



Tien Nguyen

# Työtapaohjeet kylmälaiteasentajalle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinööriyö

2.3.2022

## Tiivistelmä

Tekijä: Tien Nguyen  
Otsikko: Työtapaohjeet kylmälaitteasentajalle  
Sivumäärä: 35 sivua + 3 liitettä  
Aika: 2.3.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka  
Ammatillinen pääaine: Tuotanto- ja valmistustekniikka  
Ohjaajat: Projektipäällikkö Henri Lindeman  
Lehtori Pekka Hirvonen

---

Tässä opinnäytetyössä toteutettiin Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n kehitysprojekti, jossa luotiin työohjeet kylmälaitteasentajille. Yrityksellä on pitkä kokemus kylmälaitoksien sekä kylmätekniiikan ja -ratkaisujen toteuttamisessa, mutta asentajahenkilöstön työskentelymenetelmiä ei ole vakioitu. Työohjeen tarkoituksena oli määrittää ja ohjeistaa asentajille halutut menetelmät, tavoitteet sekä vakioida tiettyjen komponenttien käyttöä.

Tiedot ohjeisiin kerättiin pääosin yrityksen ohjaajalta ja muilta yrityksen projektipäälliköiltä, rakenteilla olevilta kylmälaitostyömailta sekä valmiista käytössä olevista kohteista ja ne käytiin läpi palaverissa, joissa tehtiin tarvittavat muutokset kerättyyn materiaaliin. Myös asentajia osallistettiin tiedon keräämiseen.

Työn teoriaosuudessa esitellään kylmätekniiikkaa ja sen toteutukseen vaadittavaa laitteistoa sekä kylmäainetta ja painelaitedirektiiviä käsittelevää standardia. Kylmälaitoksen asennukseen liittyvää teoriaa esitetään yleisellä tasolla. Lean-teoriaa pyrittiin hyödyntämään soveltuvin osin projektissa. Valmiit työohjeet lähetettiin asentajille koekäyttöön ohjeiden toimivuuden verifiointiksi.

Opinnäytetyössä luodut työohjeet täyttivät niille asetetut tavoitteet. Niitä tullaan jatkossa käyttämään yleispohjana perehdytysmateriaalin luomiseen.

Avainsanat: kylmätekniiikka, kylmälaitos, Lean, työohje

## Abstract

Author: Tien Nguyen  
Title: Work Instructions for Installation of Refrigeration Equipment  
Number of Pages: 35 pages + 3 appendices  
Date: 3 March 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Mechanical Engineering  
Professional Major: Production and Manufacturing  
Supervisors: Henri Lindeman, Project Manager  
Pekka Hirvonen, Senior Lecturer

---

This thesis reviews the development project started by Viessmann Kylmäärjestelmät Oy in which a work instruction manual for the refrigeration equipment installation staff was created by the writer of this thesis. The company has a long experience in building and implementing refrigeration plants and refrigeration technology and solutions, but the working methods of installation staff were not standardized. The purpose of the instruction manual was to instruct the installation staff for desired methods, objectives and to standardize the use of certain components.

The theory section covers the functions of refrigeration technology and the equipment required for its implementation, as well as the industry standard of the refrigerant and pressure equipment directive. The theory related to the installation of refrigeration plant is presented at a general level. This development project utilizes Lean theory in the applicable sections of the project. The data required for the instructions were collected with the project managers leading the refrigeration plant construction projects and changes were made when necessary. The installation staff were also involved in the data collection. The completed work instructions manual was sent to the installation staff for trial use to verify the functionality of the instructions.

The work instructions manual that was created in the thesis has met the set goals, and the instructions will be used as a general basis for creating introductory material in the future.

Keywords: refrigerant technology, refrigerant plant, lean, instruction manual

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	2
1.1	Tavoitteet	2
1.2	Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy	2
2	Kylmäjärjestelmä ja laitteisto	3
2.1	Kylmäprosessin kiertokulku	3
2.2	Koneikko	4
2.3	Höyrystin	4
2.4	Kompressori	5
2.5	Lauhdutin	5
2.6	Paisuntalaite	6
2.7	Putkisto	6
2.8	Hiilidioksidi kylmäaineena	6
3	Kylmälaitoksen asennus ja käyttöönotto	8
3.1	Putkityöt	8
3.2	Painekoe	13
4	Lean	14
4.1	Lean-ajattelumalli	15
4.2	Hukat eli arvoa tuottamaton työ	18
4.3	Viisi kysymystä	21
5	Tarve työhjeille	22
5.1	Hanke	22
5.2	Ohjeissa käsiteltävät aiheet	23
6	Menetelmät	23
6.1	Nykytilanne ja tavoitteet	24
6.2	Ohjeiden luominen	25
6.3	Tulokset ja työn arviointi	30
7	Yhteenveto	32

Liitteet

Liite 1: Työtapaohjeet kylmälaiteasentajille

Liite 2: Koottujen tietojen läpi käynti, kylmälaitosvierailut ja kuvamateriaalien ottaminen –vaiheen lisäykset ja muutokset.

Liite 3: Valmistuneiden ohjeiden läpikäynti, viimeistely ja verifiointi asentajilla –vaiheen lisäykset ja muutokset

## Lyhenteet

- GWP: Global warming potential – yksikkö, joka ilmaisee kasvihuonekaasun päästön aiheuttaman lämmitysvaikutuksen suhteellisen voimakkuuden tietyn ajan kuluessa verrattuna hiilidioksidiin massayksikköä kohden
- CO<sub>2</sub>: Hiilidioksidin molekyylikaava
- N<sub>2</sub>: Typpi, jota käytetään suojakaasuna kupariputkien juottamisessa
- R744: Hiilidioksidin kylmäainetunnus
- Lean: Johtamisfilosofia, joka keskittyy seitsemän hukan poistamiseen
- CE: Eurooppalainen menettely, jossa merkinnällä osoitetaan tuotetta koskevat ominaisuudet yhdenmukaisella ja vertailukelpoisella tavalla
- PED: Painelaitedirektiivi
- HFC: Fluorihillivedyt

# 1 Johdanto

Projektin tavoitteena oli luoda yhtenäiset työohjeet Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n kylmälaiteasentajille. Yritykselle oli muodostunut tarve yhteisille työskentelytavoille, sillä yritysostojen yhteydessä asennushenkilöstön määrä kasvoi. Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy aloitti hankkeen, jossa luodaan kaikille asentajille samat ja yhtenevät työtavat päivittäistavarakauppojen kylmälaitosratkaisujen toteuttamiseen. Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy toimii lukuisten päivittäistavarakauppojen kylmätekniiKKaratkaisujen palveluntarjoajana sekä laitetoimittajana. Suurimpina ja tunnetuimpina asiakkaina ovat esimerkiksi Suomen Osuuskauppojen Keskuskunta, SOK:n S-ryhmän osuuskaupat sekä Kesko Oyj:n K-ryhmän kaupat. Yrityksen palveluihin kuuluu kauppojen kylmälaitteiden, kylmiöiden, pakastehuoneiden ja kylmälaitosratkaisujen suunnittelu sekä toteuttaminen. (Lindeman 2021.)

## 1.1 Tavoitteet

Ohjeiden tavoitteena oli yhtenäistää työskentelytavat Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n asentajille. Samalla menetelmällä toteutettu kylmälaitoksien rakentaminen vähentää huomattavasti laatupoikkeamia ja helpottaa jatkossa laitoksien kunnossapitoa. Asiakastyytyväisyys paranee, kun Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy toteuttaa visuaalisesti sekä laadullisesti samat toimintatavat työkohteista riippumatta. Ohjeet tulevat myös toimimaan uusien asentajien perehdyttämis- sekä oppisopimusmateriaalina.

## 1.2 Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy

Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy on osa Viessmann Group -perheyritystä. Viessmann Group kehittää kestäviä energiaratkaisuja lämmitykseen, teollisiin järjestelmiin sekä jäähdytykseen. Perheyrityksellä on 23 tuotantolaitosta 12 eri maassa sekä tytäryhtiöitä ja muita Viessmannin edustajia 74 eri maassa. (Yrityksestä 2019.)

Viessmann valmistaa kaupallisia kylmäratkaisuja pääasiassa päivittäistavara-kaupalle, ruokapalveluille sekä elintarviketeollisuudelle. Näiden lisäksi Viessmann valmistaa kylmäratkaisuja myös muille käyttöalueille. Kylmäratkaisujen ydin on energiatehokkuus ja ympäristöystävällinen jäähdytys helppokäyttöisyyden ja -huollettavuuden ohella. (Viessmann-kylmäratkaisut 2019.)

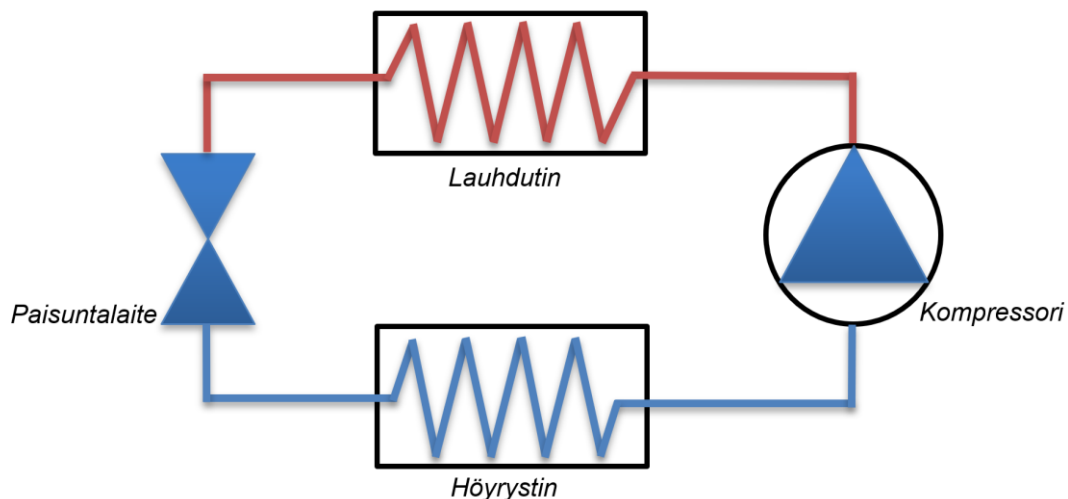
Tecto-tuotteiden lisäksi yrityksen palveluvalikoimiin kuuluu keskuskoneellisia ja omakoneellisia kylmäkalusteita, kylmähuoneita ja jäähdytysjärjestelmiä, varusteita sekä lisäpalveluita. Tecto-tuotteet tunnetaan korkeasta hygieni ominaisuuksista ja elintarviketurvallisuuden varmistamisesta. Tuotteita voidaan räätälöidä soveltuvaksi asiakkaiden konsepti- ja yrityskuvavaatimuksiin. Tecto-tuotteet valmistetaan Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n tehtailla Suomessa ja Saksassa. Viessmannin myyntiä tukee yrityksen laaja yhteistyökumppaneiden verkosto. Tällä varmistetaan, että yritys kykenee tarjoamaan asiakkailleen kaikkia Viessmannin tuotteita ja palveluita paikallisesti. (Viessmann-kylmäratkaisut 2019.)

## **2 Kylmäjärjestelmä ja laitteisto**

### **2.1 Kylmäprosessin kiertokulku**

Termodynamiikan 2. pääsäännön mukaisesti lämpö siirtyy aina korkeammasta matalampaan lämpötilaan. Systeemiin täytyy aina tehdä työtä, jos halutaan lämmön siirtyvän matalammasta korkeampaan lämpötilaan. Kylmäteknisessä kiertoprosessissa systeemiin tehty työ syntyy, kun sähköenergiaa viedään kompressoriin. Kompressoriin tuotu sähköenergia muuttuu lämpöenergiaksi, ja tästä osa siirtyy kylmäaineeseen ja osa poistetaan kompressoria jäähdyttämällä joko ympäröivään ilmaan tai väliaineeseen, esimerkiksi veteen. Termodynamiikan 1. pääsäännön mukaisesti energia ei häviä vaan ainoastaan muuttuu toiseksi energiamuodoiksi. Kylmäprosessin kiertokulkua on kuvattu kuvassa 1 (ks. kuva 1). (Kaappola ym. 2011: 18.)





Kuva 1. Kylmäprosessin kiertokulku. Termodynamiikan 2. pääsäännön mukaisesti lämpö siirtyy aina korkeammasta matalampaan lämpötilaan.

## 2.2 Koneikko

Kylmätekniikka toteutetaan kylmäkoneikolla, joka koostuu useista eri laitteista. Yksinkertaisimmillaan koneikkoon kuuluu höyrystin, kompressori, lauhdutin sekä paisuntalaite. Kylmäprosessissa kylmäaineen olomuodon muutoksen avulla ohjataan CO<sub>2</sub>-kylmäainetta kupariputkiston kautta kylmiöihin, pakastuhuoneisiin ja kylmäkalusteisiin, joissa kylmäaine sitoo itseensä lämpöenergiaa höyrystimellä. Kylmäaineen olomuoto järjestelmässä on kaasun tai nesteen muodossa. (Kylmäprosessi eli miten kylmä syntyy 2020.)

## 2.3 Höyrystin

Höyrystimessä kylmäaineeseen sidotaan lämpöenergiaa ja toimintaperiaatteena on höyrystää kylmäaine höyryksi. Toiminta perustuu kylmäaineen höyrytymiseen, kun höyrystimessä oleva vallitseva lämpötila ylittää kylmäaineen kiehumispisteen. Mitä matalampi paine on, sitä alhaisempi kiehumispisteen lämpötila on. Höyrytyminen sitoo lämpöenergiaa kylmäaineeseen, joka aiheuttaa ympäristön jäähtymisen. (Kylmäprosessi eli miten kylmä syntyy 2020.) Ilmankierto perustuu painovoimaan. Höyrystimessä jäähtynyt ilma on kylmempää ja siten

tiheämpää kuin ympäröivä ilma. Kylmä ilma valuu alaspäin ja saa ilman kiertämään jäähdytettävässä tilassa. Kohteina voivat olla kylmäkalusto, kylmähuoneet ja pakkasvarastot. (Kaappola ym. 2011: 59.)

## 2.4 Kompressori

Kompressori on mekaaninen laite, joka työn kautta painetta lisäämällä pienentää höyryn tilavuutta (Perry 2008: 10-45). Kompressori imee paineen avulla höyrystyneen kylmäaineen pois höyrystimestä ja tämän avulla voidaan ylläpitää jatkuvaa höyrystymistä. Kylmäainehöyryä puristetaan korkeampaan paineeseen ja lämpötilaan. Prosessissa kylmäaine lämpenee, kun kaasua puristetaan pienempään tilavuuteen. Puristuksessa kaasumolekyylien välinen kitka lämmittää kaasun. Kompressori kierrättää työn ja paineen avulla kylmäainetta järjestelmässä. (Kylmäprosessi eli miten kylmä syntyy 2020.)

Prosessissa matalapaineinen kaasu puristetaan korkeampaan paineeseen. Kylmäaine palautuu tässä korkeapaineessa nestemäiseen olomuotoon kylmäaineen kiehumispisteen ylittäessä lämmönvaihtimessa olevan vallitsevan lämpötilan. Kyseistä korkeapainepuolen lämmönvaihdinta kutsutaan lauhduttimeksi. Mitä korkeampi paine on, sitä korkeampaa lämpötilaa tarvitaan höyrystymispisteen saavuttamiseksi. (Kaappola ym. 2011: 51.)

## 2.5 Lauhdutin

Lauhduttimen tehtävänä on poistaa lämpöenergiaa kylmäaineesta ja lauhduttaa kylmäainehöyry takaisin nesteeksi. Kompressorin puristaessa kaasua mekaanisesti syntyy lämpöenergiaa. Kylmäaineen nesteytyminen lauhduttimella vapauttaa höyryyn sitoutuneen lämpöenergian ja mahdollistaa lauhduttimen lämpenemisen. Varautunutta lämpöenergiaa voidaan hyödyntää lämpöpumpuissa ympäristön lämmittämiseen sekä lämpimän käyttöveden valmistukseen. (Kylmäprosessi eli miten kylmä syntyy 2020.)

Yleisimmin käytetään ilma- ja nestejäähdytteisiä lauhduttimia. Ilmalauhduksen kenno on yleensä valmistettu alumiinilamelleista ja kupariputkista. Lauhduttimen tehoa säädetään joko portaittain käynnistämällä ja pysäyttämällä lauhduttimen puhallinmoottoreita tai puhallinmoottorien pyörimisnopeutta ohjaamalla taajuusmuuttajan tai tyristorisäätimen avulla. (Kaappola ym. 2011: 55.)

## 2.6 Paisuntalaite

Paisuntalaite on yleensä joko paisuntaventtiili tai kapillaariputki. Laite tekee painehäviön kylmäainevirtaukseen aiheuttaen paine-eron kylmäjärjestelmään yhdessä kompressorin kanssa. Paisuntalaite säätelee höyrystimelle syötettävää nesteytynyttä kylmäainetta, jotta kompressorin imuun päätyy täysin höyrystynyttä eli kylläistä kylmäainekaasua. (Kylmäprosessi eli miten kylmä syntyy 2020.)

## 2.7 Putkisto

Kylmälaitoksessa putkiston päätoimena on siirtää kylmäainetta kylmäkoneistojen eri osien välillä. Putkistot rakennetaan kylmälaatusista kupari- ja teräsputkista. Putkistoissa kulkee kylmäaineen lisäksi yleensä myös öljyä, joten putkisto tulee mitoittaa ja asentaa siten, että kylmäaine ja öljy palaavat hallitusti kompressoriin. (Kaappola ym. 2011: 61.)

## 2.8 Hiilidioksidi kylmäaineena

Hiilidioksidia käytetään kylmäaineena sen suotuisien ominaisuuksien takia. Kylmäaineena se on myrkytön, palamaton, täysin haitatonta elintarvikkeille sekä omaa alhaisen GWP (global warming potential) -arvon jonka arvo on 1. (Aittomäki 2008: 129.) GWP eli lämmityspotentiaali ilmaisee kasvihuonekaasun päästön aiheuttaman lämmitysvaikutuksen suhteellisen voimakkuuden verrattuna tietyn ajan kuluessa hiilidioksidiin massayksikköä kohden. Lukuarvo ilmaistaan GWP-kertoimena yleisesti 100 vuoden (GWP100) tai 20 vuoden (GWP20) ajalle. Hiilidioksidiin verrattavissa voidaan esimerkiksi käyttää metaania, jonka

GWP100-kerroin on 21, eli metaanipäästön lämmitysvaikutukset kumulatiivisesti 100 vuoden ajalta on laskettuna 21 kertaa hiilidioksidipäästön vaikutuksen suuruinen. (Ilmakehä-ABC 2021.) Hiilidioksidi on GWP:n vertailuaine, eli muut aineet verrataan hiilidioksidin GWP arvoon. Hiilidioksidilla on alhainen viskositeetti, jonka ansiosta painehäviöt pysyvät pienenä. (Aittomäki 2008: 129.) Hiilidioksidilla on GWP-arvo 1, metaanilla GWP-arvo 21 ja esimerkiksi hiilifluoriveydillä voi vaihdella 4 kertoimesta aina 12 400 kertoimeen asti. (Kasvihuonekaasut 2015: 14.)

CO<sub>2</sub> on korkean käyttöpaineen kylmäaine. CO<sub>2</sub> tunnetaan kylmäaineena nimellä R744 ja lukeutuu turvallisuusluokan A1 kylmäaineeksi. (SFS-EN 378 2016: 5.) A-luokan kylmäaineet eivät ole terveydelle haitallisia ja 1-luokitus takaa kylmäaineiden syttymättömyyden. (Kylmäaineiden turvallisuusluokitus tutuksi. 2022.) CO<sub>2</sub>:n korkean käyttöpaineen takia kylmäkoneisto luokitellaan usein painelaite-direktiivin (PED) kategoriaan IV. PED IV asettaa tiukimmat CE-merkintävaatimukset kylmäkoneistolle ja laitekokonaisuuksille. CO<sub>2</sub>-kylmäaineen päästessä ilmakehään kolmoispisteessä tai sen alapuolella, voi kylmäaine muodostaa jäätä. Paineenrajoituslaitteet ja niihin liittyvä putkisto on suunniteltava siten, ettei kylmäaineen virtaus esty. (SFS-EN 378 2016: 5.)

Hiilidioksidi on ilmaa raskaampaa, joten CO<sub>2</sub> -antureita ei tule sijoittaa huoneiden kattoon tai korkealle seinään, vaan lähelle lattianrajaa (SFS-EN 378 2016: 5.). Suurina pitoisuuksina hiilidioksidi voi syrjäyttää hapen ja aiheuttaa pahimmillaan tukehtumisen (Aittomäki 2008: 129).

Nestemäinen kylmäaine höyrystyy ja sitoo itseensä lämpöä jäähdytettävässä kohteessa. Tämä prosessi toimii vastaavasti lämpenevässä kohteessa luovuttaen lämpöä ympäristöön, jolloin kylmäainehöyry nesteytyy. Tätä olomuodon muutosta kutsutaan lauhtumiseksi. Kylmäaineen olomuodon muuttuessa aineen molekyyli rakenne muuttuu: prosessissa joko vapautuu tai sitoutuu energiaa. Nestemäisen aineen lämmitessä höyrystymislämpötilaan molekyylien lämpöliike voimistuu. Tässä vaiheessa molekyylit kykenevät irtaantumaan nestemole-

kyilien vetovoimasta, jolloin kyseisen aineen olomuoto muuttuu höyryksi. Höyrystymisen aikana aineen lämpötila ei muutu, sillä systeemiin tuotu lämpöenergia kuluu molekyyliarakenteen rikkomiseen. Aineen höyrystymiseen tarvitaan energiaa. Myös vastaavasti aineen höyryn tiivistyessä nesteeksi lämpöenergiaa kuluu. Höyrystymiseen tarvittava lämpöenergia riippuu aineesta ja sen määrästä. Nesteen lauhtumisessa vapautuu yhtä suuri lämpöenergia, kuin tarvitaan sen höyrystymiseen. (Kylmäprosessi eli miten kylmä syntyy 2020.)

### **3 Kylmälaitoksen asennus ja käyttöönotto**

#### **3.1 Putkityöt**

HFC-kylmälaitteiden putkistot valmistetaan yleisesti kupariputkista. Vaikeissa ympäristöolosuhteissa ja suuremmissa putkissa käytetään myös ruostumatonta terästä. Kylmäalalla pienemmissä kupariputkissa käytetään tuumamittaisia putkia. Ne ovat putken valmistuksen jälkeen hehkutettu pehmeiksi ja kiepille kierrettyinä. Putken kieppejä avatessa putkea kannattaa rullata auki lattiaa vasten. Tällä tavalla putkesta saadaan suhteellisen suora. (Kaappola ym. 2011: 103.)

Kupariputkien katkaisut tehdään kupariputkileikkureilla. Kupari on materiaalina suhteellisen pehmeä metalli. Putkea katkaistaessa leikkurin ohut kovametalliterä uppoaa kupariputkeen katkaistaen sen samaan aikaan, kun leikkuria pyöritetään putken ympäri yhtäaikaisesti kiristäen. Hehkutettujen putkien katkaisukohta muovautuu enemmän pyöreäksi kuin kovien kupariputkien. Kovat putket kannattaa katkaista ennen hehkutusta. (Kaappola ym. 2011: 104.)

Kylmäaineputkistot asennetaan mahdollisimman suorista putkista aina pysty- tai vaakasuoraan, vaikka lyhin reitti kulkee jossakin toisessa asennossa. Tarvittavia taivutuksia voidaan tehdä, kunhan varmistetaan, että ne ovat siististi tehtyjä. Hehkutettua kupariputkea voi taivuttaa siihen tarkoitetuilla taivutustyökaluilla. Jokaiselle putkikoolle on omat taivutuspihdit. Pihdeissä on paikollaan lesti ja

putken pintaa vasten liukuva luisti, jotka muodostavat tarkalleen putken ulkoal-kaisijan suuruisen aukon. Näin putken litistymistä estetään taivuttaessa. (Kaappola ym. 2011: 106.)

Putkien kannakointi tulee suunnitella ja tehdä siten, että kompressorin tärinää estetään pääsemästä putkistoon. Heti kompressorin jälkeen putkistoon tulee asentaa värinänvaimentimet. Ne pyritään asentamaan kompressorin kampikam-mion suuntaisesti, koska värinänvaimentimet kestävät vain sivuttaissuuntaista liikettä. Niihin kohdistuva pituussuuntainen liike murtaa teräskudoserakenteen. Putkisto puetaan heti värinänvaimentimien jälkeen. Samoin myöskään raskaita komponentteja ei saa jättää putkiston varaan, vaan ne tulee tukea erikseen. Putket eivät saa missään kohdassa koskea toiseen putkeen tai itseensä. Putket tärisevät aina jonkun verran hyvästä kannakoinnista riippumatta ja osuessaan toisiinsa ne kuluttavat toisensa rikki ajan saatossa. (Kaappola ym. 2011: 117.)

Kylmäaineputkiston rakennuksessa kupariputket ja niissä olevat komponentit lii-tetään yhteen kovajuottamalla. Kovajuotos on juottamista, jossa juotosaineen sulamislämpötila on yli 450 °C. Mikäli sulamislämpötilat ovat alle 450 °C, juotok-sia kutsutaan pehmeäjuotoksiksi, joita ei kylmätekniikassa saa käyttää. Juot-teen eli juotosaineen sulamislämpötila on alhaisempi kuin liitettävien metallien, jolloin lämmittäessä vain juote sulaa ja täyttää liitettävien kappaleiden välisen kapillaariraon. (Kaappola ym. 2011: 107–108.)

Liitettävät pinnat puhdistetaan ensin liasta. Molemmat liitettävät kappaleet tulee lämmittää vähintään juotteen sulamispisteeseen. Putkiliitoksissa ei riitä pelkäs-tään uloimman putken lämmittäminen, koska silloin sisemmän putken lämpötila ei ole riittävän korkea, jotta juote tarttuisi kiinni. Yleensä sisään menevää putkea lämmittäessä, myös ulompi putki lämpenee riittävästi. Lämmittäminen tehdään usein juotoslaitteilla, joilla poltetaan asetyleenin ja hapen seosta. Juotoksessa liitos pidetään koko juotoksen ajan kaasuliekin sisällä, jotta ehkäistään oksidin-muodostusta. Liitettävien pintojen saavuttaessa juotteen sulamislämpötilan, juo-tetta syötetään liitokseen, mutta ei kuitenkaan suoraan liekkiin. Juotteen aine-määrä on silloin oikea, kun juote on muodostanut liitoskohtaan viisteen, eikä

jätä terävää muotoa. Liitoksen voi jäähdyttää juottamisen jälkeen märällä rätilä, jolloin mahdolliset korroosiota aiheuttavat epäpuhtaudet irtoavat. (Kaappola ym. 2011: 108.)

Kylmäaineputkistoja tehtäessä on käytettävä aina suojakaasua, yleisesti kuivaa tyyppiä. Tyypellä puhalletaan ilmaa ulos putkistosta ja sen jälkeen jätetään vielä pieni virtaus ehkäisemään ilman takaisinvirtausta putkistoon. Happi, jota ilmassa on, aiheuttaa juottamisessa voimakasta nokeentumista putken sisäpinnalle. Tätä kutsutaan orgaaniseksi jätteeksi ja se aiheuttaa kylmäaineiden ja öljyn kanssa reagoidessaan muun muassa voimakkaan kylmäaineen ja öljyn happamoitumisen sekä kylmälaitoksen tuhoutumisen. Noki on myös haitaksi tai jopa estää esimerkiksi paisuntaventtiilien ja painesäätimien toiminnan. (Kaappola ym. 2011: 108.)

Kaikki juottamalla liitettävät komponentit tulee suojata liialliselta kuumuudelta. Komponenteissa olevat helposti irrotettavat ja purettavat osat suositellaan poistettavaksi juotoksen ajaksi. Myös märän rätin käyttäminen komponenttien suojaamiseksi suositellaan. Märkä rätti saattaa jäähdyttää komponenttia, jolloin liitoskohtia joudutaan monesti lämmittämään tavallista enemmän. On syytä huomioda, että putkisto on auki jostakin kohtaa, kun viimeistä juotossaumaa tehdään. Lämmittämisen seurauksena putkiston sisällä oleva tyyppi tai ilma laajenevat ja niiden on annettava virrata ulos vapaasti jostakin muusta kohdasta, kuin sinä hetkenä tehtävässä juotoskohdassa. Putkistoon muodostuu muuten ylipainetta, joka virtaa ulos tehtävästä liitoksesta, jolloin siitä ei tule tiivis. (Kaappola ym. 2011: 109.)

Kupariputkia liitettäessä yhteen käytetään yleensä fosforikuparijuotetta. Suositeltava työlämpötila on sitä käytettäessä noin 710 °C. Fosforikuparijuotteessa on kuparin lisäksi muutamia prosenttiyksiköitä fosforia ja hopeaa (2–5%). Hopea lisää liitoksen sitkeyttä, joten sitä käytetään aina kylmäaineputkistoja juotettaessa niissä esiintyvien lämpölaajenemisen ja tärinän takia. Kuumennettaessa fosfori muodostaa kuparin kanssa yhdisteen, joka poistaa metallipinnoissa ole-

van oksidikerroksen eli toimii juoksutteenä kovajuotoksessa. Tämän takia erillistä juoksutetta ei tarvita. Tämä kuparimetafosfaatti muodostaa putken pinnalle ohuen harmahtavan kalvon, jota juottamisen jälkeen ei korroosion takia tarvitse poistaa. Mikäli putken kuumennusaika on liian pitkä (yli 5 minuuttia), heikkenee juoksutteen teho radikaalisti. (Kaappola ym. 2011: 109.)

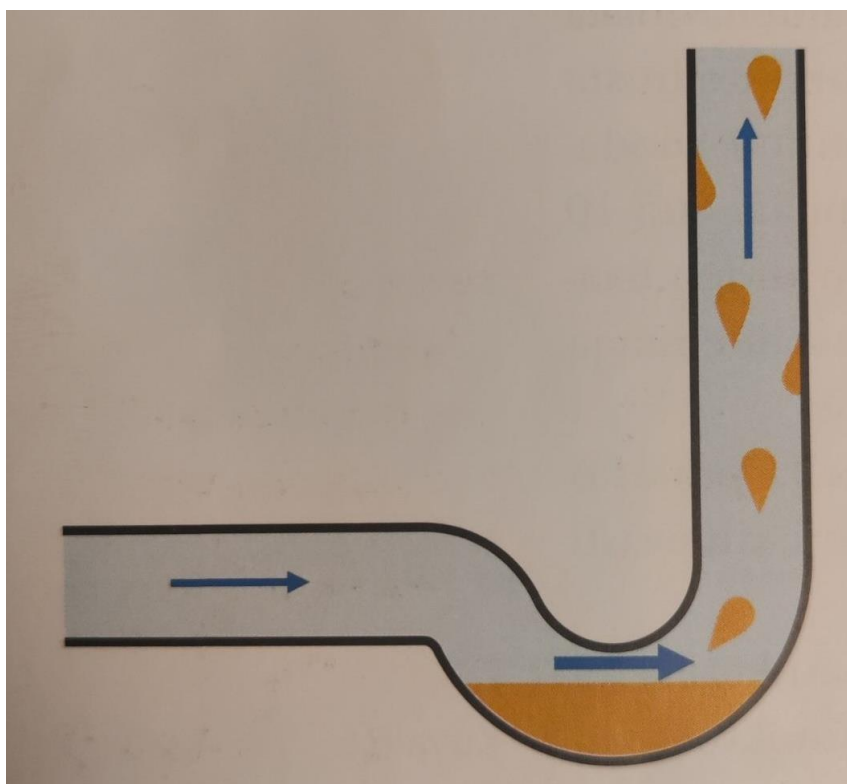
Kompressorit ovat mekaanisia laitteita, jotka tarvitsevat öljyä toisiaan vastaan liukuvien pintojen voiteluun. Oli öljynerottimen erottelukyky miten hyvä tahansa, kylmäaineen mukana putkikiertoon kulkeutuu aina öljyä sumuna ja pieninä pisaroina. Kylmäaineputkisto onkin suunniteltava ja rakennettava siten, että öljy kulkeutuu putkiston läpi kylmäaineen mukana ja palautuu kompressorille. (Kaappola ym. 2011: 112.)

Imuputkessa höyrystimeltä kompressorille ja paineputkessa kompressorilta lauhduttimelle kylmäaine on kaasumuodossa. Öljy kulkeutuu suurella nopeudella (5–25 m/s) liikkuvan kylmäainekaasun avustamana putken sisäpinnassa, lähinnä virraten sen pohjassa. Putkien osalta onkin hyvin tärkeää ja täytyy olla tarkkana, jotta öljy palautuu putkistosta kompressorille. Vaikka vaakasuorissa ja laskevissa putkissa öljy liikkuu kylmäainevirtauksen mukana suhteellisen vaivattomasti, olisi hyvä varmistaa rakentamalla vaakaputkisto hieman laskeviksi öljyn virtauksen helpottamiseksi (noin 2–5mm metrin matkalla). (Kaappola ym. 2011: 114.)

Putkinousut voivat aiheuttaa öljyn kierron kannalta ongelmia. Koska öljypääasiassa virtaa putken sisäpintaa pitkin, putkinousuissa joissakin olosuhteissa öljy voi nousta ensin ylöspäin jonkin matkaa ja pudota sen jälkeen takaisin alas. Öljy kerääntyisi yhä enemmän putkistoon ja siinä oleviin komponentteihin, kunnes öljy loppuu kompressorin kampikammioista ja ilman toimivaa öljynpainevirtaa se tuhoaisi kompressorin yhteenhankautuvien pintojen takia. Tämän takia kaikkiin imu- ja paineputkien putkinousuihin tulee rakentaa öljymutkat ennen nousukohtia. Öljymutkan pohjalle alkaa kerääntymään öljyä. Sen seurauksena öljymutkan pohjalla putken virtauspoikkipinta-ala pienenee ja kylmäaineen virtausnopeus kasvaa. Suuremmalla virtausnopeudella kylmäaine kiskoo mukaansa



öljypisarat öljymutkasta mukaansa. Suuremman öljymäärän kertyessä öljymutkaan se voi tukkia putken kokonaan. Tällöin paine ennen öljymutkaa kasvaa ja paine-eron avulla koko öljymäärä nousee nousun ylitse (ks. kuva 2). Osa näistä pisaroista törmää putken sisäseiniin ja valuu takaisin alas öljymutkaan samalla, kun osa öljystä pääsee putkinousun yli. Jotta riittävä öljymäärä pääsee ylös asti, yhtenäinen putkinousu öljymutkan jälkeen ei saa olla rajattoman korkea. Tätä varten rakennetaan korkeissa nousuissa öljymutkat vähintään viiden metrin välein. Jotta öljy ei valu takaisin alas kylmäainevirtauksen tauottua, putkinousun yläpäähän rakennetaan vastamutka. (Kaappola ym. 2011: 114.)



Kuva 2. Öljymutkan toimintaperiaate. Osa pisaroista törmää putken sisäseiniin ja valuu takaisin alas öljymutkaan samalla, kun osa öljystä pääsee putkinousun yli. (Kaappola ym. 2011: 114).

Osa kylmäaineputkista eristetään sen jälkeen, kun niiden saumojen tiiveys on varmistettu painekokeella ja muilla menetelmillä. Osalla eristyksestä estetään viileiden putkien sisällä virtaavan kylmäaineen lämpeneminen tai estetään niiden

pintaan tiivistyvän kosteuden eli kondensaation muodostuminen. Osalla estetään lämpimien putkien lämmönluovutus vääriin tiloihin tai kuumia putkia polttamasta henkilöitä. (Kaappola ym. 2011: 116.)

Imuputket on aina eristettävä. Tällä estetään imukaasun tarpeeton lämpeneminen eli tulistuksen lisääntyminen. Kompressorille tulevan kylmäainehöyryn tulistuminen on kielteinen ilmiö. Mitä tulistuneempaa höyry on, sitä pienempi tiheys sillä on. Tällöin kompressorin pumppaama massavirta ja sitä kautta kompressorin jäähdystysteho on pienempi. Tämän lisäksi on poistettava tulistuksen lisäämää lämpö määrää lauhduttimelta. Silloin tarvittaisiin suurempi lauhdutin. Muutoin samalla lauhduttimella kylmäaineen ja ympäristön lämpötilaero eli korkeapaine kasvaa ja näin ollen myös kylmäkoneiston sähkönkulutus kasvaa. Imuputkien eristämällä voidaan estää myös ilmankosteuden tiivistyminen putkien pintaan ja veden tippuminen vääriin paikkoihin. (Kaappola ym. 2011: 116.)

Putkien eristämiseen käytetään yleensä putkieristettä, joka on valmistettu umpisoluisesta vaahdotetusta synteettisestä kumista. Sen ominaisuuksina on hyvä lämmöneristyskyky ja sen pinta muodostaa yhtenäisen kosteutta läpäisemättömän kalvon. Eristystyö on tehtävä huolellisesti, koska se jää näkyviin ja antaa kuvan asentajan ja yrityksen ammattitaidosta. Jatkokohdat ja saumat liimataan yhteen sitä varten olevalla liimalla. Työ on tehtävä erityisellä huolellisuudella niin, että putkieristeen yhtenäiset pinnat osuvat vastakkain. Tällä estetään ilmankosteuden pääseminen eristemateriaaliin. Kylmä putki pyrkii tiivistämään kosteutta putken pintaan pienimmistäkin eristeessä olevista raoista. Mikäli eriste kastuu, se menettää eristekykynsä. Putken ja eristeen välissä oleva vesi voi aiheuttaa putken voimakkaan syöpymisen. (Kaappola ym. 2011: 117.)

### 3.2 Paine- ja tiivisyyskoe

Standardin EN 378:n mukaan kylmälaitoksen putkistolle tehdään ennen kylmäainetäyttöä paine- ja tiivisyyskoe. Komponentteja ei tarvitse testata, jos ne pystytään rajaamaan sulkuventtiilein putkistosta erilleen, koska ne ovat valmistuksen

yhteydessä tehtaalla koestettuja. Painekekeessa on tarkoituksena tarkistaa, tuleeeko putkistoon muodonmuutoksia tai repeämiä. Tällaiset tilanteet ovat äärimmäisen harvinaisia. Tiiveyskokeella testataan, ettei järjestelmässä ole vuotoja. Molemmat kokeet voidaan suorittaa välittömästi peräkkäin samalla paineella. Painekeke tehdään kuivalla tyypellä. Paineilmaa ei saa käyttää, koska paineilma ei ole koskaan riittävän kuivaa ja putkistoon menisi sen mukana kosteutta. On myös olemassa olosuhteita, jossa paineilma ja kylmäaine voivat muodostaa räjähtävän seoksen. Suuremmissa laitoksissa painekeke tehdään yhdelle osaa laitosta kerralla. Onnistuneen painekekeen jälkeen todetaan putkiston kestävyys ja tehdään pöytäkirja, jossa on muun muassa kylmälaitoksen yksilöinti, päivämäärä, painekekeen kesto aika, koepaine, painekekeen suorittaja sekä havainnot kokeesta. Tämän jälkeen siirrytään tiiveyskokeeseen. Tässä kokeessa painemittarien lukemat kirjataan ylös. Kokeessa odotetaan seuraavaan päivään, että pysyykö paine laitoksessa. Jos paine on pysynyt samansuuruisena, siitä voidaan päätellä, että laitoksessa ei ole suuria vuotoja. Lähes olemattoman pienet vuodot eivät tule esiin tällaisessa tiiveyskokeessa. Epäilyttävänä näköiset liitokset voidaan käydä läpi laimennetulla saippualliuoksella tai suihkutettavalla vuotospraylla. Vuotava kylmäaine muodostaa kuplia mahdollisesti esiintyviin vuotokohtiin. (Kaappola ym. 2011: 119–121.)

## 4 Lean

Lean on asiakaslähtöinen prosessijohtamisen malli. Lean yksinkertaisimmillaan perustuu virtauksen maksimointiin ja hukkan eli menetetyn ajan poistamiseen. Leaniin sisältyy lukuisia konsepteja, teorioita ja työkaluja. Suurin osa Lean-projektista on sisäisten käytäntöjen ja/tai toimintatapojen muutosta uusia käyttäytymis- ja johtamistapoja kohti. (Yleistä Leanistä 2022.)

Lean voidaan ymmärtää usein väärin luulemalla, että siihen liitetyt työkalut itessään ratkaisevat ongelman. Työkalujen tarkoituksena on löytää prosessista ongelmat ja tuoda ne esille. (Yleistä Leanistä 2022.) Lean ei ole itseisarvo, vaan

sen tavoitteena on tukea yrityksen päivittäistä toimintaa sekä pidemmän aikavälin tavoitteita. Lean on siis jatkuvaa oppimisen sekä kehittymisen prosessia.

(Tuominen 2021: 24.)

#### 4.1 Lean-ajattelumalli

Lean-toimintatapa on japanilaisessa autoteollisuudessa kehitetty ajattelumalli, joka auttaa kehittämään tuotannosta tehokasta ja sujuvaa. Ajattelumallin mukaisesti tuotantoprosessit ja työpisteet ovat toimivia sekä tehtävien mukaisesti suunniteltuja. Tavaroilla on sovitut paikat ja työpisteillä ei ole muuta turhaa.

(Teirioja 2020: 3.)

Kehittämistyössä ei ole tarkoituksena keskittyä pelkästään yksittäiseen työvaiheeseen tai työpisteeseen - sen sijaan tarkastellaan koko prosessia ja erityisesti missä hukataan materiaaleja, tekemistä sekä aikaa. Lean käsittelee käytännössä koko prosessia, sisältäen koko tilaus-toimitusketjun. Lean-toimintatapaa on kaikki, mikä tuo asiakkaalle lisäarvoja tekemisessä ja on apuna laittamaan asioita oikeaan järjestykseen. Leanin tavoitteena on, että kaikki lisäarvoa tuottamaton tekeminen poistetaan. (Teirioja 2020: 3.)

5S-työvaiheet ovat keskeisiä Lean-toiminnan sisäistämisessä. Niillä tarkoitetaan vaihteita, joiden avulla järjestetään työpiste toimivaksi sekä järjestystä säilytetään ylläpitämällä sitä jatkuvasti. (Teirioja 2020: 4.) 5S on menetelmä, joka on kehitetty työn tuottavuuden parantamiseksi. Vaikutus perustuu työpaikkojen organisointiin, työmenetelmien standardisointiin sekä hukkan ja arvoa tuottamattoman toiminnan minimointiin. Menetelmän avulla voidaan parantaa laatua ja turvallisuutta luomalla työpaikasta sekä työmenetelmistä tehokkaita ja miellyttäviä. 5S ei kuitenkaan ole siivousohjelma, yksittäinen kampanja tai erillinen toiminto, vaan menetelmä on jokapäiväinen toimintamalli. (Lean management ja 5S-menetelmä 2016.)

5S-työvaiheet ovat seuraavat:

1. Sort – Sortteeraus. Työpaikalta tulee poistaa turhat ja tarpeettomat tavarat. 1. Vaihe suunnitellaan työn vaiheen mukaan: työpisteelle jää vain siihen työhön tarvittavat apuvälineet ja ne tulee järjestää omille paikoilleen. Kaikki muu turha tavara viedään työpisteeltä pois. Tavarat ja työkalut ovat helposti havaittavissa ja saatavilla, kun niille on suunniteltu ja merkitty omat paikat. (Teirioja 2020: 4.)
2. Set in Order – Systematisointi. Tavarat järjestetään käyttötarpeen ja työprosessin mukaisesti. Haetaan hyviä varastointimenetelmiä. Työpisteen kalusteet on silloin suunniteltu ja valittu oikealla tavalla, kun tavaroille löytyy luontevasti oma paikka. Tavaroiden siirtymät ja hakemiset suunnitellaan sujuviksi, kun mietitään mitä ja millä puolella sitä tarvitaan työpisteellä. Työpisteen tavarankäyttö tulisi olla mahdollisimman sujuvaa ja vältetään turhia liikkeitä. Muuntautuva työpiste sujuvoittaa työtehtävistä toiseen siirtymistä. Visuaalisuutta voi hyödyntää keinona työpisteen järjestyksen luomisessa ja säilyttämisessä. (Teirioja 2020: 4.) Esimerkkinä käytettävistä järjestysmenetelmistä voi olla lattioiden maalaaminen, työpisteiden rajaaminen, käytävien merkitseminen ja tyhjentäminen sekä erilaiset säilytysmenetelmät. Tavaroiden paikan merkitsemiseen voidaan käyttää numeroita, esineiden muotoviivoja, nimikkeitä sekä värejä. Näin nopealla silmäyksellä saadaan selville, minne tavara kuuluu ja mitä työkaluja mahdollisesti puuttuu. Tavaroiden merkitsemiseen voidaan käyttää myös värikoodeja, nimilappuja ja kylttejä. (Lean management ja 5S-menetelmä 2016.)
3. Shine – Siivous. Työpisteet tulee siivota päivittäin. Tavarat tulee laittaa niille varatuille paikoille ja huolehtia, että järjestys säilyy. Seuraavan työntekijän on helpompaa aloittaa työt. Tavaroiden ollessa omilla paikoillaan, tyhjää pöytää on helpompaa siivota - eikä sen järjestystä tarvitse silloin erikseen miettiä. (Teirioja 2020: 5.)
4. Standardise – Standardointi. Käsittää olosuhteen, työpisteen, työprosessin ja ohjeiden vakiinnuttamista, sekä standardoidaan työpaikan parhaat

käytännöt yhdessä työntekijöiden kanssa. (Teirioja 2020: 5.) Standardoinnit eivät välttämättä liity suoranaisesti päivittäisiin toimenpiteisiin, tarkoituksena on tiettyjen toimenpiteiden standardisointi vaiheista 1–3: tämän avulla 5S-järjestelmä säilyy toimivana. 5S-työkaaviota voidaan käyttää apuna, johon merkitään mitkä työt pitää päivittäin tehdä, millä alueella ja milloin. Toisena käyttökelpoisena menetelmänä voidaan käyttää 5S:n 5–minuutin menetelmää eli muistilistakatsausta, jossa jokainen työntekijä käy työalueensa läpi työvuoronsa lopussa. Nopealla selauksella saa työpisteen kunnon selville, jos aikaisemmat työvaiheet on tehty kunnolla. (Lean management ja 5S-menetelmä 2016.)

5. Sustain – Seuranta. Eli sitoutuminen, seuranta, kyseenalaistaminen, arviointi sekä jatkuva kehittäminen. On tarpeellista huolehtia, että sovittuja menetelmiä noudatetaan jatkuvasti, jotta toiminta ei pääsisi heikkeneeseen. Lean-menetelmälle tärkeimmät kohdat ovat 1. Sortteeraus ja 5. Seuranta. Ensimmäisessä kohdassa päätetään tarvittavista välineistä sekä niiden järjestyksestä. Viimeisessä kohdassa huolehditaan ja ylläpidetään, että tämä järjestys säilyisi. Jotta saavutetut hyödyt pysyisivät, jatkuva arviointi sekä kehittäminen ovat tarpeellista. Valvontaa helpottaa myös selkeät merkinnät. Vakioitua pisteytyksen mukaista tehtävää auditointia suositellaan viikottaisiksi rutiineiksi. Järjestys purkaantuu nopeasti, jos seurantaa ei ole. Uudistus voi aiheuttaa alkuun muutosvastaisuutta, mutta pidemmällä aikavälillä osalliset ovat yleensä tyytyväisiä. Selkeä järjestys helpottaa työntekoa, säästää aikaa ja työntekijöiden väliset erot tasoittuvat. (Teirioja 2020: 5.)
6. Safety – Turvallisuus. 5S järjestelmään on sisällytetty vielä kuudes S. Järjestys lisää turvallisuutta ja vähentää täten vaaranpaikkoja. Lujat ja kestävät tuotteet edistävät turvallisuutta. Turvallisuutta on helppo auditoida ja sitä voi seurata Lean-auditoinnissa. (Teirioja 2020: 5.) Siisteys, järjestys sekä työvälineistä ja suojarusteista huolehtiminen mahdollistavat turvalliset työskentelyolosuhteet. 5S-menetelmän hyvä puoli on mahdollisen ongelman näkyväksi tekeminen. Laiteviat, vuodot, puuttuvat

suojukset sekä varoituskyltit ovat helpommin havaittavissa siistissä ja hyvin järjestetyssä työympäristössä. (Lean management ja 5S-menetelmä 2016.)

## 4.2 Hukat eli arvoa tuottamaton työ

Hukan poistaminen on Lean-ajattelun ydin. Hukkaa ovat ne kaikki toiminnot, jotka lisäävät kustannuksia, mutta eivät luo lisäarvoa vastineeksi. (Tuominen 2021: 86.) Yritysten työaika jakaantuu arvoa lisäävään, välttämättömään hukkaan ja itse hukkaan. Leanin avulla hukkia voidaan minimoida, jolloin tuote/palvelu virtaa asiakkaalle nopeammin sekä pienemmällä vaivalla. (Kahdeksan hukkaa 2021.) Eri hukkien syvemmissä tarkasteluissa on hyvä ymmärtää näiden juurisyyt. Sujuvan virtauksen haittana ovat hukkien lisäksi vaihtelu ja ylikuormitus, jotka liittyvät kaikki toisiinsa. Sari Torkkolan kirjan Lean asiantuntijatyön johtamisessa (2015) mukaan vaihtelu on hukan juurisyy. Vaihtelua aiheuttavat tekijät ovat tärkeitä selvittää, koska niistä aiheutuvat kaksi muutakin työn virtauksen estäjää: hukka ja ylikuormitus. Jos tietyssä työssä on enemmän vaihtelua, kuten epätasapainoa tai epäyhdenmukaisuutta – sitä hitaampaa virtaus on eli työn läpimenoaika kasvaa. (Sopanen 2021.) Leanissa hukkaa on arvoa tuottamatonta työtä. Se sitoo tekijän ja organisaation resursseja ja pienentää työn arvoa. Asiakas ei ole valmis maksamaan hukasta. Työtä tekevällä hukka aiheuttaa ylikuormituksen lisäksi vaihtelua työprosesseihin, joka kerää lisää hukkia työn virtaukseen. (Sopanen 2021.)

Perinteisessä tuotantoympäristössä on tunnistettu seitsemän hukkaa. Näiden seitsemän hukan lisäksi asiantuntijatyössä voidaan tunnistaa myös kahdeksas hukka eli kehityspotentiaalinen hukkaaminen. (Sopanen 2021.)

1. Ylituotanto. Tuotetaan tarpeetonta: enemmän kuin on tarpeen ja ennen kuin on tarvetta (Tuominen 2021: 86). Hukkaa aiheuttaa väärään aikaan tai liiallisen määrän tekeminen, esimerkiksi asioiden tekeminen varastoon samaan aikaan kun varmuutta käyttötarpeesta ei välttämättä ole.

Ylituotantoa voi helposti tapahtua sellaisessa tilanteessa, jossa lopputuotteen laatutasosta ei ole yhteistä näkemystä. Työntekijältä puuttuu ymmärrys, että mikä on riittävän hyvä. Tekijä saattaa jäädä parantelemaan tuottamaansa tarpeettoman pitkään, eikä sisäinen tai ulkoinen asiakas ole valmis maksamaan ylimääräisestä laadusta sekä sen aiheuttamasta viivästyksestä tai lisähinnasta. (Sopanen 2021.)

2. Virheet. Virhekustannukset syntyvät virheistä, virheellisten tuotteiden tarkastamisesta, lajittelusta, korjaamisesta sekä asiakasvalitukseen vastauksesta. (Tuominen 2021: 86.) Virheet ovat seurausta tasapainottomuudesta ja hukasta. Organisaation tulisi olla sitoutunut pysäyttämään ja korjaamaan se prosessi, joka aiheuttaa virhettä. (Tuominen 2021: 89.) Leanissa pyritään mahdollisimman virheettömään tekemiseen. Kun yhdessäkin työvaiheessa tapahtuu virhe, se voi kerääntyä pahimmassa tapauksessa koko työketjuun, joka täytyy tehdä uudelleen. Virheen tällöin aiheuttama hukka vie kapasiteettia kahteen kertaan. Siksi onkin kriittistä pyrkiä virheettömyyteen jo ketjun alkupäässä. Virheitä ja uudelleen tekemistä eli hukkaa aiheuttavat keskeytykset, huolimattomuudet ja väärinkäsitykset tai työntekijöiden erilaiset osaamistasot. Virheitä voi aiheutua myös monesti huonoista tai puutteellisista toimeksiannoista. Väärä ratkaisu saatetaan valita, koska asiantuntija ei ole tunnistanut ongelmaa. Tällöin toimeksianto ei olla tehty ollenkaan tai se on puutteellinen. Työtä voidaan joutua tekemään uudelleen halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Virheen korjaamiseen käytetty aika vie resursseja moninkertaisesti. (Sopanen 2021.)
3. Odottaminen. Työntekijä joutuu odottamaan koneen suoritusta tai kone joutuu odottamaan henkilön työsuoritusta. Odottamista syntyy, kun seuraava vaihe ei ole suorittanut vielä työvaihetta, työntekijä ei ole saapunut vielä paikalle tai kuljetusta täytyy odottaa. (Tuominen 2021: 86.) Odottamista aiheuttaa joko liian myöhään aloitettu työ tai työtehtävä on osoittautunut ennakoitua suuremmaksi. Odottelua aiheuttaa tyypillisesti se,



että tarvittavia tavaroita ei saada sovittuna aikana tai niitä ei olla toimitettu määräaikaan mennessä. Tavarankuljetusta, työntekijä saattaa joutua lykkäämään suunnitellut ja jo sovitut työt. Tämä puolestaan aiheuttaa muut sisäiset ja ulkoiset asiakkaat odottamaan. Kaikilla hukilla on taipumus kumuloitua eli kertyä, sillä yksi työtehtävä on kuin yksi vaihe tuotantoketjussa. Alkuperäinen viivästyminen saattaa tuntua syntykohteessa pieneltä, mutta voi aiheuttaa domino-efektin ja vaikuttaa koko loppuketjun työvaiheisiin. (Sopanen 2021.)

4. Kuljettaminen. Eli osien, materiaalien, komponenttien ja vastaavien liikuttelu työpaikalle ja työpaikalta pois (Tuominen 2021: 86). Kuljettaminen lisää virheen riskiä ja aiheuttaa resurssi- ja varastointitarvetta. Virhe voi tapahtua esimerkiksi silloin, kun siirretään valmiita tuotteita varastoihin tai eri muihin rakennuksiin. (Kahdeksan hukkaa 2021.)
5. Liikkuminen. Tunnistaa työssä tehdyt liikkeet, jotka eivät tuo lisäarvoa tuotteelle (Tuominen 2021: 86). Turha töiden siirtely on Leanin viides hukka. Jos vastuut ja roolit eivät ole selkeät tai tieto ei liiku organisaation sisällä, töitä voidaan joutua siirtelemään tarpeettomasti. Turhaa liikuttamista voidaan ehkäistä selkeyttämällä päätösvastuita ja kehittämällä työprosesseja määrittelemällä ne tarkemmin. Myös turhaa liikuttamista tai siirtämistä on se, että työn perehdyttämiseen käytetty aika on suurempi kuin työn hoitamiseen kuluva aika. (Sopanen 2021.)
6. Yliprosessointi. Tätä on kaikki tarpeeton, työstäminen, kiillottaminen tai muu puuhaaminen, josta asiakas ei ole kiinnostunut, eikä myöskään valmis maksamaan. Ylimääräistä hukkaa ovat kaikki sellainen, joka ei anna lisäarvoa asiakkaalle tai yritykselle. (Tuominen 2021: 86.) Yliprosessointia esiintyy helposti sekä liiallisesta ylituotannosta että virheistä tai uudelleen tekemisestä. Tarkastelu on kuitenkin selkeästi työn tuloksessa. Jos ei ole selkeää, mitä sisäinen tai ulkoinen asiakas haluaa, voi työntekijä helposti tehdä ylimääräisiä asioita, joista ei lopuksi ole arvoa kellekään.

Yliprosessointia voi esiintyä helposti silloin, jos oikeaa työtä ei ole riittävästi. Tämä voi johtaa ylityöstämiseen eli työtä jäädään hiomaan ja parantelemaan ilman päämäärää, esimerkiksi työn laatutasoa ei ole sovittu yhdessä tai on saatu puutteelliset toimeksiannot. (Sopanen 2021.)

7. Varastointi. Käsittelee materiaalien, osien, komponenttien, tuotteiden ja vastaavien säilyttämistä yrityksen sisällä tai sen ulkopuolella (Tuominen 2021: 86). Materiaalien, raaka-aineiden, keskeneräisten tuotteiden sekä valmiiden tuotteiden varastointi kasvattaa tuotteiden sekä palveluiden läpimenoaikaa. Tästä aiheutuu kustannuksia ja se sitoo huomattavasti pääomaa sekä resursseja. Varastoja ei voida poistaa yhtäkkiä, vaan muutos vaatii koko toiminnan tehostamista ja vakioimista. Varastotasojen ollessa korkealla monet ongelmat eivät tule esille. Varasto tarkoittaa fyysisten tuotteiden varastoinnin lisäksi myös esimerkiksi toimistossa keskeneräisten töiden määrää. (Kahdeksan hukkaa 2021.)

#### 4.3 Viisi kysymystä

Viisi kysymystä -sarja on työkalu, joka luo rutiinin ja ajatusmallin jokaiseen prosessiin tai tilanteeseen. (Yleistä Leanista 2022.)

1. Minne halutaan päästä?
2. Missä ollaan nyt, mikä on todellinen tila nyt?
3. Mikä on välitavoite, mitkä esteet estävät meitä nyt saavuttamasta tavoitetilaa?
4. Mitä toimenpiteitä tarvitaan toteutukseen ja mikä on seuraava askel?
5. Miten ratkaisen ongelman? Milloin voimme nähdä mitä olemme oppineet tuon askeleen ottamisesta?

## 5 Tarve työohjeille

### 5.1 Hanke

Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:lla oli ollut pitkään tiedossa omien kylmälaite-  
asentajien erilaiset työtavat tehdä myymälöiden putkiverkoston. Työtehtäviin lu-  
keutui esimerkiksi putkihylyt, putket ja putkien eristämiset. Asentajien työta-  
voissa on saattanut esiintyä optimaalisesta mallista poikkeavia tai jopa väärä  
tapoja rakentaa kylmälaitoksia. (Kyyhkynen 2021.)

Varsinaisten ohjeiden puuttumisen takia perehdytys ja ohjeistaminen on tapah-  
tunut asentajien välillä suullisesti sekä huonommissa tapauksissa ei saavuttanut  
kaikkia. Yrityksostojen myötä on syntynyt tarve yhtenäistää kylmälaitosten raken-  
tamista eri puolella Suomea toimivien tekijöiden kesken. Myös aliurakoitsijat  
täytyi saada opastettua tekemään asennukset Viessmannin mallin mukaisesti  
(Kyyhkynen 2021.) Yhteisten ohjeiden tavoitteena oli saada tieto jaettua parem-  
min, yhtenäistää työn tekemistä sekä kasvattaa yrityksen laatuprofiiilia (Linde-  
man 2021). Tällöin mahdollisten virheiden korjaamiseen menisi vähemmän ai-  
kaa ja resursseja sekä vältyttäisiin myös asiakkaan myyntityötä haittaavilta har-  
meilta, kuten kylmälaitoksia koskevilta ongelmilta (Kyyhkynen 2021).

Painelaiteasetusten vaatimien tarkastusten vähentäminen on mahdollista, kun  
yritys kykenee osoittamaan selkeät työtavat sekä asennusten laadun viranomai-  
sille. Silloin viranomaisille riittää pistotarkastukset painelaiteasetusten tarkastuk-  
sille. Ohjeiden olemassaolo varmistaa myös yrityksen rakentamien kylmälaitos-  
ten laadukkuuden, pitkäikäisyyden ja häiriöttömän toiminnan. Ohjeiden käyttö  
antaisi myös tulevaisuudessa tietoa sen hyödyllisyydestä ja muutostarpeista,  
jotka saadaan ohjeen päivittämisellä vietyä asentajille. (Kyyhkynen 2021.)

## 5.2 Ohjeissa käsiteltävät aiheet

Ohjeistukset käsittelevät yleisellä tasolla asentajan työtä. Mikäli tietty yksityiskohta tai toimenpide vaatii erityishuomiota, mainitaan se erikseen ohjeissa. Ohjeissa käsitellään käytettävät komponentit ja menetelmät mitä asetettujen tuloksien saavuttamiseksi vaaditaan.

Ohjeet tulivat käsittelemään kylmälaitoksen rakentamisessa 1. Työmaan aloitusta 2. Putki- ja sähköhylyn suunnittelua 3. Putkitöitä 4. Sähkötöitä (nämä ovat yleisesti ohjeessa, eikä koske asentajia, sillä sähköurakoitsija suorittaa sähkötyöt) 5. Koneikkoon ja kaasunjäähdyttimeen liittyvät työt 6. Kaluston asennustyöt ja 7. Viimeistelyt.

## 6 Menetelmät

Hanke aloitettiin yrityksen suppealla itsearvioinnilla, jossa käytiin läpi yrityksen kehittämistarpeet sekä kehittämisvalmiuden selvittäminen nopealla, järjestelmällisellä ja osallistavalla tavalla. Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n projektipäälliköt olivat tehneet itsearvioinnin jo ennestään ja tämän avulla saatiin nopeasti selville, mitä on kehitettävä, mistä yrityksen projektipäälliköt olivat samaa tai eri mieltä ja mihin käytäntöihin oltiin sitoutuneita. Tulosten pohjalta suunniteltiin varsinainen kehitysprojekti.

Kylmälaitoksen suunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto on Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:lla hyvin pitkälle kehittynyt prosessi pitkäaikaisen kokemuksen ansiosta. Tämän perusteella projektipäälliköillä oli yhtenevät mielipiteet suositeltavista käytännöistä, joita prosessiin liittyi. Erilaiset hukat ja arvoa tuottamattomat työvaiheet tai tottumukset saatiin tuotua esille, joita palaverissa käsiteltiin. Projektissa oli myös tärkeänä tavoitteena välttää liiallista tai turhaa ohjeistusta. Työtapaohjeiden tarkoitus oli luoda yrityksen kylmälaiteasentajille sisäinen käytännön standardi, jota tullaan jatkossa käyttämään. Ohjeiden tulisi olla asentajan työtä tukevia ja liian radikaaleja muutoksia tottumuksiin pyrittäisiin välttämään.

Yhtenevät työtapaohjeet mahdollistavat Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:lle paremman kilpailukyvyn, kun yritys tuottaa jatkossa palveluitaan ja tuotteitaan kustannustehokkaammin. Selkeästi ohjeistetussa prosessissa voidaan tuottaa asiakkaalle luvattu palvelu tavoitetussa laadussa ja ajassa, tehokkaasti ilman viiveitä. Optimaalisessa prosessissa kylmälaitosprojekti etenee nopeasti ja sen läpisyajan hajonta pysyy pienenä. Työkohteen laajuus asettaa haasteita, mutta samojen käytäntöjen harjoittaminen kohteesta riippumatta selkeyttää prosesseja yksinkertaiseksi ja estää virheiden tapahtumista. Samoja käytäntöjä ja menetelmiä noudattamalla luodaan työyhteisöön vahvaa laatukulttuuria, joka ylläpitää työmaiden yleistä siisteyttä sekä tehostaa kunnossapitoa.

## 6.1 Nykytilanne ja tavoitteet

Visio ja toteutussuunnitelma ohjeille:

1. Kaikille asentajille samat tulokset ja työn suorittamiseen sama prosessi. Ohjeiden käyttöönoton jälkeen tulevat kylmälaitoksen rakentamiset ovat samalla menetelmällä toteutettuina. Ohjeet luovat perustan kehitysprojektille ja toimii jatkossa perehdytysmateriaalina, jota voidaan parantaa ja muokata osallistamalla asennushenkilöstöä yhdessä projektipäälliköiden kanssa.
2. Ohjeita ei ole tällä hetkellä olemassa. Asentajilla on eri tavat toteuttaa asennuksia. Varsinainen perehdytys tapahtuu suullisesti ja perehdytyksen laajuus vaihtelee asentajien keskuudessa jonkin verran.
3. Ohjeet tullaan verifioimaan asentajilla antamalla koekäyttöön kentälle ohjeiden ensimmäiset esiteltävät versiot. Haasteena on myös se, että asentajilla on hyvin vakiintunut työskentelytapa ja äkilliset muutokset voivat aiheuttaa vastahakoisuutta tai liiallinen ohjeistus alkaisi häiritsemään työtä.
4. Asentajien suora palaute ja kommentit ovat ohjeiden luontiin tärkeää dataa, jota tulee hyödyntää mahdollisten muutoksien kannalta. Asentajat

ovat ohjeiden varsinaisia käyttäjiä, joten tarvittava data ohjeisiin tulee kerätä myös asennustyössä olevilta tai henkilöiltä jotka ovat olleet asennustyössä. Projektipäälliköt sopivat erikseen asennustyön tavoiteltavista tuloksista, kun ensimmäiset datat ovat koottu. Näin saadaan yhtenevät mielipiteet eri prosessien tavoitteisiin ja osallistetaan eri näkökulmia.

5. Luodaan visuaalisesti ja kirjallisesti selkeän ohjeistus, joka tulee olemaan helposti luettava ja tukee asentajan työtä. Liiallista ohjeistusta tulee välttää alusta asti. Ohjeistuksessa esiintyvät yleismenetelmät tulee myös perustua kylmätekniikan perusopinnoissa opetettaviin menetelmiin ja teorioihin, vaikka eri yrityksillä saattaakin olla pieniä eroavaisuuksia toteutuksissa kylmälaitoksien rakentamisessa.

## 6.2 Ohjeiden luominen

Ohjeisiin tarvittava data kerättiin Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n projektipäälliköiden luomasta kirjallisesta koosteesta (ks. kuva 3.) kylmälaitosrakennusprojektin eri työvaiheista, jossa käsiteltiin etenemisjärjestyksessä kunkin työvaiheen prosessit. Varsinaisen datan oli koonnut projektipäällikkö, joka on ollut asennustyössä ja henkilöltä löytyy kattavasti kokemusta asennustyöstä. Koosteessa käytiin läpi suositeltavien materiaalien ja komponenttien käyttö, huomiotavat asiat sekä ehdotukset mahdollisiin käytäntöjen muutoksiin. Projektipäälliköitä haastatteleamalla saatiin ymmärrys siitä, miten kylmälaitos toimii ja mitä rakennusvaiheissa tapahtuu.

## Työtapaohjeet Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy

Työmaan aloitus, sovitaan

- Nokan nimeäminen
- Perehdytys ( kohteissa joissa on) - jatkossa kaikkien uusien työmaalle tulevien ohjaus perehdytykseen.
- Työpisteen löytäminen, sovitaan myymäläpäällikön/kauppiaan/vastaavan mestarin kanssa
- Tavarantoimituksen vastaanotto ja säilytys
- Tulityöluvan / vartiointin sopiminen yhdessä projektin hoitajan kanssa
- Nostokoneen säilytys
- Tavarantoimituksen tilaus- merkki ja hakija
- Kululaskun käyttö

Hyllyjen teko

- Asennushyllynä Systemal pystyhylly tai vastaava lukituskiinnikkeen (salmiakkipultti) kiinnitykseen sopiva hylly
- Hyllylinjojen huolellinen suunnittelu ennen asennuksen aloittamista
- Asennus aina valaisimien yläpuolelle. Pois lukien harvat erikseen sovittavat paikat
- Kannakointiväli 2,5m
- Kannakoinnissa käytetään 10mm kierretankoa
- Pakottavan tarpeen vaatiessa kannakointivälin saa ylittää, tällöin käytetään ehjää hyllyä kyseisessä paikassa
- Kaato konehuoneeseen päin 0,5cm /m
- Hyllyihin kiinnitetään kovapalakannakointi valmiiksi, ennen nostoa. Kovapalojen kannakointiväli on seuraava;
  - 3/8"
  - 1/2"
  - 5/8"
  - 3/4"
  - 7/8"
  - 1 1/8"
  - 1 3/8"
  - 1 5/8"
- Kovapalojen asennuksessa hyllyyn huomioitava sulut, käyrät, varaukset yms.
- Kovapalat eristekoon mukaan
- 2:n hyllyn ollessa rinnakkain täytyy huolehtia, että kumpaankin hyllyyn mahtuu laittamaan pohjapellin

### Kuva 3. Ensimmäinen tietokooste

Seuraavaksi ennen ensimmäistä työmaakäyntiä ja ohjeiden laatimista, pidettiin palaveri, jossa käytiin yhdessä läpi eri projektipäälliköiden kanssa tarvittavat lisäykset, ehdotukset ja vaihtoehdot sekä mahdolliset muutokset koottuihin tietoihin. Palaverissa määriteltiin tarkemmin tietyt menetelmät ja halutut tavoitteet lopputuloksista. Muutokset ja lisäykset tähän vaiheeseen ovat esiteltynä liitteessä 2.

Vierailuja tehtiin monien eri kohteiden kylmälaitoksiin. Kohteet vaihtelivat käytössä oleviin kylmälaitoksiin ja rakenteilla oleviin työmaihin sekä eri kauppaketjujen kauppoihin, kuten S- ja K-ryhmien päivittäistavarakauppoihin. Työmaa-

käynneillä asentajana toiminut projektipäällikkö pystyi kertomaan perusteellisesti eri vaiheet ja esittelemään joidenkin kohteiden pienet eroavaisuudet. Tämä auttoi kartoittamaan yleiskuvaa tavoiteltavista tuloksista sekä selventämään mitä rakennusvaiheessa tapahtuu. Kylmälaitosvierailuista otettiin mallikuvia valmiista kylmälaitoskokonaisuuksista ja oikein asennetuista kylmälaitteista. Mallikuvat tulevat toimimaan työtapaohjeissa optimaalisina ja tavoiteltavina mallieina. Projektipäällikkö pyysi myös muutamilta asentajilta asennusvaiheessa olevista kohteista mallikuvia, mutta asentajilla ei valitettavasti ollut kuvia tarjota.

Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy toteuttaa kylmälaitoksen rakennuksen seuraavasti:

1. Työmaanaloitus – Kylmälaitoksen rakennus alkaa erillisellä työmaan perehdytyksellä, jossa käydään läpi myös työmaakohtaiset työturvallisuusohjeet. Työpisteet sovitaan myymäläpäällikön/kauppiaan tai vastaavan mestarin kanssa. Työmaanaloituksissa sovitaan tavaroiden säilyttämisestä, sekä turvallisen tulityön sopiminen projektipäällikköiden kanssa. Myymäläpäällikköiden kanssa sovitaan nostokoneiden säilytyspaikat.
2. Putki ja sähköhyllyjen suunnittelu – Hyllykkö suunnitellaan putkikartan sekä myymälän pohjapiirustuksen mukaisesti ja työohjeissa kerrotaan käytettävät komponentit sekä hyllykköjen kannakointivälit ja niihin liittyvät tärkeät huomioitavat asiat.
3. Putkityöt – Hyllyjen valmistuttua alkaa putkilinjojen rakentaminen. Putket liitetään toisiinsa juottamalla ja eristetään synteettisellä eristemateriaalilla.
4. Sähkötyöt – Sähkötyöt toteuttaa sähköurakoitsijat ja nämä vastaavat myös hyllyjen, koneikon ja kaasunjäähdyttimen maadoituksista.
5. Koneikko – Koneikko tulee valmiiksi koottuna kokonaisuutena, jolloin se asennetaan konehuoneeseen ja siihen liitetään komponentit ja putket.



Asentajat asentavat koneikon konehuoneeseen ja liittävät putkiston, lisäävät sulkuventtiilejä sekä tekevät linjamerkinnyt putkilinjoihin. Kaasunjäähdyttimet asennetaan ulos myymälärakennuksen katolle. Sähköura-koitsija vastaa laitteiston maadoituksesta.

6. Kaluston asennustyöt – Vaihe käsittelee kylmäkoneet, kuten kylmähylyt, jääkaapit, pakastealtaat, kylmä- ja pakastehuoneet. Kylmälaitteiden anturoinnit ja höyrystimien viemäroinnit. Viemäroinnit vedetään kylmiöiden ja pakastehuoneiden seinien läpi, minkä jälkeen läpivientien aukot tiivistetään ja eristetään. Jotkin viemäriputket ovat huoneissa paljaana ja ne suojataan metallisilla törmäyssuojilla esimerkiksi liikuteltavien tavararullakoiden varalta.
7. Viimeistely – Asentajat merkitsevät putkilinjoihin linjamerkinnyt, asentavat varoituskilvet tarvittaviin huoneisiin ja oviin sekä asentavat kaasuan- turit ja hälytysvilkut tarvittaviin tiloihin.
8. Dokumentointi ja painekokeet – Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n kyl- mälaitokset käyttävät kylmäaineena hiilidioksidia, mikä asettaa sille PED4-luokan vaatimukset. Painekokeen tarkastaa ulkopuolinen tarkas- taja, esimerkiksi DEKRAn tai Kiwa Inspectan tarkastaja. Painekokeet suoritetaan silloin, kun painekokeen vaikutusalueilla ei ole muita henki- löitä.

Ohjeet koottiin ja luotiin digitaaliseen tallennusmuotoon, jota Viessmann Kylmä- järjestelmät Oy pystyy tarvittaessa muokkaamaan helposti jatkossa tarpeidensa mukaisesti. Varsinaisen ohjeen tekeminen oli nopeaa ja tehokasta, kun tarvitta- vat kuvamateriaalit ja data oli kerätty. Ohjeen yleisilme ja ulkoasu perustuvat Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n omien tuotteiden käyttöohjeisiin. Tavoit- teena oli pitää sama teema yrityksen muiden digitaalisten dokumenttien välillä.

Ohjeissa noudatettiin samaa etenemisjärjestystä Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n kylmälaitosprojektin rakennusprosessin kanssa. Jokaisessa osiossa on tarkkaan määriteltynä kunkin työvaiheen sanallinen ohjeistus. Mikäli ohjeelle löytyi mallikuva, merkittiin se ohjeen perään numerojärjestyksessä esimerkiksi ”(Mallikuva 24)”. Ohjeiden lukemisen helpottamiseksi luotiin myös lukemishoje (kuva 4).


**OHJEISTUS**

Tässä dokumentissa ohjeistus on esiteltyä tässä muodossa.]

1. **Sanallinen ohjeistus**
  - a. (Mikäli ohjeelle löytyy kuva, merkitään se näin ohjeen loppuun (Mallikuva 24)
2. **Huomioitavat asiat**
  - a. (Muut tärkeät huomioitavat asiat, jotka tukevat kyseistä ohjeistusta)
3. **Mallikuvat**

**ESIMERKKI :**

1. - Lämpötila-antureina **Danfoss AKS-11** (Mallikuva 24)
2. - Käytetään **JAPP**-suojauputkea. Varmista, ettei seinälle jää roikkumaan irrallisia antureita



3. (Mallikuva 24) Lämpötila-antureina käytetään Danfoss AKS-11

Kuva 4. Lukuohje työtapaohjeistukselle

Ohjeiden valmistuttua esittelykelpoiseksi pidettiin projektipäälliköiden kanssa palaveri, jossa käytiin läpi tarvittavat vaihtoehdot ja muutokset ohjeisiin ennen kuin työohjeet lähetetään kahdelle eri asentajalle koekäyttöön. Muutokset ja lisäykset ovat kuvattuna liitteessä 3.

Ohjeet lähetettiin korjauksien jälkeen kahdelle eri asentajalle, ja ne olivat koekäytössä noin kaksi viikkoa. Palautteena oli, että ohjeet olivat hyvin selkeät ja kattavat eikä muuta kommentoitavaa ollut asentajien osalta.

### 6.3 Tulokset ja työn arviointi

Ohjeet kehitettiin ja luotiin opinnäytetyön tekijän sekä Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n projektipäälliköiden yhteistyönä. Ohjeita käytiin läpi palavereissa ja pienten korjattavien muutoksien sekä yksittäisien kohtien tarkennuksien jälkeen ohjeet olivat valmiina luovutukseen Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:lle. Ohjeet lähetettiin kahdelle asentajalle ja hyvää palautetta tuli ohjeiden kattavuudesta ja selkeydestä. Asentajia ja muuta henkilöstöä tullaan myös osallistamaan myöhemmin ohjeiden laajempaan läpikäyntiin, jossa arvioidaan ja sovitaan hyväksyttävät valitut ratkaisut. Ohjeita tullaan käyttämään uusien asentajien opastuksessa sekä oppisopimusmateriaalina.

Ohjeiden lopullinen versio täytti asetetut tavoitteet. Yleisilmeeltään ohjeistus on selkeä ja helppolukuinen, niin että lukijan on helppo löytää/paikantaa tarvitsemaansa tietoa. Työtapaohjeissa on selkeästi jäsennehtynä kylmälaitosprojektin prosessin eri vaiheet, joihin on konfiguroitu kunkin työvaiheen yksityiskohdat sekä opastusta täydentävät mallikuvat (kuvat 5 ja 6). Näihin lukeutuvat käytettävät komponentit sekä niihin mitoitettut lisätarvikkeet. Kaikki mitoitukset, komponentit sekä lisätarvikkeet ovat sanallisissa ohjeistuksissa lihavoituna tekstinä, mikä helpottaa lukemista sekä luo miellyttävän visuaalisen ilmeen dokumentille. Kokonaisuudessaan työtapaohjeet havainnollistavat Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n kylmälaitoksen rakennusprosessin dokumentoidussa muodossa. Työtapaohjeet selkeyttävät ja konkretisoivat optimaaliset tavoitteet sekä työskentelymallin, joka jatkossa ohjaa asentajat rakentamaan kylmälaitoksia samalla menetelmällä välttäen laatupoikkeamia.

## 2 HYLLYKÖN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

- Asennushyllynä käytetään **Systemal-pystyhyllyä** tai vastaavaa lukituskiinnikkeen kiinnitykseen sopivaa hyllyä (**salmiakkipultti**) (Mallikuva 1)
- Hyllylinjat suunnitellaan huolellisesti ennen varsinaisen asennuksen aloittamista
- Asennus aina valaisimien yläpuolelle. Poislukien harvat erikseen sovitettavat paikat (Mallikuva 2)
- Hyllyjen kannakointiväli on **max. 2,5m** (Mallikuva 3)
- Kannakoinnissa käytetään **10mm** kierretankoa (Mallikuva 4)
- Pakottavan tarpeen vaatiessa kannakointivälin saa ylittää, tällöin käytetään vain ehjää hyllyä kyseisessä sijainnissa
- Hyllylinjan suositeltava kaato konehuoneeseen päin on noin **0,5cm/m**.
- Kovapalojen kannakointiväli on seuraava;

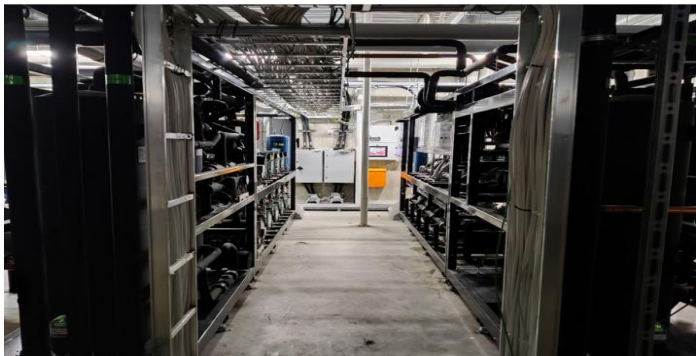
3/8" - 120cm
1/2" - 120cm
5/8" - 150cm
3/4" - 150cm
7/8" - 210cm
1 1/8" - 270cm
1 3/8" - 270cm
1 5/8" - 270cm

Kuva 5. Ohjeistuksen sanallinen rakenne. Ohjetta täydentävät mallikuvat merkitään loppuun "(Mallikuva 1)". ja numerointi etenee esittelyjärjestyksessä.

## 5. KONEIKKO (KUVAT)



Mallikuva 9. Koneikon ja kalustesähkökeskuksen eteen täytyy jättää min. 800mm vapaata tilaa



Mallikuva 10. Huomioi riittävät huoltovälit koneikolle, min. 500mm vapaata tilaa

Kuva 6. Sanallisia ohjeistuksia täydentävät mallikuvat

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tarkastellaan kylmäjärjestelmän toimintaa, kylmätekniikan toteutukseen tarvittavaa laitteistoa, kylmänkiertoprosessia sekä komponenttien asennukseen liittyvää tietoa. Aineistona hyödynnettiin Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n henkilöstön osaamisen lisäksi kylmätekniikan oppimateriaalikirjoja sekä SFS-EN 378 -standardia. Työssä sovellettiin Lean-menetelmiä työtapohjeiden luomisessa sekä Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n itsearviointissa.

Haastattelut Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n projektipäälliköiden kanssa antoivat myös kattavan näkemyksen kylmälaitoksien eri laitteistoista sekä komponenteista. Itse kylmäprosessi on perusteiltaan yksinkertainen, mutta nykyisillä menetelmillä toteutetut kylmälaitokset ovat monimutkaisia automatisoituja kokonaisuuksia varsinkin Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy:n toteuttamalla skaalalla. Projektipäälliköiden kattava opastus ja tekninen tietämys oli selkeää sekä antoisaa ja tämä helpotti tarvittavan tiedon sekä kuvamateriaalien keräämistä. Kerätyn tiedon ymmärtämistä tukivat erilaiset kylmätekniikan oppaat, joiden avulla pystyttiin omaksumaan kylmäprosessin eri vaiheet ja yksittäisten komponenttien käyttötarkoitus, sekä sisäistämään, mitä tiettyjen komponenttien asennusvaiheissa tulee huomioida.

Ohjeiden luomisvaiheessa alusta loppuun saakka pidettiin monia palavereita ja jatkuvaa yhteyttä projektipäälliköiden välillä, jolloin ohjeisiin saatiin tehtyä nopeasti muutoksia ja yhteisien päätöksiä avulla myös pystyttiin vakiinnuttamaan halutut menetelmät. Projektin aikana tuli esille eroavaisuuksia toteuttamismenetelmissä tai komponenttivalinnoissa myös projektipäälliköiden välillä. Tämä oli eduksi projektin kannalta, sillä niistä syntyi palavereissa rakentavia keskusteluja. Näiden keskustelujen perusteella tehtiin valinnat haluttuihin ratkaisuihin, joita esitellään työssä lisäys- ja muutoslistan muodossa. Työtapohjeistus tullaan ottamaan käyttöön ja työ sai kiitettävää palautetta niiden varsinaisilta käyttäjiltä. Projektin toteutuksen aikana vahvistui henkilökohtainen ymmärrys teknologiayrityksen toiminnasta laajalla mittakaavalla noudattaen viranomaisasetuksia sekä siitä, miten yritys tuottaa palveluitaan eri asiakkailleen.

## Lähteet

Aittomäki, Antero 2008. Kylmäteknikka 3. painos. Jyväskylä: Suomen Kylmäyhdistys ry.

Ilmakehä-ABC. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmakeha-abc?term=L%C3%A4mmityspotentiaali>>. Luettu 24.02.2022

Jokela, Matti 2019. Kylmäaineiden käsitteleminen. Helsinki: Suomen Kylmäyhdistys ry.

Kaappola, Esko, Hirvelä, Aulis, Jokela, Matti & Kianta, Jani 2011. Kylmäteknikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

Kahdeksan hukkaa 2021. Verkkoaineisto. MFLOW. <<https://mflow.fi/kahdeksanhukkaa/>>. Luettu 28.01.2022

Kasvihuonekaasut. 2015. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <[https://www.stat.fi/til/khki/2015/khki\\_2015\\_2016-12-07\\_fi.pdf](https://www.stat.fi/til/khki/2015/khki_2015_2016-12-07_fi.pdf)>. Luettu 24.02.2022

Kylmäaineiden turvallisuusluokitus tutuksi. 2022 Verkkoaineisto. Darment Oy. <<https://darment.fi/kylmaaineiden-turvallisuusluokitus-tutuksi-iso817/>>. Luettu 24.02.2022

Kylmäprosessi eli miten kylmä syntyy. Verkkoaineisto. KylmäExtra <[https://www.kylmaextra.fi/lehdet/kylmaextra\\_2\\_2020/kylmaprosessi\\_eli\\_miten\\_kylma\\_syntyy](https://www.kylmaextra.fi/lehdet/kylmaextra_2_2020/kylmaprosessi_eli_miten_kylma_syntyy)>. Luettu 10.01.2022

Kyyhkynen, Mika 2021. Projektijohtaja, Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy. Porvoo. Haastattelu 16.2.2021

Lean Management ja 5S-menetelmä 2016. Verkkoaineisto. Kiwa Inspecta. <<https://www.lis.fi/turvallisuuskehitys/lean-management-5s/>>. Luettu 26.01.2022

Lindeman, Henri 2021. Projektipäällikkö, Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy. Porvoo. Haastattelu 22.11.2021.

Perry, Robert H. 2008. Perry's Chemical Engineers' Handbook. 8. painos. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

SFS-EN 378. Kylmäkoneistot ja lämpöpumput. Turvallisuus- ja ympäristövaatimukset. 2016. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

Sopanen, Terttu. 2021 Lean-johtaminen ja viestintä - Lean ja 7+1 hukkaa osa 3/4 2021. Verkkoaineisto. LinkedIn. <<https://www.linkedin.com/pulse/lean-johtaminen-ja-viestint%C3%A4-lean-71-hukkaa-osa-34-terttu-sopanen/>>. Luettu 26.01.2022

Sopanen, Terttu. 2021 Lean-johtaminen ja viestintä - Lean ja 7+1 hukkaa, osa 4/4 2021. Verkkoaineisto. LinkedIn. <[https://www.linkedin.com/pulse/lean-johtaminen-ja-viestint%C3%A4-lean-71-hukkaa-osa-44-terttu-sopanen?trk=read\\_related\\_article-card\\_title](https://www.linkedin.com/pulse/lean-johtaminen-ja-viestint%C3%A4-lean-71-hukkaa-osa-44-terttu-sopanen?trk=read_related_article-card_title)>. Luettu 26.01.2022

Sopanen, Terttu. 2021 Lean-johtaminen ja viestintä - Mistä on kyse? osa 1/4 2021. Verkkoaineisto. LinkedIn. <<https://www.linkedin.com/pulse/lean-johtaminen-ja-viestint%C3%A4-mist%C3%A4-kyse-osa-13-terttu-sopanen/>>. Luettu 26.01.2022

Sopanen, Terttu. 2021 Lean-johtaminen ja viestintä - Työn virtauksen viholliset osa 2/4 2021. Verkkoaineisto. LinkedIn. <<https://www.linkedin.com/pulse/lean-johtaminen-ja-viestint%C3%A4-ty%C3%B6n-virtauksen-osa-23-terttu-sopanen/>>. Luettu 26.01.2022

Yleistä Leanista. 2022 Verkkoaineisto. Six Sigma <<https://sixsigma.fi/yleista-leanista/>>. Luettu 26.01.2022

Teirioja, Ilkka 2020. Lean – ajattelulla tehoa tuotantoprosessiin. Jyväskylä: Treston Oy.


Tuominen, Kari 2021. Lean – kohti täydellisyyttä. Turku: Oy Benchmarking Ltd.

Viessmann Group. 2019. Verkkoaineisto. Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy. <<https://kylma.viessmann.fi/fi-fi/yritys>>. Luettu 26.01.2022.

Viessmann-kylmäratkaisut. 2019. Verkkoaineisto. Viessmann Kylmäjärjestelmät Oy. <<https://kylma.viessmann.fi/fi-fi/yritys/viessmann-kylmaratkaisut>>. Luettu 26.01.2022.



## Työtapaohjeet kylmälaiteasentajille

<p>Työtapaohjeet kylmälaiteasentajille Kylmäurakoitsijat / Kylmälaiteasentajat</p> <p><b>VIEBEMANN</b></p>	<p><b>SISÄLLYSLUETTELO</b></p> <p>OHJEISTUS..... 1 TYÖMAAN ALOITUS JA TURVALLISUUS..... 2 1 TYÖVAIHEET..... 3 2 HYLLYKÖN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN ..... 4 3 PUTKITYÖT ..... 8 3.1 ERISTYS ..... 8 4 SÄHKÖTYÖT ..... 12 5 KONEIKKO JA KONEHUONE ..... 13 5.1 KAASUNJÄÄHDYTIN ..... 17 6 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS ..... 23 6.1 TIPRAVEDET JA VIEMÄRÖINTI ..... 23 6.2 KYLMÄHUONEEN LÄMPÖTILA-ANTURIT ..... 24 6.3 KAASUANTURIT JA HÄLYTYSVILKUT ..... 24 6.4 DOKUMENTOINTI JA PAINEKOKKEET ..... 25 7 VIIMEISTELY (MERKINNÄT, TARROITUKSET)..... 36</p>
<p>1</p> <p><b>OHJEISTUS</b></p> <p>Tässä dokumentissa ohjeistus on esiteltyä tässä muodossa.</p> <ol style="list-style-type: none"><li><b>Sanallinen ohjeistus</b><ul style="list-style-type: none"><li>(Mikäli ohjeelle löytyy kuva, merkitään se näin ohjeen loppuun (Mallikuva 24)</li></ul></li><li><b>Huomioitavat asiat</b><ul style="list-style-type: none"><li>(Muut tärkeät huomioitavat asiat, jotka tukevat kyseistä ohjeistusta)</li></ul></li><li><b>Mallikuvat</b></li></ol> <p><b>ESIMERKKI :</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>- Lämpötila-antureina <b>Danfoss AKS-11</b> (Mallikuva 24)</li><li>- Käytetään <b>JAPP</b>-suojaputkea. Varmista, ettei seinälle jää roikkumaan irrallisia antureita</li></ol>  <ol style="list-style-type: none"><li>(Mallikuva 24) Lämpötila-antureina käytetään Danfoss AKS-11</li></ol>	<p>2</p> <p><b>TYÖMAAN ALOITUS JA TURVALLISUUS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Noudata aina työmaan perehdytyksessä saatuja työturvallisuusohjeita</li><li>- Työpisteiden löytäminen. Sovitaan myymäläpäällikön / kauppiaan tai vastaavan mestarin kanssa</li><li>- Työskentelyajat. Jos työaika on esim. <b>07:00 – 15:30</b> ulkopuolella, sovi tästä myymälän kanssa (esim. kulkuväline tai vartiointi)</li><li>- Tavaroiden säilyttäminen</li><li>- Turvallisen tultyn sopiminen yhdessä projektinohitajan kanssa</li><li>- Nostokoneen säilytys sovitaan myymäläpäällikön / kauppiaan tai vastaavan mestarin kanssa</li><li>- Tavaroiden tilaus sovitaan projektinohitajan kanssa</li></ul>

## 1 TYÖVAIHEET

Kaavio esittää kylmälaiteurakan työvaiheiden etenemisjärjestyksen



## 2 HYLLYKÖN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

- Asennushyllynä käytetään **Systemal-pystyhylyä** tai vastaavaa lukituskiinnikkeen kiinnitykseen sopivaa hyllyä (**salmiakkipuite**) (Mallikuva 1)
- Hyllylinjat suunnitellaan huolellisesti ennen varsinaisen asennuksen aloittamista
- Asennus aina valaisimien yläpuolelle. Poislukien harvat erikseen sovittavat paikat (Mallikuva 2)
- Hyllyjen kannakointiväli on **max. 2,5m** (Mallikuva 3)
- Kannakoinnissa käytetään **10mm** kierretankoa (Mallikuva 4)
- Pakottavan tarpeen vaatiessa kannakointivälin saa ylittää, tällöin käytetään vain ehjää hyllyä kyseisessä sijainnissa
- Hyllylinjan suositeltava kaato konehuoneeseen päin on noin **0,5cm/m**.
- Kovapalojen kannakointiväli on seuraava;

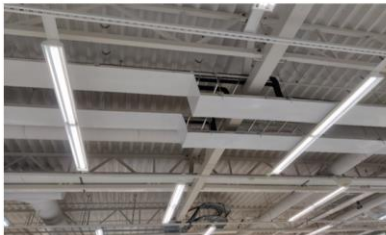
3/8" – 120cm
1/2" – 120cm
5/8" – 150cm
3/4" – 150cm
7/8" – 210cm
1 1/8" – 270cm
1 3/8" – 270cm
1 5/8" – 270cm

- Kovapalat valitaan eristekoon mukaan
- Kovapalojen asennuksessa hyllyyn on huomioitava sulut, käyrät, varaukset yms.
- Kahden tai useamman hyllyn ollessa rinnakkain täytyy huolehtia, että kumpaankin hyllyyn mahtuu asentamaan pohjapellit (Mallikuva 5)
- Kahden hyllyn kannakointi jirvakiskolla on sallittu. Jirvakisko aina **3mm** vahvuudella
- Hyllyt eivät saa olla kiinni muissa rakenteissa, esim valaisinripustuksessa (hyllyn sykähtely)
- Pitkät hyllymatkat tarvitsevat sivuttaistuen heilunnan estämiseksi
- Yli **30cm** nousuissa on hyllyjen väliin rakennettava pystyhylly (Mallikuva 6)

## HYLLYKKÖ (KUVAT)



Mallikuva 1. Systemal-pystyhyilly

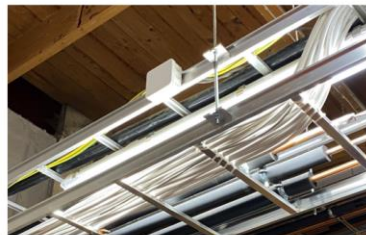


Mallikuva 2. Hyllykkö asennetaan aina valaisimien yläpuolelle

## HYLLYKKÖ (KUVAT)



Mallikuva 3. Hyllyn 2,5 metrin kannakointiväli



Mallikuva 4. Kannakointi 10mm kierretangolla

7

### HYLLYKKÖ (KUVAT)



Mallikuva 5. Kahden tai useamman hyllykön ollessa vierekkäin on varmistettava riittävä tila pohjapeltien asennukselle



Mallikuva 6. Yli 30 cm nousuissa on rakennettava pystyhyily 90 asteen kulmalla

8

### 3 PUTKITYÖT

- **Typpeä (N2)** on käytettävä aina, kun juottaa
- **Typen** käyttöön ei riitä *nis jäkipuhallus* vaan **typen** kuuluu virrata putkistossa juotos työn ajan
- Varmista aina osien **riittävä paineenkestö!**
- Juotosaineen hopeapitoisuus oltava **min. 5%**
- Työmaalla tehtävät runko ja kalusteputket tulee olla työpisteellä tehty ja eristetty mahdollisimman pitkälle. Tämä nopeuttaa kaupassa asiakkaiden lomassa tehtävää työskentelyä
- Nestelinjat tulee haarottaa sivulle tai alas päin
- Imulinjat tulee haarottaa sivulla tai ylöspäin
- Kaikkia **REF221** -laadun kylmäputkia saa pokata (taivuttaa), kunhan varmistuu pokkauksen laadusta ja tarkastaa, ettei taitokohdista ole aiheutunut kolhuja uurteita/halkeamia. Pidä huolta pokkareista mm. olymällä niitä **HUOM! REF221 3/8"** -putken taivutusta ei suositella!
- Käytä tarpeen mukaan yli yhden koon supistavia t-haaroja tai supistusyhteitä. Vähemmän juotoksia -> vähemmän mahdollisia vuoto paikkoja
- Juottaessasi sulkuja/paisuntaventtiileitä yms. muista komponenttien heikko lämmönsetokyky -> suojaa määrällä ratilla
- Työskennellessäsi sprinkler-putkien tai paloilmaisimien lähellä suhtaudu asiaan **TODELLA** huolellisesti sekä peitä kaikki tarvittavat suuttimet varovasti määrällä ratilla. Sprinkler-suuttimien laukeaminen tarkoittaa mittavaa vesivahinkoa
- Imulinjat tarvitsevat nousukohdissa olymutkat. **CO2 / (R744) EI** ole kylmäaineena poikkeus tähän (Mallikuva 7)
- Putkien katkaisu putkileikkurilla tai sähkövannesahalla.
- Kieppi putki 3/8" sallittu
- Lisää huoltosulut neste ja imulinjaan (Mallikuva 8)

#### 3.1 ERISTYS

- Putkikuvasta selvittää työkohteen vaatimat eristepaksuudet
- Käytä aina eristykseen sopivaa limaa sekä eristysteippiä
- Kaikki pallosulut tulee myös eristää. Eristämätön sulku voi alkaa kondensoitumaan ja hapettumaan
- Suunnittele eristykset niin, että minimoit tarpeen leikata ja lisäillä eristeitä jälkeempään. Mm. lukkopihdeillä tai terätoimilla putkileikkureilla on hyvä pitää eriste poissa juotoksen ajan

9

### 3. PUTKITYÖT (KUVAT)



Visuaalisesti siisti ja hyväkuntoinen työtyylikki

10

### PUTKITYÖT (KUVAT)



Mallikuva 7. Imulinjojen nousukohtain on tehtävä olymutkat



Imulinjan olyppussi nousukohdassa

11

#### PUTKITYÖT (KUVAT)



Mallikuva 8. Neste- ja imulinjoihin tulee tehdä huoltosulut



Hyvin tehty ja tuettu varoventtien puhallusputkien kokoojaputki

13

#### 5 KONEIKKO JA KONEHUONE

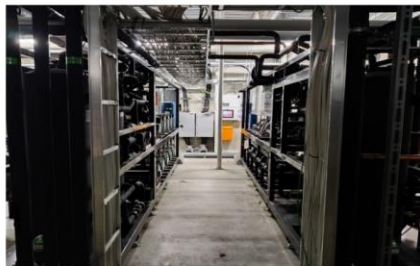
- Koneikon tullessa, tarkasta koneikko silmämaaraisesti mahdollisilta kuljetusvaurioilta
  - Säädettävien tassujen avulla koneikko asennetaan vaateriin pohjakuvan mukaiseen paikkaan
  - Tarkasta, että koneikon mukana tullessa lisätarvikelaatikkossa on kaikki tarvittava. Varmista myös sopiva säilytyspaikka. Jos puutteita ilmenee, ilmoita siitä projektinhallitsijalle
  - Mahdolliset hopsasaumat tulee sinkitä sinkkisprayllä ornistuneen koeponnistuksen jälkeen
  - Koneikon ja kalustesähkökeskuksen eteen täytyy jäädä **min. 800mm** vapaata tilaa (Mallikuva 9)
  - Varmista yleisesti riittävät huoltoavut **min. 500mm** (Mallikuva 10)
  - Koneikon ollessa eri kerroksessa lisää pakkahuoneen katolle täyttösulku ja eristä komponentit (Mallikuva 11)
  - Tee selkeät linjamerkinnot konehuoneesta lähteviin putkiin ja myymälässä tarpeellisiin osiin
- Käytä esimerkiksi sähköteippiä merkintöihin:  
LT -sininen teippi, MT -punainen teippi, NESTE -keltainen teippi

14

#### 5. KONEIKKO (KUVAT)



Mallikuva 9. Koneikon ja kalustesähkökeskuksen eteen täytyy jäädä min. 800mm vapaata tilaa



Mallikuva 10. Huomiot riittävät huoltoavut koneikolle, min. 500mm vapaata tilaa

#### 4 SÄHKÖTYÖT

- Sähköurakoitsija tekee maadoitukset (hyllyt, koneikko, kaasunjäähdytyn)
- Varmista aina, että komponentit ja laitteisto on maadoitettu ennen työskentelyä
- Maadoituksissa tulee olla selkeästi merkitty mikä laite on kyseessä



Maadoitukset tulee merkitä selkeästi



Laitteisto ja linjasto tulee olla maadoitettuna

15

KONEIKKO (KUVAT)



Hyvin tehty putkien kannakointi Hilti-hyllylä



Hilti-hyllylän käyttö putkien kannakoinnissa

16

KONEIKKO (KUVAT)



Mallikuva 11. Lisää pakkaahuoneen katolle täyttösuku koneikon ollessa eri kerroksessa

Eristä täyttösuku ja merkitse tämä selkeästi!

17

5.1 KAASUNJÄÄHDYTIN

- Kaasunjäähdyttimen tullessa tarkasta kaasunjäähdytin silmämääräisesti mahdollisilta kuljetusvaunoilta. Ilmoita projektihoitajalle jos puutteita tai poikkeuksia ilmenee
- Noston jälkeen kaasunjäähdytin kiinnitetään putteilla tai ruuveilla kiinni alustaan
- Varmista aina ennen putkien asennusta että putki on **120 bar** putkea
- Kuumakaasu linjassa nousuissa aina **ylä- ja alaläpypussit** Yli **5m** nousu tarvitsee "välipussin" (Mallikuva 12)
- Kuumakaasuputki tulee käyttää kokoojatkin yläpuolella mahdollisen takaisinvirtauksen estämiseksi. Asenna mallikuvan mukaisesti (Mallikuva 13)
- Jos kaasunjäähdyttimessä useampi sisään / ulostulo, tulee kokoojaputki keskittää aivan näiden keskelle
- Jos koneikossa ei ole sulkua, joilla voidaan selkeästi rajata ainoastaan kaasunjäähdytin putkistoihin, tulee kaasunjäähdyttimelle lisätä sulut koneikolla ja eristä sulut jos ne ovat sisätiloissa (Mallikuva 14)
- Kaasunjäähdyttimen lirjat eristetään sisätilojen osalta **HT 13mm** eristeellä. **HUOM!** Palovarmuutuksen pienentämiseksi putkisto tulee eristää myös silloin, kun se sijaitsee sellaisessa paikassa, jossa putkistoon voidaan olla herkästi kosketuksissa (Mallikuva 15)
- Kaasunjäähdyttimen hyllynä joko sinkitty rautahylly tai pystyhylly. Kannakointi esim. **Mupro** -kannakkeilla (Mallikuva 16)
- Kaasunjäähdyttimen antureiden sijoitus kuvan mukaisesti. Aina varjoisaan paikkaan, pilossa suoralla auringonpaisteella (Mallikuva 17)
- Kaasunjäähdyttimen paluuputkenanturi asennetaan vaakasuudelle **min. 30cm** etäisyydelle kaasunjäähdyttimestä putken sivulle alas kko **05 – 07** asentoon. Kiinnitä anturi metallisella nippusteella tai pannalla ja eristä **butyylinauhalla**

18

5.1 KAASUNJÄÄHDYTIN (KUVAT)



Mallikuva 12. Kuumakaasulinjan nousuissa on aina oltava ylä- ja alaläpypussit



Mallikuva 13. Kuumakaasuputki tulee käyttää kokoojatkin yläpuolella mahdollisen takaisinvirtauksen estämiseksi

19

KAASUNJÄÄHDYTIN (KUVAT)



Mallikuva 14. Jos koneikossa ei ole sulkuja, jolla voidaan selvästi rajata ainoastaan kaasunjäähdytin putkistoon, tulee kaasunjäähdyttimelle lisätä sulut. Sulut ovat merkitty mallikuvassa sinisellä huomiomerkinnällä



Mallikuva 15. Kuumakaasu linjat eristetään sisätilojen osalta HT 13mm eristeellä. HUOM! Palovammariskin pienentämiseksi putkisto tulee eristää myös silloin, kun se sijaitsee sellaisessa paikassa, jossa putkistoon voidaan olla herkästi kosketuksissa

20

KAASUNJÄÄHDYTIN (KUVAT)



Mallikuva 16. Kaasunjäähdyttimen linjojen hyllynä joko sinkitty rautahylly tai pystyhylly. Kannakointi esim. Mupro-kannakkeilla



Mallikuva 17. Kaasunjäähdyttimen antureiden sijoitus kuvan mukaisesti. Aina varjotsoan paikkaan, pilossa suoralta auringonpaisteelta

21

KAASUNJÄÄHDYTIN (KUVAT)



Kaasunjäähdyttimen anturin sijoitus suojaosassa paikassa



Kaasunjäähdyttimen putkiston mallikas asennus

22

KAASUNJÄÄHDYTIN (KUVAT)



Kaasunjäähdyttimen putkistolinjan kannakointi sinkityllä rautahyllyllä



Varoentiliin ulospuhallusputki. (poisto sininen teippi)

## 6 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS

- Höyrystimien tullessa tarkasta höyrystimet silmämääräisesti mahdollisilta kuljetusvaurioilta
- Höyrystimien asennukset pohjakuvien mukaisesti
- Jos höyrystin tulee hyvin lähelle ovea, asettele höyrystin siten, että syöttöpää tulee poisään mahdollisimman kauas ovesta jäälymisen välttämiseksi
- Höyrystimet tulee aina kiinnittää pulteilla **min. 8mm**, sekä prikkoja täytyy käyttää (Mallikuva 18)
- Varmista ettei läpivientreikien porauksen yhteydessä jää teräviä kulmia, jotka saattavat tehdä kylmäputkiin vaurioita
- Jokainen kylmä- ja pakastehuoneen läpivienti tulee tiivistää. Pienet silikonilla ja suuremmat uretaanilla. Jos käytössä olevissa kylmä- ja pakastehuoneissa on muiden urakoitsijoiden jäljiltä avonaisia läpivientreikkejä esim. iv-kanavan poiston tai sprinklerin jäljiltä, mainitse tästä projektinohjalle tai rakennusliikkeelle. Näin vältetään turhia huoltokäyntejä!

### 6.1 TIPPAVEDET JA VIEMÄRÖINTI

- Putkena valkoinen **32mm** muoviputki (Mallikuva 19)
- Kaato kohti kaivoa **min. 1cm/m**
- Kannakointiväli on **n. 1,5m**. Putki ei saa jäädä kaarelle roikkumaan, sillä putkin alkaa muuten kertymään roskaa (Mallikuva 20)
- Vesilukko asennetaan aina ennen kiinteistön viemäriin liittämistä
- Pakastehuoneiden putkilinjaan tulee tehdä järeä vesilukko (Mallikuva 21)
- Pakastehuoneiden viemäroinnissa tulee viemäri tuoda ulos pakastehuoneesta ns. lyhintä järjkevää reittiä. Pakastehuoneen viemäriin asennetaan sulanapitokaapeli, joka kytketään pakastehuoneen ryhmäkeskukseen (Mallikuva 22)
- Sulanapitokaapeli asennetaan yleisesti vesilukon puolelta höyrystimeen päin
- Pakasteen viemäri eristetään **min. 19mm Armaflex**-eristeellä
- Kaikki törmäyksille alttiit viemäroinnit tulee suojata törmäysuojalla (Mallikuva 23)

### 6.4 DOKUMENTOINTI JA PAINEKOKKEET

- Konekon käyttöön oton yhteydessä tulee suorittaa asianmukainen dokumentointi
- **PEDI**-luokan lailoissa (varaajan tilavuus x varaajan varoventtiilin avautumispaine on suurempi kuin 3000barL) tulee pultiston painekoetta olla valvomassa ulkopuolinen tarkastaja, esim. **DEKRA / Kiwa Inspecta**
- Painekokeet tulee aina mahdollisuuksien mukaan suorittaa silloin, kun painekokeen vaikutusalueella ei ole muita. Hyviä ajankohtia ovat esimerkiksi myöhäinen iltapäivä aamu
- Ennen painekoetta tulee asentajien varmistaa omat työvälineet painekokeen turvallista suorittamista varten. Esim. ei nrhaamia **14"** kupariputkessa tai hiertymä teräspuositelkussa
- Painemittareiden tulee olla tarkastettu pätevyyden omaavan tarkastuslaitoksen toimesta sekä tarkastuksen määräajan tulee olla voimassa
- Painekokeet aloitetaan sulkemalla kaikki varoventtiilien pallosulut
- Painekoe aloitetaan kaasunjäähdyttimen putkistosta, jonne lasketaan **132 baria (varoventtiilin avautumispaine x 1.1)**. Tämä paine pidetään **10 – 15 min**, jonka jälkeen se lasketaan nestelinjaan valmiiksi asennettua siirtoputkista (kuumakaasun huoltoonippa--nestepuolen huoltoonippa) käyttäen. Nestepuolelle laitetaan **82,5 barin** paine ja annetaan olla **n. 10 - 15min**
- Nestelinjasta lasketaan paine imulinjoihin **LT + MT**, joihin laitetaan käytettävän varoventtiilin avautumispaine **x 1.1** ja annetaan olla **n. 10 - 15min**
- Painekokeen suorituksen jälkeen tasataan paine koko järjestelmän kesken ja avataan kaikki järjestelmän sisäiset sulkuventtiilit mukaanlukien varoventtiilien sulut
- Tämän jälkeen koeponnistajat täyttävät yhdessä painekokeen valvojan kanssa painekoepöytäkirjan
- Koko laitokseen tulee jättää **n. 30 – 45 baria** koepainetta, jolla varmistetaan laitoksen pitävyydestä
- Kun on varmistettu laitoksen pitävyydestä, aloitetaan laitteiston tyhjennys, joka toimii parhaiten valuttamalla koeponnistustyyppi varoventtiilin ulospuhallukseen lisätyn nipan kautta ulos
- Kun laitos on tyhjä, aloitetaan laitoksen tyhjönti ja varmistetaan vielä, että kaikki sisäiset sulut ovat auki
- Tyhjönti on valmis kun tyhjöntimäri näyttää **0 - 0,270 mbar**
- Sammutetaan pumpit **1-2 tunnin** ajaksi riippuen laitoksen koosta. Paine ei saa nousta testilajkon aikana yli **0,5 mbar**
- Tyhjöntiä jälkeen täytetään tyhjöntipöytäkirja

### 6.2 KYLMÄHUONEEN LÄMPÖTILA-ANTURIT

- Lämpötila-antureina käytetään **Danfoss AKS-11** (Mallikuva 24)
- Huoneen sisällä tulee jättää anturit suojaputken alapaädystä hieman näkyviin ja putki kannakoidaan putkikannattimilla. Suojaputkena käytetään **JAPP**-putkea. Varmista, ettei seinälle jää roikkumaan irrallisia antureita (Mallikuva 25) **HUOM!** Suojaputkea ei vedota huoneen kalosta läpi vaan pelkistään anturin johdo vedetään ja aukko tiivistetään läpivientikumia käyttäen (esim. **TET**)
- Lämpötila-anturi on merkittävä varikoodatulla teipillä huoneessa sekä säätimessä. Imuilmahuoneanturi tulee sijoittaa eri seinälle kuin höyrystimen puhallussuunta, korkeus **n. 170cm** maasta
- Imukaasu / tulistuanturi imuputken vaakaosassa **ennen** öljymutkaa, asento sivulle ylös. klo **13 - 16**, kiinnitys varmistetaan mustilla nippusiteillä ja päälle laitetaan **butyylinauhua**
- Puhallusilma-anturi kiinnitetään kannakointipeltiin **n. 15cm** paahan puhalluskanavasta (Mallikuva 26)
- Paisuntaventtiilit täytyy eristää (Mallikuva 27)
- Huoneiden katolla käytetään anturien johdotusreitintä kylmähylyä, lankahylyä, **JAPP**-putkea tai muuta vastaavaa sopivaa kiinnitystapaa. Ei jätetä irrallaan katolle! Poikkeuksena matalat tilat, joihin ei ole kulkua.
- Jos antureita täytyy jatkaa, jatkokohta rasioidaan ja jatketaan käyttöön soveltuvalla kaapelilla
- Kylmäurakoitsija kytkee anturit höyrystimiin. Sähköurakoitsija jatkaa tarvittaessa ja tekee kytkennät

### 6.3 KAASUANTURIT JA HÄLYTYSVILKUT

- Jokaiseen kylmä- ja pakastehuoneeseen sekä konehuoneeseen tulee asentaa kaasunhaasteija. Asennuskorkeus on **n. 15-20cm** lattiasta (Mallikuva 28)
- Anturi tulee suojata kylmä- ja pakastehuoneissa suojaoktelolla mm. rullakoiden törmäyksiltä. Konehuoneessa suojaus tarpeen mukaan.
- Myös mahdolliset suljetut oleskelutilat (esim. taukhuone) tulee varustaa anturilla, mikäli kylmäputket täytyy asentaa tai vetää kyseisen tilan läpi
- Jokaiselle kylmä- ja pakastehuoneelle sekä konehuoneelle tulee asentaa hälytysvilkkuvalo huoneen sisä- ja ulkopuolelle. Jos huoneita on useita peräkkäin, merkataan lampun alle tarvalla mistä huoneesta on kysymys
- Tee johdotus huoneen sisäpuolella **JAPP**-suojaputkessa haasteiljalle sekä viikulle, asennus samaan linjaan (Mallikuva 29)

### 6. & 6.1 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; VIEMÄRÖINTI (KUVAT)



Mallikuva 18. Höyrystimet tulee aina kiinnittää pulteilla min. 8mm sekä prikkoja täytyy käyttää



Mallikuva 19. Putkena käytetään valkoista 32mm muoviputkea



Mallikuva 20. Kannakointiväli on n. 1,5m. Putki ei saa jäädä roikkumaan, putkilinjaan alkaa muuten kertymään roskaa. Kaato viemäriä kohti n. 1cm/m

27

6.1 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; VIEMÄRÖINTI (KUVAT)



Mallikuva 21. Pakastehuoneiden putkiliinjoon tulee tehdä järeä vesilukko



Mallikuva 22. Pakastehuoneiden viemäröinnissä tulee viemäri tuoda ulos pakastehuoneesta ns. lyhyttä järkevintä reittiä pitkin. Viemärointi eristetään 15mm Armaflex eristeellä

28

6.1 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; VIEMÄRÖINTI (KUVAT)



Mallikuva 23. Kaikki törmäyksille alttiit pystyviemäroinnit tulee suojata törmäyssuojalla



Viemäroinnin suojaus

29

6.2 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; LÄMPÖTILA-ANTURIT (KUVAT)



Mallikuva 24. Lämpötila-antureina käytetään Danfoss AKS-11. Jäätä anturi putken päädyssä ulkopuolelle ja kiinnittää se rippusiteellä.

30

6.2 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; LÄMPÖTILA-ANTURIT (KUVAT)



Mallikuva 25. Puhallusilma-anturit kiinnitetään kannakointipeltiin n. 15cm päähän puhalluskanavasta



Puhallusilma-anturi kannakointipeltissä



31

6.2. KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; LÄMPÖTILA-ANTURIT (KUVAT)



Mallikuva 27. Pääsuntaventtiilit täytyy eristää

32

6.3 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; KAASUNHAISTELIJA JA HÄLYTYSVILKUT (KUVAT)



Mallikuva 28. Jokaiseen kylmä- ja pakastehuoneeseen sekä konehuoneeseen tulee asentaa kaasunhaistelijä. Asennuskorkeus on n. 15-20cm lattiaasta



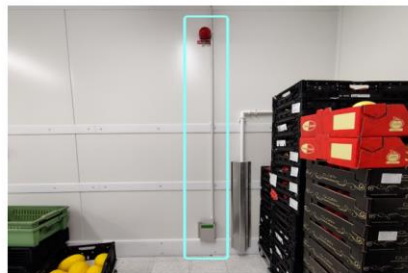
Kaasunhaistelijat tulee suojata törmäyssuojilla

33

6.3 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; KAASUNHAISTELIJA JA HÄLYTYSVILKUT (KUVAT)



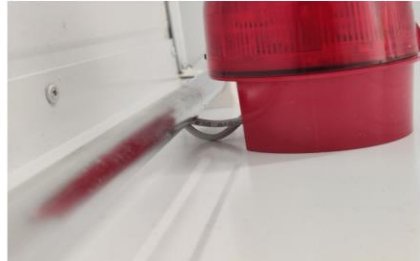
Merkitse törmäyssuojiin kaasunhaistelijä-anturi



Mallikuva 29. Johdotus huoneen sisäpuolella JAPP-suojaputkessa haistelijalle sekä viikulle. (Asennus samaan linjaan)

34

6.3 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS; KAASUNHAISTELIJA JA HÄLYTYSVILKUT (KUVAT)



CO2 -hälytysvilkun johdotus JAPP-suojaputken sisällä samassa linjassa kaasunhaistelijan kanssa



Kaasunhaistelijän johdotus JAPP-suojaputken sisällä samassa linjassa CO2 -hälytysvilkun kanssa

35

6.3 KALUSTON VAIHTO JA ASENNUS: KAASUNHAISTELU JA HÄLYTYSVIHKUT (KUVAT)



CO2 -hälytysviilku huoneen ulkopuolella selkeällä näkyvällä sijainnilla



Jos huoneita on useita peräkkäin, merkataan lampun kohdalle tarrailla, että mistä huoneesta on kysymys

36

7 VIIMEISTELY (MERKINNÄT, TARROITUKSET)

TARROITUS

- Kaikkiin kylmä- ja pakastehuoneisiin sekä konehuoneeseen tulee selkeästi laittaa oviin varoitustarrat (Mallikuvat 30-35)
- Koneikon putkimerkinnät LT IMU, MT IMU, NESTELINJA, KK-MENO, KJ-PALUU, VIRTAUSHUOLTATARRAT
- Varaukset tulee merkitä valkoisella teipillä, johon on kirjattu linja (L/TMT) sekä teho (kW)

TESTAUKSET

- Huoneanturien ja viikkujen testaus aina ennen, kun huone luovutetaan tilaajan käyttöön
- Opasta tilaajalle/käyttäjille hälyttimien ja viikkujen tarkoitus sekä toimintaohje

HUOLTO

- Suodattimen vaihto ja merkkaus huoltopäiväkirjaan aina ennen kuin työmaalta poistutaan lopullisesti. Jos koneikossa on vaihdettava öljynsuodatin öljynerotuksessa, tulee ensimmäinen suodatin vaihtaa n. 100 -käyttötunnin jälkeen. (Koneikon käyttöohjeiden mukaan. Huoltovideoita löytyy myös Youtuben -videotallopalvelussa)

PURKAMINEN

- Aina ennen vanhan järjestelmän purkua tulee huolehtia hälytyksistä, joko soittamalla vartiointikeskukseen tai jos kohteessa on käyttöpäätte vanhalle järjestelmälle
- Purun jälkeen on varmistettava, että vanha väylä on ehjä ja huolehdittava, että hälytyksen kytkennät ovat takaisin päällä
- Ennen purkua varmistaa projektihoitajalta meneeko mikaän purukohteen kalustosta uusioikäyttöön (koneikko / kalusto yms.)
- Purujen jälkeen on huolehdittava, ettei lattioille ole jäänyt öljyroiskeita tms. purujätettä. Pidetään työn jälki siistinä
- Vanhat kylmäaineet otetaan aina talteen
- Öljyt voi jäädä vanhaan laitokseen

37

8. VIIMEISTELY (KUVAT)



Mallikuva 30. Konehuoneen varoitustarrat ja tiedot



Mallikuva 31. Kylmähuoneen varoitustarrat

38

VIIMEISTELY (KUVAT)



Mallikuva 32. Kylmähuoneen varoitustarrat



Mallikuva 33. Kylmähuoneen varoitustarrat

VIIMEISTELY (KUVAT)



Mallikuva 34. Konehuoneen ulkoseinän hälytysvilkut



Mallikuva 35. Varoventtiilin ulospuhallusputken varoitustarra

## Koottujen tietojen läpi käynti, kylmälaitosvierailut ja kuvamateriaalien ottaminen –vaiheen lisäykset ja muutokset.

### Lisäykset ja muutokset:

1. Työaikoihin liittyvä lisäys tehtiin. Mikäli asentajan työaika on rakennustyömaan työajan ulkopuolella esimerkiksi 07:00–16:00, on siitä sovittava myymäläpäällikön ja vartiointiliikkeen kanssa erikseen.
2. Lisäys: Sähköurakoitsija vastaa maadoituksista hyllylinjoihin, koneikkoon ja kaasunjäähdyttimeen.
3. Muutos: Juottamisessa sprinkler-vedensammutusputkiston läheisyydessä lisäksi yleisesti työskennellessä tulee noudattaa suurta varovaisuutta myös paloilmaisimien kanssa muun muassa vesivahinkojen välttämiseksi.
4. Lisäys: 3/8” –koon kuparikiieppiputkia saa käyttää. Konehuoneessa 1/2” -koon putket sallittuja.
5. Lisäys: Konehuoneen ollessa eri kerroksessa pakkashuoneiden katolle tulee tehdä täyttösulkuventtiilit.
6. Lisäys: Neste- ja imulinjoihin tulee tehdä huoltosulkuventtiilit.
7. Tarkennus: Konehuoneeseen sovittiin vähintään 500 mm:n huoltovälit liikkumista varten.
8. Lisäys: Kuumakaasulinjoihin vastaöljypussi tulee sijoittaa korkeudeltaan yli jäähdytyskennon keskikohdan.
9. Tarkennus: Kaasunjäähdyttimen ulkolämpötila-anturin sijoitus sovittiin asennettavaksi kaasunjäähdyttimen alle, keskelle suoralta auringonvalolta suojassa. Tämä päätettiin siksi, koska auringonvalo voi aiheuttaa

anturille väärää lukemia. Tätä ei ole myöskään ennen määritelty asennuksissa.

10. Muutos: Danfos AKS 11 -lämpötila-anturit valittiin alkuperäisen ohjeistuksen Danfoss pt1000 -anturien sijasta. Sillä AKS 11 -antureita on käytetty uusissa ja remontoituissa kohteissa. Tässä palaverissa sovittiin myös, että anturit jäisivät suojausputkien sisään.
11. Lisäys: Kylmälaiteasentaja asentaa anturit höyrystimiin ja sähköurakoitsijat voivat jatkaa kaapeleita tarvittaessa ja suorittaa kytkennät.
12. Ohjeisiin lisättiin ohjeistus, että asentajat opastavat hälytysvilkkujen toiminnan ja käyttötarkoituksen kylmäkalusteiden käyttäjille muun muassa kauppiaalle ja henkilökunnalle.
13. Lisäys: Kylmälaitoksen purkutyössä ohjeistettiin ottamaan talteen vanhat kylmäaineet ja jättämään öljyt vanhoihin koneisiin.

## Valmistuneiden ohjeiden läpikäynti, viimeistely ja verifiointi asentajilla –vaiheen lisäykset ja muutokset

Lisäykset ja muutokset:

1. Putkityön osiossa lisättiin ohjeistus = Nestelinja tulee haaroittaa sivulle tai alaspäin ja imulinja tulee haaroittaa sivulle tai ylöspäin.
2. Ohjeissa oli maininta tietyn AKVH -mallin paisuntaventtiilin eristämisestä. Tämä muutettiin yleisesti kaikkien paisuntaventtiilien eristämiseksi, eikä määritetä tarkkaan tiettyä paisuntaventtiiliä.
3. Ohjeisiin lisättiin lisäohjeistus koskien kuumakaasuputkea, jota tulee käyttää eli linja käy kokoojatukin yläpuolella mahdollisen takaisinvirtauksen estämiseksi.
4. Muutos: Kaasunjäähdyttimen kaikki linjat tullaan eristämään sisätiloissa eristeellä eikä pelkästään kuumakaasulinjoja.
5. Muutos: Kaasunjäähdyttimen sulkuventtiilit tulee eristää, jos ne sijaitsevat sisätiloissa.
6. Dokumentointi ja painekokeen osiossa alkuperäinen ohjeistus = Nestelinjasta lasketaan paine imulinjoihin LT + MT, joihin laitetaan 66 baaria kumpaankin ja annetaan olla n. 10–15min. Tämä muokattiin määrätyn 66 baarin paineen sijasta varoventtiilien avautumispaine kerrottuna 1.1 eli x1.1.
7. Muutos: Lämpötila-anturit-osio nimettiin Kylmähuoneen lämpötila-anturit-osioksi.
8. Kylmähuoneen lämpötila-anturit -osioon lisättiin seuraava ohjeistus: Imukaasu/tulistusanturin imuputken vaakaputkessa ennen öljymutkaa, asento

sivulle ylös klo 13–16, kiinnitys varmistetaan mustilla nippusiteillä ja päälle laitetaan butyylinauhaa.

9. Muutos: Kylmähuoneiden lämpötila-anturit jätetään suojaputken ulkopuolelle, jotta saadaan tarkemmat lukemat. AKS 11 -lämpötila-anturit kiinnitetään nippusiteellä suojaputken ulkopuolen kylkeen. Suojaputken sisällä liikkuva ilmavirta saattaa vääristää anturin lukemia, jos se sijoitetaan suojaputken sisälle, kuten alkuperäisessä ohjeistuksessa oli.