

Vastaanottaja

**Hyvinkään Lämpövoima Oy**

Asiakirjatyyppi

**Prosessilämpöverkko työselostus**

Päivämäärä

**Urakkalaskentaa varten**

Viite

**1510084136-005**

# LÄMPÖVARASTO PROSESSILÄMPÖVERKKO TYÖSELOSTUS

# LÄMPÖVARASTO PROSESSILÄMPÖVERKKO TYÖSELOSTUS

Päivämäärä **1.4.2025**  
Muutos  
Laatija **Jussi Savolainen**  
Tarkastaja **Jouni Kivirinne**  
Hyväksyjä **-**  
Kuvaus **Prosessilämpöverkko työselostus**

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>YLEISTÄ</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>STANDARDIT</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>MAANRAKENNUS</b>	<b>2</b>
3.1	Yleiset vaatimukset	2
3.2	Kaivanto	2
3.2.1	Johtoalusta (arina)	2
3.2.2	Salaojitus	3
3.2.3	Kaivannon lopputäyttö	3
3.2.4	Päällysteet ja pinnan entisöinti	3
3.2.5	Massanvaihdot ja siirtymäkiilat	4
3.2.6	Tien alitukset	4
3.3	Betonityöt	4
3.3.1	Kiintopisteet	4
3.3.2	Erillisvalukohdat	4
3.3.3	Läpiviennit	4
3.4	Kaivot	4
3.4.1	Elementtikaivot	4
3.4.2	Maaventtiilikaivot	5
3.4.3	Rengaskaivot	5
3.4.4	Valukaivot	5
3.5	Sillat	5
3.6	Muut johdot ja kaapelit	5
3.7	Kaapelit	5
3.8	Kaasuputket	5
3.9	Vesi- ja viemärijohdot	5
<b>4.</b>	<b>PUTKIASENNUS</b>	<b>6</b>
4.1	Yleiset vaatimukset	6
4.1.1	Hitsaustyön laadunvarmistus	6
4.2	Elementtien käsittely ja varastointi	6
4.3	Putkien asennus	7
4.4	Virtausputkien yhteen liittäminen	8
4.5	Putkiston huuhtelu ja tyhjennykset	9
4.6	Painekoe	9
<b>5.</b>	<b>KIINNIVAAHDOTETTujen JOHTOJEN LIITOKSET</b>	<b>10</b>
5.1	Yleiset vaatimukset	10
5.1.1	Jatkos- ja eristystyön laadunvarmistus	11
5.2	Liitoskohtien esivalmistelu	11
5.3	Työjärjestys	11
5.4	Liitosten eristäminen	11
5.5	Työturvallisuus eristystyötä suorittaessa	12
<b>6.</b>	<b>PROSESSILÄMPÖVERKKOON SUUNNITELMAT JA DOKUMENTIT</b>	<b>13</b>
6.1	Laajuus	13
6.2	Laitteiden tarkastuksiin, käyttöön ja huoltoon liittyvä dokumentaatio	13
6.2.1	Tarkastukset	13
6.2.2	Käyttö, huolto ja varaosat	14

## 1. YLEISTÄ

Rakennuskohteena on Hyvinkään Lämpövoima Oy:n lämpövaraston prosessilämpöverkko sekä siihen liittyvät työt ja hankinnat tarjouspyyntöasiakirjojen mukaisesti.

Prosessilämpöverkon käyttöolosuhteet ovat poikkeukselliset. Putkissa virtaa vesijohtoverkostosta otettu vesi. Veden pH-tasoa pidetään tasolla 9. Lämpövarasto rakenteen ulkopuolisen putkiston ulkopuoliset olosuhteet vastaavat tavanomaisia kaukolämpöverkon maaperän olosuhteita. Lämpövaraston rakenteen alapuolelle ja sisälle tulevien putkistojen ulkopuoliset olosuhteet ovat poikkeukselliset, putkien päällä on noin 20 metriä vesipatsasta.

Prosessilämpöverkon putkien ja sen eri osien täytyy kestää käyttöolosuhteissa vallitsevat lämpötilasta aiheutuvat jännitykset, muut mekaaniset rasitukset, kuten maanpaineen, vesimassan ja liikennekuorman aiheuttamat kuormitukset. Suojakuoren on pysyttävä ehyenä eri käyttö- ja ulkolämpötiloissa. Rakenteen on pysyttävä vesitiivinä koko käyttöikänsä ajan. Putkien ja sen osien täytyy kestää edellä mainitut olosuhteet myös tyhjänä.

Prosessilämpöverkko rakennetaan tehdasvalmisteisista kiinnivaahdotetuista putkielementeistä jotka koostuvat haponkestävästä teräksisestä virtausputkesta, polyuretaani eristeestä ja muovisuojaakuoresta/-putkesta. Ennen putkielementtien ja jatkosten tilausta täytyy lämpövaraston alapuolelle asennettaville materiaaleille saada materiaalitöimittäjän lujuuslaskelmat, jolla todennetaan putkimateriaalien kestävyys ja toimivuus lämpövaraston alapuolella. Laskelmat ja materiaalit hyväksytetään tilaajalla ja tilaajan suunnittelijalla.

Työmaalla tulee urakoitsijan puolelta olla rakennuttajan hyväksymä vastuuhenkilö, jonka puoleen rakennuttajan edustaja voi kääntyä urakkaa koskeissa asioissa.

## 2. STANDARDIT

Työselostuksessa esitettyjä vaatimuksia täydentävät tekstissä mainitut viittaukset ao. standardeihin. Mikäli työselostuksessa viitattu standardi on kumottu, käytetään kumotun korvaavaa standardia.

Kaikkien putkielementtien, venttiilien, osien ja liitosten tulee olla suomalaisten SFS-standardien tai niiden puuttuessa ISO-suositusten mukaisia.

Maanalaisen prosessilämpöverkon rakentamiseen sovelletaan kaukolämpörakentamiseen laadittuja suosituksia ja määräyksiä,

- Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakennusohjeet, suositus L11/2013
- Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot, suositus L1/2020, Energiateollisuus ry
- Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset, suositus L2/2020, Energiateollisuus ry
- Kaukolämpöjohdoissa käytettävät sulkulaitteet, suositus L4/2020, Energiateollisuus ry
- Kaukolämpöjohtojen kaivot, suositus L3/2015, Energiateollisuus ry
- InfraRYL 2023. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 1 Väylät ja alueet
- InfraRYL 2023/2. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat
- Pohjarakennuksen normit RIL 45
- Asfaltointinormit 2023 PANK ry
- "Tilapäiset liikennejärjestelyt katualueella", julkaisu 1/ 2013, Suomen kuntatekniikkayhdistys ry
- By 65 betoninormit 2021, Suomen Betoniyhdistys ry
- mahdolliset paikallisten viranomaisten ohjeet.
- RIL 263-2014, Kaivanto-ohje
- mahdolliset paikallisen viranomaisen lisätiedot ja määräykset
- lupaviranomaisen lupaehdot

## 3. MAANRAKENNUS

### 3.1 Yleiset vaatimukset

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

- selvitettävä muiden yritysten ja laitosten maanalaiset ja maanpäälliset johdot, laitteet ja rakenteet sekä huolehdittava riittävästä sijoitusetäisyydestä niihin.
- kaivantolinjan tai kaivannon sijoittuminen katualueella tai maastossa on selvittävä kiistattomasti suunnitelmista
- rakentaminen tehdään hyväksytyjen piirustusten ja tarkennettujen aikataulujen mukaisesti
- piirustuksiin merkitään kaikki työn aikana tehdyt muutokset, johtojen siirrot jne.
- johtojen paikantamisen helpottamiseksi tulevaisuudessa kaivuissa johtopaikat merkitään johdon ympäristäytön päälle asennettavilla, violetinvärisillä merkintänauhoilla tai -verkolla, joissa on pysyvästi teksti "kaukolämpö".
- rakennetun johdon jälkikartoittamisesta tulee ehdottomasti huolehtia.

### 3.2 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 kallio, on kuljetettava välittömästi pois työmaalta.

Kaivanto on pyrittävä pitämään mahdollisimman kapeana, asianmukaisesti suojattuna ja tarvittaessa on sen seinät tuettava (RIL 263-2014 Kaivanto-ohje).

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.

#### 3.2.1 Johtoalusta (arina)

Kaivannon pohja tehdään tyyppi-piirustuksen mukaisia materiaaleja ja kerrospaksuuksia 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, louhepenkereet) käytetään suodatinkangasta (300 g/m<sup>2</sup>). Kankaan reunojen tulee ylettyä taitettavaksi tasaussorakerroksen päälle.

Painumien tasaamiseen ja estämään johtoalustan sekoittuminen perusmaahan voidaan käyttää teräslevyarinaa. Teräs-poimulevy on kuumasinkittyä ja paksuus 0,7 mm. Levy painetaan kaivannon pohjaan siten, että alapuoliset poimut täyttyvät. Arinalevyt asennetaan poikkisuunnassa vähintään 300 mm ja pituussuunnassa vähintään 500 mm limittäin.

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

### 3.2.2 Salaojitus

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

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

Salaojat liitetään sopivin välein sadevesikaivoihin.

### 3.2.3 Kaivannon lopputäyttö

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

Johdon ympäristäytössä on vältettävä liian paksua hiekkakerrosta. Ympäristäyttö 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 maaineksella. Jos käytetään muuta materiaalia, tulee sen routimisominaisuuksiltaan vastata kaivannosta poistettua materiaalia. Kiviä, routakokkareita ja jäätä ei saa esiintyä täytössä.

Katu- ja tiealueilla täyttö tapahtuu kadun tai tien rakennekerroksia vastaavilla materiaaleilla. Varaston pohjalla täyttö tapahtuu lämpövaraston pohjarakenteita vastaavilla maakerroksilla.

Kaivanto on täytettävä noin 300 mm kerroksina riittävän tehokkaalla tärylevyllä kerroksittain tiivistäen. Suositeltava tiivistyskerroksen paksuus 400 kg tärylevyllä on Infra RYL 2023:n mukaan 150 - 400 mm ja jyräskertojen määrä 3 - 6.

Infra RYL 2012:n mukaan liikennöitävällä alueella kivennäismaalla tehdyn lopputäytön tiiveyden tulee täyttää seuraavat tiiveysvaatimukset:

- tiiveysaste (Proctor) > 90 % tai
- tiiveysuhde (kannettava pudotuspainolaite) < 2,8

Liikennöitävällä alueella lopputäyttö ulotetaan liikennealueen rakennekerrosten alapintaan.

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-, kenttä- yms. alueilla tiivistäminen tehdään kuten katualueilla.

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

Johdon tarkemittaukset 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-/tarkemittaus on tehty.

### 3.2.4 Päällysteet ja pinnan entisöinti

Kaivannon yläpinta on täyttötöiden jälkeen kunnostettava entistä vastaavaan kuntoon.

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.

### 3.2.5 Massanvaihdot ja siirtymäkiilat

Siirtymäkiilat ja muut massanvaihdot tehdään tienpitäjän tai muun luvanmyöntäjän ohjeiden mukaisesti. Liikennealueen ulkopuolella massanvaihdon tarve ratkaistaan tapauskohtaisesti. Käytettävän kiviaineen raekoko on yleensä 0 - 200 mm.

### 3.2.6 Tien alitukset

Tien alituksen suunnittelussa tulee noudattaa Energiateollisuus ry:n ja Tiehallinnon yhdessä laatimaa suositusta L15 - Kaukolämpöjohdot ja maantiet. Kyseinen suositus käsittelee kaukolämpöjohtojen suunnittelua ja rakentamista tiealueella sekä tähän liittyvää lupamenettelyä ja työn suoritusta koskevia vaatimuksia.

## 3.3 Betonityöt

Betonitoissa noudatetaan voimassa olevien betoni- ja teräsbetonirakenteiden normaalimääräyksiä teknillisine ohjeineen sekä työtä varten laadittuja piirustuksia. Suomen Betoniyhdistys pitää yllä kattavaa ohjeistoa, johon on kirjattu betonia koskeva ns. hyvä rakentamistapa. Listat ajantaisista betonitoita koskevista ohjeista löytyvät Suomen Betoniyhdistyksen sivuilta kohdasta Julkaisut ja käyttöselosteet tai Suomen Betonitiedon sivuilta. Mm. uudistuneet betoninormit, BY 65 Betoninormit 2021, on tilattavissa Suomen Betonitiedon kautta.

Betonitoita johtamaan nimetyllä henkilöllä tulee olla siihen vaadittava pätevyys.

Kaikissa betonirakenteissa käytetään betonia C30/37-XC2. Betoni tiivistetään sauvatäryntinä käyttäen. Betonin jälkihoito suoritetaan betoninormien mukaan.

Ennen valutöiden suorittamista raudoitukset on tarkastettava valvojan toimesta.

### 3.3.1 Kiintopisteet

2Mpuk-johdon kiintopisteen betonityöt tehdään elementtivalmistajien ohjeiden mukaan. Putkisto esilämmitetään ennen kiintopisteen valamista.

### 3.3.2 Erillisvalukohdat

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

### 3.3.3 Läpiviennit

Reikiä tehdään pääasiassa perusmuureihin sekä tiili-, betoni- tai luonnonkiviseiniin. Reikien koko määräytyy johdon DN-koon mukaan. Reikien paikat selviävät likimääräisesti johtopiirustuksista. Perusmuuri- ja väliseinäreiät tehdään timanttiorausta käyttäen.

## 3.4 Kaivot

### 3.4.1 Elementtikaivot

Kaivot tehdään suosituksen L3 - Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen kaivot tai oheistettujen piirustusten mukaisesti varustettuna valurautakansistoin.

Kansistojen korkeusasema säädetään em. suosituksen mukaisin korokerenkain. Korotuselementtejä kaivoissa käytetään tilanteissa, joissa esim. putkistorusteet, sähkötoimilaitteet jne. edellyttävät kaivoilta lisäkorkeutta. Kaivot voivat olla pumppaussyvennyksellä varustettuja tai myös siten, että pumppaussyvennys on yhdistetty kuivatusviemäröintiin. Jos kaivojen sijoitus maanpintaan nähden edellyttää kokonaiskorkeudeltaan yli 300 mm korotusrenkaiden käyttöä kulkuaukoissa, suositellaan korotukseen käytettäväksi suosituksen mukaisia koko kaivon korottami-

seen tarkoitettuja 300 mm korkeita korotuselementtejä tai valetaan kaivo 300 mm korkeammaksi.

Kaivot varustetaan tarvittaessa tuuletusputkin. Kaivot viemäroidään, milloin se on mahdollista.

#### 3.4.2 Maaventiilikaivot

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

Jälkimmäisessä tapauksessa valmistus ja asennus tehdään suosituksen L3 - Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen kaivot mukaan. Maaventiilikaivoihin asennetaan esieristetyt joko yhden tai kahden putkielementin sulku-, ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit runkoputken koosta ja valurautakannen halkaisijan suuruudesta riippuen. Kaivo muodostuu kartiomaisesta tukielementistä ja tarvittavista korokerenkaista.

#### 3.4.3 Rengaskaivot

Rengaskaivot tehdään teräsjäykistettyjä, vesitiiviistä betonista C30/37-XC2 valmistettuja betonirenkaita käyttäen. Renkaiden saumaus, kaivon ja kanavan väliin tulevien muoviputkien sekä kansiluukkujen kiinnitys suoritetaan ao. piirustuksien mukaisesti.

#### 3.4.4 Valukaivot

Työpaikalla valettavat kaivot rakennetaan joko tyyppiinrakennusten tai erillisten mitta- ja raudoituspöytäsuorustusten perusteella.

Kaivot perustetaan vähintään 150 mm paksulle sepelikerrokselle. Mittapiirustuksiin merkityt teräsrakenteet yms. laitteet on ennen kaivon valua kiinnitettävä paikoilleen. Kansien valut suoritetaan putki- ja eristystöiden valmistuttua, putket laitteineen on suojattava roiskeilta. Kaivot viemäroidään silloin, kun se on mahdollista.

### 3.5 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.

### 3.6 Muut johdot ja kaapelit

Ennen kaivutöiden aloittamista on johtoreitille tilattava kaapelinäytöt.

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.

### 3.7 Kaapelit

Mikäli kaivun yhteydessä paljastuu kaapeleita, on otettava yhteys ao. yhtiön kaapelimestariin kaapeleiden tarkastamista sekä suojausmateriaalin asentamisen valvontaa varten.

Kaapelien vaurioitumisesta laaditaan aina pöytäkirja.

### 3.8 Kaasuputket

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

### 3.9 Vesi- ja viemärijohdot

Vesilaitos suorittaa vesijohtojen, -postien ja -sulkujen mahdollisesti tarvittavat siirrot.

## 4. PUTKIASENNUS

### 4.1 Yleiset vaatimukset

Urakoitsijan työn, siihen käytettävien tarvikkeiden ja työvoiman tulee sen lisäksi mitä urakka-asiakirjoissa on erikseen mainittu, olla laadultaan kaikin puolin moitteetonta sekä täyttää ne määräykset ja asetukset, jotka Suomessa voimassa olevat oikeussäännökset määräävät tai viranomaiset asettavat. Asennuspaikalla suoritettavissa töissä on noudatettava voimassa olevia työturvallisuuslakeja.

Maanalaisten prosessilämpöputkistojen virtausputken rakennepaine on 1,0 MPa (10 bar(g)) ja suunnittelulämpötila 95 °C. Virtausputken putkiluokka on E16H2A. Putkielementtitarvikkeiden 2Mpuk-rakenteiden tulee olla EHP-sertifioituja ja vastata voimassa olevia määräyksiä. Prosessiputkilinjat rakennetaan tehdasvalmisteisista putkielementeistä.

#### Lämpövaraston ulkopuoliset putkielementit

- Lämpövaraston rakenteiden ulkopuolella putkielementin virtausputki on haponkestävää terästä (1.4432 tai 1.4404 (AISI 316 L)), ja eriste polyuretaania ja suojakuori PEH-muovia.

Prosessilämpöverkon putkistot varustetaan vuodonhälytysjohtimilla. Vuodonhälytysjohtimet asennetaan maanalaisiin putkiosuuksiin. Varaston sisälle nouseviin pystyputkiin ei asenneta vuodonhälytysjohtimia.

Elementtien alhaisin käsittelylämpötila on materiaalitoimittajan antama alhaisin käsittelylämpötila.

Esieristetyt venttiilelementit tulee olla EHP-sertifioituja ja vastata voimassa olevia määräyksiä.

Liitokset ja liitosvaahdot tulee olla tyyppitestattuja ja standardin EN 489:2019 mukaisia sekä Suomessa teollisuuskäyttöön hyväksytyjä. Kutisteet on oltava hyväksytyjä kyseiseen liitostyyppiin.

Putkistossa käytettävistä tarvikkeista on oltava tehtaantodistus, jossa tulee ilmetä rakennepaine ja -lämpötila.

Putkipituudet mitataan määrämittauksissa putkien keskiviivaa pitkin ensimmäisestä hitsisaumasta viimeiseen hitsisaumaan tai vastaavasti päätelaipasta toiseen. Venttiileitä tai muita valmiita asennusosia ei sisällytetä mukaan putkipituuteen.

#### 4.1.1 Hitsaustyön laadunvarmistus

Hitsisaumoille edellytetään kolmannen osapuolen tarkastus, jonka kustantaa urakoitsija.

Hitsit tarkistetaan aina 100 % visuaalisesti sekä kullekin perusaineelle soveltuvalla NDT-menetelmällä. 10 % lämpövaraston ulkopuolelle tulevien putkien hitsaussaumoista röntgenkuvaetaan. Ensimmäisellä kerralla hyväksytyt saumojen tutkimuskustannukset maksaa urakoitsija. Hylättyjen saumojen korjaus ja uusi tutkimus tapahtuvat urakoitsijan kustannuksella. Tämän lisäksi jokaista hylättyä röntgenkuvaa kohti kuvataan 2 ylimääräistä hitsisaumaa. Mikäli edelleen havaitaan virheitä jatkotarkastuksessa, tarkastetaan koko putkisto urakoitsijan kustannuksella.

Urakoitsija laatii tarkastuksista pöytäkirjan, joka hyväksytetään valvojalla ja rakennuttajalla.

### 4.2 Elementtien käsittely ja varastointi

Purettaessa elementtejä nosturilla, on nostoliinon leveys oltava vähintään 100 mm. Vaijerien tai kettinkien sekä ns. tukkikouran käyttäminen nostoissa on ehdottomasti kielletty.

Käsittely ei saa vahingoittaa suojakuorta tai teräsputkea. Pakkasella on varottava, että elementtiin ei kohdistu iskuja, täräyksiä tai putki ei pääse notkahtamaan. Elementtejä ei saa pudottaa tai vierittää suoraan maahan. Purettaessa kuormaa miesvoimin on suositeltavaa käyttää puisia purkuluiskia ja nostoliinoja.

6-, 12-, 16- ja 18-metrinen putkien nostamiseen tarvitaan nosturi.

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. Suojakuoreen kohdistuva paine ei missään olosuhteissa ylittä 300 kPa. Elementtipinon korkeus saa olla enintään kaksi metriä.

Elementit varastoidaan siten, että tuotetarrat tulevat samaan päähän putkipinossa. Mahdollisten hälytysjohtimien kytkentä tulee tällöin suoritetuksi oikein.

Valmisosat varastoidaan aluspuiden päälle samalla tavalla kuin putkielementit. Kiintopisteitä varastoidessa tulee varoa, etteivät kiintopisteiden teräslaipat vahingoita muita osia. Ulkovarastoinnissa tulee osat varastoida siten, että putkipäät mahdollisuuksien mukaan ovat alassuun.

Mikäli elementtejä käsitellään kylmässä, alle 0 °C:ssa, tulee huomioida seuraavat asiat:

- 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 Ø 22 mm reikä suojakuoreen. Ennen katkaisua ja paikallahaarotuksen avausta suojakuoren kohta lämmitetään pehmeällä kaasuliekillä n. + 20 °C. Sahaus päätetään aloituskohtaan.

### 4.3 Putkien asennus

Asennuksessa ja kuljetuksissa on noudatettava elementtivalmistajan antamia ohjeita.

Asennustyössä käytettävien tarvikkeiden tulee olla laadultaan kaikin puolen moitteettomia, täyttää Suomessa voimassa olevat oikeussäännökset ja viranomaisten asettamat vaatimukset.

DN400-DN700 putkien suunnanmuutokset tehdään valmiita putki- tai segmenttikäyriä käyttäen. DN25-DN300 putkien suunnanmuutokset tehdään valmiita putki- tai segmenttikäyriä käyttäen tai viistesaumalla.

Alle 5-asteen suunnan muutokset (<DN400) tehdään viistesaumalla ja suuremmat suunnanmuutokset käyttäen putkikäyriä.

Supistukset tehdään käyttäen valmiita supistuskappaleita. Supistusyhteen on oltava malliltaan kartio. Pullomallista tai epäkeskeistä supistusta ei hyväksytä käytettäväksi.

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 suljettuina, ettei putkiin pääse vieraita esineitä, kiviä, eläimiä, tms.

Asennustyön ajan täytyy kaivannon salaojan tai muun vedenpoiston toimia.

Elementit asennetaan kaivantoon siten, että ne tukeutuvat tasaisesti koko pituudeltaan (liitosalueita lukuun ottamatta) johtoalustaan. Varmistetaan myös, että kosteudenvälvontalangat (hälytysjohtimet) ovat putkien ylälaidassa. Virheellisesti asennetuin hälytysjohtimin varustetut elementit urakoitsija korjaa omalla kustannuksellaan.

Kaivannon pohjalla elementtilinjaa voidaan nostaa hitsausta varten tukien päälle. Tuet ovat vähintään 100 mm levyisiä ja tukien väli on riittävä, yleensä n. 2...3 m.

Mikäli olosuhteet sallivat, voidaan elementtien yhteen liittämistä - virtausputken hitsaus / jatko- saumaus ja liitoseristys - tehdä myös johtokaivannon vieressä. Tällöin johdon laskemisessa kaivantoon on käytettävä useampaa nosturia.

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

Putkien lämpöliike ja mahdollinen esijännitys on huomioitava asennuksessa.

Prosessiputkilinjojen asentaminen kitkakiinnitysmenetelmällä vaatii linjojen esilämmityksen esilämmityslämpötilaan (40 °C) ennen kuin linjat peitetään. Esilämmityksestä aiheutuvia lämpöliikkeitä ei saa estää, jotta linjoihin ei synny ylimääräisiä jännityskohtia. Esilämmitetty linja ei saa koskettaa kaivannon seinämää tai toista linjaa ennen linjan peittämistä.

Putkielementtien yksikköhintaan tulee sisällyttää putkien esilämmitys ja siinä tarvittavat venttiilit sekä kiertojohdot. Urakoitsija vastaa esilämmityksessä tarvittavan lämmön toimittamisesta. Rakennuttaja ja valvoja valvoo esilämmitystä. Pöytäkirjan laatii urakoitsija ja se hyväksytetään rakennuttajalla. Muiden urakoitsijoiden kanssa sovitaan lämmön toimittamisesta ja lämmöntuotantopisteistä esilämmityksen mahdollistamiseksi.

Esilämmityspituudet erotetaan toisistaan sulkuventtiileillä tai tulppaamalla. Sulkuventtiilien tai tulppauksien läheisyyteen asennetaan tarvittaessa linjakohtaiset ilmanpoistoveniitit ja tyhjennysventtiilit. Esilämmitys toteutetaan ilmanpoistoveniilien välille asennettavan kiertolenkin välityksellä. Kiertolenkin poistaminen tehdään vasta, kun seuraavan esilämmitysosuuden esilämmitys aloitetaan tai kun linja on täysin peitetty ja kitkakiinnitetty tarvittavin maakerroksin.

#### 4.4 Virtausputkien yhteen liittäminen

Polyuretaani sisältää isosyanaattia (MDI), josta lämmitettäessä vapautuu myrkyllisiä kaasuja. Tämän vuoksi on huolehdittava siitä, että aina eriste poistetaan huolellisesti virtausputkesta hitsauskohdan läheltä (min. 150 mm).

Putkien hitsaustöitä saavat suorittaa ainoastaan ammattitaitoiset ja Rakennuttajan hyväksymät hitsaajat. Todistukset hitsaajien pätevydestä on toimitettava Rakennuttajalle ennen hitsaustöiden aloittamista.

Hitsaajalla on oltava suoritettuna hyväksytysti standardin SFS-EN-ISO 9606-1 mukainen pätevyyskoe. Rakennuttajalla on oikeus pyytää koehitsausta, jonka tulee vastata vähintään standardin SFS-EN ISO 5871 hitsiluokkaa B.

Putket, joiden koko on  $\geq$  DN 150 ja niihin tehtävät hitsaukset hitsataan yleensä sähköllä ja putket DN 125...DN15 kaasulla. Hitsaukseen on käytettävä hyväksytyjä lisäaineita ja putkivalmistajan suosittelemaa hitsausmenettelyä. Rakenteellisen muotoilun on noudatettava standardia SFS-EN 1708-1. Hitsauksen lisäaineen on sovellettava käytetylle perusaineelle. Perusaineelle soveltuva suojakaasua on käytettävä kaikissa putkilinjoissa, mikäli hitsataan jollain muulla menetelmällä kuin puikkohitsauksella.

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

Ruostumatonta tai haponkestävää terästä perusaineena hitsattaessa saa hitsausjätteen poistoon käyttää vain työkaluja, jotka ovat myös ruostumatonta terästä. Hiontaan voidaan myös käyttää keinohartsi- tai kumisidosaineisia hiomalaikkoja ja hiomakangasta, kuitenkin valmistajien ohjeiden mukaisesti. Hitsaussauman käsittely teräsvillalla, teräsharjalla tai laikalla on ehdottomasti kielletty.

Putkien avoimet päät on ehdottomasti pidettävä peitettyinä niin, ettei putkiin pääse vieraita esineitä, kiviä, eläimiä tms. Vieraiden esineiden poistamiskustannuksista vastaa urakoitsija.

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 puhtaana. Alle 5 °C lämpötiloilla ja kostealla säällä hitsausalueet tulee esilämmittää n. 50 °C:een kosteuden tiivistymisen estämiseksi.

Hitsaamisessa saa käyttää vain prosessilämpöputkiin soveltuvia hitsauslisäaineita. Lisäaineiden käyttö ja käsittely SFS-käsikirjan 54 ja 66-8 sekä standardin SFS 3052 mukaisesti. Hitsauspuikot ja -langat tulee olla ehdottomasti kuivia ja ne on säilytettävä toimittajan ohjeiden mukaisesti. Hitsaajalla tulee olla työmaalla käytössään puikonlämmitin.

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.).

Putkiin liittyvät teräsrakenteet hitsataan piirustuksissa olevien hitsausmerkintöjen osoittamalla tavalla.

Kaaren sytyttäminen on suoritettava siten, ettei hitsin ulkopuolelle perusaineeseen eikä itse saumaan jää sytytysjälkiä tai raapaisuarpia, koska ne saattavat olla murtumien lähtökohtia. Jos näitä kuitenkin vahingossa syntyy hitsipuikon, puikonpitimen, maadoituskoskettimen tms. kosketuksesta, on jäljet poistettava hiomalla niin syväälle, kuin aine on vioittunut. Jos aineen paksuus ohenee liikaa, on hiottu kohdat täytettävä perusaineelle sopivalla lisäaineella ja pinta hiottava. Hiominen on suoritettava siten, ettei muodostu hiushalkeamia.

Hitsien jälkikäsittely tehdään SFS-käsikirja 66-1 mukaisesti.

Kaikki metallikaarihitsauksella tehtyt hitsisaumat passivoidaan asianmukaisella menetelmällä esimerkiksi typpi- ja fluorivetyhappoon perustuvilla peittaustuotteilla.

Hitsien korjausta ei saa suorittaa päälle hitsauksena, vaan virheellinen osa saumasta on avattava hiomalaikalla syvyyteen, josta ehjä metalli löytyy ja hitsattava uudelleen.

Jokaisen hitsaussauman hitsaajat tulee dokumentoida.

Hitsaussaumojen tulee vastata vähintään standardin SFS-EN 5817 hitsiluokkaa C. Valvoja valvoo hitsaustyötä pistokokein.

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

Energiateollisuus ry:n tiedotetta L132/2011 noudatetaan teräspuikien hitsien hyväksymisrajoina ja tarkistusten suoritusohjeina lämpövarasto rakenteen ulkopuolisille hitsisaumoille.

#### **4.5 Putkiston huuhtelu ja tyhjennykset**

Ennen uuden osuuden käyttöönottoa putket pitää huuhdella irrallisten vieraiden aineiden ja hitsaushilseiden poistamiseksi. Huuhtelu tapahtuu tyhjentämällä putkisto tyhjennysventtiilin kautta.

Puhdistus suoritetaan rakennuttajan ja valvojan ollessa läsnä. Urakoitsija hankkii puhdistuksessa käytettävän veden. Putkiston huuhtelun suorittava henkilöstö on koulutettava tehtävään.

Putkiston tyhjennykset on suunniteltava huolellisesti. Suuremmissa tyhjennyksissä on oltava yhteydessä paikalliseen viemäriverkon haltijaan ja sovittava veden viemäriin laskemisesta annettuja ohjeita.

Jos prosessiputken vettä johdetaan maastoon tai viemäriin, täytyy huomioida, ettei viemäriputket vahingoitu kuuman veden seurauksena. Veden johtamisessa suoraan kadulle tai maastoon on huomioitava höyrypilven ja veden aiheuttamat haitat sekä vaarat liikenteelle, omalle henkilökunnalle että ulkopuolisille. Kuumalla ja paineellisella vedellä voi olla maata ja asfalttia syövyttävä vaikutus

#### **4.6 Paineekoe**

Paineekokeen ajankohta on sovittava vähintään 1 viikkoa ennen painekokeen suorittamista valvojan kanssa.

Valmis prosessilämpöjohto testataan rakennuttajan määrämällä tavalla. Painekoe voidaan toteuttaa sisäpuolisena ilma- tai kaasuylipainekokeena, ulkopuolisena ilma-alipainekokeena (vakuumilaatikko) tai vesiylipainekokeena.

Sisäpuolisessa ilma- tai kaasuylipainekokeessa koe tehdään ilmalla tai muulla sopivalla kaasulla 0,2 bar ylipaineella tai 0,65 bar alipaineella. Hitsien tiiviys todetaan saippuaveden tms. vuodon ilmaisevan nesteen avulla. Koepaine pidetään yhden tunnin ajan.

Ulkopuolisessa ilma-alipainekokeessa hitsien tiiviys testataan yksittäin liitoskohdan ympärille asennettavan ikkunallisen vakuumilaatikon avulla vuodonilmaisunestettä apuna käyttäen. Koe suoritetaan laitteen toimittajan ohjeiden mukaisesti.

Vesiylipainekokeessa koe suoritetaan kylmällä vedellä 1,3 MPa (1,3 x suunnittelupaine) ylipaineessa. Hitsien tiiviys todetaan saippuaveden tms. vuodon ilmaisevan nesteen avulla. Koeaika on tilaajan ja valvojan vaatimuksen mukainen. Se riippuu putkiosuuden tilavuudesta ja on vähintään yksi tunti.

Painekokeessa on rakennuttajan edustajan ja valvojan 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.

Jos painekokeessa ilmenee vuotoja urakoitsijan tekemissä saumoissa, suoritetaan painekoe uudelleen saumojen korjauksen ja tarkistuksen jälkeen, urakoitsijan kustannuksella.

Urakoitsija laatii painekokeesta pöytäkirjan, joka hyväksytetään valvojalla ja rakennuttajalla.

Painekokeeseen kuuluva aika luetaan mukaan putkiasennustyöhön kuuluvaksi ajaksi sisältäen putkien täytön ja mahdollisen tyhjennyksen. Yksikköhintoihin on sisällytettävä kaikki painekokeesta aiheutuvat kustannukset, kuten kokeissa tarvittava vesi, tilapäisliitokset, varsinaiset liitokset, johtojen tuennat, paineenkorotuspumppu, tarkistushanalla varustettu painemittari ja muut tarvittavat laitteet painekokeen suorittamiseksi. Yksikköhintaan sisältyy molemmat johtoon kuuluvat putket (meno ja paluu).

## 5. KIINNIVAHDOTETTujen JOHTOJEN LIITOKSET

### 5.1 Yleiset vaatimukset

Kiinnivaahdotettujen liitosten asennuksessa ja työnvalvonnassa tulee noudattaa suosituksessa L2 - Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset annettuja ohjeita sekä valmistajien antamia yksityiskohtaisempia ohjeita. Työntekijöiden tulee olla koulutettuja suorittamaan vaaditut eristys- ja saumaustyöt.

Polyuretaanivaahdon käyttöön ja käsittelyyn liittyy työturvallisuusriskejä. Laadukkaan työsuorituksen varmistamiseksi liitostyöt sekä suojaputkisaumausten että eristystöiden osalta saa suorittaa vain Energiateollisuus ry:n / Muoviteollisuus ry:n laadunvarmistusjärjestelmän mukaiset asennusoikeudet omaava urakoitsija. Jokaisella liitostöitä suorittavalla asentajalla tulee olla tilityökortti sekä voimassa oleva, em. laadunvarmistusjärjestelmän mukainen liitostyötodistus ja tarvittaessa HDPE-suojakuoren hitsaustyötodistus (SFS-EN 13067), joka osoittaa pätevyyden liitostyön suorittamiseen. Liitos ja muovihitsaustöitä tekevällä urakoitsijalla täytyy olla voimassa oleva asennusoikeus sekä työntekijöillä tulee olla liitostyötodistuksen lisäksi liitostuotetoimittajan antama koulutus käytettävään liitosmenetelmään. Todistukset jatkostöiden suorittajien pätevyydestä on toimitettava Rakennuttajalle ennen liitostöiden aloittamisesta.

Jokainen suojakuorisaumauksen ja liitoseristysten asentajat on dokumentoitava. Työmaalla asentaja merkitsee jokaiseen liitokseen tekijän tunnistamiseksi esim. tussilla liitostyötodistuksen numeron ja asennuspäivämäärän. Työnvalvonta tulee kohdistaa valmiiden liitosten lisäksi erityisesti työn kaikin puolin oikeaan suoritukseen. Elementtien liitostyössä on ehdottomasti noudatettava liitostuotetoimittajan ohjeita ja suosituksia.

Ennen jatkoksen eristämistä täytyy varmistua siitä, että putki jatkoskohdassa on puhdas ja elementtien eristepäät ovat kuivat. Vähäiselläkin kosteudella on merkittävä vaikutus vaahdon laa-

tuun. Vaahdotustyötä tehtäessä täytyy vaahdotettavien pintojen lämpötilan olla + 15 - + 40 °C ja/tai virtausputkessa kiertää prosessilämpövesi (40 -70 °C).

Liitosten tarkastus ja dokumentointi tehdään urakka-asiakirjoissa esitettyjen vaatimusten sekä suosituksen L2 - Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset mukaisesti.

Mikäli rakenne mahdollistaa, on liitoksille suoritettava tiiveyskoe 0,2 bar (20 kPa) ylipaineella. Liitoksen lämmönjohtavuus ei saa ylittää uutena 0,035 W/mK keskilämpötilassa 50 °C. Valmiin jatkoksen eristeen minimitiheytenä käytetään vähintään 60 kg/m<sup>3</sup>.

Urakoitsija hankkii kaiken eristys- ja jatkostyössä tarvitsemansa materiaalin.

#### 5.1.1 Jatkos- ja eristystyön laadunvarmistus

Jatkos ja eristystöille edellytetään kolmannen osapuolen tarkastus, jonka kustantaa urakoitsija.

Lämpövaraston ulkopuolisille liitoksille tarkistus ja laadunvarmistus suosituksen L2 – Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset mukaisesti.

Rakennuttaja ja valvoja valvoo liitostöiden laadunvarmistusta. Urakoitsija laatii tarkastuksista pöytäkirjan, joka hyväksytetään valvojalla ja rakennuttajalla.

### 5.2 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 ennakoasennukset kuten jatkosholkit, kutistemuhvit yms. ovat paikoillaan ja tyypeiltään ja mitoiltaan oikeita
- kaivanto on mahdollisimman kuiva, vesi- ja lumivaikeudet 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

### 5.3 Työjärjestys

Teräsputken hitsauksen ja tiiviyskokeiden jälkeen suoritetaan ensin liitoskohdan eristäminen ja vasta sitten kutisteiden kutistaminen.

Käytettäessä kutistettavia holkkeja, mekaanisia liitoksia tai hitsausliitoksia suoritetaan vaahdotus suojaputkisaumauksen jälkeen.

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

### 5.4 Liitosten eristäminen

Kutistettavilla holkki-liitoksilla, hitsausliitoksilla ja mekaanisilla liitoksilla mahdollisen johtosuuden painekokeen ja liitoskohtien tiivistystarkastusten jälkeen suoritetaan eristäminen kohteeseen soveltuvaa paikallavaahdotusmenetelmää käyttäen.

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 voimassa olevat viranomaismääräykset.

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 liitoskoittain 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 pussiin vaahdotuskoe 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. Vähäiselläänkin kosteudella on tuhoisa vaikutus vaahdon laatuun.

Kaikkien vaahdon kanssa kosketuksiin tulevien pintojen lämpötilan tulee vaahdotettaessa olla vähintään +15 °C eikä se saa ylittää 80 °C. 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 vaahdon laatua). + 45 °C korkeammissa lämpötiloissa tulee välttää uretaanin annostelua suoraan teräsputkien päälle.

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 vaahdotustilasta tulee kiinnittää erityistä huomiota. Vaahdotuskemikaalit säilytetään suljetuissa astioissa kuivassa, lämpimässä ja lukitussa varastossa.

Vaahdotuskomponentteja käsitellään L2 Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset mukaisesti ja jätteet hävitetään raportin L22 Ympäristö ja jäteasiat kaukolämpöverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa mukaisesti.

Jatkoseristysmateriaalit varastoidaan kuivassa ja pölyttömässä varastossa. Polyeteenijatkosholkit varastoidaan pystyasennossa.

## 5.5 Työturvallisuus eristystyötä suorittaessa

Eristystyötä suoritettaessa on huomioitava erityisesti polyuretaaniin liittyvät työturvallisuusasiat.

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

Henkilöiden, jotka käsittelevät uretaaniraaka-aineita ja työstävät siitä valmistettuja tuotteita, tulee tuntee 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 lähettävillä 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. suodatintyyppi A2-B2) tai raitisilmanaamari
- haitallisten kaasujen vaikutusta voidaan vähentää oleellisesti joko puhallus- tai imulaitteilla
- 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 työturvallisuuteen ja -suojeluun liittyviä seikkoja käsitellään tarkemmin Työterveyslaitoksen julkaisussa nro 33 "Isosyanaatit".

Ko. töitä tekevät henkilöt on syytä kouluttaa niin, että he tuntevat ja tietävät:

- aineet, niiden ominaisuudet ja varastoinnin
- vaaratilanteet työpaikalla, esim. paikallavaahdotuksissa ja elementin hitsaustöissä
- aineiden vaikutukset ja ensiaputoimenpiteet
- suojavarusteiden tarpeellisuuden ja käytön
- työkohteiden suojaamistoimenpiteet sekä suojavarusteiden että oikeiden työtapojen osalta

Elementtien liitokset voidaan työsuojelunäkökohdat huomioiden tehdä täysin turvallisesti.

## 6. PROSESSILÄMPÖVERKKOON KUULUVAT SUUNNITELMAT JA DOKUMENTIT

### 6.1 Laajuus

Urakoitsija vastaa siitä, että kaikki urakoitsijan toimituslaajuuteen kuuluvat laitteistot ja putkistot vastaavat suunnitelmissa esitettyjä tietoja ja vaatimuksia ja että tämä laitteisto- ja putkistokokonaisuus on suunnitelmien ja sen lähtötietojen mukainen, ottaen huomioon myös muiden urakoiden asettamat rajapintatiedot ja -vaatimukset.

Urakoitsijan velvollisuus täydentää tarjouspyyntöasiakirjojen sisältämiä suunnitelmia toimituslaajuutensa toteuttamiseksi on määritelty kaupallisissa asiakirjoissa ja muissa suunnitelmissa. Urakoitsija on velvollinen toimittamaan Tilajalle kaikki toimitukseensa liittyvät piirustukset, ohjeet ja selostukset. Tilajajan teettämiä muita töitä, asennuksia, käyttöä ja kunnossapitoa varten tämän asiakirjan sekä urakkaohjelman mukaisesti.

### 6.2 Laitteiden tarkastuksiin, käyttöön ja huoltoon liittyvä dokumentaatio

#### 6.2.1 Tarkastukset

Laitteiden, putkistojen ym. vastaanotto- ja/tai käyttöönottotarkastuksista tehdään pöytäkirja Energiategollisuus ry:n suositusten ja PSK-standardien mallin mukaisesti. Kunkin pöytäkirjan hyväksynnän jälkeen toimitetaan siitä kopio asianosaisille tapauskohtaisesti sovitavan käytännön mukaisesti. Urakoitsija säilyttää alkuperäiset tarkastuspöytäkirjat urakan valmistumiseen saakka, jolloin hän toimittaa ne yhdessä kansiossa Tilajalle.

### 6.2.2 Käyttö, huolto ja varaosat

Kaikista laitteista tai laiteryhmistä toimitetaan sen käytön, huollon, kunnossapidon ja varaosien tilaamisen edellyttämä dokumentaatio, joka on olennainen osa koko toimitusta. Laitekohtaisen dokumentaatioaineiston (päämittapiirustukset, rakenne- ja toimintakuvaukset, muut manuaalit ja ohjeet, varaosaluettelot yms.) on oltava Tilajan käytettävissä viimeistään asennustöiden alkaessa (yksi täydellinen suomenkielinen sarja kansioissa). Aineistossa merkitään korostuskynällä hankittu laite (jos samassa manuaalissa useita laitteita).