistarkastusta.

7.2.2.2

Eristystarkastukset

Valmiin liitoseristysten laatua voidaan tarkastella lämpökuvauksella, pintalämpötilamittauksella, tulppanäytteillä sekä saumakohtien ja vaahdotusreikien purseista.

Muottivaahdotuksessa on eristeelle myös mahdollista suorittaa silmämääräistarkastus muottien poistamisen jälkeen.

Vaahdotettaessa jatkosholkkeihin tai -pelteihin on liitoksen avaus lämpökuvauksen tai pintalämpötilamittauksen ohella ainoa tapa varmistua vaahdotuksen onnistumisesta.

Pursetarkastusten lisäksi vaahdotustyön onnistuminen on suositeltavaa tarkastaa ainakin pistokokein lämpökuvauksilla ja/tai tulppanäytteillä. Eristyskouruja käytettäessä on aina syytä varmistua, että kourut täyttävät liitoskohdan kokonaan.

7.2.2.3

Saumaustarkastukset

Silmämääräistarkastuksen lisäksi suositellaan kutisteiden tarttuvuus, keskitys yms. tarkastettavaksi pistokoemaisesti repimällä aika ajoin auki joitakin liitoksia, esim. yksi liitos kutakin isompaa projektia kohti.

Kutistettaessa jatkospeltiliitoksen päälle tulee jälkitarkkailulla varmistaa, että kutisteen alle ei jää kaasua. Kaasua voi muodostua, mikäli kutistaminen tehdään liian nopeasti vaahdotuksen jälkeen, tai jos liitoskohta on asennuksen jälkeen alttiina aurinгон lämmittävälle vaikutukselle.

Liitoksille suoritetaan ennen vaahdotusta tiiviyskoe sisäpuolisella ilmaylipaineella (normaalisti 20 kPa, vähintään 2 min.) ja saippuavedellä tai ulkopuolisella alipaineella (vakuumilaatikko). Mikäli liitoksen tiiviyttä ei rakenteellisista syistä (esim. peltijatkos) pystytä painekokeella testaamaan, varmistetaan tiiviys 100 % visuaalisella tarkastuksella ja pistokoemaisella rikkovalla tarkastuksella liitosmateriaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Hitsausliitoksille, kutistettaville holkkiliitoksille sekä mekaanisille liitoksille tiiviyskoe tehdään aina.

7.2.2.4

Muut tarkastukset

Liitoksille tehtävistä muista tarkastuksista antaa valmistaja yksityiskohtaisen selvityksen asennusohjeissaan.

7.3

Liitostietojen dokumentointi

Erillistä liitostyöpöytäkirjaa ei tehdä, vaan liitostyötä koskevat tiedot sisällytetään putki- tai eristysurakan mittaus- ja vastaanottopöytäkirjaan. Urakoitsijat ja energiayritykset säilyttävät pöytäkirjat esim. myöhempiä vauriotapaus selvityksiä varten.

Käytettäessä kosteudenvälvohtajoin varustettuja elementtejä täytetään hälytysjohtimien liitostyöpöytäkirja.

Liitteessä 3 on esitetty ohjeelliset runkomallit liitos- ja laadunvalvontatiedot sisältäväksi liitos- ja eristystöiden mittaus- ja vastaanottopöytäkirjaksi sekä hälytysjohtimien liitostyöpöytäkirjaksi.

VIITESTANDARDIT JA -JULKAISUT

Pääosin suositus pohjautuu ja siinä on viitattu seuraaviin standardeihin ja ET:n suosituksiin ja raportteihin:

SFS-EN 489-1:2019 "Kaukolämpöjohdot - kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut , suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät EN 13941-1 mukaiset yksi- ja kaksiputkijärjestelmät – liitokset ja liitoseristys" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes - Bonded single and twin pipe systems for buried hot water networks — Part 1: Joint casing assemblies and thermal insulation for hot water networks in accordance with EN 13941-1

SFS-EN 253:2019 "Kaukolämpöjohdot - kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut tehdasvalmisteiset, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät yksiputkijärjestelmät - putkieleментit" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes - Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks — Factory made pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene

SFS-EN 13941-1:2019 "Kiinnivaahdotettujen, suoraan maahan asennettavien ja kuuman veden johtamiseen käytettävien yksi- ja kaksiputkijärjestelmien suunnittelu ja asennus – Osa 1: Suunnittelu" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes - Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly buried hot water networks - Part 1: Design

SFS-EN 13941-2:2019 "Kiinnivaahdotettujen, suoraan maahan asennettavien ja kuuman veden johtamiseen käytettävien yksi- ja kaksiputkijärjestelmien suunnittelu ja asennus – Osa 2: Asennus" (julkaistu vain englanniksi)
District heating pipes - Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly buried hot water networks - Part 2: Installation

ET suositus L1/2020 "Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot"

ET suositus L12/2018 "Kaukolämpö- ja kaukojäähdytysjohtojen liitosten tarkastus ja valvonta"

ET suositus KK3/2007 "Kaukolämmön kiertoveden käsittely"

ET suositus L11/2013 "Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet"

KIINNIVAAHDOTETTUJEN KAUKOLÄMPÖJOHTOJEN LIITOKSET. TYYPITESTIT; OMINAISUUDET, TESTIMENETELMÄT JA TOIMENPITEET

Tyypitestit suoritetaan ja koekappaleet liitosrakenteen tyypitesteihin valmistetaan SFS-EN 489-1 mukaisesti ja PUR-testien osalta SFS-EN 253 mukaisesti.

	Ominaisuus	Testimenetelmä	Toimenpide
Liitosrakenne	Kestävyys maassa tapahtuvan aksiaaliliikkeen suhteen (hiekkalaatikkokoe), tehdään vain ei-hitsatuille liitoksille	SFS-EN 489-1	Tyypitestiraportin tarkastus
	Vesitiivisyys	SFS-EN 489-1	Tyypitestiraportin tarkastus
	Jännityssäröilyn kestävyys, tehdään vain hitsatuille liitoksille	SFS-EN 489-1	Tyypitestiraportin tarkastus
	Sulaindeksi (vaahdotusreiän tulpat)	SFS-EN 489-1	Tyypitestiraportin tarkastus
	Taivutuskestävyys (vaahdotusreiän tulpat)	SFS-EN 489-1	Tyypitestiraportin tarkastus
PUR	Koostumus ja materiaaliominaisuudet	SFS-EN 489-1	Raaka-ainetodistusten ja sisäisen laadunvalvonnan kirjanpidon tarkastus
	Solurakenne	SFS-EN 489-1	Tyypitestiraportin tarkastus
	Sulkeumat ja kuplat	SFS-EN 489-1/SFS-EN 253	Tyypitestiraportin tarkastus
	Suljetut solut	SFS-EN 489-1/SFS-EN ISO 4590	Tyypitestiraportin tarkastus
	Minimitiheys	SFS-EN 489-1/SFS-EN ISO 845	Tyypitestiraportin tarkastus
	Puristuslujuus	SFS-EN 489-1/SFS-EN ISO 844	Tyypitestiraportin tarkastus
	Vedenimeytyminen	SFS-EN 489-1	Tyypitestiraportin tarkastus

M A L L I L O M A K E

LOGO KAUKOLAMPO OY

Kaukolämpöverkon liitos- ja eristystöiden
mittaus- ja vastaanottopöytäkirja

Rakennuttajan edustaja:	Keopaine bar:
Urakoitsija:	
Tarkastuspäivämäärä:	

Paikkakunta:	Piirustuksen numero:
Johto-osuus:	Hitsaaja:
Työkohde:	Liitosasentaja:
Työnumero:	Liitoseristäjä:

Nimike	Yks.	DN		DN		DN		DN	
		määrä	á	määrä	á	määrä	á	määrä	á
1.4.1/2.4.1 Mpuk/2Mpuk liitostyö sähkömuhvilla	kpl								
1.4.2/2.4.2 Mpuk/2Mpuk liitostyö holkillä	kpl								
1.4.3/2.4.3 Mpuk/2Mpuk liitostyö peltimuotilla	kpl								
1.4.4/2.4.4 Mpuk/2Mpuk liitostyö taipuisalla holkillä	kpl								
1.4.5/2.4.5 Mpuk/2Mpuk liitostyö paikallahaaritusyhteellä	kpl								
1.4.6/2.4.6 Mpuk/2Mpuk päätyhatun asennus	kpl								
1.3.2/2.3.2 Haaritus porauskappaleella	kpl								
3.13 Kaivon eristys vuorivillakourulla	m								
5 Tuntiveloitus	h								

LIITOSTIEDOT:	- Liitostyyppi / liitoksen tai kutisteen kauppanimi:	
	- Liitoseristysmenetelmä / sekoitustapa:	
	- Muovisuojakuoren hitsausmenetelmä:	

LAADUNVALVONTA JA TARKASTUKSET:	- Teräsputken hitsit:	
	- Suojakuorisauhaus:	
	- Liitoseristys:	

Yhteensä	e
Pidätetään 20 %	e
Veroton summa	e
Arvonlisävero	e
Maksetaan	e

Laskun numero _____, Laskun päivämäärä ____ / ____ _____ Tili _____, Toiminto _____, Vastuuyksikkö _____

Rakennuttajan allekirjoitus _____ Urakoitsijan allekirjoitus _____

Huomautuksia: _____

M A L L I L O M A K E

LOGO KAUKOLÄMPÖ OY

Hälytysjohtojen liitostyöpöytäkirja Nro_____

Rakennuttaja_____

Urakoitsija/liittäjä_____ / _____

Hälytysjohtimien liitostapa:

puristusliitos _____ kpl, liitintyyppi _____

juotosliitos _____ kpl

Mittaustulokset:

tarkistusväli _____

käytetty mittalaite _____

silmuksmittaus _____ Ω

maadoitusmittaus _____ Ω

Tarkastukset _____

Toimenpiteet:

korjattu _____ kpl, syy _____

uusittu _____ kpl, syy _____

Paikka_____

Aika ____ / ____ 20____

Urakoitsijan allekirjoitus

Rakennuttajan allekirjoitus

Huomautuksia:_____
