

**Leo Tanskanen**

# **KYLMÄASENTAJAKOULUTUKSEN TOTEUTUS**

**Putki- ja sähkökaavioineen**

**Opinnäytetyö**

**CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU**

**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

**Toukokuu 2015**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Ylivieskan yksikkö	<b>Aika</b> Toukokuu 2015	<b>Tekijä/tekijät</b> Leo Tanskanen
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> KYLMAASENTAJAKOULUTUKSEN TOTEUTUS Putki- ja sähkökaavioineen		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Puomio		<b>Sivumäärä</b> 35 + 5
<b>Työelämäohjaaja</b> Tuomo Tornberg		
<p>Tämä insinööri työ kertoo kylmäasentajakoulutuksen aloituksesta ja toteutuksesta Oulun Aikuiskoulutuskeskuksessa, Oulun toimipisteessä (Kotkankatu 3).</p> <p>Koulutus etenee opintosuunnitelman mukaisesti päättyen näyttötutkintoihin. Insinöörityön lopussa on huomioita opetuksen parantamiseksi sekä ajatuksia laitteistojen kehittämiseksi. Tähän työhön sisältyy toteutuksen lisäksi putki- ja sähkökaavioita. Putki- ja sähkökaavioita hyödynnetään tulevissa kylmäasentajakoulutuksissa teoria- ja työnopetuksen yhteydessä.</p> <p>Insinöörityön tavoitteena oli kehittää ja tehostaa kylmäasentajakoulutusta Oulun Aikuiskoulutuskeskuksessa.</p>		
<b>Asiasana</b> Kylmäasentajakoulutus, kylmätekniikka, sähkö		

**ABSTRACT**

<b>Unit</b> Ylivieska	<b>Date</b> May 2015	<b>Author</b> Leo Tanskanen
<b>Degree programme</b> Electrical engineering		
<b>Name of thesis</b> THE ORGANISATION OF COLD INSTALLER TRAINING With piping and electric diagrams		
<b>Instructor</b> Hannu Puomio		<b>Pages</b> 35 + 5
<b>Supervisor</b> Tuomo Tornberg		
<p>This bachelor's thesis describes the establishment and organisation of cold installer training programme at the Oulu Adult Education Centre (OAKK), Kotkankatu 3, Oulu.</p> <p>The training programme proceeds according to the relevant curriculum and culminates in competence-based qualification. Proposals to develop the training programme and improve equipment are presented in the last pages of this bachelor's thesis. This bachelor's thesis also contains piping and electric diagrams, which will be used in the theoretical and practical teaching of future training courses for cold installers.</p>		
<b>Key words</b> Cold installer training, cryotechnology, electricity		

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

<b>Alipaine</b>	Ympäröivän ilman painetta alhaisempi paine
<b>Hermeettinen kompressori</b>	Kompressorirakenne, joka koostuu kompressorista ja sähkömoottorista, jotka molemmat on suljettu saman kuoren sisään
<b>Höyrystin</b>	Lämmönvaihdin, jossa nestemäinen kylmäaine höyrystyy ottaen lämpöä jäähdytettävästä kohteesta
<b>Koepaine</b>	Paine, jota käytetään koneiston tai sen osan lujuuden tarkistamiseen
<b>Lauhdutin</b>	Lämmönvaihdin, jossa höyrystynyt kylmäaine nesteytyy lämpöä luovuttaen
<b>Neulaventtiili</b>	Venttiili, jonka toiminta perustuu neulamaisen osan tiivistävään ja säätävään vaikutukseen
<b>Painekoe</b>	Koe, jossa testataan putkiston, paineastian tai laitteen kestävyyttä
<b>Puolihermeettinen kompressori</b>	Kompressorirakenne, jossa kompressori ja sähkömoottori on suljettu samaan koteloon ja jonne on pääsy irrotettavien kansien kautta
<b>Taajuusmuuttaja</b>	Laite, jolla voidaan portaattomasti säätää oikosulkumoottorin pyörimisnopeutta sen sähkönsyöttötaajuutta muuttamalla
<b>Välillinen järjestelmä</b>	Järjestelmä, jossa lämpö poistetaan jäähdytettävästä aineesta väliaineen avulla
<b>Öljymutka</b>	Höyryputkeen tehty mutka, jonka tehtävänä on varmistaa öljyn kulkeutuminen putkistossa takaisin kompressorille

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 KOULUTUKSESTA JA AMMATTITUTKINNOISTA</b>	<b>2</b>
2.1 Opetussuunnitelma tiivistetyssä muodossa	2
2.1.1 Opetussuunnitelman tiivistelmä <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	2
2.1.2 Opetussuunnitelmaan kuulumaton koulutus	3
2.2 Lukujärjestys	5
<b>3 LAITEHANKINNAT, LAITTEET JA LAITTEIDEN RAKENTAMINEN</b>	<b>6</b>
3.1 Kovajuottaminen ja korttikoulutukset <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	6
3.2 Koulutuksen toteuttaminen <b>(poistettu osin julkisesta versiosta)</b>	8
3.3 Kaupan kylmälaitteiston rakentaminen	14
3.4 Kylmäaineiden ja kylmäkoneöljyjen käsittely	15
3.5 Kylmälaitoksen sähköasennus, -huolto ja -vikojen korjaus	17
3.5.1 Kylmälaitoksen sähköasennus	17
3.5.2 Kylmälaitteiden huolto ja vikojen korjaus	22
<b>4 NÄYTTÖTUTKINNOT</b>	<b>26</b>
4.1 Näyttötutkinnon järjestämissopimuksen hakeminen	26
4.2 Näyttötutkintojen järjestäminen ja tutkintosuoritus	26
<b>5 TULOKSET JA POHDINNAT</b>	<b>29</b>
5.1 Näyttötutkintojen tulokset <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	29
5.2 Kehittämistoimenpiteitä <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	30
<b>LÄHTEET</b>	<b>31</b>
<b>LIITTEET</b>	
LIITE 1. Näyttötutkinnon perusteet, Opetushallitus 21/011/2011	
LIITE 2. Plussa -koneiston putki- ja sähkökuvat <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	
LIITE 3. Pakkaskoneiston putki- ja sähkökuvat <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	
LIITE 4. Näyttötutkintojen aloitusilmoitus <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	
LIITE 5. ALVAR -näyttötutkintoaineisto <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	

## KUVIOT

KUVIO 1. Ilmalämpöpumppu siirrettävällä telineellä	5
KUVIO 2. Maalämpöpumppu	5
KUVIO 3. Opetussuunnitelman pohjalta laadittu lukujärjestys	6
KUVIO 4. Juotos auki, käytetty liian vähän lämpöä	9
KUVIO 5. Putken sisäpuolella juotoshilsettä, typen virtaus liian pieni	9
KUVIO 6. Juotos on tehty oikein	10
KUVIO 7. Hermeettinen koneisto yhdellä kylmiöllä	12
KUVIO 8. Puolihermeettinen koneisto kahdella kylmiöllä	12
KUVIO 9. Kaupan plus-koneisto, viisitasot ja ohjaustietokone	13
KUVIO 10. Kaupan plus-koneisto kahdella kompressorilla	13
KUVIO 11. Kaupan pakastekone kahdella kompressorilla	14
KUVIO 12. Kaupan pakastekaluste	14
KUVIO 13. Näkymä kaupan pakastehuoneen sisältä	15
KUVIO 14. Pakastehuoneen putkilinjoja	15
KUVIO 15. Jäähdykkeen lisäys nesteinä nestelinjaan	18
KUVIO 16. Jäähdykkeen talteenotto talteenottolaitteella	19
KUVIO 17. Pienen kylmälaitteiston sähkökeskus	21
KUVIO 18. Kahden kylmiön kylmälaitteiston sähkökeskus	22
KUVIO 19. Kaupan kylmälaitteiston sähköpääkeskus	22
KUVIO 20. Kaupan kylmälaitteiston alakeskus kylmiön seinässä	23
KUVIO 21. Kaupan pakastelaitteiston pääkeskus	23
KUVIO 22. Taajuusmuuttaja	24
KUVIO 23. Kylmäalaa säätelevät lait, direktiivit, asetukset ja standardit (Kylmätekniiikan käsikirja 2013)	26
KUVIO 24. Kylmäalaa säätelevät lait, direktiivit, asetukset ja standardit (Kylmätekniiikan käsikirja 2013)	27

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Opintosuunnitelman tiivistelmä <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	3
TAULUKKO 2. Ryhmän 121 KYASAT tulokset <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	32
TAULUKKO 3. Ryhmän 146 KYASAT 2 tulokset <b>(poistettu julkisesta versiosta)</b>	33

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee kylmäasentajakoulutuksen toteutusta Oulun Aikuiskoulutuskeskuksessa. Koulutusta ei ollut aikaisemmin toteutettu oppilaitoksessa. Koulutus aloitettiin 5.11.2011 työvoimapolitiittisena koulutuksena, koulutustunnuksella 121 KYASAT. Koulutus päättyi 3.1.2014. Tämän jälkeen aloitettiin iltakoulutus, kaksi iltaa viikossa. Koulutus oli suunnattu jo työssä oleville kylmäasentajille täydennyskoulutukseksi, koulutustunnus 31 KYASAT 3. Koulutus alkoi 15.4.2013 ja päättyi 28.2.2015. Seuraavaksi oli työvoimapolitiittinen koulutus, koulutustunnus 146 KYASAT 2. Koulutus alkoi 24.2.2014 ja päättyi 21.4.2015. Tällä hetkellä toteutuksessa on koulutus, jossa opetusta järjestetään 2-3 kertaa viikossa tarpeen mukaan. Kohderyhmänä jo alalla työskentelevät tai alan perustaidot omaavat opiskelijat. Koulutustunnus 346 KYASAT 4. Koulutus alkoi 7.4.2015 ja päättyi 18.11.2016 näyttötutkintoihin. Ryhmäkoko on 16 oppilasta. Kylmäasentajakoulutuksen tämänhetkinen oppilasmäärä on 64 oppilasta.

Ensimmäisessä pääluvussa kerrotaan, mitä koulutuksen toteutuksessa on noudatettava, opetussuunnitelman sisällöstä sekä lukujärjestyksestä. Toisessa pääluvussa kerrotaan laitteista, laitehankinnoista ja työskentelystä laitteiden parissa. Toiseen lukuun on lisätty valokuvia selventämään laitteistojen rakennetta. Liitteenä on myös putki- ja sähkökaavioita. Kolmannessa pääluvussa kerron näyttötutkintojen hakemisesta ja järjestämisestä. Tähän lukuun on liitetty Alvarin ohjeet tutkintosuorituksista ja muita liitteitä. Neljännessä pääluvussa tarkastellaan koulutusta ja näyttötutkintojen tuloksia. Viimeisessä eli viidennessä pääluvussa pohditaan koulutusta, näyttötutkintojärjestelmää, tutkintojen tuloksia sekä tehdään ehdotuksia koulutuksen parantamiseksi.

## **2 KOULUTUKSESTA JA AMMATTITUTKINNOISTA**

Opetussuunnitelma on laadittava ja näyttötutkinnot järjestettävä Opetushallituksen vahvistamien voimassaolevien määräyksien mukaisesti. Opetushallituksen vahvistamat määräykset liitteessä (LIITE 1).

### **2.1 Opetussuunnitelma tiivistetyssä muodossa**

Koulutuksen alussa kaikki opiskelijat laativat yhteistyössä kouluttajien kanssa henkilökohtaistamissuunnitelman, joka sisältää sekä opiskelusuunnitelman että tutkinnon suorittamisen suunnitelman. Kaikissa tutkinnon osissa korostetaan ammattitaitovaatimusten hallinnan ohella sosiaalisten ja työyhteisön toimintakulttuuriin liittyviä taitoja. Kylmäasentajan ammatissa edellytetään hyvän asiakaspalvelutaidon lisäksi säännöllisyyttä sekä luottamusta ja vastuuntuntoa.

#### **2.1.1 Opetussuunnitelman tiivistelmä**

**OPETUSSUUNNITELMAN TIIVISTELMÄ POISTETTU  
JULKISESTA VERSIOSTA.**

TAULUKKO 1. Opetussuunnitelman tiivistelmä.

Työssä oppiminen on kestoaltaan 20 opintoviikkoa, oppilaat työskentelevät yhteistyöyrityksien asentajien kanssa työmailla.

### **2.1.2 Opetussuunnitelmaan kuulumaton koulutus**

Oulun Aikuiskoulutuskeskuksella on myös kylmäasentajakoulutuksen opetus-  
suunnitelmaan kuulumatonta koulutusta, jossa oppilas voi vapaaehtoisesti  
perehtyä seuraaviin asioihin:

- Ilmalämpöpumpun (KUVIO 1) toiminta, asennus ja huolto
- Maalämpöpumpun (KUVIO 2) toiminta, asennus ja huolto
- Jääpalakoneen toiminta ja huolto
- Jähilekoneen toiminta ja huolto



KUVIO 1. Ilmalämpöpumppu siirrettävällä telineellä



KUVIO 2. Maalämpöpumppu

## 2.2 Lukujärjestys

Lukujärjestykset laaditaan opetussuunnitelman pohjalta, lukujärjestyksiä noudattamalla toteutuu koulutuksessa edellä mainittu Opetushallituksen määräys 23.6.2011 21/011/2011 (LIITE 1).

Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
17	22.4.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	JN	myymälä,pakastehuone
	23.4.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	24.4.13	7	3.3 Kovajuottaminen	LT	Juotosharjoitus
	25.4.13	7	3.2 Kylmälaitoksen sähköasennus, huolto jne	LT	Kertaus
	26.4.13	7	3.1 Kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö	MT	Harjoituskoe
Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
18	29.4.13	etäp	3.1 Kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö	LT	etätehtävät
	30.4.13	etäp	3.1 Kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö	LT	etätehtävät
	1.5.13		vapaa		
	2.5.13	7	Näyttöt 3.1.ja 3.3	LT	Näyttötutkinto
	3.5.13	7	Näyttöt 3.1.ja 3.3	LT	Näyttötutkinto
Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
19	6.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	JN	myymälä,pakastehuone
	7.5.13	7	EA 1	AS	
	8.5.13	7	EA 1	AS	
	9.5.13		vapaa		
	10.5.13	etäp	3.2 Kylmälaitoksen sähköasennus, huolto jne	LT	etätehtävät
Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
20	13.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	JN	myymälä,pakastehuone
	14.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	15.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	16.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	17.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
21	20.5.13	7	Rästinäytöt 3.1 ja 3.3	LT	myymälä,pakastehuone
	21.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	JN	myymälä,pakastehuone
	22.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	23.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	24.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
22	27.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	JN	myymälä,pakastehuone
	28.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	29.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	30.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
	31.5.13	7	3.4 Kaupan kylmälaitt. asennus ja huolto	LT	myymälä,pakastehuone
Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
23	3.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	4.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	5.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	6.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	7.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
Vko	Pvm	Lo/h	Tutkinnon osa	Kouluttaja	Oppiaihe
24	10.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	11.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	12.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	13.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen
	14.6.13		3.1,3.2,3.3 ja 3.4	LT	työssä oppiminen

KUVIO 3. Opetussuunnitelman pohjalta laadittu lukujärjestys

### **3 LAITEHANKINNAT, LAITTEET JA LAITTEIDEN RAKENTAMINEN**

Lahjoituksina on saatu työelämän yhteistyökumppaneilta merkittävän määrän kylmälaitteistoja tai niiden osia. Puuttuvat osat hankittiin itse, näin saimme laitteistot toimintakuntoisiksi. Kaikki työkalut, mittalaitteet, jäähdykkeet, putket ja eristeet ostettiin Combi-Coolilta Oulun toimipisteestä. Edellä mainittu oli tarjousten perusteella edullisin ja toimitusajoiltaan paras. Yhteistyö on toiminut kiitettävästi.

#### **3.1 Kovajuottaminen ja korttikoulutukset**

**KOVAJUOTTAMINEN JA KORTTIKOULUTUKSET ON  
POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA.**



KUVIO 4. Juotos auki, käytetty liian vähän lämpöä



KUVIO 5. Putken sisäpuolella juotoshilsettä, typen virtaus liian pieni



KUVIO 6. Juotos on tehty oikein

### 3.2 Koulutuksen toteuttaminen

Kylmätekniiikan teoriakoulutus toteutetaan luokkahuoneessa. Opiskelijat tekevät myös ryhmätöitä ja kotitehtävinä on opetusta täydentäviä harjoituksia sekä tehtäviä. Kysymyksiä ja tehtäviä on yhteensä 120 kappaletta. Koulutuksen alussa komponentteihin ja käsityökaluihin tutustutaan luokassa teoriatunnilla, opetus on tällä tavalla helpompi toteuttaa ja tuo vaihtelua opetukseen.

Oppilaalle annetaan koulutuksen alussa seuraavat kirjat:

- Kylmätekniiikan perusteet, Opetushallitus 2011
- Kylmälaitoksen suunnittelu, Opetushallitus 2013
- Kylmäaineiden käsittely ja lainsäädäntö Suomen Kylmäyhdistys 2008
- SFS-käsikirja 65-1 Suomen Standardisoimisliitto Ry 2013

Kylmätekniikkaa tutkitaan myös alan kirjoista:

- Kylmätekniikka, Antero Aittomäki 2012
- Kylmätekniikan käsikirja, Jani Kianta 2013

**KYLMÄLAITTEIDEN ASENNUSHARJOITUKSET  
POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA**



KUVIO 7. Hermeettinen koneisto yhdellä kylmiöllä



KUVIO 8. Puolihermeettinen koneisto kahdella kylmiöllä



KUVIO 9. Kaupan plus-koneisto, viisitasot ja ohjaustietokone



KUVIO 10. Kaupan plus-koneisto kahdella kompressorilla



KUVIO 11. Kaupan pakastekone kahdella kompressorilla



KUVIO 12. Kaupan pakastekaluste



KUVIO 13. Näkymä kaupan pakastehuoneen sisältä



KUVIO 14. Pakastehuoneen putkilinjoja

### 3.3 Kaupan kylmälaitteiston rakentaminen

Laitteiston rakentaminen aloitettiin konepukin teolla, joka puhdistettiin ja maalattiin. Seuraavaksi tutustuttiin laitoksen putki- ja sähkökaavioihin, tehtiin työsuunnitelma, johon liitettiin pöytäkirjat ja alustavat säätöarvot (LIITE 2). Kompressorit ja komponentit sijoitettiin paikoilleen pukkiin huomioiden laitteiden huollettavuus, selkeä putkitus ja tulevat putkiliitännät. Koneikon valmistuttua useiden työvaiheiden jälkeen, koeponnistettiin laitteisto 15 baarilla, tyyppä apuna käyttäen. Koepaine laski, putkissa oli vuotoja viisi kappaletta. Vuodot paikallistettiin saippualiuoksella, korjattiin ja laitettiin koeponnistukseen vuorokaudeksi. Vuorokauden kuluttua laitos oli jälleen tyhjä. Lisäsimme seuraavaksi laitokseen jäähdykettä ja nostimme tyypellä koepaineen 15 baariin. Nyt vuodonetsintä toteutettiin käyttäen elektronista vuodonetsintä. Vuotoja löytyi kaksi kappaletta, vuoto laipasta ja toinen hopeajuotoksen huokosesta. Typen ja jäähdykkeen seos oli ongelmajätettä, se otettiin talteen kylmäaineiden jätesäiliöön toimitettavaksi edelleen ongelmajätelaitokselle. Vuodot korjattiin ja laitteisto koeponnistettiin vuorokauden ajaksi 15 baarin paineella. Paine ei laskenut, vuotoja ei enää ollut. Tämän jälkeen tehtiin tyhjiöinti 27 millibaarin alipaineeseen. Koneisto jätettiin vuorokaudeksi edellä mainittuun alipaineeseen. Vuorokauden kuluttua paine oli sama, koneisto oli putkituksien osalta valmis.

Seuraava työvaihe oli kylmähuoneiden kokoaminen ja kalusteteiden paikalleen asennus. Kalusteet ja huoneet oli käytettyjä, ne puhdistettiin ja tarkastettiin mittaamalla sähköosien kunto (puhallinmoottorit, vastukset ja valot). Uusittiin puhallinmoottoreita laakereista kuuluvien äänien vuoksi. Huoneet ja kalusteet olivat tämän jälkeen valmiit.

Asennettiin höyrystimet ja lauhdutin paikoilleen. Työtä jatkettiin seuraavaksi putkilinjojen reittien suunnittelulla, kiinnikkeiden asennuksella ja putkituksella. Putkituksen aikana sijoitettiin anturien ohjausputket paikoilleen. Lauhduttimen putket asennettiin hyvin kiinni huomioiden lämpölaajeneminen ja öljyn kierto. Imuputkiin tehtiin tarvittavat öljymutkat nousuihin ja vähän laskua virtaussuuntaan, varmistaen näin öljyn kierto putkistossa. Nestelinjojen asennuksissa tehtiin haaroitukset oikein jäähdykkeen tasaisen jakautumisen vuoksi ja asennuksessa vältettiin turhia mutkia painehäviöiden minimoimiseksi.

Putkilinjojen koeponnistuksessa löytyi yksi vuoto lauhduttimen kuumakaasu-putken juotoksesta, korjattiin ja koeponnistus tehtiin uudelleen. Nyt putkilinjat olivat valmiit. Putkituksen aikana työmaalla putket pidettiin suljettuna aina kun se on mahdollista, näin estettiin epäpuhtauksien ja kosteuden tunkeutuminen putken sisälle. Tyypeä oli aina käytettävä suojakaasuna kovajuotoksissa, estämään juotoshilseen syntyminen putken sisäpinnalle.

### **3.4 Kylmäaineiden ja kylmäkoneöljyjen käsittely**

Kylmälaitos yhdistettiin yhdeksi kokonaisuudeksi ja koeponnistettiin vielä kerran. Tyhjiöinin aikana eristettiin imulinjat huolellisesti ja saumat liimattiin. Avonaisista saumoista putken ja eristeen väliin tiivistyy kosteutta. Tyhjiöityyn varaajaan laitettiin nestetäytös huoltomittarisarjalla jäähdykesäiliöstä. Kylmäaineet käsiteltiin lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Otsonikerrokselle vahingollisia jäähdykkeitä ei päästetty ilmakehään. Käytetty jäädyke otettiin talteen talteenotto-laitteella, varastoitiin merkattuun säiliöön, tuuletettuun kaappiin. Kaapista jäähdykkeet ja kylmäkoneöljyt toimitettiin ongelmajätelaitokselle hävitettäväksi. Lainsäädännössä on määritelty useiden jäähdykelajien viimeinen sallittu käyttö-päivä. Tämän jälkeen jäähdykkeitä ei enää saa käyttää kylmätekniikassa,

laitokset on vaihdettava sallitulle jäähdykelajille tai poistettava käytöstä. Tilaan, jossa on suuria määriä jäähdykettä ilmassa, ei saa mennä. Jäähdyke syrjäyttää hapen, aiheuttaen tukehtumisvaaran. Käsiteltäessä jäähdykkeitä ja kylmäkoneöljyä on suojalaseja ja hanskoja aina käytettävä. Jäähdyke aiheuttaa iholle joutuessaan paleltumisvamman ja kylmäkoneöljy imeytyy ilman hanskoja elimistöön. Tilassa, jossa on vähänkin jäähdykettä ilmassa, ei saa tehdä juotostöitä, jäähdyke hajoaa juotosliekin lämmössä ja muodostaa terveydelle vaarallisia yhdisteitä.



KUVIO 15. Jäähdykkeen lisäys nesteinä nestelinjaan



KUVIO 16. Jäähdykkeen talteenotto talteenottolaitteella

### 3.5 Kylmälaitoksen sähköasennus, -huolto ja -vikojen korjaus

Seuraavaksi käydään läpi kylmälaitoksen sähköasennuksien koulutuksen toteutus. Koulutuksen aikana pidettiin teorialunteja ja työharjoituksia vuorotellen, jotka vaikeutuivat opetuksen edetessä. Tavoitteena oli itsenäiseen työskentelyyn pystyvä ja omatoiminen oppilas. Osion lopussa kerrotaan myös huoltojen teosta ja vikojen korjauksista.

#### 3.5.1 Kylmälaitoksen sähköasennus

Teoriakoulutus toteutettiin samalla tavalla kuin kylmäteknikassa. Koulutus aloitettiin perusteista, eli johtimien valinnasta päätyen keskuksen oikosulkuvirtojen laskemiseen. Teoreettisen sähkötekniikan oppikirjana käytettiin Jukka Ahorannan sähkötekniikkaa. Kirja aloitettiin alusta päätyen kolmivaihetehoon. Oppilaille

jaettiin myös kirjat sähköturvallisuustutkinto 3 suorittamista varten. Näitä kirjoja käsiteltiin sähköturvallisuustutkintoon valmentavassa, kolme päivää kestävässä koulutuksessa.

Sähköasennus aloitettiin työsalissa tutustumalla sähkökaavioon (LIITE2). Työstä tehtiin työselitys, johon työvaiheiden lisäksi sisällytettiin tarvittavat pöytäkirjat, mittaukset, kylmälaitoksen sähköiset säätöarvot ja toimintaselostukset. Tämän jälkeen rakennettiin sähkökeskus laitteineen ja asennettiin keskuksen johdotus.

Seuraavaksi asennettiin kylmälaitteiston pääkeskus ja alakeskukset paikoilleen. Tämän jälkeen kiinnitettiin mahdolliset putkiston ulkopuoliset anturit, ohjaus- ja varolaitteet. Välikaapeloinnit ja edellä mainitut asennukset tehtiin voimassaolevia määräyksiä noudattaen. Keskuksen ja laitteiden kytkemisen jälkeen tarkistettiin kytkennät ja varmistettiin mittauksien avulla, että laitos on turvallinen ja määräysten edellyttämä.

Kompressoreista kytkettiin päävirrat pois päältä ja aseteltiin alustavat säätöarvot. Tämän jälkeen kytkettiin ohjausjännite päälle ja testattiin ohjauspiirien toiminta, varolaitteiden toiminta varmistettiin huolellisesti. Seuraavaksi tarkastettiin kompressorien päävirrat mittaamalla ja seuraamalla johdotusta.

Kompressorit kytkettiin päävirtoihin, käynnistettiin laitos ja aloitettiin koekäyttö. Koekäytön aikana jouduttiin lisäämään jäähdykettä laitoksen nestevaraajaan. Tämä tapahtui nopeimmin laittamalla nestelinjan neulaventtiilistä nestemäisenä. Lisäyksen aikana suljettiin nestelinjan lähtevää venttiiliä kiinni kiertämällä myötäpäivään.

Koekäytön aikana tehtiin kirjoittimella laitokseen sähkö- ja kylmätekniset merkinnot. Varmistettiin vielä mittaamalla, että laitos toimii oikein ja on turvallinen

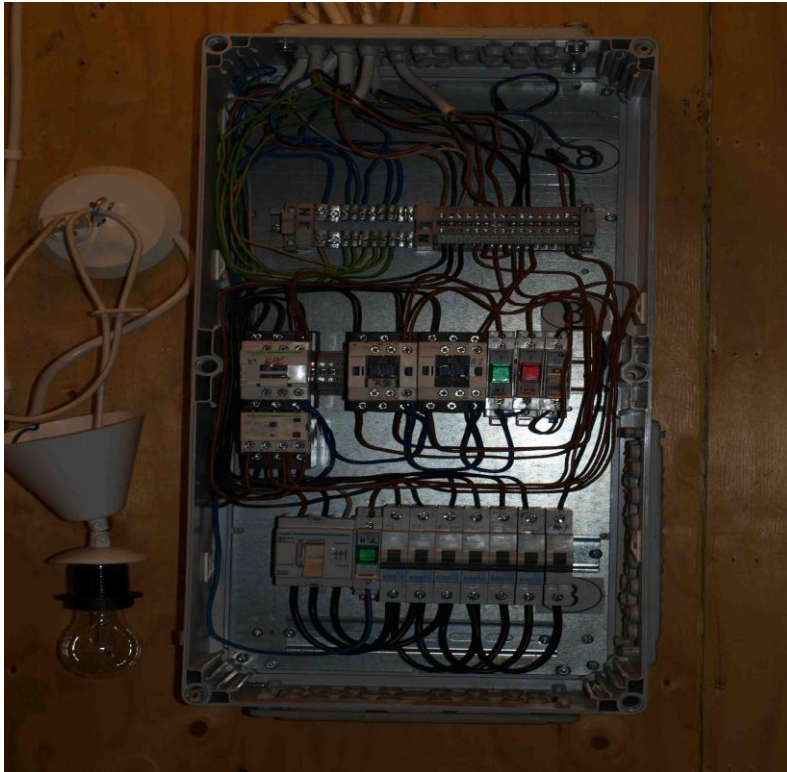
käyttää. Laitoksen jäähtyttyä aseteltiin lopulliset säätöarvot ja varmistettiin energiataloudellinen toiminta, tarvittaessa käytettiin tallentavaa mittauslaitetta. Oppilaiden täyttämät pöytäkirjat ja asiapaperit koottiin kansioon ja toimitettiin opettajalle.

Asennuksen jälkeen käytiin tekijöiden kanssa läpi asennuksen eri vaiheet, mahdolliset korjaukset, pöytäkirjat ja mittaustulokset. Yhdessä katsottiin olisiko asennuksen voinut toteuttaa eri tavalla ja oliko asennuksen toteutus tarkoituksen mukainen ja työn jälki siisti.

Laitos purettiin tämän jälkeen seuraavalle ryhmälle. Kylmäasentajan täytyy osata purkaa laitteistot jäähdykkeitä ja kylmäkoneöljyjä oikein käsitellen.



KUVIO 17. Pienen kylmlaitteiston sähkökeskus



KUVIO 18. Kahden kylmiön kylmälaitteiston sähkökeskus



KUVIO 19. Kaupan kylmälaitteiston sähköpääkeskus



KUVIO 20. Kaupan kylmälaitteiston alakeskus kylmiön seinässä



KUVIO 21. Kaupan pakastelaitteiston pääkeskus



KUVIO 22. Taajuusmuuttaja

### 3.5.2 Kylmälaitteiden huolto ja vikojen korjaus

Tämä osio jakautuu neljään eri osaan: kaukokäyttö, välilliset järjestelmät säätöineen, huoltotyöt ja vikojen korjaus. Kaukokäytössä oppilas ottaa etäyhteyden kylmälaitokseen ja asettelee säätöparametreja. Säätöparametrien asettelua opetellaan myös laitteen alakeskuksessa manuaalisesti naputtamalla (KUVIO 20). Oppilas tutustuu hälytyksiin ja suorittaa testauksen ja tekee kierrosnopeuden säätöharjoituksia taajuusmuuttajalla (KUVIO 22).

Välillisissä järjestelmissä perehdytään toimintaan, asetellaan arvoja ja mitataan.

Kylmä- ja sähkölaitteille tehdään huolto- ja vikojenkorjausharjoituksia. Huollossa tehdään lakisääteiset tarkastukset ja määräaikaishuollot. Vikojen korjauksessa paikannetaan viat ja suoritetaan korjaukset komponentteja vaihtamalla. Vikoja korjataan paikallisesti kylmälaitteella ja kaukokäytön kautta. Kaukokäytössä viat tulevat tietokoneen näytölle, oppilas päättelee näytöltä ennen mittauksien aloittamista, mistä hälytys tulee ja mikä sen mahdollisesti aiheuttaa. Nämä harjoitukset ovat vaikeita ja haastavia. Harjoituksissa täytyy hallita sähkö- ja kylmäteknikka ja vika voi olla sähkö- tai kylmätekninen. Edellä kuvatussa vikatilanteessa on järjestelmällinen vian haku ja sähkömittaukset hallittava sujuvasti. Vaikeat vikaharjoitukset tehdäänkin vasta koulutuksen loppupuolella, ennen viimeistä työssäoppimisjaksoa. Nämä ovat oppilaille kaikkein mieluisimpia harjoituksia.

Edellä on kuvattu opetusta, joka sisältää teoriaa ja työsaliharjoituksia vuorotellen. Näiden lisäksi pidämme myös teoriajaksoja, jotka eivät sisällä työsaliharjoituksia. Näitä jaksoja ovat:

- Termodynamiikka
- Lainsäädäntö, standardit, direktiivit ja asetukset
- Kylmäaineen ympäristövaikutukset
- Asiakaspalvelu

Termodynamiikkaa käsitellään vain niiltä osin, jotka liittyvät kylmäteknikkaan. Aiheesta tehdään kotitehtäviä ja laskuharjoituksia. Termodynamiikka, lainsäädäntä ja kylmäaineen ympäristövaikutukset löytyvät oppikirjoista. Asiakaspalveluun ei ole oppikirjaa, vaan opetus tapahtuu luentomaisesti oppimateriaaleineen.

**KYLMÄALAA SÄÄTELEVÄT LAIT, DIREKTIIVIT, ASETUKSET JA STANDARDIT**

<b>LAIT, DIREKTIIVIT JA ASETUKSET</b>	
asetus 452/2009	Pätevyysvaatimukset
asetus EY 1005/2009	HCFC-kylmäaineet
F-kaasuasetus 842/2006	HFC-kylmäaineet
asetus EY 1494/2007	Kylmäaineiden merkintä
asetus EY 1516/2007	Vuototarkastukset
direktiivi 2006/40/EY	Auton ilmastonin kylmäaineet
direktiivi 2005/32/EY	Energiaa käyttävien tuotteiden ekologinen suunnittelu
direktiivi 2006/42/EY	Konedirektiivi
direktiivi 97/23/EY	Painelaitedirektiivi
laki 869/1999	Painelaitelaki
asetus 890/1999	Painelaitelaissa mainitut tarkastuslaitokset
KTM päätös 917/1999	Päätös yksinkertaisista painesäiliöistä
KTM päätös 938/1999	Päätös painelaitteista
KTM päätös 953/1999	Päätös painelaiteturvallisudesta
rakentamismääräyskokoelma D3	Rakennusten energiatehokkuus
laki 489/2007, lakimuutos 120/2011	Rakennuksen ilmastointijärjestelmän kylmälaitteiden energiatehokkuuden tarkastaminen
laki 410/1996, muutos 352/2011	Sähköturvallisuuslaki
asetus 489/1996	Sähköturvallisuusasetus
KTM päätös 516/1996, muutos 1194/1996 ja muutos 28/2003	Sähköalan työt
KTM päätös 517/96, muutos 335/2004	Sähkölaitteistojen käyttöönotto ja käyttö
KTM päätös 1193/1999	Sähkölaitteistojen turvallisuus
KTM päätös 1694/1993	Sähkölaitteiden turvallisuusvaatimukset
laki 23/2006	Elintarvikelaki
MMM asetus 28/2009	Asetus eräiden elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta
asetus 25.2.1994/165	Pakasteasetus
KTM päätös 4.1.1994/4	Päätös jäätelöstä
MMM asetus 8/EEO/02	Maitotuotantotilojen hygieniavaatimukset
MMM asetus 1/EEO/04	Asetus kalahygieniasta
MMM asetus 15/EEO/2000	Hygieniavaatimukset kalastusaluksille
MMM asetus 37/EEO/2006	Asetus eläimistä saatavien elintarvikkeiden elintarvikehygieniasta
EY asetus 852/2004	Yleinen elintarvikehygieniasta
<b>STANDARDIT</b>	
EN378	Kylmäkoneistot ja lämpöpumput
SFS-EN 378-1:2008	Perusvaatimukset, määritelmät, luokittelut ja valintakriteerit
SFS-EN 378-2:2008	Suunnittelu, rakenne, testaus, merkintä ja dokumentointi
SFS-EN 378-3:2008	Asennuspaikka ja henkilökohtainen suojelu
SFS-EN 378-4:2008	Käyttö, huolto, korjaus ja talteenotto
SFS-EN 1861	Piirrosmerkit ja kaaviot
SFS-EN 1736	Joustavat putkieleментit sekä tärinäneristimet
SFS-EN 13313	Henkilöstön pätevyysvaatimukset
SFS-EN 12284	Kylmälaitoksen venttiilit
SFS-EN 12178	Pinnanmittauslaitteet
SFS-EN 12263	Varolaitteet, niiden testaus sekä vaatimukset
SFS-EN 112693	Kylmäjärjestelmät ja lämpöpumput, turvallisuus ja ympäristövaatimukset, kylmäainekompressorit
SFS-EN 12735-1 ja -2	Saumattomat pyöreät kupariputket ilmastonin jäädytykseen ja kylmälaitoksiin
SFS-EN 12797	Kovajuotto, kovajuotosten rikkova aineenkoestus
SFS-EN 12900	Kompressorien suoritusarvot ja olosuhteet
SFS-EN 13133	Kovajuotto, juottajien pätevyys
SFS-EN 13134	Kovajuotto, juottomenetelmien hyväksyntä
SFS-EN 13136	Varoventtiilit ja ulospuhallusputket sekä niiden lasekntamenetelmät
SFS-EN 13313	Jäädytysjärjestelmät ja lämpöpumput, henkilöstön pätevyys

KUVIO 23. Kylmäalaa säätelevät lait, direktiivit, asetukset ja standardit (Kylmäteknikan käsikirja 2013)

SFS-EN 13771-1 SFS-EN 13771-2	Kompressoreiden testaus ja testausmenetelmät Kompressori/lauhdutin yksiköiden testaus ja testausmenetelmät
SFS-EN 13480-1, -2, -3, -4, -5, -6 ja -8	Metalliset teollisuusputkistot, materiaalit, mitoitus, valmistus sekä testaus ja tarkastus
EN 14276-1 ja -2	Refrigerating systems vessels and piping
SFS-EN 14511  SFS-EN 14511-1 SFS-EN 14511-2 SFS-EN 14511-3 SFS-EN 14511-4	Lämmitykseen ja jäähdytykseen tarkoitetut, sähkökäyttöisellä kompressorilla toimivat huoneilmastointikoneet, nestejäähdyttimet ja lämpöpumput Käsitteet ja määritelmät Testausolosuhteet Testausmenetelmät Vaatimukset
EN 14624	Vaatimukset halogeenikylmäaineille tarkoitetuille vuodonetsimille
EN 14739	Riskien pienentäminen kotitalouskylmälaiteissa jotka sisältävät enintään 150 g palavaa kylmäainetta
EN 15316-4-2:2008	Rakennusten lämmitysjärjestelmät, järjestelmien energiavaatimusten ja järjestelmätehokkuuden laskenta. Osa 4-2: lämmöntuottojärjestelmät-lämpöpumpputjärjestelmät
EN 15377:2008  EN 15377-1 EN 15377-2 EN 15377-3	Rakennusten lämmitysjärjestelmät, rakenteisiin asennettävien vesikiertoisten lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien suunnittelu Lämmitys- ja jäähdytystehon suunnitteluarvojen määrittäminen Suunnittelu, mitoitus ja asennus Uusiutuvien energialähteiden käytön optimointi
SFS-EN 15450:2007	Heat systems in buildings, design of heat pump heating systems
SFS-EN 16084:2011	Jäähdytysjärjestelmät ja lämpöpumput, osien ja liitosten tiivysvaatimukset
SFS-EN 16147:2011	Lämpöpumput sähkökäyttöisellä kompressorilla, testaus ja merkintävaatimukset lämpimän käyttöveden yksikölle
SFS KÄSIKIRJA 65 SFS KÄSIKIRJA 65-1 SFS KÄSIKIRJA 65-2	Kylmälaitteet Kylmäkoneistot ja lämpöpumput, turvallisuus- ja ympäristövaatimukset Elintarvikkeiden kuljetus, varastointi ja jakelu, lämpömittarit ja lämpökisterointilaitteet
Standardisarja SFS 6000 (2007)	Pienjännitesähköasennukset
SFS 6001 (2001)+A1 (2005)+A2 (2009)	Suurjännitesähköasennukset
SFS-EN-60079-14 (2009)	Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen
SFS-käsikirja 604-2 (2009)	Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastukset ja huolto, Luku 3: Räjähdetilat
SFS-EN 50107-1 (2003)	Valomainokset ja valopurkausputkien asennukset yli 1 kV mutta alle 10 kV tyhjäkäyntijännitteellä. Osa 1: Yleiset vaatimukset
SFS-EN 50191 (2000)	Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö
SFS-EN 50272-2 (2001)	Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikallisakat
SFS-EN 50119 (2010)	Railway applications-Fixed installations-Electric traction overhead contact lines
SFS-EN 50122-1 (1998)	Railway applications-Fixed installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing
SFS-EN 50122-2 (1999)+A1 (2002)	Railway applications-Fixed installations. Part 2: Protective provisions against the effects of stray current caused by d.c. traction systems
SFS-EN 50124-1 (2001)+A1 (2004) +A2 (2005)	Railway applications-Insulation coordination. Part 1: Basic requirements-Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
SFS-EN 50341-1 (2002) +A1 (2010) + SFS-EN 50341-3-7 (2010)	Vaihtosähköilmajohdot yli 45 kV jännitteellä. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Yhteiset määrittelyt. Osa 3-7 Suomen kansalliset velvoittavat määrittelyt
SFS-EN 50423-1 (2005)	Vaihtosähköilmajohdot yli 1 kV ja korkeintaan 45 kV jännitteellä. Osa 1: Yleiset vaatimukset
SFS 6003 (2008)	Pienjänniteilmajohdot
SFS 6002 (2005)	Sähkötyöturvallisuus

KUVIO 24. Kylmäalaa säätelevät lait, direktiivit, asetukset ja standardit  
(Kylmätekniiikan käsikirja 2013)

## 4 NÄYTTÖTUTKINNOT

Seuraavassa jaksossa kerrotaan näyttötutkintojen hakemisesta, järjestämisestä ja tutkintosuorituksesta.

### 4.1 Näyttötutkinnon järjestämissopimuksen hakeminen

Järjestämissopimusta haetaan kylmäalan tutkintotoimikunnalta. Hakemukseen liitetään järjestämissopimus rehtorin allekirjoittamana, kaavake yhteyshenkilöistä ja vastuuhenkilöistä. Hakemukseen liitetään myös järjestämissuunnitelmakaavake. Hakemus laaditaan itse, muut ovat opetushallituksen kaavakkeita.

### 4.2 Näyttötutkintojen järjestäminen ja tutkintosuoritus

Näyttötutkintojen aloitus on ilmoitettava tutkintotoimikunnalle kuukautta ennen aloitusta kaavaketta käyttäen. Tämä sen vuoksi, että tutkintotoimikunta tai osa siitä voi tulla tutkintotilaisuuteen (LIITE 4).

Ennen aloitusta tehdään aikataulut, joiden perusteella oppilaat näkevät oman suoritusaikansa. Tässä vaiheessa, kun suorittajille kerrotaan aikataulut, tehdään myös tutkinnon suoritus suunnitelma, joka allekirjoitetaan. Näyttötutkinnot on pyrittävä järjestämään ensisijaisesti työmaalla normaalien asennus- ja huoltotöiden yhteydessä, jos tähän ei ole mahdollisuutta, tutkintosuoritukset on järjestettävä oppilaitoksen työsalissa. Myös tilanteessa, jossa koko suoritusta ei voida tehdä työmaalla, puuttuva osasuoritus on järjestettävä oppilaitoksen työsalissa.

Arvioijat perehdytetään tehtäviinsä antaen heille tutkintoaineisto ja yleisohjeet. Näyttötutkinnon työosio suunnitellaan ja määritetään samalla suoritukseen käytettävissä oleva aika. Varmistetaan, että työn edellyttämät materiaalit ja työkalut ovat oppilaan käytettävissä. Samoin varmistetaan, että kohteesta on tarvittavat piirustukset, työselostukset, kytkentäkaaviot ja pöytäkirjat.

Suorittaja perehdytetään näyttötutkintoon varmistaen samalla suorittajan ammattitaito lähtökartoituksen tai muun luotettavan tavan avulla. Samoin varmistetaan osioon mahdollisesti kuuluvat kortit tai etukäteissuoritukset (esim. sähköturvallisuustutkinto 3 tai ylempi). Osioon mahdollisesti kuuluva teoriakoe olisi hyvä suorittaa ensin. Teoriakoe voidaan suorittaa oppilaitoksessa tai työmaalla. Annetaan suorittajalle Alvarin näyttötutkinnon (LIITE 5) suorittajanosa B ja tarvittavat edellä mainitut dokumentit. Varmistetaan lopuksi vielä kysymällä, että epäselvää ei jää ja toivotetaan onnea tutkintosuoritukseen.

Näyttötutkinnon työsuorituksen arviointi tapahtuu kolmikantana, eli arvioijia on kolme. Nämä ovat työnantajan, työntekijän ja oppilaitoksen edustaja. Arvioinnin lähtökohtana on osaaminen. Arviointi perustuu mahdollisimman laajaan tutkinnosta kerättyyn aineistoon. Tästä aineistosta voidaan tehdä havaintoja suorittajalla olevista ammatillisista valmiuksista suhteessa tutkinnon perusteissa määriteltyihin tavoitteisiin. Osaamista arvioidaan vertaamalla suoritusta Alvarin aineistossa esitettyihin arvioinnin kohteisiin ja kriteereihin sekä tutkintosuorituksen tulkintaohjeisiin. Arviointiin sisältyy kaikki tutkinnon perusteissa määritellyt arvioinnin kohteet.

Työsuoritusten päätyttyä pidetään arviointikokous mahdollisimman pian. Kokoukseen osallistuvat oppilaitoksen, työnantajan ja työntekijän edustajat.

Kokoukseen tutkinnonsuorittaja täyttää suorittajan itse arvioinnin ja allekirjoittaa lomakkeen, joka huomioidaan arviointipöytäkirjaa tehdessä. Kokoukseen arvioijat täyttävät arviointilomakkeen työsuorituksesta. Kokouksessa tehdään arviointipöytäkirja, johon kirjataan tutkintoon liittyvät teoriakokeet ja työnäytöt hyväksytyt tai hylätyt merkinnöillä. Samoin mahdolliset korttikoulutukset ja lisäsuoritukset merkataan arviointipöytäkirjaan. Tämän pöytäkirjan perusteella esitetään tutkintoa hyväksyttäväksi tai hylättäväksi. Tutkintovastaava tekee esityksen tutkinnon osan vahvistamisesta tutkintotoimikunnalle. Lopullisen päätöksen arvioinnista tekee tutkintotoimikunta, joka myös vahvistaa tutkintosuorituksen. Arviointikokouksen päätös annetaan tiedoksi tutkinnonsuorittajalle.

Jos tutkintosuoritusta ei voida hyväksyä, arvioijat päättävät jatkotoimista. Tutkintosuoritus voidaan joko uusida tai se voidaan hyväksyä sitä täydentämällä.

Uusimisen voi aiheuttaa esim. joku seuraavista:

- Suoritus jää keskeneräiseksi suorittajan osaamattomuudesta johtuvista syistä, jolloin jotakin keskeisiä arviointikohteita ei voida arvioida
- Tutkintosuoritus joudutaan keskeyttämään (työturvallisuus)
- Tuotos voi olla valmis, mutta laatu ei täytä vaatimuksia

Tutkintosuoritusta voidaan usein täydentää, jos suoritus on muuten mennyt hyvin, mutta jokin keskeinen työtehtävä ei esiinny suorituksessa ja sen hallintaa ei voitu arvioida.

## **5 TULOKSET JA POHDINNAT**

### **5.1 Näyttötutkintojen tulokset**

**NÄYTTÖTUTKINTOJEN TULOKSET POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA**

## 5.2 Kehittämistoimenpiteitä

### **KEHITTÄMISTOIMENPITEITÄ POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA.**

Toivottavasti saavutan esipuheessa mainitsemani tavoitteen, eli opetus kehittyy ja tehostuu tällä insinööriyöllä.

## LÄHTEET

Aittomäki, Antero 2012. Kylmäteknikka. Porvoo: Bookwell Oy

Hakala, Pertti 2013. Kylmälaitoksen suunnittelu. Helsinki: Opetushallitus

Kaapola, Esko 2011. Kylmätekniiikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus

Kianta, Jani 2013. Kylmätekniiikan käsikirja. Tampere: Eräsalon kirjapaino Oy

Oppaat ja käsikirjat 2012. Näyttötutkinto-opas. Helsinki: Opetushallitus



OPETUSHALLITUS  
UTBILDNINGSTYRELSEN

Näyttötutkinnon perusteet

# KYLMÄASENTAJAN AMMATTITUTKINTO 2011

Määräys 21/011/2011

OPETUSHALLITUS  
UTBILDNINGSTYRELSEN



Määräykset ja ohjeet 2011:25

Määräykset ja ohjeet 2011:25

# KYLMÄASENTAJAN AMMATTITUTKINTO 2011



OPETUSHALLITUS  
UTBILDNINGSTYRELSEN

Määräykset ja ohjeet 2011:25

---

© Opetushallitus ja tekijät

Määräykset ja ohjeet 2011:25

ISBN 978-952-13-4827-3 (nid.)

ISBN 978-952-13-4828-0 (pdf)

ISSN-L 1798-887X

ISSN 1798-887X (painettu)

ISSN 1798-8888 (verkkajulkaisu)

Taitto: Edita Prima Oy/Timo Päivärinta/PSWFolders Oy

[www.oph.fi/julkaisut](http://www.oph.fi/julkaisut)

Kopijyvä Oy, Espoo 2011



MÄÄRÄYS

23.6.2011

21 /011/2011

Voimassaoloaika: 1.9.2011 alkaen toistaiseksi

Säännökset, joihin toimivalta määräyksen antamiseen  
perustuu:  
L 631/98, 13 § 2 mom

Kumoo Opetushallituksen määräyksen  
26.2.2003 nro 16/011/2003

Muuttaa Opetushallituksen määräystä

**KYLMÄASENTAJAN  
AMMATTITUTKINNON PERUSTEET**

Opetushallitus on päättänyt kylmäasentajan ammattitutkinnon perusteista, joita on noudatettava 1.9.2011 lukien toistaiseksi. Ennen tämän määräyksen voimaantuloa aloitetut tutkintosuoritukset voidaan saattaa loppuun perusteiden 26.2.2003 nro 16/011/2003 mukaisesti 31.8.2013 mennessä.

Tutkintotoimikunta ja tutkinnon järjestäjä eivät voi jättää noudattamatta tutkinnon perusteita tai poiketa niistä.

Järjestettäessä näyttötutkintoon valmistavaa koulutusta koulutuksen järjestäjä päättää koulutuksen sisällöstä ja järjestämisestä tutkinnon perusteiden mukaisesti. Koulutukseen osallistuvalla tulee osana koulutusta järjestää mahdollisuus suorittaa näyttötutkinto.

Pääjohtaja

Timo Lankinen

Yli-insinööri

Arto Pekkala

LIITE

Kylmäasentajan ammattitutkinto 2011

## SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>Näyttötutkinnot</b> .....	<b>7</b>
1.1	Näyttötutkintojen järjestäminen .....	7
1.2	Näyttötutkinnon suorittaminen .....	7
1.3	Näyttötutkinnon perusteet .....	7
1.4	Henkilökohtaistaminen näyttötutkinnossa .....	8
1.5	Ammattitaidon arviointi näyttötutkinnossa .....	8
1.6	Todistukset.....	9
1.7	Näyttötutkintoon valmistava koulutus.....	9
<b>2</b>	<b>Kylmäasentajan ammattitutkinnon muodostuminen</b> .....	<b>10</b>
2.1	Kylmäasentajan ammattitutkinnossa osoitettava osaaminen .....	10
2.2	Tutkinnon osat ja tutkinnon muodostuminen .....	10
<b>3</b>	<b>Kylmäasentajan ammattitutkinnossa vaadittava ammattitaito ja arvioinnin perusteet</b> .....	<b>12</b>
3.1	Kylmäaineiden käsittely .....	12
3.2	Kylmälaitoksen sähköasennus, -huolto ja -vikojen korjaus.....	13
3.3	Kovajuottaminen .....	14
3.4	Kaupan kylmälaitteiden asennus ja huolto .....	15
3.5	Ilmastoinnin jäähdytyslaitteiden ja suurien lämpöpumppujen asennus ja huolto .....	17
3.6	Liikkuvan kaluston kylmälaitteiden asennus ja huolto .....	21
3.7	Teollisten kylmälaitteiden asennus ja huolto .....	23
3.8	Hiilidioksidikylmälaitteiden asennus ja huolto .....	26

# 1. Näyttötutkinnot

## 1.1 Näyttötutkintojen järjestäminen

Opetushallituksen asettamat, työnantajien, työntekijöiden, opettajien ja tarvittaessa itsenäisten ammatinharjoittajien edustajista koostuvat tutkintotoimikunnat vastaavat näyttötutkintojen järjestämisestä ja valvonnasta sekä antavat tutkintotodistukset. Tutkintotoimikunnat tekevät sopimuksen näyttötutkintojen järjestämisestä koulutuksen järjestäjien ja tarvittaessa muiden yhteisöjen ja säätiöiden kanssa. Näyttötutkintoja ei saa järjestää ilman voimassa olevaa, tutkintotoimikunnan kanssa solmittua järjestämissopimusta.

## 1.2 Näyttötutkinnon suorittaminen

Näyttötutkinto suoritetaan osoittamalla hyväksytysti tutkinnon perusteissa vaadittu osaaminen tutkintotilaisuuksissa käytännön työssä ja toiminnassa. Jokainen tutkinnon osa on arvioitava erikseen. Arvioinnin tekevät työnantajien, työntekijöiden ja opetusalan edustajat yhdessä. Aloilla, joilla itsenäinen ammatinharjoittaminen on tyypillistä, myös tämä taho otetaan huomioon arvioijien valinnassa. Lopullisen päätöksen arvioinnista tekee tutkintotoimikunta. Tutkintotodistus voidaan antaa, kun kaikki tutkinnon suorittamiseksi määrätyt tutkinnon osat on suoritettu hyväksytysti.

## 1.3 Näyttötutkinnon perusteet

Tutkinnon perusteissa määritellään tutkintoon kuuluvat osat ja mahdollisesti niistä muodostuvat osaamisalat, tutkinnon muodostuminen, kussakin tutkinnon osassa vaadittava ammattitaito, arvioinnin perusteet (arvioinnin kohteet ja kriteerit) ja ammattitaidon osoittamistavat.

Tutkinnon osa muodostaa ammatin osa-alueen, joka voidaan erottaa luonnollisesta työprosessista itsenäiseksi arvioitavaksi kokonaisuudeksi. Tutkinnon osissa määritellyissä ammattitaitovaatimuksissa keskitytään ammatin ydintointoihin, toimintaprosessien hallintaan ja kyseessä olevan alan ammattikäytäntöihin. Niihin sisältyvät myös työelämässä yleisesti tarvittavat taidot, esimerkiksi sosiaaliset valmiudet.

Arvioinnin kohteet ja kriteerit on johdettu ammattitaitovaatimuksista. Arvioinnin kohteilla ilmaistaan ne osaamisen alueet, joihin arvioinnissa kiinnitetään erityistä huomiota. Kohteiden määrittäminen helpottaa myös ammattitaidon arviointia asianomaisesta työtoiminnasta. Arvioinnin tulee kattaa kaikki

tutkinnon perusteissa määritellyt arvioinnin kohteet. Arvioinnin kriteerit määrittelevät hyväksyttävän suorituksen laadullisen ja määrällisen tason. Ammattitaidon osoittamistavat sisältävät tutkinnon suorittamiseen liittyviä tarkentavia ohjeita. Ammattitaito osoitetaan pääsääntöisesti todellisissa työtehtävissä ja toimissa. Ammattitaidon osoittamistavat voivat sisältää mm. ohjeita siitä, kuinka tutkintosuoritusta voidaan tarvittaessa täydentää, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat kattavasti osoitetuiksi.

#### **1.4 Henkilökohtaistaminen näyttötutkinnossa**

Henkilökohtaistamisesta Opetushallitus on antanut erillisen määräyksen.

#### **1.5 Ammattitaidon arviointi näyttötutkinnossa**

Ammattitaidon arvioinnissa tulee perusteellisesti ja huolellisesti tarkastella sitä, miten tutkinnon suorittaja on osoittanut osaavansa sen, mitä tutkinnon perusteissa ko. tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksissa edellytetään. Arvioinnissa käytetään tutkinnon perusteissa määriteltyjä arviointikriteerejä. Arvioinnissa tulee käyttää monipuolisesti erilaisia ja ensisijaisesti laadullisia arviointimenetelmiä. Vain yhden menetelmän käytöllä ei välttämättä saada luotettavaa tulosta. Arvioinnissa otetaan huomioon ala- ja tutkintokohtaiset erityispiirteet tutkinnon perusteiden mukaisesti. Mikäli tutkinnon suorittajalla on luotettavia selvityksiä aikaisemmin osoitetusta osaamisesta, arvioijat arvioivat niiden vastaavuuden näyttötutkinnon perusteiden ammattitaitovaatimuksiin. Arvioijat ehdottavat dokumentin tutkintotoimikunnalle tunnustettavaksi osaksi näyttötutkinnon suoritusta. Lopullisen päätöksen aiemmin osoitetun ja luotettavasti selvitetyn osaamisen tunnustamisesta tekee tutkintotoimikunta.

Ammattitaidon arviointi on prosessi, jossa arviointiaineiston keräämisellä ja arvioinnin dokumentoinnilla on keskeinen merkitys. Työelämän sekä opettajien edustajat tekevät kolmikantaisesti huolellisen ja monipuolisen arvioinnin. Jokaisen tutkinnon suorittajan tulee selvästi saada tietoonsa arvioinnin perusteet. Tutkinnon suorittajalle on annettava mahdollisuus suoritustensa itsearviointiin. Näyttötutkinnon järjestäjä laatii arvioinnin kohteena olevan tutkinnon osan suorittamisesta arviointipöytäkirjan, jonka arvioijat allekirjoittavat. Tutkinnon suorittajalle tämän jälkeen annettava palaute on osa hyvää arviointiprosessia. Lopullisen päätöksen arvioinnista tekee tutkintotoimikunta.

#### **Arvioijat**

Tutkinnon suorittajan ammattitaitoa arvioivilla henkilöillä tulee olla hyvä ammattitaito ko. näyttötutkinnon alalta. Tutkintotoimikunta ja näyttötutkinnon järjestäjä sopivat arvioijista näyttötutkintojen järjestämissopimuksessa.

## **2. Kylmäasentajan ammattitutkinnon muodostuminen**

### **2.1 Kylmäasentajan ammattitutkinrossa osoitettava osaaminen**

Kylmäasentajan ammattitutkinnon suorittanut henkilö on oman osaamisalansa kokenut kylmäasennuksen ja huollon ammattilainen. Hän pystyy asentamaan ja huoltamaan kaikki oman alansa kylmälaitteet ja -laitokset koosta riippumatta. Hän työskentelee itsenäisesti muuttuvissa toimintaympäristöissä niin uudis- kuin saneerauskohteissa. Tarvittaessa hän käyttää ammattitaitoaan perehdyttääkseen kokemattomampia kylmäasentajia eri työtehtäviin. Hän huolehtii kylmäasennustyön turvallisuudesta toteutuksesta. Hänellä on edellytykset pitää ammattitaitoaan korkeana seuraamalla kylmäalalla tapahtuvaa kehitystä.

Kylmäalalle tulevalle uudelle henkilölle tai vähän työkokemusta omaavalle kylmäasentajalle oikea tutkinto on talotekniikan perustutkinnon kylmäasennuksen osaamisala. Kylmäestarin erikoisammattitutkinto on tarkoitettu kylmäalan toimihenkilöitä tekeville. Sen suoritettuaan voi toimia kylmälaitteiden suunnittelu-, projektihoito- ja myyntitöissä.

Lainsäädännön mukaisen asentajapätevyyden vähintään 3 kiloa kylmäainetta sisältävien laitteiden asennus- ja huoltotöihin voi hakea suoritettuaan tutkinnon osan 1 sekä jonkun osista 4–8. Tällaisen kylmäprosessiin, -aineisiin ja -asennukseen liittyvän osatutkinnon suorittaminen ei ole osoitus kylmäasentajan ammattipätevyydestä toimia kaikissa työtehtävissä. Sen osoittamiseksi on suoritettava koko kylmäasentajan ammattitutkinto. Koko tutkinnon suorittanut voi myös hakea lainsäädännön mukaista yli kolmen kilon vastuuhenkilöpätevyyttä riittävän työkokemuksen hankittuaan.

### **2.2 Tutkinnon osat ja tutkinnon muodostuminen**

Tutkinto muodostuu kolmesta pakollisesta tutkinnon osasta ja viidestä osaamisalan tutkinnon osasta. Koko tutkinnon suorittaminen edellyttää kolmen pakollisen osan ja vähintään yhden osaamisalan tutkinnon osan suorittamista.

Tutkinnon osaamisalat ovat

- Kaupan kylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala
- Ilmastoinnin jäähdytyslaitteiden ja suurien lämpöpumppujen asentamisen ja huoltamisen osaamisala

- Liikkuvan kaluston kylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala
- Teollisten kylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala
- Hiilidioksidikylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala.

KYLMAASENTAJAN AMMATTITUTKINTO				
Pakolliset osat				
3.1	Kylmäaineiden käsittely			
3.2	Kylmälaitoksen sähköasennus, -huolto ja -vikojen korjaus			
3.3	Kovajuottaminen			
Osaamisalan tutkinnon osat, valittava yksi				
Kaupun kylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala	Ilmastoinnin jäähdytyslaitteiden ja suurien lämpöpumppujen asentamisen ja huoltamisen osaamisala	Liikkuvan kaluston kylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala	Teollisten kylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala	Hiilidioksidikylmälaitteiden asentamisen ja huoltamisen osaamisala
3.4 Kaupun kylmälaitteiden asennus ja huolto	3.5 Ilmastoinnin jäähdytyslaitteiden ja suurien lämpöpumppujen asennus ja huolto	3.6 Liikkuvan kaluston kylmälaitteiden asennus ja huolto	3.7 Teollisten kylmälaitteiden asennus ja huolto	3.8 Hiilidioksidikylmälaitoksen asennus ja huolto

### 3. Kylmäasentajan ammattitutkinnossa vaadittava ammattitaito ja arvioinnin perusteet

#### 3.1 Kylmäaineiden käsittely

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa käsitellä kylmäaineita ja kylmäkoneöljyjä.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kylmätekniiikan hyödyntäminen työssä	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>hyödyntää työssään kylmätekniikkaan liittyvää termodynamiikkaa ja kylmäprosessiosaamista.</li></ul>
Kylmäaineosaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>käsittelee CFC-, HCFC- ja HFC-kylmäaineita oikein ja turvallisesti</li><li>neuvoo asiakkaita kylmäaineiden ominaisuuksista ja käyttöturvallisuudesta</li><li>antaa tarvittaessa ensiapua kylmäainetapaturmissa ja on suorittanut vähintään hätäensiapukoulutuksen.</li></ul>
Kylmäkoneöljyosaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>käsittelee kylmäkoneöljyjä oikein ja turvallisesti.</li></ul>
Lainsäädäntöosaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>työskentelee kotimaisen ja EU:n kylmäainelainsäädännön mukaisesti</li><li>työskentelee painelaitelainsäädännön mukaisesti.</li></ul>
Ympäristöosaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>selittää asiakkaalle kylmäaineiden ympäristövaikutukset, kuten ODP- ja GWP-arvot</li><li>selittää asiakkaalle kylmälaitteiden välilliset ympäristövaikutukset.</li></ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan todellisessa työympäristössä.

Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppujen huoltotoimintaa tekevän henkilöstön pätevyyttä koskevan lainsäädännön (pätevyysluokka 1) mukaisista sisällöistä on osoitettava

- termodynamiikan perusteet
- kylmäaineiden ympäristövaikutus ja vastaavat ympäristösäännökset
- järjestelmän ja kylmäaineen ympäristöystävällinen käsittely asennuksen, kunnossapidon, huollon tai talteenoton aikana.

Tutkintosuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearvioinnin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.

### 3.2 Kylmälaitoksen sähköasennus, -huolto ja -vikojen korjaus

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa asentaa ja vaihtaa kylmälaitoksen sähköiset komponentit.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kylmälaitoksen sähköasennus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>• hyödyntää työssään sähkötekniikan teoriaa</li><li>• valitsee ja asentaa johtimet ja tekee sähkökytkennät itsenäisesti sähkökaavioiden ja määräysten mukaisesti.</li></ul>
Sähkö- ja sähkötyöturvallisuus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>• on suorittanut SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen</li><li>• työskentelee sähköalan säännösten ja määräysten mukaisesti</li><li>• on suorittanut sähköturvallisuustutkinto 3:n.</li></ul>
Sähköisen kylmäkomponentin vaihtaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>• tekee sähköjärjestelmän jännitteettömäksi ennen komponentin vaihtoa</li><li>• vaihtaa viollisen sähkökomponentin uuteen turvallisesti.</li></ul>
Käyttöönottotarkastuksen tekeminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>• tekee ja dokumentoi sähköasennuksen jälkeisen käyttöönottotarkastuksen itsenäisesti (suojajohtimen jatkuvuuden mittaamisen, eristysresistanssin ja oikosulkuvirran mittaamisen, vikavirtasuojan testaamisen, aistinvaraisen tarkastuksen ja toimintakokeen).</li></ul>

Tutkinnon suorittaja osaa tehdä kylälaitoksen määräaikaishuollon sähköiset tarkastukset.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kylälaitoksen sähköinen määräaikaishuolto	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tekee määräaikaishuoltoon liittyvät sähköiset mittaukset ja testaukset ohjeiden mukaisesti.</li> </ul>
Tutkinnon suorittaja osaa paikantaa ja korjata kylälaitoksen sähköiset viat.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kylälaitoksen sähköisen vian paikantaminen ja korjaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>mittaa kylälaitoksen sähköjärjestelmästä vianetsinnässä tarvittavia sähköisiä suureita</li> <li>paikantaa sähköisen vian kylälaitoksessa ja korjaa sen itsenäisesti.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan todellisessa työympäristössä.

Tutkintosuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearvioinnin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.

### 3.3 Kovajuottaminen

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa tehdä putkiliitoksia kovajuottamalla.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kovajuottaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>kovajuottaa hyvän konepajakäytännön mukaiset kylmäaineputkistot</li> <li>kovajuottaa standardien ja työohjeen mukaisesti suuret luokan 1 painelaitteiksi määritellyt kylmäaineputkistot</li> <li>on suorittanut hyväksytysti kovajuotospätevyyskokeen.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan todellisessa työympäristössä.

Tutkintosuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearvioinnin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.

### 3.4 Kaupan kylmälaitteiden asennus ja huolto

Ammattitaitovaatimukset	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa asentaa yli 3 kiloa kylmäainetta sisältävät kaupan kylmälaitteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kylmäjärjestelmän asentaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään kohteesta laadittuja piirustuksia ja kaavioita sekä muita ohjeita ja määräyksiä</li> <li>• asentaa kaupan kylmäjärjestelmän tai sen osan valmiista yksiköistä itsenäisesti</li> <li>• asentaa kavajuttamalla kylmäaineputkiston ja -komponentit huomioiden kylmäaineen jakamisen ja öljyn kulun putkistossa</li> <li>• eristää ja kannakoi putkiston ohjeiden mukaisesti.</li> </ul>
Testaus, tyhjiöiminen sekä kylmäaine- ja öljytäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee painekokeen annettujen ohjeiden mukaisesti</li> <li>• tekee tiiveyskokeen vähintään yhdellä menetelmällä</li> <li>• tyhjiöi kylmäaineputkiston määritellyn loppupaineeseen</li> <li>• tekee kylmäainetäytöksen oikein</li> <li>• lisää tarvittaessa kylmäkoneöljyä järjestelmään</li> <li>• dokumentoi tekemänsä toimenpiteet SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa säätää kaupan kylmäjärjestelmän toimintakuntoon.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Säätäminen ja koekäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• testaa ja säätää komponentit, kuten painekytkimet, säätimet ja paisuntaventtiilit, annettuihin säätöarvoihin ja arvioi laitoksen toimintaa niiden perusteella niin uusasennuksessa kuin huollossakin</li> <li>• täyttää käyttöönottopöytäkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
Elektronisen ohjaus- ja valvontajärjestelmän säätöparametrien asettaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ottaa etäyhteyden johonkin etävalvonnassa olevaan kylmälaitokseen ja päättää tehtävistä toimenpiteistä</li> <li>• tekee sekä etäyhteyden välityksellä että paikan päällä säätöparametrien asetteluja</li> <li>• testaa hälytysjärjestelmien toiminnan</li> <li>• säätää kompressorien tai puhaltimien moottoreiden kierrosnopeussäätimet toimimaan kylmälaitoksen säädön kannalta oikein.</li> </ul>
Välillisten järjestelmien säätäminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa välillisen lauhdepiirin säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa</li> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa kylmäliuoksen säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa huoltaa ja korjata yli 3 kiloa kylmäainetta sisältävät kaupan kylmälaitteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kaupun kylmälaitteiden huoltaminen ja korjaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee lakisääteisen vuototarkastuksen kylmälaitteelle suositusten mukaisesti</li> <li>• tekee ja dokumentoi itsenäisesti kylmälaitoksen määräaikaishuollon laitteen huolto-ohjelman mukaisesti (myös sähköiset mittaukset)</li> <li>• paikantaa kylmäteknisen vian ja korjaa sen itsenäisesti esimerkiksi viallisen komponentin vaihtamalla (ei sähköasennusta)</li> <li>• täyttää huoltopäiväkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti</li> <li>• kertoo asiakkaalle säädön ja määräaikaishuollon merkityksen laitteen käyttöön, energiankulutuksen ja ympäristönsuojelun kannalta.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa työssään ottaa huomioon valtioneuvoston säätämän rakennustöiden turvallisuusasetuksen ja työmaan käytänteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työmaalla toimiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään työn tekemiseen liittyviä asiakirjoja, kuten työselityksiä ja urakkarajalitteitä</li> <li>• lajittelee jätteet työmaalla vallitsevan käytännön mukaisesti</li> <li>• toimii asiakaslähtöisesti ja yhteistyökykyisesti erilaisissa vuorovaikutustilanteissa</li> <li>• antaa kylmälaitteen käytönopastuksen asiakkaalle suomen tai ruotsin kielellä.</li> </ul>
Turvallinen työskentely työmaalla	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee työnsä työsuojelumääräysten ja ohjeiden mukaisesti</li> <li>• työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti käyttäen asianmukaisia suojaimia</li> <li>• painottaa kaikessa toiminnassaan työturvallisuuden merkitystä ja työsuojeluohjeiden noudattamista</li> <li>• on suorittanut tulityökortin, työturvallisuuskortin, SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja vähintään hätäensiapukoulutuksen.</li> </ul>
Vaarojen tunnistaminen, riskien arviointi ja vaarojen poistaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tunnistaa kattavasti ja yksilöiden työhön, työympäristöön ja työoloihin liittyvät vaaratekijät</li> <li>• tekee työhönsä liittyvää jatkuvaa riskien arviointia</li> <li>• tekee toimenpiteet havaitsemiensa riskien poistamiseksi, pienentämiseksi tai ilmoittamiseksi työnjohtolle.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan yli kolme kiloa kylmäainetta sisältävän kylmälaitoksen asennus-, saneeraus-, huolto- tai korjaustyössä. Työssä tulee olla kylmäkomponenttien asennusta, pysyvien liitosten tekemistä ja koko kylmälaitoksen säätöä toimintakuntoon siinä määrin, että tutkinnon perusteiden mukainen osaaminen voidaan arvioida. Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppujen huoltotoimintaa tekevän henkilöstön pätevyyttä koskevan lainsäädännön (pätevyysluokka 1) mukaisista sisällöistä on osoitettava

- tarkastukset, jotka tehdään ennen käyttöönottoa, pitkän käyttämättä olemisen jälkeen, kunnossapidon tai korjauksen jälkeen tai käytön aikana
- vuotojen tarkastaminen
- putkitus: tiiviin putkituksen asentaminen jäähdytysjärjestelmään
- komponentti: yksi- ja kaksiportaisen mäntä-, ruuvi- ja kierukkakompressorien, ilma- ja vesijäähdytteisten lauhduttimien ja höyrystimien, termostaattisten paisuntaventtiilien ja muiden komponenttien asennus, käyttöönotto ja kunnossapito.

Tutkintosuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearvioinnin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.

### 3.5 Ilmastoinnin jäähdytyslaitteiden ja suurien lämpöpumppujen asennus ja huolto

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa asentaa yli 3 kiloa kylmäainetta sisältävät ilmastoinnin jäähdytyslaitteet ja lämpöpumput.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Ilmastoinnin jäähdytysjärjestelmän tai suuren lämpöpumpun asentaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>• käyttää työssään kohteesta laadittuja piirustuksia ja kaavioita sekä muita ohjeita ja määräyksiä</li><li>• asentaa ilmastoinnin jäähdytyksessä ja lämpöpumppusovelluksissa käytetyt laitteet itsenäisesti</li><li>• asentaa kovajuottamalla kylmäaineputkiston ja -komponentit huomioiden kylmäaineen jakamisen ja öljyn kulun putkistossa</li><li>• eristää ja kannakoi putkiston ohjeiden mukaisesti.</li></ul>

Testaus, tyhjiöiminen sekä kylmäainetäyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee painekokeen annettujen ohjeiden mukaisesti</li> <li>• tekee tiiveyskokeen vähintään yhdellä menetelmällä</li> <li>• tyhjiöi kylmäaineputkiston määriteltyn loppupaineeseen</li> <li>• tekee kylmäainetäytöksen oikein</li> <li>• dokumentoi tekemänsä toimenpiteet SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa säätää ilmastonin jäähdytyslaitteet ja suuret lämpöpumput toimintakuntoon.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Säätäminen ja koekäyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• testaa ja säätää komponentit, kuten painekytkimet, säätimet ja paisuntaventtiilit, annettuihin säätöarvoihin ja arvioi laitoksen toimintaa niiden perusteella niin uusasennuksessa kuin huollossakin</li> <li>• täyttää käyttöönottopöytäkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
Elektronisen ohjous- ja valvontajärjestelmän säätöparametrien asettaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee paikan päällä säätöparametrien asetteluja</li> <li>• testaa hälytysjärjestelmien toiminnan</li> <li>• säätää kompressorien tai puhaltimien moottoreiden kierrosnopeussäätimet toimimaan laitoksen säädön kannalta oikein.</li> </ul>
Välillisten järjestelmien säätäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa välillisen lauhdepiirin säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa</li> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa kylmäliuoksen säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa</li> <li>• selostaa ja tarvittaessa testaa vapaajäähdytyksen toiminnan.</li> </ul>
Ilman käsitteleminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• säätää ilmastonin jäähdytyslaitteet siten, että saavutetaan haluttu lämpötila ja ilmankosteus.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa huoltaa ja korjata yli 3 kiloa kylmäainetta sisältävät ilmastoinnin jäähdytyslaitteet ja lämpöpumput.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Ilmastoinnin jäähdytyslaitteiden tai suurten lämpöpumppujen huoltaminen ja korjaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee lakisääteisen vuototarkastuksen ilmastoinnin jäähdytyslaitteelle tai suurelle lämpöpumpulle suositusten mukaisesti</li> <li>• tekee itsenäisesti kylmälaitoksen määräaikaishuollon laitteen huolto-ohjelman mukaisesti (myös sähköiset mittaukset)</li> <li>• paikantaa kylmätekniikan vian ja korjaa sen itsenäisesti esimerkiksi viallisen komponentin vaihtamalla (ei sähköasennusta)</li> <li>• täyttää huoltopäiväkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti</li> <li>• tekee ja dokumentoi lainsäädännön mukaisen ilmastoinnin jäähdytyslaitteiden energiatehokkuustarkastuksen</li> <li>• kertoo asiakkaalle säädön ja määräaikaishuollon merkityksen laitteen käyttöön, energiankulutuksen ja ympäristönsuojelun kannalta.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa työssään ottaa huomioon valtioneuvoston säätämän rakennustöiden turvallisuusasetuksen ja työmaan käytänteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työmaalla toimiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään työn tekemiseen liittyviä asiakirjoja, kuten työselityksiä ja urakkarajaliitteitä</li> <li>• lajittelee jätteet työmaalla vallitsevan käytännön mukaisesti</li> <li>• toimii asiakaslähtöisesti ja yhteistyökykyisesti erilaisissa vuorovaikutustilanteissa</li> <li>• antaa ilmastoinnin jäähdytyslaitteen tai suuren lämpöpumpun käytönopastuksen asiakkaalle suomen tai ruotsin kielellä.</li> </ul>
Turvallinen työskentely työmaalla	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee työnsä työsuojelumääräysten ja ohjeiden mukaisesti</li> <li>• työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti käyttäen asianmukaisia suojaimia</li> <li>• painottaa kaikessa toiminnassaan työturvallisuuden merkitystä ja työsuojeluohjeiden noudattamista</li> <li>• on suorittanut tulityökortin, työturvallisuuskortin, SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja vähintään hätäensiapukoulutuksen.</li> </ul>
Vaarojen tunnistaminen, riskien arviointi ja vaarojen poistaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tunnistaa kattavasti ja yksilöiden työhön, työympäristöön ja työoloihin liittyvät vaaratekijät</li> <li>• tekee työhönsä liittyvää jatkuvaa riskien arviointia</li> <li>• tekee toimenpiteet havaitsemiensa riskien poistamiseksi, pienentämiseksi tai ilmoittamiseksi työnjohdolle.</li> </ul>

### **Ammattitaidon osoittamistavat**

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan yli kolme kiloa kylmäainetta sisältävän kylmälaitoksen asennus-, saneeraus-, huolto- tai korjaustyössä. Työssä tulee olla kylmäkomponenttien asennusta, pysyvien liitosten tekemistä ja koko kylmälaitoksen säätöä toimintakuntoon siinä määrin, että tutkinnon perusteiden mukainen osaaminen voidaan arvioida.

Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppujen huoltotoimintaa tekevän henkilöstön pätevyyttä koskevan lainsäädännön (pätevyysluokka 1) mukaisista sisällöistä on osoitettava

- tarkastukset, jotka tehdään ennen käyttöönottoa, pitkän käyttämättä olemisen jälkeen, kunnossapidon tai korjauksen jälkeen tai käytön aikana
- vuotojen tarkastaminen
- putkitus: tiiviin putkituksen asentaminen jäähdytysjärjestelmään
- komponentti: yksi- ja kaksiportaisen mäntä-, ruuvi- ja kierukkakompressorien, ilma- ja vesijäähdytteisten lauhduttimien ja höyrystimien, termostaattisten paisuntaventtiilien ja muiden komponenttien asennus, käyttöönotto ja kunnossapito.

Tutkintosuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearvioinnin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.

### 3.6 Liikkuvan kaluston kylmälaitteiden asennus ja huolto

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa asentaa yli 3 kiloa kylmäainetta sisältävän liikkuvan kaluston kylmälaitteen.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Kylmäjärjestelmän asentaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään kohteesta laadittuja piirustuksia ja kaavioita sekä muita ohjeita ja määräyksiä</li> <li>• asentaa vähintään kahdesta kylmäainepiirin osakokoonpanosta muodostuvan liikkuvan kaluston kylmä- tai ilmastointilaitteen itsenäisesti</li> <li>• asentaa kovajuottamalla kylmäaineputkiston ja -komponentit huomioiden kylmäaineen jakamisen ja öljyn kulun putkistossa</li> <li>• eristää ja kannakoi putkiston ohjeiden mukaisesti.</li> </ul>
Liikkuvan kaluston kylmälaitteiden voimanlähteiden käyttöönotto ja huolto	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioi poltto- ja sähkömoottoreiden, generaattoreiden sekä voimansiirtolaitteiden vaikutuksen kylmäjärjestelmään.</li> </ul>
Liikkuvan kaluston lämmitysjärjestelmien huoltaminen ja korjaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huoltaa ja korjaa kylmäjärjestelmään liittyvät lämmitysjärjestelmät.</li> </ul>
Testaus, tyhjiöiminen sekä kylmäainetäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee painekokeen annettujen ohjeiden mukaisesti</li> <li>• tekee tiiveyskokeen vähintään yhdellä menetelmällä</li> <li>• tyhjiöi kylmäaineputkiston määriteltyyn loppupaineeseen</li> <li>• tekee kylmäainetäytöksen oikein</li> <li>• dokumentoi tekemänsä toimenpiteet SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
Tutkinnon suorittaja osaa säätää liikkuvan kaluston kylmälaitteet toimintakuntoon.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Säätäminen ja koekäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• testaa ja säätää komponentit, kuten painekeytkimet, säätimet ja paisuntaventtiilit, annettuihin säätöarvoihin ja arvioi laitoksen toimintaa niiden perusteella niin uusasennuksessa kuin huollossakin</li> <li>• täyttää käyttöönottopöytäkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti</li> <li>• kertoo asiakkaalle säädön ja määräaikaishuollon merkityksen laitteen käyttöön, energiankulutuksen ja ympäristönsuojelun kannalta.</li> </ul>
Elektronisen ohjaussäätimen säätäminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa säätöparametrit kylmälaitoksen parhaan toiminnan takaamiseksi.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa huoltaa ja korjata yli 3 kiloa kylmäainetta sisältävät liikkuvan kaluston kylmälaitteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Liikkuvan kaluston kylmälaitteiden huoltaminen ja korjaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee vuototarkastuksen kylmälaitteelle suositusten mukaisesti</li> <li>• tekee ja dokumentoi itsenäisesti kylmälaitoksen määräaikaishuollon laitteen huolto-ohjelman mukaisesti (myös sähköiset mittaukset)</li> <li>• paikantaa kylmäteknisen vian ja korjaa sen itsenäisesti esimerkiksi viallisen komponentin vaihtamalla (ei sähköasennusta)</li> <li>• kertoo asiakkaalle säädön ja määräaikaishuollon merkityksen laitteen käyttöön, energiankulutuksen ja ympäristönsuojelun kannalta.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa työssään ottaa huomioon työturvallisuuslainsäädännön ja työpaikan käytänteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työpaikalla toimiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään työn tekemiseen liittyviä asiakirjoja, kuten putkikaavioita ja muita suunnitelmia</li> <li>• lajittelee jätteet työpaikalla vallitsevan käytännön mukaisesti</li> <li>• toimii asiakaslähtöisesti ja yhteistyökykyisesti erilaisissa vuorovaikutustilanteissa</li> <li>• antaa liikkuvan kaluston kylmälaitteiden käytönopastuksen asiakkaalle suomen tai ruotsin kielellä.</li> </ul>
Turvallinen työskentely työpaikalla	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee työnsä työsuojelumääräysten ja ohjeiden mukaisesti</li> <li>• työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti käyttäen asianmukaisia suojaimia</li> <li>• painottaa kaikessa toiminnassaan työturvallisuuden merkitystä ja työsuojeluohjeiden noudattamista</li> <li>• on suorittanut tulityökortin, työturvallisuuskortin, SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja vähintään hätäensiapukoulutuksen.</li> </ul>
Vaarojen tunnistaminen, riskien arviointi ja vaarojen poistaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tunnistaa kattavasti ja yksilöiden työhön, työympäristöön ja työoloihin liittyvät vaaratekijät</li> <li>• tekee työhönsä liittyvää jatkuvaa riskien arviointia</li> <li>• tekee toimenpiteet havaitsemiensa riskien poistamiseksi, pienentämiseksi tai ilmoittamiseksi työnjohtolle.</li> </ul>

### **Ammattitaidon osoittamistavat**

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan yli kolme

kiloa kylmäainetta sisältävän kylmlaitoksen asennus-, saneeraus-, huolto- tai korjaustyössä. Työssä tulee olla kylmäkomponenttien asennusta, pysyvien liitosten tekemistä ja koko kylmlaitoksen säätöä toimintakuntoon siinä määrin, että tutkinnon perusteiden mukainen osaaminen voidaan arvioida.

Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppujen huoltotoimintaa tekevän henkilöstön pätevyyttä koskevan lainsäädännön (pätevyysluokka 1) mukaisista sisällöistä on osoitettava

- tarkastukset, jotka tehdään ennen käyttöönottoa, pitkän käyttämättä olemisen jälkeen, kunnossapidon tai korjauksen jälkeen tai käytön aikana
- vuotojen tarkastaminen
- putkitus: tiiviin putkituksen asentaminen jäähdytysjärjestelmään
- komponentti: yksi- ja kaksiportaisen mäntä-, ruuvi- ja kierukkakompressorien, ilma- ja vesijäähdytteisten lauhduttimien ja höyrystimien, termostaattisten paisuntaventtiilien ja muiden komponenttien asennus, käyttöönotto ja kunnossapito.

Tutkintosuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearvioinnin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.

### 3.7 Teollisten kylmlaitteiden asennus ja huolto

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa asentaa teolliset kylmlaitteet.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Teollisen ammoniakikylmäjärjestelmän asentaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään kohteesta laadittuja piirustuksia ja kaavioita sekä muita ohjeita ja määräyksiä</li> <li>• asentaa itsenäisesti asennusryhmässä teollisen kylmlaitoksen osan</li> <li>• valmistelee putkiasat hitsaajalle ohjeiden mukaisesti</li> <li>• asentaa kylmäaineputkiston huomioiden kylmäaineen jakamisen ja öljyn kulun putkistossa (ei hitsausta)</li> <li>• kannakoi putkiston ohjeiden mukaisesti.</li> </ul>
HFC-kylmäjärjestelmän asentaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asentaa yli 3 kiloa kylmäainetta sisältäviä HFC-kylmlaitteita ja komponentteja itsenäisesti</li> <li>• asentaa kovuuttamalla kylmäaineputkiston huomioiden kylmäaineen jakamisen ja öljyn kulun putkistossa.</li> </ul>

Testaus, tyhjiöiminen sekä kylmäaine- ja öljytäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee painekokeen annettujen ohjeiden mukaisesti</li> <li>• tekee tiiveyskokeen vähintään yhdellä menetelmällä</li> <li>• tyhjiöi kylmäaineputkiston määriteltyyn loppupaineeseen</li> <li>• tekee kylmäainetäytöksen oikein</li> <li>• lisää tarvittaessa kylmäkoneöljyä järjestelmään</li> <li>• dokumentoi tekemänsä toimenpiteet SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa säätää teollisen kylmäjärjestelmän säätölaitteita.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Säätäminen ja koekäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• testaa ja säätää komponentit, kuten painekytkimet, säätimet ja paisuntaventtiilit, annettuihin säätöarvoihin ja arvioi laitoksen toimintaa niiden perusteella niin uusasennuksessa kuin huollossakin</li> <li>• täyttää käyttöönottopöytäkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
Elektronisen ohjaus- ja valvontajärjestelmän säätöparametrien asettaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ottaa etäyhteyden johonkin etävalvonnassa olevaan kylmälaitokseen ja päättää tehtävistä toimenpiteistä</li> <li>• tekee sekä etäyhteyden välityksellä että paikan päällä säätöparametrien asetteluja</li> <li>• testaa hälytysjärjestelmien toiminnan</li> <li>• säätää kompressorien, pumppujen tai puhaltimien moottoreiden kierrosnopeussäätimet.</li> </ul>
Välillisten järjestelmien säätäminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa välillisen lauhdepiirin säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa</li> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa kylmäliuoksen säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa huoltaa ja korjata teolliset kylmälaitteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Teollisten ammoniakikylmälaitteiden huoltaminen ja korjaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee itsenäisesti kylmälaitoksen määräaikaishuollon laitteen huolto-ohjelman mukaisesti (myös sähköiset mittaukset)</li> <li>• paikantaa kylmäteknisen vian ja korjaa sen itsenäisesti esimerkiksi viallisen komponentin vaihtamalla (ei sähköasennusta)</li> <li>• kertoo asiakkaalle säädön ja määräaikaishuollon merkityksen laitteen käyttöä, energiankulutuksen ja ympäristönsuojelun kannalta.</li> </ul>

HFC-kylmäjärjestelmän huoltaminen ja korjaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• huoltaa ja korjaa yli 3 kiloa kylmäainetta sisältäviä HFC-kylmälaitteita ja vaihtaa niiden kylmätekniisiä komponentteja itsenäisesti</li> <li>• tekee siistejä ja vuotamattomia putkiliitoksia kovajuottamalla.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa työssään ottaa huomioon valtioneuvoston säätämän rakennustöiden turvallisuusasetuksen ja työmaan käytänteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työmaalla toimiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään työn tekemiseen liittyviä asiakirjoja, kuten työselityksiä ja urakkarajaliitteitä</li> <li>• lajittelee jätteet työmaalla vallitsevan käytännön mukaisesti</li> <li>• toimii asiakaslähtöisesti ja yhteistyökykyisesti erilaisissa vuorovaikutustilanteissa</li> <li>• antaa kylmälaitteen käytönopastuksen asiakkaalle suomen tai ruotsin kielellä.</li> </ul>
Turvallinen työskentely työmaalla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee työnsä työsuojelumääräysten ja ohjeiden mukaisesti</li> <li>• työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti käyttäen asianmukaisia suojaimia</li> <li>• painottaa kaikessa toiminnassaan työturvallisuuden merkitystä ja työsuojeluohjeiden noudattamista</li> <li>• on suorittanut tulityökortin, työturvallisuuskortin, SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja vähintään hätäensiapukoulutuksen.</li> </ul>
Vaarojen tunnistaminen, riskien arviointi ja vaarojen poistaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tunnistaa kattavasti ja yksilöiden työhön, työympäristöön ja työoloihin liittyvät vaaratekijät</li> <li>• tekee työhönsä liittyvää jatkuvaa riskien arviointia</li> <li>• tekee toimenpiteet havaitsemiensa riskien poistamiseksi, pienentämiseksi tai ilmoittamiseksi työnjohtajalle.</li> </ul>
Turvallinen työskentely ammoniakkin kanssa	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioi työssään ammoniakkin vaarallisena kemikaalina.</li> </ul>

### **Ammattitaidon osoittamistavat**

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan yli kolme kiloa kylmäainetta sisältävän kylmälaitoksen asennus-, saneeraus-, huolto- tai korjaustyössä. Työssä tulee olla kylmäkomponenttien asennusta, pysyvien liitosten tekemistä ja koko kylmälaitoksen säätöä toimintakuntoon siinä määrin, että tutkinnon perusteiden mukainen osaaminen voidaan arvioida.

Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppujen huoltotoimintaa tekevän henkilöstön pätevyyttä koskevan lainsäädännön (pätevyysluokka 1) mukaisista sisällöistä on osoitettava

- tarkastukset, jotka tehdään ennen käyttöönottoa, pitkän käyttämättä olemisen jälkeen, kunnossapidon tai korjauksen jälkeen tai käytön aikana
- vuotojen tarkastaminen
- putkitus: tiiviin putkituksen asentaminen jäähdytysjärjestelmään
- komponentti: yksi- ja kaksiportaisen mäntä-, ruuvi- ja kierukkakompressorien, ilma- ja vesijäähdytteisten lauhduttimien ja höyrystimien, termostaattisten paisuntaventtiilien ja muiden komponenttien asennus, käyttöönotto ja kunnossapito.

Tutkintasuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearviointin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.

### 3.8 Hiilidioksidikylmälaitteiden asennus ja huolto

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa asentaa CO <sub>2</sub> -kylmälaitteet.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Hiilidioksidikylmäjärjestelmän asentaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään kohteesta laadittuja piirustuksia ja kaavioita sekä muita ohjeita ja määräyksiä</li> <li>• asentaa hiilidioksidikylmäjärjestelmän tai sen osan valmiista yksiköistä itsenäisesti</li> <li>• asentaa juottamalla tai avattavilla liitoksilla kylmäaineputkiston huomioiden kylmäaineen jakamisen ja öljyn kulun putkistossa</li> <li>• valmistelee putkiosat hitsaajalle ohjeiden mukaisesti</li> <li>• eristää ja kannakoi putkiston ohjeiden mukaisesti.</li> </ul>
HFC-kylmäjärjestelmän asentaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asentaa yli 3 kiloa kylmäainetta sisältäviä HFC-kylmälaitteita ja komponentteja itsenäisesti</li> <li>• asentaa kovajuottamalla kylmäaineputkiston huomioiden kylmäaineen jakamisen ja öljyn kulun putkistossa.</li> </ul>

Testaus, tyhjiöiminen sekä kylmäaine- ja öljytäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee painekokeen annettujen ohjeiden mukaisesti</li> <li>• tekee tiiveyskokeen vähintään yhdellä menetelmällä</li> <li>• tyhjiöi kylmäaineputkiston määriteltyyn loppupaineeseen</li> <li>• tekee kylmäainetäytöksen oikein</li> <li>• lisää tarvittaessa kylmäkoneöljyä järjestelmään</li> <li>• dokumentoi tekemänsä toimenpiteet SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa säätää CO<sub>2</sub>-kylmäjärjestelmän toimintakuntoon.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Säätäminen ja koekäyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• testaa ja säätää komponentit, kuten painekytkimet, säätimet ja paisuntaventtiilit, annettuihin säätöarvoihin ja arvioi laitoksen toimintaa niiden perusteella niin uusasennuksessa kuin huollossakin</li> <li>• täyttää käyttöönottopöytäkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti.</li> </ul>
Elektronisen ohjous- ja valvontajärjestelmän säätöparametrien asettaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ottaa etäyhteyden johonkin etävalvonnassa olevaan kylmälaitokseen ja päättää tehtävistä toimenpiteistä</li> <li>• tekee sekä etäyhteyden välityksellä että paikan päällä säätöparametrien asetteluja</li> <li>• testaa hälytysjärjestelmien toiminnan</li> <li>• säätää kompressorien tai puhaltimien moottoreiden kierrosnopeussäätimet toimimaan kylmälaitoksen säädön kannalta oikein.</li> </ul>
Välillisten järjestelmien säätäminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa välillisen lauhdepiirin säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa</li> <li>• mittaa ja huomioi tarvittaessa kylmäliuoksen säätöarvot kylmälaitoksen toiminnassa.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa huoltaa ja korjata CO<sub>2</sub>-kylmälaitteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
CO <sub>2</sub> -kylmälaitteiden huoltaminen ja korjaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee vuototarkastuksen kylmälaitteelle suositusten mukaisesti</li> <li>• tekee ja dokumentoi kylmälaitoksen määräaikaishuollon laitteen huolto-ohjelman mukaisesti (myös sähköiset mittaukset)</li> <li>• paikantaa kylmäteknisen vian ja korjaa sen itsenäisesti esimerkiksi viallisen komponentin vaihtamalla (ei sähköasennusta)</li> <li>• täyttää huoltopäiväkirjan SFS-EN 378:n mukaisesti</li> <li>• kertoo asiakkaalle säädön ja määräaikaishuollon merkityksen laitteen käyttöään, energiankulutuksen ja ympäristönsuojelun kannalta.</li> </ul>

HFC-kylmäjärjestelmän huoltaminen ja korjaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• huoltaa ja korjaa yli 3 kiloa kylmäainetta sisältäviä HFC-kylmälaitteita ja vaihtaa niiden kylmätekniisiä komponentteja itsenäisesti</li> <li>• tekee siistejä ja vuotamattomia putkiliitoksia kovajuotamalla.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa työssään ottaa huomioon valtioneuvoston säätämän rakennustöiden turvallisuusasetuksen ja työmaan käytänteet.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työmaalla toimiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työssään työn tekemiseen liittyviä asiakirjoja, kuten työselityksiä ja urakkarajaliitteitä</li> <li>• lajittelee jätteet työmaalla vallitsevan käytännön mukaisesti</li> <li>• toimii asiakaslähtöisesti ja yhteistyökykyisesti erilaisissa vuorovaikutustilanteissa</li> <li>• antaa kylmälaitteen käytönopastuksen asiakkaalle suomen tai ruotsin kielellä.</li> </ul>
Turvallinen työskentely työmaalla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee työnsä työsuojelumääräysten ja ohjeiden mukaisesti</li> <li>• työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti käyttäen asianmukaisia suojaimia</li> <li>• painottaa kaikessa toiminnassaan työturvallisuuden merkitystä ja työsuojeluohjeiden noudattamista</li> <li>• on suorittanut tulityökortin, työturvallisuuskortin, SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja vähintään hätäensiapukoulutuksen.</li> </ul>
Vaarojen tunnistaminen, riskien arviointi ja vaarojen poistaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tunnistaa kattavasti ja yksilöiden työhön, työympäristöön ja työoloihin liittyvät vaaratekijät</li> <li>• tekee työhönsä liittyvää jatkuvaa riskien arviointia</li> <li>• tekee toimenpiteet havaitsemiensa riskien poistamiseksi, pienentämiseksi tai ilmoittamiseksi työnjohdolle.</li> </ul>
Turvallinen työskentely hiilidioksidin kanssa	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioi työssään hiilidioksidin erityispiirteet.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito ja sen taustalla olevien tietojen, oikeiden ammattikäytäntöjen ja periaatteiden hallinta sekä kyky soveltaa niitä oikein osoitetaan yli kolme kiloa kylmäainetta sisältävän kylmälaitoksen asennus-, saneeraus-, huolto- tai korjaustyössä. Työssä tulee olla kylmäkomponenttien asennusta, pysyvien liitosten tekemistä ja koko kylmälaitoksen säätöä toimintakuntoon siinä määrin, että tutkinnon perusteiden mukainen osaaminen voidaan arvioida.

Jäähdytys-, ilmastointi- ja lämpöpumppujen huoltotoimintaa tekevän henkilöstön pätevyyttä koskevan lainsäädännön (pätevyysluokka 1) mukaisista sisällöistä on osoitettava

- tarkastukset, jotka tehdään ennen käyttöönottoa, pitkän käyttämättä olemisen jälkeen, kunnossapidon tai korjauksen jälkeen tai käytön aikana
- vuotojen tarkastaminen
- putkitus: tiiviin putkituksen asentaminen jäähdytysjärjestelmään
- komponentti: yksi- ja kaksiportaisen mäntä-, ruuvi- ja kierukkakompressorien, ilma- ja vesijäähdytteisten lauhduttimien ja höyrystimien, termostaattisten paisuntaventtiilien ja muiden komponenttien asennus, käyttöönotto ja kunnossapito.

Tutkintosuoritusta täydennetään erilaisten selvitysten, tuotosten, tehtävien, haastattelujen ja keskustelujen sekä tutkinnon suorittajan itsearvioinnin avulla, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat osoitetuiksi.



Painettu  
ISBN 978-952-13-4827-3  
ISSN 1798-887X (painettu)

Verkkajulkaisu  
ISBN 978-952-13-4828-0  
ISSN 1798-8888

Opetushallitus on hyväksynyt nämä näyttötutkinnon perusteet ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain nojalla.

Näyttötutkinnot ovat erityisesti aikuisväestöä varten suunniteltu ja kehitetty tutkinnon suorittamistapa.

Näyttötutkintojen suunnittelu ja toteuttaminen perustuvat opetusalan ja työelämän asiantuntijoiden tiiviiseen yhteistyöhön.

Opetushallitus  
[www.oph.fi](http://www.oph.fi)  
[www.oph.fi/nayttotutkinnot](http://www.oph.fi/nayttotutkinnot)  
[www.oph.fi/nayttotutkintojen\\_perusteet](http://www.oph.fi/nayttotutkintojen_perusteet)

POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA

LIITE ON POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA.

LIITE ON POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA.

LIITE ON POISTETTU JULKISESTA VERSIOSTA.