

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ASENNUSTYÖN LAATU

Mekaanisen asennustyön laatu ja hallittavuus prosessiteollisuuden kunnossapidossa

TEKIJÄ Eemeli Rossi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Eemeli Rossi			
Työn nimi Mekaanisen asennustyön laatu ja hallittavuus prosessiteollisuuden kunnossapidossa			
Päiväys	13.06.2023	Sivumäärä/Liitteet	40/2
Toimeksiantaja Metsä Fibre			
Tiivistelmä: <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia asennustyön laatua ja hallittavuutta prosessiteollisuuden kunnossapidossa. Asennustyöllä tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan erilaisten laitteiden ja komponenttien asennusta, korjausta ja ylläpitoa teollisissa ympäristöissä. Laadukas asennus- ja kunnossapitotyö on keskeistä, jotta varmistetaan prosessilaitosten tehokas toiminta, turvallisuus, tuotelaatu ja käytävyyden varmuus. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää asennustyön laatuun vaikuttavia tekijöitä, toimintatapoja, mahdollisia laatuongelmia, sekä tuottaa kehittämisehdotuksia prosessiteollisuuden kunnossapitoon.</p> <p>Opinnäytetyössä luotiin asennustöiden laatua koskeva kysely, joka lähetettiin asennuspalveluita tarjoavien yritysten edustajille. Lisäksi kerättiin laajasti tietoa erilaisista alaan liittyvistä standardeista ja kirjallisuudesta. Tietoa saatiin myös asennustyömailla tarkkailemalla ja haastatteleamalla asiantuntijoita. Haastatteluissa selvitettiin asiantuntijoiden kokemuksia ja näkemyksiä asennustyön laadusta, mahdollisista ongelma- ja kehittämiskohteista.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin hyvä ja laaja katsaus asennustyön laatuun ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Työtä tehdessä syntyi myös tilaajayrityksen tarpeisiin vastaava asennuspöytäkirja laippaliitoksien asennuksien dokumentointia varten. Käsitystä saatiin myös asennustyön toimittajien asenteesta ja toimintatavoista laadusta asennustyötä kohtaan verkkokyselyn myötä. Opinnäytetyössä kertynyttä tietoa voidaan hyödyttää teollisuuden organisaatiossa parantamaan asennus- ja kunnossapitoprosessejaan, vähentämään häiriötilanteita ja varmistamaan korkeatasoisen mekaanisen asennustyön toteutuksen.</p>			
Avainsanat Kunnossapito, Laatu, Asennustyö, Standardi, Asennustyön laatu, Laippaliitos			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering	
Author Eemeli Rossi	
Title of Thesis Quality of Mechanical Installation Work and Its Controllability in the Maintenance of Process Industry	
Date 13 June 2023	Pages/Appendices 40/2
Client Organisation /Partners Metsä Fibre	
<p>Abstract:</p> <p>The purpose of this thesis was to investigate the quality of installation work and its controllability in process industry maintenance. Installation work in this thesis refers to the installation, repair and maintenance of various devices and components in industrial environments. High-quality installation and maintenance work is essential in order to ensure the efficient operation of process plants, safety, product quality and operational reliability. The aim of the thesis was to find out the factors affecting the quality of the installation work, methods of operation, possible quality problems, and to produce development proposals for the maintenance work in process industry.</p> <p>In the thesis a survey about the quality of installation work was created. It was sent to representatives of companies offering installation services. In addition, information was collected extensively from various standards and literature related to the field. Information was also obtained at installation sites by observing and interviewing experts. In the interviews, the experts' experiences, and views on the quality of the installation work, possible problem areas and areas for development were reviewed.</p> <p>As a result of the thesis, a good and broad overview of the quality of the installation work and the factors affecting it was obtained. While doing the work, an installation protocol for documenting the installation of flanged joints was also created to meet the needs of the customer company. Information was also obtained about the attitude and operating methods of installation work suppliers towards high-quality installation work through an online survey. The knowledge gathered in the thesis can be useful in the industrial organization to improve its installation and maintenance processes, reduce disruptions and ensure the implementation of high-level mechanical installation work.</p>	
<p>Keywords Maintenance, Quality, Installation work, Standard, Quality of installation work, Flange connection</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Taustatiedot	6
1.2	Työn toteutus ja tavoitteet	6
1.3	Työn rajaaminen.....	6
2	SIDOSRYHMÄ.....	7
2.1	Metsä Group.....	7
2.1.1	Metsä Fibre	7
2.1.2	Metsä Fibre Äänekoski	8
2.2	Savonia-ammattikorkeakoulu	9
3	KUNNOSSAPITO	11
3.1	Määritelmä kunnossapidosta	11
3.2	Kunnossapidon tavoitteet	11
3.3	Kunnossapidon lajit	12
3.4	Suunniteltu kunnossapito (Planned maintenance)	13
3.4.1	Parantava kunnossapito (Improvement maintenance)	13
3.4.2	Kunnostaminen (Refurbishment)	14
3.4.3	Ehkäisevä kunnossapito (Preventive maintenance PM)	14
3.5	Häiriökorjaukset (Breakdown maintenance)	16
3.5.1	Välittömät korjaukset (Immediate repairs)	17
3.5.2	Siirretyt korjaukset (Deferred repairs)	17
3.6	TPM	17
3.7	RCM.....	19
3.8	Kunnossapito Metsä Fibrellä.....	19
4	LAATU	22
4.1	Laatu yleisesti	22
4.2	Laatu asennustyössä ja kunnossapidossa	23
4.3	Sisäisten asennustöiden laatu	23
4.4	Ulkoisten asennustöiden toimittajien tekemä laatu	24
4.5	Tuotelaatu.....	24
5	LAITETOIMITTAJIEN JA ASENNUSTÖIDEN TOIMITTAJIEN LAATU	26
5.1	Kysely	26

5.2	Yhteenveto.....	27
6	ESIMERKKI LAADUKKAASTA ASENNUKSESTA	27
6.1	Laippaliitos	27
6.2	Laadukas laippaliitoksen asennus	28
7	POHDINTA.....	35
7.1	Yleistä pohdintaa	35
7.2	Parannusehdotuksia	35
7.3	Tavoitteet.....	37
	LÄHTEET	38
	LIITE 1: ASENNUSTARKASTUSPÖYTÄKIRJA	40
	LIITE 2: LAATUKYSELY	41

KUVALUETTELO

KUVA 1.	Metsä Group liiketoiminta- alueet (Metsä Group 2022.)	7
KUVA 2.	Biotuotetehdaskonsepti (Metsä Group julkaisuaika tuntematon.)	8
KUVA 3.	Äänekosken biotuotetehtaan avainluvut (Metsä Group 2021.)	9
KUVA 4.	Metsä Fibre Äänekosken biotuotetehdas (MetsäGroup julkaisuaika tuntematon.).....	9
KUVA 5.	Kunnossapidon lajit standardia PSK 7501 mukailleen (Rossi 2023.)	13
KUVA 6.	Suunniteltu korjaus aikajanalla, vaikutus tuotantoon. Korjaus suoritettu suunnitellun seisokin aikana. (PSK 6201.)	16
Kuva 7.	MF organisaatio (MetsäFibre 9.12.2022.)	20
KUVA 8.	Toiminnanohjausjärjestelmän komponentit (SAP Finland julkaisuaika tuntematon.)	21
KUVA 9.	Laippa/ruuviliitos (Klinger julkaisuaika tuntematon.)	28
KUVA 10.	Sallitut naarmut spiraalitiivisteelle (ASME PCC-1:2013.)	30
KUVA 11.	Säteissuuntainen tarkastus (Rossi2023.)	31
KUVA 12.	Tangentin suuntainen tarkastus (Rossi 2023.)	32
KUVA 13.	Ristiin kiristys (Klinger julkaisuaika tuntematon.)	33
KUVA 14.	Kulmavirhe vasemmalla ja linjavirhe oikealla (Klinger julkaisuaika tuntematon.)	34

1 JOHDANTO

1.1 Taustatiedot

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Metsä Fibre Äänekoski. Tilaaja haluaa saada kootusti tietoa yhteen dokumenttiin asennustöiden laadukkaasta toteuttamisesta, sen mittareista ja nykyisestä tilasta Äänekoskella. Äänekosken biotuotetehdas on suuri prosessiteollinen laitos, jossa on suuri laitekanta. Laadukas asennus- ja kunnossapitotyö on tärkeä osa tehtaan käyttövarmuutta.

1.2 Työn toteutus ja tavoitteet

Tämä työ toteutetaan tutkimustyönä, jonka tavoitteena on kerätä tietoa asennustyön laadukkaasta toteuttamisesta, sen mittaamisesta ja sen tämänhetkisestä nykytilasta Metsä Fibren Äänekosken biotuotetehtaalla. Tietoa haetaan standardeista ja aihealuetta koskevasta kirjallisuudesta. Lisäksi tutkitaan, kuinka laadukasta ulkopuolisten asennustöiden toimittajien tekemä asennustyö on ja kuinka he varmistavat laadukkuuden tekemissään asennus- ja kunnossapitotöissä. Tietoa asennus- ja kunnossapitotöitä tarjoavien yritysten toimintatavoista ja käytännöistä kerätään verkkokyselyllä ja haastatteleamalla asiantuntijoita suullisesti. Asennus- ja kunnossapitotöiden toimittajia haastatellaan ja pohditaan kuinka asennustöiden toimittajat tulisi valita. Lopun pohdinta osiossa tuodaan esille ajatuksia ja näkökulmia siitä, kuinka toimintaa olisi mahdollista kehittää tuotantolaitoksella.

1.3 Työn rajaaminen

Tämä työ rajataan koskemaan enemmänkin ulkopuolisia asennus- ja kunnossapitotöiden toimittajia, kuin oman kunnossapito-organisaation toimintaa. Työssä keskitytään asennuksiin eikä niinkään korjauksiin. Tieto etsitään pääasiassa standardeista ja aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta sekä sitä kerätään verkkokyselyllä ja haastatteluilla. Käytännön sovellutuskohteena ja esimerkkinä laadukkaasta asennuksesta käytetään tässä työssä laippaliitosta.

2 SIDOSRYHMÄ

2.1 Metsä Group

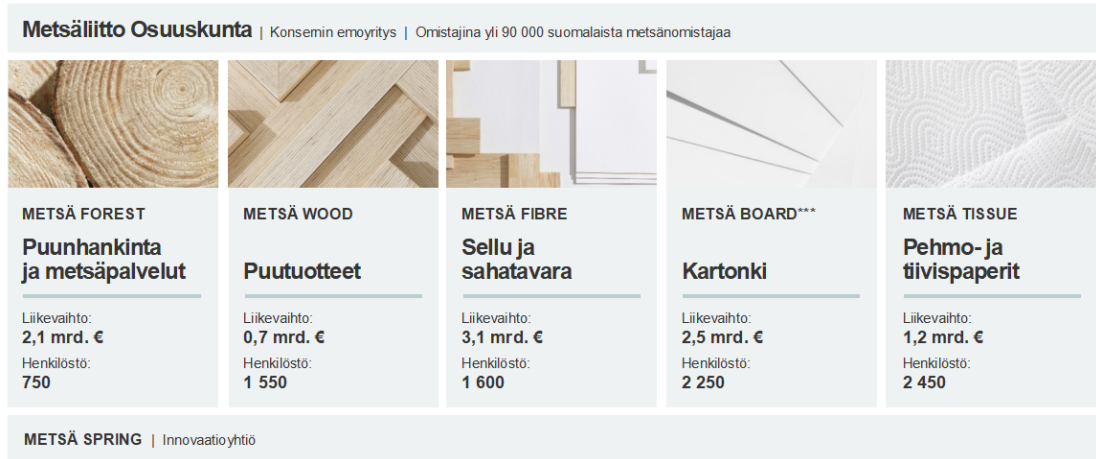
Metsä Group on kansainvälisestikin toimiva edelläkävijä kestävässä biotaloudessa, minkä juuret ovat vankasti suomalaisissa metsissä. Metsä Group tuottaa uusiutuvasta, vastuullisesti kasvatetusta puusta fossiilittomia tuotteita. Konsernin investointilistalla on uusien biotuotteiden kehittäminen, kasvu ja fossiiliton tulevaisuus. Kaupallinen toiminta perustuu kierrätettäviin tuotteisiin ja uusiutuviin raaka-aineisiin, joidenka tuottamisessa hyvin hoidettujen pohjolan metsien puusto ja perinpohjainen osaaminen luo kilpailuetua. (Metsä Group julkaisuaika tuntematon).

Toiminnassa ydin on pohjolan puu. Se on uusiutuvaa raaka-ainetta, jota kasvaa metsissä enemmän kuin sitä tällä hetkellä käytetään. Puulla pystytään korvaamaan fossiilisia raaka-aineita. Emoyhtiö Metsäliitto on 90 000 kotimaisen metsänomistajan omistuksessa oleva osuuskunta. (Metsä Group julkaisuaika tuntematon).

Metsä Groupiin sisältyy viisi eri liiketoiminta- aluetta, jotka ovat Metsä Forest puun hankinta ja metsä palvelut, Metsä Wood puutuotteet, Metsä Fibre sellu ja sahatavara, Metsä Board kartonki ja Metsä Tissue pehmo ja tiivispaperit. Metsä Group työllistää 9500 työntekijää ympäri maailman 28 eri maassa. (Metsä Group 2022.)

* Vuosi 2022, huomioitu sisäiset myynit
*** Osake listattu Nasdaq Helsingissä

Metsä Group | Liikevaihto* 7,0 mrd. € | Henkilöstö 9 500 | Uusiutuvaa energiaa 27,7 TWh



KUVA 1. Metsä Group liiketoiminta- alueet (Metsä Group 2022.)

2.1.1 Metsä Fibre

Metsä Fibre on osa Metsä Groupia. Se on johtava puupohjaisten biotuotteiden tuottaja, joka tuottaa muun muassa sellua, biokemikaaleja, sahatavaraa ja bioenergiaa. Metsä Fibrellä on neljä eri tehdasta, joissa se tuottaa sellua sekä muita biotuotteita ja viisi eri tehdasta, joissa se tuottaa sahatavaraa. Näillä tehtailla työllistetään 1600 työntekijää. Metsä Fibren tuotteet tunnetaan niiden korkeasta laadusta, joka perustuu pohjolan puuston tarjoamiin ainutlaatuisiin ominaisuuksiin. Sellua Metsä

Fibre toimittaa niin pehmpaperin, kartongin, erikoispaperin, kirjoituspaperin ja painopaperin valmistukseen. (Metsä Group julkaisuaika tuntematon.)

Metsä Fibrellä on ainutlaatuinen biotuotekonsepti, joka vie kestävän kehityksen ja resurssitehokkuuden aivan uudentilaiselle tasolle. Konseptissa yhdistyy tehokas raaka-aineen käyttö, ympäristötehokkuus ja energiatehokkuus. (Metsä Group julkaisuaika tuntematon.)

Biotuotetehdaskonseptissa tuotannon sivuvirrat ja puuraaka-aine hyöty käytetään täydellisesti selluna ja muina biotuotteina. Ytimenä tässä konseptissa on todella resurssitehokas sellutehdas. Se mahdollistaa selluntuotannossa syntyvien sivuvirtojen hyödyntämisen biopohjaiseksi energiaksi, biokemikaaleiksi ja muiksi biotuotteiksi kuten täpätiksi, mäntyöljyksi, tuotekaasuksi, rikkihapoksi, biopelletiksi ja biokaasuksi. (Metsä Group julkaisuaika tuntematon.)

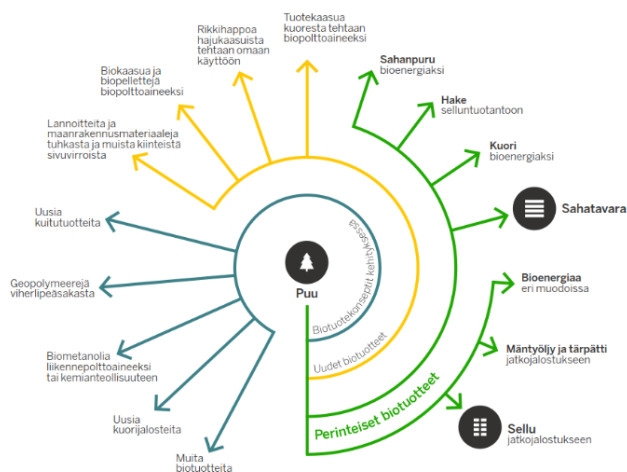
Ainutlaatuinen biotuotetehdaskonseptimme

- Sellutehtaiden uudistamiseen käyttämämme konsepti
- Selluntuotannon sivuvirrat hyödynnetään biotuotteiksi, joilla on lisäarvoa
- Tehokkaat sahamme vahvistavat biotuotetehdaskonseptia

Tavoitteemme vuoteen 2030 mennessä:
Sivuvirtojen hyödyntäminen **100%**



PÄÄ- JA SIVUVIRTOJEN HYÖDYNTÄMINEN BIOTUOTETEHDAKONSEPTISSA



KUVA 2. Biotuotetehdaskonsepti (Metsä Group julkaisuaika tuntematon.)

2.1.2 Metsä Fibre Äänekoski

Biotuotetehdas Äänekoskella on tällä hetkellä suurin puuta jalostava laitos pohjoisella pallonpuoliskolla. Päätuotteina Äänekoskella on havu- ja koivusellut pehmo- ja painopaperin, kartongin sekä erikoistuotteiden raaka-aineeksi niiden valmistusta varten. Raaka-aineina tehtaalla toimii kuusi, mänty ja koivu sekä sahoilta tuleva saharake. Biotuotetehtaalla valmistetaan sellun lisäksi paljon muita biotuotteita, kuten biopohjaista sähköenergiaa paljon perinteistä sellutehdasta enemmän, eikä tehtaalla käytetä lainkaan fossiilisia polttoaineita. Sähköomavaraisuus tehtaalla on 240 %. Tehdas siis tuottaa kaiken itse tarvitsemansa ja käyttämänsä sähkön sekä myy loput sähköverkkoon. Lisäksi tehtaalla lähtee kaukolämpöä lähialueille. Tuotantokapasiteetti tehtaalla on 1,3 miljoonaa tonnia sellua vuodessa. Puun käyttö tehtaalla on noin 6,5 miljoonaa kuutiota vuodessa. Vuorokauden aikana tehtaalle tulee raakapuuta noin 240 rekallista ja 70 junavaunullista. (Metsä Group julkaisuaika tuntematon.)

Äänekosken biotuotetehtaan avainluvut

PUUNKÄYTTÖ 2021
5,9 milj. m³

KAPASITEETTI
1,3 milj. tn

Vientiin **69 %**, josta
Aasian ja Tyynenmeren
(APAC) alueelle **56%**

SÄHKÖENERGIAN OMAVARAISUUS
240 %

FOSSIILISTEN POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖ
0 %

HENKILÖSTÖ
240 henkilöä

prosessihenkilökuntaa **84 %**
Keskimääräinen palvelusaika **16 vuotta**
Keski-ikä **42 vuotta**

TYÖLLISYYSVAIKUTUS

2 500 henkilöä arvoketjussa
Suurin vaikutus metsätaloudessa ja kuljetuksissa



KUVA 3. Äänekosken biotuotetehtaan avainluvut (Metsä Group 2021.)

Biotuotetehtas Äänekoskella on merkittävä työnantaja niin suoraan, kuin välillisestikin. Tehtaalla työskentelee omaa henkilökuntaa 240 henkilöä ja lisäksi useita kumppaniyrityksien osaajia. Työllisyysvaikutus suorassa arvoketjussa on noin 2500 henkilöä. (Metsä Group julkaisuaika tuntematon).



KUVA 4. Metsä Fibre Äänekosken biotuotetehtas (MetsäGroup julkaisuaika tuntematon.)

2.2 Savonia-ammattikorkeakoulu

Savonia-ammattikorkeakoulu kuuluu Suomen monipuolisimpiin ja suurimpiin ammattikorkeakouluihin. Koulutusta se tarjoaa yhteensä kuudella eri koulutushaaralla. Tarjolla olevat koulutusalat ovat Tekniikan koulutusala, Liiketalouden koulutusala, Musiikin- ja tanssin koulutusala, Muotoilun koulutusala, Sosiaali- ja terveys ala sekä Matkailu- ja ravitsemisala. Savonialla on koulut kolmella eri

paikkakunnaalla, Varkaudessa, Iisalmessa ja Kuopiossa. Savonialla työskentelee yhteensä noin 530 työntekijää ja opiskelijoita Savonialla on yli 7000. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2023.)

Savonialla kehittämis- ja tutkimustoiminta tarjoaa palveluja ja yksilöityjä ratkaisuja työyhteisöjen ja yritysten testaus- ja kehittämistarpeisiin. Kehittämis- ja tutkimustoiminta keskittyy bio- ja kiertotalouden, kone- ja energiateollisuuden, vesiturvallisuuden, ruokaliiketoiminnan sekä hyvinvointiteknologian osaamisaloihin. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2023.)

3 KUNNOSSAPITO

3.1 Määritelmä kunnossapidosta

Kunnossapidolla tarkoitetaan kaikkien sen johtamiseen, hallinnolliseen ja tekniseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuutta, jonka tavoitteena on säilyttää kohteen vaadittu toimintakyky tai palauttaa sen toimintakyky sellaiseksi, että se pystyy suoriutumaan tehtävästään sen koko sille suunnitellun elinkaarensa ajan. (SFS-EN 13306, 2017, 5.) Suomalaisessa pääosin prosessiteollisuuden keskittyvässä standardissa PSK 6201 käsitellään niin ikään kunnossapitoon liittyvää termistöä ja käsitteitä.

Tuotantolaitoksessa kunnossapidon tehtävänä on saada tuotantolaitokselle käyttövarmuutta. Yllättävien laiterikkojen ehkäisy ja kunnossapitotöiden suunnitelmallinen ja tehokas toteuttaminen on kunnossapidon vastuualuetta korjaavan kunnossapidon lisäksi. Tehokkaalla ja suunnitelmallisella kunnossapidolla kyetään pienentämään tuotantomenetyksiä ja lisäämään tuotantotehokkuutta.

3.2 Kunnossapidon tavoitteet

Keskeisimmät tavoitteet kunnossapidossa ovat tuotannon korkea kokonaistehokkuus (*KNL*), sekä korkean käyttövarmuuden saavuttaminen. Tehokkaasti ja oikeaoppisesti toteutettuna kunnossapidolla luodaan mahdollisuus korkeaan käyttöasteeseen ja käytettävyyteen. Kunnossapidossa on käytettävissä paljon erinäisiä tunnuslukuja, joidenka avulla kyetään mittaamaan, kuinka asetetut tavoitteet on onnistuttu saavuttamaan. Standardissa PSK 7501 käsitellään tärkeimpiä prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnuslukuja laskentakaavoineen. (Järviö & Lehti, 2017, 59.)

Kokonaistehokkuus (*KNL*) on yksi tärkeimmistä kunnossapidon ulkoisista tavoitemuuttujista. Se koostuu kolmesta osatekijästä. Käytettävyydestä (*K*), toiminta-asteesta (*N*), ja laatukertoimesta (*L*). Kokonaistehokkuus on näiden kolmen muuttujan tulo. (PSK 6201, 2022, 8.)

Käytettävyyden (*K*) arvo saadaan, kun jaetaan tuotantolaitoksen käyntiaika käyntiajan ja seisokkiajan summalla. Käytettävyys voidaan siis laskea kaavalla

$$\text{Käytettävyys } K = \frac{\text{Käyntiaika}}{\text{Käyntiaika} + \text{Seisokkiaika}}$$

Kaavassa käyntiajalla tarkoitetaan ajanjaksoa, milloin kohde suorittaa siltä vaadittua toimintoa ja seisokkiaika on ajanjakso, milloin kohde ei ole toiminnassa kunnossapidon tai käytön vaatimien toimenpiteiden takia. (PSK 6201, 2022, s. 8,11,12.)

Toiminta-asteella (*N*) tarkoitetaan toteutunutta tuotantomäärän suhdetta maksimituotantomäärään käyntiaikana. Toiminta-asteen laskemiseen voidaan hyödyntää seuraavaa kaavaa

$$N = \frac{\text{Tuotanto}}{\text{Nimellistuotantokyky} \cdot \text{käyntiaika}}$$

Kaavassa tuotannolla tarkoitetaan toteutunutta tuotantoa, nimellistuotantokyvyllä teoreettista maksimituotantokykyä ja käyntiajalla tuotantoa. (PSK 6201, 2022, 8.)

Laatukertoimella (L) tarkoitetaan jatkojalostus ja myyntikelpoisen tuotannon osuutta tuotannon kokonaismäärästä. Laatukertoimen laskennassa voidaan hyödyntää seuraavaa kaavaa

$$L = \frac{(Tuotanto - Hylätty tuotanto)}{Tuotanto}$$

Kaavassa tuotanto on toteutunut tuotanto ja hylätty tuotanto on myyntiin kelpaamaton hylätty tuotanto. (PSK 6201, 2022, 9.)

Kunnossapidossa tavoitteisiin kuuluvalla käyttövarmuudella tarkoitetaan laitteen kykyä toimia vaaditulla tavalla siltä sitä vaadittaessa. Tällä tarkoitetaan laitteen kykyä olla sellaisessa tilassa, jossa laite pystyy suoriutumaan vaaditusta toiminnosta tietyntilaisissa olosuhteissa olettaen, että siihen vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavissa. Käyttövarmuuden käsite sisältää myös käytettävyyden, johon vaikuttavia päätekijöitä ovat kunnossapitovarmuus, kunnossapidettävyyden ja toimintavarmuus. Käyttäjien vaikutus, käyttöolosuhteet, kulutuskestävyys, taloudellisuus, turvaaminen ja turvallisuus ovat myös piirteitä, jotka liittyvät käyttövarmuuden hallintaan. (PSK 6201, 2022, 9.)

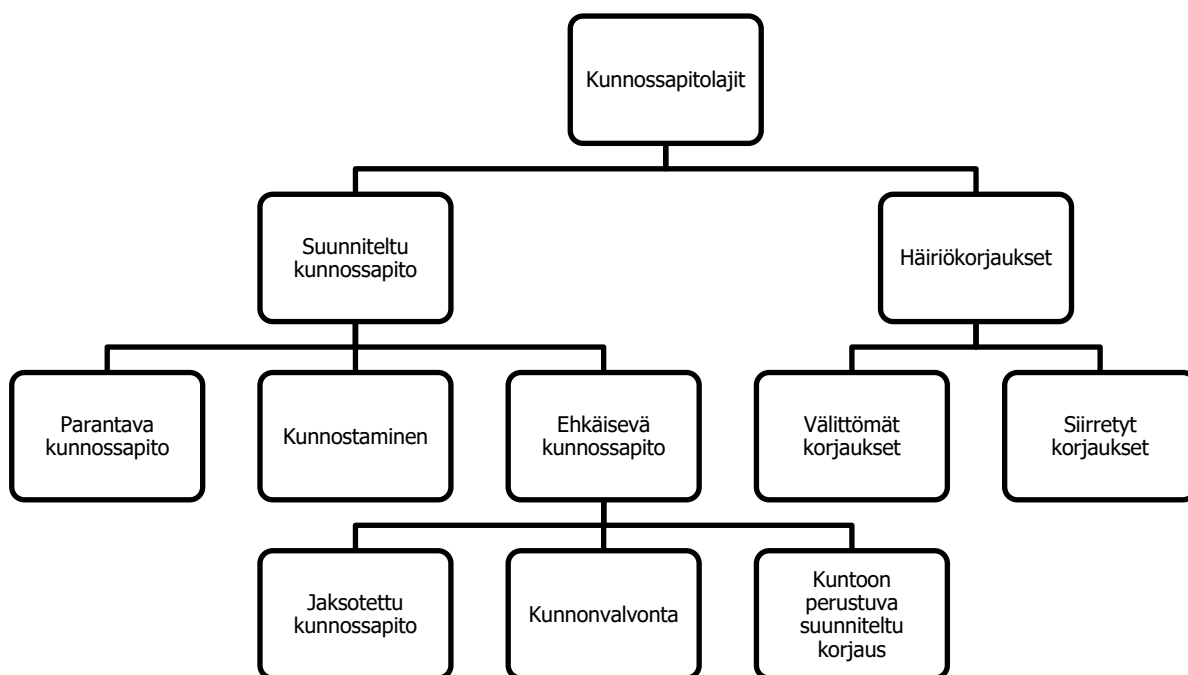
Toimintavarmuudella tarkoitetaan kohteen kykyä suorittaa siltä vaadittu toiminto määrätyn ajanjakson ajan määrättyissä olosuhteissa. Määrätyn ajanjakson sijasta voidaan joissakin tapauksissa käytön määrää ilmaista eri yksikköinä kuten kilometreinä, käyntijaksojen lukumäärinä jne. (PSK 6201, 2022, 9.)

Kunnossapitovarmuudella tarkoitetaan kunnossapito-organisaation kykyä suoriutua vaaditusta tehtävästä tehokkaasti vaaditulla ajanjaksolla tai ajanhetkellä määritellyissä olosuhteissa. Määritellyillä olosuhteilla tarkoitetaan niin kohdetta itseään, kuin paikkaa, jossa sitä kunnossapidetään ja käytetään. (PSK 6201, 2022, 9.)

Kunnossapidettävyydellä tarkoitetaan kohteen kykyä olla pidettävissä sellaisessa tilassa tai palautettavissa sellaiseen tilaan, jossa se kykenee suoriutumaan vaaditusta toiminnosta määritellyissä käyttöolosuhteissa vaadituilla menetelmillä ja resursseilla. Kunnossapidettävyyden voidaan todentaa luokse päästävyydellä, kunnossapitotöiden turvallisuudella, kohteen korjattavuudella, testattavuudella, itse diagnostiikalla, huollettavuudella ja vian paikannettavuudella. (PSK 6201, 2022, s. 0–11.)

3.3 Kunnossapidon lajit

Standardissa PSK 7501, 2010 on kunnossapitolajit jaettu kahteen pääryhmään, jotka ovat suunniteltu kunnossapito ja häiriökorjaukset. Näillä kahdella on taas alaryhmiä ja alaryhmän alaryhmiä kuvan 5 mukaisesti.



KUVA 5. Kunnossapidon lajit standardia PSK 7501 mukailten (Rossi 2023.)

3.4 Suunniteltu kunnossapito (Planned maintenance)

Suunnitellussa kunnossapidossa kunnossapitotoimet pyritään tekemään suunnitellusti. Kunnossapitotoimia voidaan tehdä suunnitellusti niin käynninaikana kuin kunnossapitoseisokeissakin. Kunnossapitoseisokilla tarkoitetaan tuotannon katkaisemista suunnitellusti, jotta saadaan koneet pysäytettyä ja vaadittavat turvaerotukset tehtyä. Näin päästään toteuttamaan laitekannalle tärkeitä huoltotöitä, vaihtotöitä ja kunnostustöitä ja saadaan tuotantolaitokselle käyntivarmuutta. Kun työt ehditään suunnittelemaan ja valmistelemaan etukäteen, on toiminta tehokasta jolloin kyetään välttämään yllättäviä laiterikkoja ja tätä kautta säästetään paremman ja varmemman tuotannon ansiosta. Nykyaikainen kunnossapito on enimmäkseen suunniteltua kunnossapittoa, kun alun perin kunnossapito perustui korjaavaan kunnossapittoon, eli laitteella ajettiin niin pitkään että se hajosi, jonka jälkeen se korjattiin tai vaihdettiin uuteen.

3.4.1 Parantava kunnossapito (Improvement maintenance)

Parantavassa kunnossapidossa on tavoitteena usein vikaantuvaa laitetta, laitteen osaa tai ohjelmaa kehittää niin, että vikaantumiset kyettäisiin tulevaisuudessa välttämään tai korjaus/huoltoväliä pidentämään. Parantava kunnossapito on usein jaettu kolmeen pääryhmään

- Ensimmäisessä pääryhmässä parannettavaan kohteeseen asennetaan alkuperäisiä osia uudempia komponentteja ja osia muuttamatta kuitenkaan varsinaisesti kohteen suorituskykyä.

Esimerkkinä tällaisesta toimenpiteestä olkoon taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla vanhojen oikosulkumoottoreiden korvaaminen. (Järviö, Piispa, Parantainen, Åström 2007, 51.)

- Toiseen pääryhmään kuuluvat muun muassa erilaiset korjaukset ja uudelleen suunnittelut, joilla tarkoituksena on parantaa kohteena olevan laitteen tai koneen luotettavuutta. Tarkoituksena tässä siis on muuttaa konetta tai laitetta luotettavammaksi, eikä niinkään sen suorituskykyä. (Järviö, Piispa, Parantainen, Åström 2007, 51.)
- Kolmas pääryhmä pitää sisällään modernisaatiot, joilla tavoitteena on muuttaa kohteen suorituskykyä. Usein modernisaatiossa koneen tai laitteen uudistamisen ohella uudistetaan myös valmistusprosessia. Esimerkkinä jos vanhalla paperikoneella ei kyetä valmistamaan uudenlaista toivottua paperilaatua kilpailukykyisesti, mutta paperikoneella on vielä elinkaarta jäljellä, saattaa usein olla viisaampaa modernisoida vanhaa konetta, kuin ostaa kokonaan uusi paperikone ja romuttaa vanha kone. Tällainen tilanne tulee eteen nykyään yhä useammin, kun koneiden elinkaaret ovat pidempiä kuin niiden tuottamien tuotteiden elinkaaret. Seurauksena vanhalla koneella ei pystytä tuottamaan enää kilpailukykyisesti markkinoiden haluamaa tuotetta, ja on syytä punnita modernisoinnin toteuttamista. (Järviö, Piispa, Parantainen, Åström 2007, 51.)

3.4.2 Kunnostaminen (Refurbishment)

Kunnostamisella tarkoitetaan suunniteltuun kunnossapitoon sisältyvää vanhan ja jo rikkoutuneen tai vaihdetun laitteen, koneen tai osan kunnostamista käyttökuntoon korjaamotiloissa. Esimerkiksi laakerivikaiseen pumppuun vaihdetaan uudet laakerit ja tiivisteet, sekä tarkastetaan pumpun muiden komponenttien kunto. (PSK 6201, 2011, 23.)

3.4.3 Ehkäisevä kunnossapito (Preventive maintenance PM)

Kunnossapito, jonka tarkoituksena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä. (SFS-EN 13306, 2017, 13.)

Ehkäisevä kunnossapito on siis kunnossapitolaji, jossa pyrkimyksenä on suorittaa korjaukset ja muut kunnossapitotyöt ennen kuin laite varsinaisesti vikaantuu. Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan ennalta suunniteltujen kriteereiden täytyessä tai määritellyin välein tapahtuvaa kunnossapitoa, jonka tarkoituksena on pienentää kohteen toiminnan heikkenemistä tai vikaantumisen todennäköisyyttä. Sillä ylläpidetään kohteen käyttöominaisuuksia, sekä pyritään palauttamaan mahdollisesti heikentynyt toimintakyky. Näin pystytään edistämään tuotantolaitoksen käyttövarmuutta. Ehkäiseviin kunnossapitotöihin sisältyy kaikenlaiset ennakkohuollolliset työt, kuten laitetarkastukset ja rasvaukset. Tarkastus voi yksinkertaisimmillaan olla silmämääräinen tarkastelu, jossa havainnoidaan laitteen toimintaa ja yleiskuntoa.

Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät

- kunnonvalvonta
- käynninvalvonta
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- tarkastaminen
- toimintakunnon toteaminen eli testaaminen
- vikaantumistietojen analysointi.

Sellaisten laitteiden pitäminen ehkäisevän kunnossapidon piirissä, joiden vikaantuminen ei häiritse tuotantoa ja joiden arvo on suhteellisen vähäinen, ei ole kannattavaa. Tällaisten laitteiden ja laitteistöjen osalta on järkevintä toteuttaa run to failure-menetelmää, jossa laitetta käytetään niin pitkään, että se vikaantuu, jonka jälkeen se joko vaihdetaan uuteen tai korjataan. (Järviö 2007, 48.)

3.4.3.1 Jaksotettu kunnossapito (Predetermined maintenance)

Jaksotetulla kunnossapidolla tarkoitetaan ehkäisevää kunnossapitoa, joka suoritetaan laitteen käytön määrän tai ennalta suunniteltujen ja määriteltyjen ajanjaksojen mukaan, mutta ilman tätä edeltävää laitteen toimintakyvyn/kunnon tutkimista. (SFS-EN 13306:2010.)

3.4.3.2 Kunnonvalvonta (Condition monitoring)

Kunnonvalvonnalla tarkoitetaan ehkäisevän kunnossapidon alaluokkaa. Kunnonvalvonta pitää sisällään muun muassa etävalvontaa nykyaikaisien verkossa olevien niin sanottujen "online"-mittareiden avulla, monitorointia ja datan keräämistä. Nämä kaikki ovat melko uusia käsitteitä kunnossapidossa ja kunnonvalvonnassa. Tekninen kehitys on kuitenkin tuonut mukanaan sen, että nykyaikaisissa teollisuuslaitoksissa edellä mainitut toiminta ja mittaukset ovat käytössä laajalti. (Helle, 2004.)

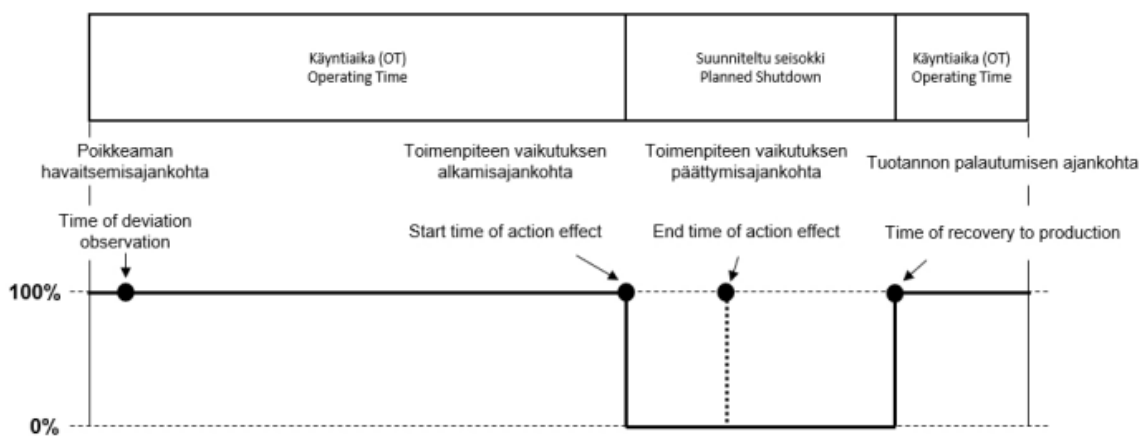
Ennakoivalla kunnonvalvonnalla tarkoitetaan kunnonvalvonnan alalajiketta, jossa pyrkimyksenä on estää laitteen tai laitteiston hajoaminen ennakoivilla toimenpiteillä. Tämän avulla vältetään yllättäviä häiriöseisokeilta ja kyetään säästämään resursseja. Ideaalisessa tilanteessa mikään ei pääse hajoamaan, vaan kaikki laitteet ja laitteistot pystyttäisiin huoltamaan ennen niiden hajoamista. (SandbergDiment, 1984.)

Ennakoivalla kunnossapidolla ja suunnitellulla kunnossapidolla on paljon samaa, mutta sen sijasta että huoltoja tehdään määrätyin välein, tarvittavat huollot toteutetaan silloin kun huollolle havaitaan tarvetta. Mittareina huollon tarpeelle käytetään laitteen tämän hetken kuntoa, eikä esimerkiksi käyntiaikaa tai tuotantosyklejä. Reaaliaikaisen kunnon selvittäminen on kuitenkin melko haasteellista. Tästä syystä laitteet tarvitsevat jatkuvaa kunnonvalvontaa. (O&M Best Practices Guide, 2022.)

Laitteen kuntoa voidaan seurata monella tavalla. Konkreettisia mitattavia ja seurattavia asioita ovat esimerkiksi laitteen lämpötila, öljyanalyysit, sekä värähtelymittaukset. Värähtely- ja lämpömittauksia voidaan tehdä manuaalisesti käymällä kohteessa mittaamassa värähtelyt ja lämpötilat laakereilta erillisellä anturilla ja vastaanottimella, tai nykyään on myös olemassa verkkoon liitettyjä niin sanottuja "online"-värähtely ja lämpötila-antureita, jotka lähettävät langattomasti värähtelytietoa järjestelmään tietyin määritetyin aikavälein, sekä aiheuttavat hälytyksen, jos värähtelyt ylittävät asetetut raja-arvot. Tällaisten järjestelmien lisääminen vanhoihin koneisiin ja laitteisiin on melko kallista, joten sitä ei välttämättä kannata joka laitteeseen lisätä. Kriittisyysluokittelulla voidaan kartoittaa tuotannon kannalta tärkeimpiä laitteita, joihin on hyvä lisätä tällainen järjestelmä. Usein kuitenkin ajan kuluessa järjestelmien avulla kyetään välttämään laiterikkojen aiheuttamia häiriöseisokkeja ja tätä kautta mittausjärjestelmät maksavat itsensä takaisin.

3.4.3.3 Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus (Condition based planned repairs)

Kuntoon perustuvalla suunnitellulla korjauksella tarkoitetaan kunnossapidon korjaavaa toimenpidettä, joka suoritetaan suunnitellusti tuotantoon negatiivisesti vaikuttamatta, tai vaikutukset minimoimalla. Suunnittelun laukaisu perusteena on havaittu poikkeama laitteen toiminnassa. Korjaustoimenpiteet usein ajoitetaan seuraavaan suunniteltuun seisokkiin. (PSK 6201, 2022, 23.)



KUVA 6. Suunniteltu korjaus aikajanalla, vaikutus tuotantoon. Korjaus suoritettu suunnitellun seisokin aikana. (PSK 6201.)

3.5 Häiriökorjaukset (Brakedown maintenance)

Häiriökorjauksia pyritään välttämään suunnitellulla kunnossapidolla, mutta kaikkea ei aina kyetä enustamaan, jolloin rikkoutumisia ja vikaantumisia syntyy välillä väkisin. Kriittisen laitteen rikkoutuksessa syntyy häiriöseisokki, jossa suoritetaan välittömät ja siirretyt häiriökorjaukset. Häiriöseisokeissa voidaan myös toteuttaa suunniteltua kunnossapitoa sillä hetkellä saatavilla olevien resurssien ja varaosien puitteissa. Äkillisiin häiriöseisokkeihinkin on siis hyvä varautua ennalta.

Häiriökorjauksissa kustannusvaikutus pystytään laskemaan laitteen välittömän häiriökorjauksen ja saman laitteen suunnitellun kuntoon perustuvan toimenpiteen kustannuksien erotuksena.

Kummassakin tapauksessa on otettava huomioon epäkäytettävyys- ja kunnossapitokustannukset. Välitön yksittäisen vian korjaaminen aiheuttaa seuraavia toteutumattomia tuottoja ja kustannuksia

- tuotannon menetykset
- korjauskustannukset, jotka ovat suunniteltua korjausta kalliimmat johtuen työn äkillisyydestä
- heikkeneminen laadussa
- tehottomuus organisaatiossa (suunnittelemattomat korjaus- ja muut toiminnot)
- asiakkaan tyytymättömyys (sakot ja myöhästymiset).

Yleensä välittömien häiriökorjauksien aiheuttamat kokonaiskustannukset ovat suuremmat, kuin kuntoon perustuvan kunnonvalvonnalla havaitun suunnitellun korjauksen kustannukset. Jaksotulla ja kuntoon perustuvalla kunnossapidolla kyetään ehkäisemään häiriöitä, mutta on huomioitava, että joissakin tapauksissa on edukkaampaa ajaa jokin laite häiriötilaan asti. (PSK 6201, 2022, 35–36.)

3.5.1 Välittömät korjaukset (Immediate repairs)

Välittömillä korjauksilla tarkoitetaan korjaavia toimenpiteitä, jotka suoritetaan välittömästi, kun vika tai poikkeama on havaittu, jotta saadaan palautettua laitteen toimintakunto tai rajoitettua vian aiheuttamat seuraukset hyväksyttävälle tasolle. Välittömät korjaukset ovat aina suunnittelemattomia. välittömiä korjauksia ei ehditä, päätetä tai pystytä valmistelemaan, jolloin ne pääsevät yllättämään suorittajan näkökulmasta ja sisältävät erinäisiä viiveitä. (PSK 6201, 2022, 27.)

3.5.2 Siirretyt korjaukset (Deferred repairs)

Siirretyt korjaukset ovat korjaavan kunnossapidon toimenpiteitä, joita ei suoriteta heti vian poikkeaman huomaamisen jälkeen. Siirretyt korjaukset pyritään suorittamaan organisaation tilan tai tuotannon sen salliessa. Tällaisia korjauksia tehdään usein laitteille, jotka eivät ole tuotannon tai turvallisuuden kannalta välttämättömiä ja niiden vaikutukset ovat vähäisiä. (PSK 6201, 2011, 23.)

3.6 TPM

TPM (Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito), on eräs kunnossapidon toimintamalli, eli strategia. Filosofian ideana tässä on luoda tuotantokoneille optimaaliset olosuhteet toimia ja ylläpitää ne. Malli on lähtöisin laatuguru J:M: Juranin toteamisesta, että toimintaolosuhteiden hidas muuttuminen epäedulliseen suuntaan on synnä luotettavuuden vähentymiseen. Tämän takia luotettavuuden (tuottavuuden) noston edellytyksenä on näiden olosuhteiden parantaminen. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 111.)

TPM on alun perin Japanilainen filosofia, jota on muokattu hieman paremmin istuvaksi pohjoismaiseen ja eurooppalaiseen kulttuuriin (erilaiset johtamissysteemit, kulttuurit, ihmisten suhtautuminen jne.) TPM sanaa total (kokonaisvaltainen) korostetaan seuraavalla tavalla

- kokonaistehokkuus; taloudellisin mittarein mitattuna pyrkimys tehokkuuteen
- kokonaisvaltainen osallistuminen; häiriötön laitoksen toiminta on tulos, jonka muodostaa kaikki yrityksessä työskentelevät ihmiset ja osastot asemasta riippumatta. Kaikki siis osallistuvat
- kokonaiskattavuus; kunnossapidollisten tarpeiden pienentäminen, korjaus ja huoltotoimien helpottaminen muuttamalla rakenteita sekä harjoittamalla ehkäisevää kunnossapitoa.

TPM-prosessissa tärkein sanoma on että jokainen laite ja kone, jotka ovat kriittisiä tuotannon kannalta, pidetään optimikuntoisina ja niiden suorituskyky maksimoituna. Tällainen on vain silloin mahdollista, kun laitteiden ja tehtaiden käyttöhenkilökunnalle on suoraan ja henkilökohtaisesti määrätty vastuu siitä, että näin tapahtuu. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 111.)

TPM:n isänä pidetään Japanilaista Seiici Nakajimaa. Nakajima oli mukana luomassa pohjaa Japanin vahvalle talouskasvulle 1970-luvun lopulla. Nakajiman mukaan viisi peruspilaria ovat seuraavat

- karsitaan häviötä suunnittelun avulla ja lisätään näin tehokkuutta
- lisätään käytön ja kunnossapidon henkilökuntien motivaatiota ja taitoa ryhmä- ja yksilötason koulutuksella
- kehitetään jo olemassa olevien ennustavan ja ehkäisevän kunnossapidon tasoa
- määritellään vaatimustasot koulutettujen käyttäjien suorittamille puhdistus- ja huoltotöille
- startataan ehkäisevät kunnossapidolliset toimet sisältäen hankintojen ja suunnittelun kehittämisen.

Nakajiman mukaan kokonaisvaltaisessa tuottavassa kunnossapidossa keskeisiksi tavoitteiksi asetetaan seuraavat kohdat (Nakajima 89.)

1. koneen kokonaistehokkuuden maksimointi (teho, aika, sekä laatu- ja huolto- ja huomioitu)
2. kunnossapitosysteemin kehittäminen, jolla katetaan koko koneen elinikä
3. kaikkien ihmisten ja osastojen mukaan sitominen, jotka liittyvät koneen käyttämiseen, suunnitteluun tai kunnossapitoon
4. koko yrityksen henkilökunnan mukaan sitominen kaikilta tasoilta
5. kunnossapidon suunnittelun ja toteutuksen siirtäminen niille ryhmille, joidenka työtehtäviin kone liittyy jollain tapaa. Tällainen ryhmä koostuu tyypillisesti ihmisistä, jotka huoltavat ja käyttävät konetta.

Nakajiman mukaan TPM metodissa on kolme erityispiirrettä (Nakajima 89.)

1. TPM sisältää eri menetelmiä Ongelmien ratkaisuun, analysointiin, prosessin ohjaukseen ja tiedonkeruuseen. Näillä menetelmillä pyrkimyksenä on parantaa laitteen tehokkuutta.
2. TPM kannustaa käytön henkilökuntaa ja kunnossapidon henkilökuntaa työskentelemään yhtenäisesti yhdenvertaisina toimijoina. TPM sisältää myös toimintoja, kuten laadun, suunnittelun, ostotoiminnan, tuotannonohjauksen, sekä valvonnan ja johdon.

3. TPM edistää laitteiden parannuksia sekä sille on laajasti käyttöä työpaikkojen organisoimisissa, standardisoinnissa, ongelman ratkaisussa sekä visuaalisessa johtamisessa.

3.7 RCM

RCM (Reliability-centered maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito) on ehkäisevän kunnossapito-ohjelman rakentamiseen menetelmä, jossa perustan muodostavat rakenteiden ja laitteistojen käyttötoiminnan turvallisuus sekä talouden ja käytettävyyden parantaminen. (Järviö 2000, 16.)

Periaatteet RCM metodiin määriteltiin 1950-luvulla. Kymmenisen vuotta myöhemmin lähti käyntiin varsinainen kehitystyö, kun Yhdysvaltain ilmailuvirasto FAA (Federal Aviation Agency) perusti työryhmän vuonna 1960 kehittämään lentokoneille soveltuvaa ennakoivaa kunnossapitoa. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 124.)

Tunnetuksi RCM metodin teki englantilainen John Moubray. Moubray kehitti 1980 luvun alkupuolella ohjelman, joka soveltui paremmin teollisuuden tarpeisiin. Tästä teollisuuden tarpeet huomioivasta menetelmästä käytetään toisinaan nimitystä RCM2.

RCM metodin avulla suunnitellaan kunnossapito kunnossapidettävälle kohteelle. Keskeisimmät tavoitteet ovat (Moubray 97.)

- Luoda pohja tehokkaiden ja oikeiden kunnossapitomenetelmien käytölle selvittämällä laitteiden vikaantumismekanismit.
- Koneiden ja laitteiden käyttäjät oppivat tarkastelemaan kriittisten komponenttien toimintaa.
- Myös sellaiset raja ja turvalaitteet saatetaan kunnossapidon piiriin, jotka ovat koneen ja prosessin toimiessa passiivisia.
- Kohdistaa kunnossapito sitä tarvitseville laitteille priorisoimalla prosessin laitteet. Laatu, kustannukset, ympäristövaatimukset sekä turvallisuus ovat tavanomaisimmat priorisointikriteerit.
- Laaditaan toimintaohjeet valmiiksi käytettäväksi vikaantumisien ilmetessä sellaisille laitteille, joille ei löydetä tehokasta ehkäisevän kunnossapidon menetelmää.
- Kyetään parantamaan laitteiden luotettavuutta sekä prosessin tuottavuutta sekä laskea kunnossapidon kustannuksia kohdistamalla se sinne, missä sitä tarvitaan.

3.8 Kunnossapito Metsä Fibrellä

Metsä Fibrellä on oma kunnossapito-organisaatio. Kunnossapito työskentelee tehtaalla päivävuo-rossa, johon aikaikkunaan suuremmat ilmaantuneet kunnossapitotyöt pyritään kohdentamaan. Nykyään koko ajan pyritään enemmän ja enemmän saamaa tuotannon henkilökuntaa mukaan kunnossapidollisiin toimiin TPM:n ja moniosaamismallin mukaisesti. Tuotanto pyörii vuoroissa ja jokaisessa vuorossa tulisi olla yksi mekaaninen ja yksi sähköautomaatio osaaja. Näin vuoroissa pystytään suorittamaan pienempiä korjaavia kunnossapitotöitä, kunnonvalvontaa ja ennakkuhoitoja.

Tiimit itseohjautuvassa organisaatiossa

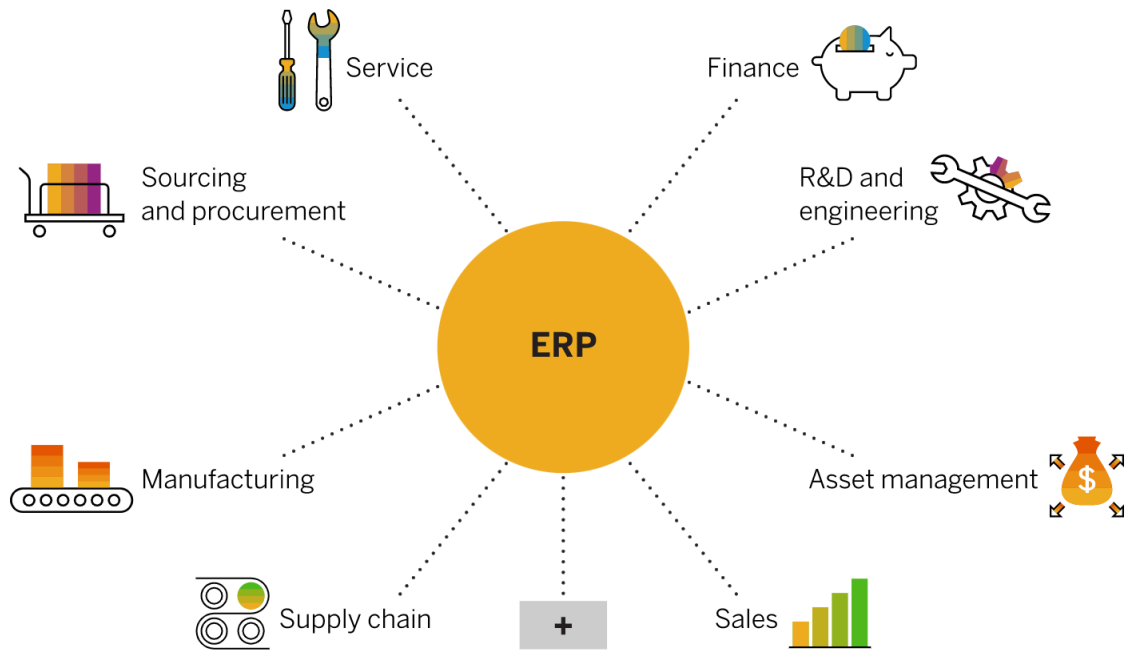


10

Kuva 7. MF organisaatio (MetsäFibre 9.12.2022.)

Tehdasalue on jaettu prosesseittain eri kunnossapitoalueisiin, joilla kullakin on oma kunnossapitoinsinööri mekaanisella ja sähköautomaatiopuolella. Lisäksi alueilla on vähintään yksi alueasentaja, sähköautomaatioasentaja ja ennakkohuoltoasentaja. Kunnossapidolla on myös konekorjaamo ja tarvike/osavarasto. Varastossa on varastoituna tehdasalueella käytössä olevien laitteistojen varaosia, vaihtoyksiköitä ja muita tarvikkeita, jotta kyetään tarvittaessa reagoimaan ja korjaamaan nopeasti vioittuneet koneet ja laitteet. Konekorjaamalla pystytään tekemään kunnostuksia, huoltoja ja koneistuksia laitteille. Konekorjaamalla on myös asentajaresursseja, joita käytetään ympäri tehdasalueita tarpeen mukaan. Ulkopuolisia toimijoita käytetään myös paljon etenkin huoltoseisokeissa.

Kunnossapidon toiminnan perustana on ERP-toiminnanohjausjärjestelmä. Kentällä tehdyt havainnot laitteiden kunnossapitotarpeista tehdään ERP järjestelmään, josta kunnossapito poimii niitä käsitteeseen ja suunnittelee sekä toteuttaa tarvittavat toimenpiteet. ERP-järjestelmän kautta saadaan vika-historiatietoa, jonka ansiosta kyetään toteuttamaan parantavaa kunnossapitoa usein vioittuville kohteille. Järjestelmästä löytyy myös toimintopaikkarakenne koko tehtaan alueelta. Rakenteesta pystytään helposti katsomaan esimerkiksi jollekin tietylle laitteelle kohdistuneet häiriöilmoitukset sekä laitteeseen varastosta löytyvät varaosat ja niiden saldot. Järjestelmän kautta hoituu myös varaosien hankinnat, työn vaiheistukset ja kustannusarvot korjauksille.



KUVA 8. Toiminnanohjausjärjestelmän komponentit (SAP Finland julkaisuaika tuntematon.)

4 LAATU

4.1 Laatu yleisesti

Laatu on sanana kaikille tuttu, mutta mitä kaikkea se pitää sisällään? Laatua kuulee käytettävän monessa asiayhteydessä. Usein hyvä laatu yhdistetään hyvään osaamiseen ja huono laatu huonoon osaamiseen ja huolimattomuuteen. Laatu nähdään hyvänä ja tavoiteltavan asian ja sen määritelmä on vaihdellut ajansaatossa. Laatugurut ovat kirjoittaneet omia määritelmiään mistä seuraavaksi pieni listaus (Quality Knowhow Karjalainen 2006.)

- Deming (1940) määritteli laadun asiakkaan nykyisten ja tulevien tarpeiden täyttämällä
- TQM (1950) mukaan laatu oli asiakkaan odotusten täyttämistä
- Edwards (1968) mukaan laatu oli kykyä tyydyttää asiakkaan tarpeet
- Juran (1989) mukaan laatu oli sopivuutta käyttöön tai tarkoitukseen
- Akyama (1991) laatua oli se mikä toteuttaa ostajan tarpeet
- Lillrank (1998) mukaan laatu oli transaktiossa eli vaihdannassa näkyvä ominaisuus, joka vaikuttaa asiakkaan päätöksiin ja arviointeihin.

Yhteistä näille kaikille määritelmille on sopivuus tarkoituksen mukaiseen käyttöön. Ensimmäiseksi voisi sanoa, että lähestymistapa on tuoteperusteinen, olipa kysymyksessä perinteinen tuote tai palvelutuote. Toiseksi voisi sanoa, että määritelmät keskittyvät asiakastyytyväisyyteen, jonka kehittäminen ja parantaminen on pohjana koko laatutyölle. (Quality Knowhow Karjalainen 2006.)

Organisaatio, joka painottaa laatua edistää kulttuuria, jonka luomat asenteet, käytös, prosessit ja toiminnot tuottavat arvoa asiakkaiden ja sidosryhmien odotukset ja tarpeet täyttämällä. Organisaation palveluiden ja tuotteiden laatu määräytyy sillä perusteella, mikä on organisaation kyvykyys toteuttaa ja täyttää asiakkaan vaatimukset ja mikä on niiden tahaton ja tarkoitettu vaikutus olennaisimpiin sidosryhmiinsä. Palveluiden ja tuotteiden laatuun kuuluu niiden toimivuuden ja käyttötarkoituksen lisäksi vielä asiakkaan niistä saama hyöty ja kokemus arvo. (SFS-EN ISO 9000, 2015, 6.)

Laatu tarkoittaa yleisesti ottaen tuotteen tai palvelun ominaisuuksien ja suorituskyvyn kokonaisuutta, joka vastaa asiakkaiden tarpeita ja odotuksia. Laatu voi sisältää monia eri tekijöitä, kuten tuotteen luotettavuus, kestävyys, tehokkuus, suorituskyky, muotoilu, käytettävyys, asiakaspalvelu ja muut vastaavat tekijät.

Laatu voi myös tarkoittaa prosessin tai järjestelmän tehokkuutta, joka johtaa tuotteen tai palvelun laadukkaaseen lopputulokseen. Tämä voi sisältää tuotteen suunnitteluprosessin, valmistusprosessin, toimitusketjun hallinnan ja muiden vastaavien toimintojen laatua.

Laadunhallinta on järjestelmällinen lähestymistapa, jossa pyritään varmistamaan tuotteen tai palvelun laatu kaikissa vaiheissa sen elinkaarta. Laadunhallintaprosessiin voi sisältyä tarkastuksia, testauksia, sertifiointia ja auditointeja, jotta varmistetaan, että tuote tai palvelu vastaa tietyt laatustandardit ja asiakkaiden odotukset.

4.2 Laatu asennustyössä ja kunnossapidossa

Laadukas asennus on monen tekijän summa. Vaikuttavia tekijöitä ovat laadukkaat käytettävät komponentit, osat, työkalut, pätevät työn suorittajat, riittävä tietotaito, hyvä työ- ja vaihekohtainen ohjeistus, huolellinen työsuunnittelu jne.

Asennustyön laatu on kytköksissä myös tuotettavan tuotteen laatuun ja tehtaan käyttövarmuuteen. Huonosti tehty asennustyö voi aiheuttaa laitteen vikaantumista, joka taas voi johtaa tuotettavan tuotteen laadun heikkenemiseen sekä tuotantokatkoksiin. Tuotteen laadun heikkeneminen taas voi johtaa asiakastyytymättömyyteen, jonka kautta tilauksien vähenemiseen, tai tuotteesta saatavan hinnan alenemiseen.

4.3 Sisäisten asennustöiden laatu

Yrityksen oman kunnossapito-organisaation tekemien asennustöiden laatu on ehkä helpommin hallittavissa kuin ulkoisten toimittajien tekemät työt. Toisaalta taas saatetaan olettaa että ”kyllä ne asentajat tietävät ja osaavat” vaikka todellisuus voikin olla toinen. Onkin tärkeää muistaa ylläpitää ja kehittää asentajien ammattitaitoa esimerkiksi koulutuksien ja vaihtuvien työtehtävien avulla.

Yksi tapa vaikuttaa oman kunnossapito-organisaation tekemään laatuun, on kattavien ohjeistuksien antaminen aina ennen asennustyöhön ryhtymistä, eritoten jos kyseessä on harvemmin toistuva tai kokonaan uusi työ. Usein laitevalmistajilla on olemassa asennus-, sekä säätöohjeet laitteiden asentamista ja säätämistä varten, jotka olisi hyvä lähettää esimerkiksi sähköpostilla asentajille hyvissä ajoin ennen työhön ryhtymistä, jotta heillä olisi riittävästi aikaa tutustua ja perehtyä ohjeisiin sekä valmistella tulevaa työtä.

Toinen keino lisätä laadukkuutta asennustöihin, on suorittaa riittävän kattava asennustarkastus asennustöiden jälkeen. Tarkastettavia asioita voisi olla pulttien momentit, laitteiden linjaukset yms. Lisäksi koeajojen suorittaminen olisi hyvä suorittaa silloin kun asennustyön tekijät ovat vielä kohteessa paikan päällä seuraamassa laitteen toimintaa, jolloin voidaan varmistaa toimivuus. Usein toistuvista asennustöistä olisi hyvä luoda valmis tarkastuspöytäkirja, jonka mukaan asennustarkastukset suoritettaisiin.

Sisäisesti asentajien osaamista pystytään laajentamaan valitsemalla asentajat niin, että työtä on tekemässä joku, jolla on aikaisempaa kokemusta jo kyseisestä operaatiosta, sekä joku, jolla ei välttämättä vielä kyseisestä työstä ole aikaisempaa kokemusta. Kokemattomampi asentaja imee asennustyötä tehdessään tietotaitoa kokeneemalta asentajalta ja voi myös omalta osaltaan tuoda uudenlaista näkökulmaa työn suorittamiseen. Näin saadaan asentajien osaamiseen lisää laajuutta ja töiden suorittamistapoja kehitettyä. Kokenut asentaja saattaa ajatella että ”näin on aina tehty”, eikä osaa ajatellakaan, että työn voisi tehdä jollakin toisella tapaa helpommin, paremmin ja/tai nopeammin.

Asennustöissä laatuun vaikuttava tekijä on myös kiire, joka on hyvin yleistä prosessiteollisuudessa. Kiireessä huolellisuus usein kärsii ja saattaa poikia unohduksia sekä asennusvirheitä. Tästä syystä tavoiteltavaa olisikin, että töiden suunnittelijat varaisivat riittävästi aikaa töiden laadukkaaseen suorittamiseen jo niiden suunnitteluvaiheessa. Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty. Usein myös

asentajien tulisi antaa suorittaa työt rauhassa, eikä kenenkään korkeammassa asemassa olevan henkilön tarvitsisi mennä asentajan selän taakse ”hengittämään niskaan” ja kyselemään, että ”joko on valmista”.

Laatuun vaikuttava tekijä on myös käytettävien työkalujen kunto ja laatu. Momenttiavaimien tulee olla kalibroituja, nostoapuvälineiden tarkastettuja jne. Annettujen asennusohjeiden tulisi sisältää pulttien kiristysmomentit, käytettävien pulttien tyypit, kiristysjärjestykset sekä tuleeko kierteen ja kitkapinon olla kiristysvaiheessa voidellut vai kuivat jne.

4.4 Ulkoisten asennustöiden toimittajien tekemä laatu

Ulkoisten asennustöiden toimittajien tekemään laatuun voi vaikuttaa valitsemalla työn suorittajaksi jo ennestään hyväksi todetun ja tutun tekijän. Usein ei kannata valita halvinta vaihtoehtoa oli sitten kyseessä asennustyö tai mikä tahansa muu asia. Yrityksiin kannattaa tutustua esimerkiksi verkkosivujen tarkastelulla. Huomiota kannattaa kiinnittää yrityksen tavoitteisiin ja toimintamalleihin. Kannattavaa on myös käydä yrityksissä vierailulla katsomassa heidän toimitilojaan, josta saa usein jo kuvaa millainen yritys on kyseessä. Siistit ja järjestyksessä olevat toimitilat luovat laadukkaan vaikutelman yrityksestä. Auditointikäynnillä voidaan samalla haastatella yrityksen henkilökuntaa ja näin saada kuvaa kuinka ammattitaitoista henkilökunta on ja minkälainen asenne heillä on laadukasta asennustyön toteuttamista kohtaan.

Jo töiden tilausvaiheessa pitää osata vaatia laatua esimerkiksi standardeihin viitaten. Jos tilausvaiheessa on jo sovittu laatuvaatimuksista ja niistä on mustaa valkoisella, on työn tekijäyritys velvollinen sellaista laatua toimittamaan. Lisäksi voitaisiin vaatia pätevyyksiä töihin liittyen. Esimerkiksi jos tilattu työ sisältää laippaliitoksen purun ja/tai asennuksen voitaisiin vaatia standardin SFS-EN 1591-4 mukaista laippaliitokoulutusta tekijöiltä, joka jo osoittaa, että tietotaito on riittävää laippaliitosasennuksen laadukkaaseen toteuttamiseen.

Laadukkuutta asennustöissä voidaan varmistaa täyttämällä esimerkiksi asennuspöytäkirjaa asennustyön ohella. Asennuspöytäkirjaan merkattaisiin esimerkiksi mittavirheet, linjausvirheet, kiristysmomentit, käytettävät kiinnitystarvikkeet, voiteluaineet, tiivisteet jne. Tämä pätee niin ulkopuolisiin asennustöiden toimittajiin, kuin omiin asentajiinkin. Lisäksi niin kuin omienkin asentajien kohdalla, kunnollisten ja kattavien asennusohjeiden toimittaminen työn tilausvaiheessa, tai hyvissä ajoin ennen työhön ryhtymistä parantaa huomattavasti mahdollisuuksia onnistua asennustyössä laadukkaasti.

4.5 Tuotelaatu

Lopputuotteen, eli valkaistun havu- tai koivupuusulfaattisellun laatua Äänekoskella seurataan eri mittausmenetelmillä. Osa mittauksista tehdään online-analysaattoreilla ja osa tehdään laboratoriossa. Mitattujen arvojen tulee olla tuotantospesifikaatiossa annettujen toleranssien sisällä, tai muuten tuote myydään kakkoslaatuuna eteenpäin sellaisille asiakkaille, jotka voivat hyödyntää tuotetta viasta huolimatta.

Online-analysaattorit mittaavat kuidun pituutta. Laboratoriossa henkilökunta seuraa online-analysaattorin toimintaa verraten sitä tunnettuun kuidunpituus näytteeseen. Poikkeamiin reagoidaan, jos sellaisia esiintyy. Kaikki Metsä Fibren laboratoriot käyttävät samoja näytteitä vertailuihin. Online-analysaattoreita huolletaan säännöllisesti virheellisten tulosten välttämiseksi.

Laboratorioanalyysissä mitataan esimerkiksi koivuarkin uuteainepitoisuus kolme kertaa vuorokaudessa. Uuteainepitoisuudet mitataan rinnakkaisista näytteistä, eroarvon ollessa sietämätön analyysiuusitaan. Uuteainepitoisuuksia määriteltäessä ajetaan myös QC-näyte (kappa, vaaleus ja kuidun pituus), jonka uuteainepitoisuus tiedetään. Yleensä voidaan epäillä analyysivirhettä tai laitevauriota, jos QC-näyte eroaa tunnetusta arvosta. Uuteainepitoisuuden määrittämiseen käytettävät uunit ja vaa'at kalibroidaan vuosittain ja näistä on oltava kalibrointitodistukset. Uunit ja vaa'at ovat myös laboratorion jatkuvassa seurannassa. Uuteaineiden määrittämiseen käytettävä uuttolaite on vuosittaisen huollon piirissä.

Näiden tuotantospesifikaatioissa määriteltyjen suureiden lisäksi seurataan lopputuotteen mikrobikantaa tuoteturvallisuuden varmistamiseksi. Ulkopuolisissa laboratorioissa seurataan myös sellun paperitekniisiä ominaisuuksia. Kuukausieränäyte lähetetään ulkopuoliselle laboratoriolle, joidenka tuloksen perusteella seurataan lopputuotteen paperitekniisiä ominaisuuksia, kuten energian ominaiskulutus jne.

5 LAITETOIMITTAJIEN JA ASENNUSTÖIDEN TOIMITTAJIEN LAATU

5.1 Kysely

Opinnäytetyön yhtenä osana luotiin kysely, jonka tarkoituksena oli selvittää, kuinka laadukkuutta asennustöissä seurataan ja toteutetaan eri asennuspalveluita tarjoavissa yrityksissä. Kysely lähetettiin 75 eri sähköpostiosoitteeseen, joista 13 vain vastasi. Vastausprosentti oli siis 17 %. Kysely sisälsi 26 eri kysymystä. Kysely liitteenä raportin lopussa (liite2.)

Kyselyyn vastanneista jokainen sanoo noudattavansa ainakin standardia SFS-EN ISO 9001 Laatu järjestelmät, vaatimukset. Kyseinen standardi määrittelee laadunhallintajärjestelmiä koskevat vaatimukset. Tähän standardiin sisältyvät vaatimukset ovat yleisiä, ja on suunniteltu soveltuvan kaiken kokoisille ja tyyppisille organisaatioille.

ISO 9001 standardin lisäksi vastauksien mukaan osalla on käytössä myös standardit SFS-EN ISO 14001, SFS-ISO 45001, SFS-EN 12952 ja SFS-EN ISO 3834.

Standardissa SFS-EN ISO 14001 määritellään vaatimukset ympäristöjärjestelmää koskien. Tätä noudattamalla tehostetaan ympäristönsuojelutasoa. Standardi määrittelee vaatimukset, joiden mukaisesti organisaatioiden on tunnistettava ennakoivasti ja ymmärrettävä palvelujensa, tuotteidensa ja toimintojensa ympäristövaikutukset sekä niihin liittyvät ympäristönäkökohdat.

Standardissa SFS-ISO 45001 Määritellään työturvallisuus- ja työterveysjärjestelmää (TTT järjestelmää) koskevat vaatimukset ja esitellään soveltamisohjeita niille. Yhdistämällä SFS-ISO 45001 turvallisuutta ja psykososiaalista terveyttä koskevaan ohjeeseen (ISO 45003), kyetään yrityksissä vähentämään riskejä työpaikoilla ja luomaan terveellisemmät ja turvallisemmat työolosuhteet kaikki eri näkökohdat huomioiden.

Standardi SFS-EN 12952 on standardi, joka on tarkoitettu tilavuudeltaan yli 2 litraisille kumman veden tai höyryn tuottamiseen tarkoitettuihin vesiputkikattiloihin, joidenka korkein sallittu paine on enemmän kuin 0,5 Bar ja suurin sallittu lämpötila yli 110 °C, niin kuin muihinkin tuotantolaitoksen laitteisiin. Tällä eurooppalaisella standardilla on tarkoituksena varmistaa, että painelaitedirektiivin liitteen 1 mukaisia turvallisuusvaatimuksia noudatetaan ja näin taataan turvallisuus vesiputkikattiloissa.

Standardi SFS-EN ISO 3834 on standardi hitsauksen laadukkuuden varmistamiseksi. Kyseisessä standardissa määritellään hitsatulle tuotteelle laatuvaatimukset. Standardi on samalla myös tuotannon hallintaan järjestelmä, jonka avulla kyetään varmistamaan riittävä kontrollointi ja ohjaus tuotteen valmistukseen.

Toisistaan poikkeavia vastauksia tuli myös kysymyksen 5 kohdalla, jossa kysytään, että pitävätkö kyselyyn vastanneet kirjaa/reksiteriä laitteista ja työkaluista, jotka vaativat kalibrointeja tai tarkastuksia tietyn ajan tai käyttömäärän perusteella. 76,9 % vastaajista vastaa tähän, että kyllä pitävät ja 23,1 %, että ei pidä.

Kysymyksen 6 kohdalla kysytään, että tehdäänkö asennustarkastus asennustyön jälkeen, johon kyllä on vastannut 91,7 % ja ei 8,3 % vastaajista. Seuraavassa kysymyksessä, eli kysymyksessä 7

kysytään, että luodaanko tehdystä asennustarkastuksesta tarkastuspöytäkirjaa, johon taas 81,8 % vastaa luovansa ja 18,2 % ettei luo.

Kyselyyn vastanneista kysymykseen 15, jossa kysytään, että käytetäänkö asennustoissa vuokratyöntekijöitä 76,9 % vastaa käyttävänsä ja 23,1 % ei käytä. jatkokysymyksessä 16 kysytään, että varmistetaanko vuokratyöntekijöiltä vaadittavat pätevyudet, johon 90 % vastaajista kertoo varmistavansa ja 10 % ei varmista.

Kysymyksessä 17 kysytään, että seuraavatko kyselyyn vastanneet saamiaan asiakasreklamaatioita, johon 83,3 % vastaa seuraavansa ja 16,7 % ettei seuraa. Kysymys 18 on tälle jatkokysymys, jossa tiedustellaan, että kuinka kyllä vastanneista tätä seuraa ja kuinka niihin reagoidaan. Vastauksissa käy ilmi, että asiaan suurin osa pyrkii reagoimaan nopeasti ja korjaamaan virheensä. Reklamaatioita tulee paljon puhelimitse, sähköpostilla ja suullisesti. Reklamaatioita käydään läpi palavereissa ja sisäisissä järjestelmissä, sekä eri mittareilla. Vain yhdessä vastauksessa mainitaan, että varmistetaan ettei vastaavaa tilannetta pääse toistumaan.

Kysymyksessä 19 kysytään, että kehittääkö kyselyyn vastanneet henkilöstönsä ammattitaitoa, johon täydet 100 % vastaa, että kyllä kehittää. Jatkokysymyksessä 20 kysytään, että kuinka ammattitaitoa kehitetään, johon vastauksina on kurssit ja koulutukset niin sisäisesti, kuin ulkoisillakin koulutuksilla. Eräs vastaajista vastaa järjestävänsä jopa säännöllisesti koulutusta henkilökunnalleen. Vain yhdellä vastanneista on mainittuna työn jälkeinen läpikäynti ja kehitystarpeet sen perusteella.

Kyselyn tekstivastauksissa joihin vastaajat ovat kirjoittaneet omin sanoin toimintatapojaan on mielenkiintoisia erilaisia vastauksia eri kysymyksiin, joihin kannattaa tutustua raportin lopussa liitteenä olevassa kyselyssä.

5.2 Yhteenveto

Kyselyn vastaukset olivat pääsääntöisesti saman kaltaisia ja esille tuli samoja asioita. Eroavaisuuksia kuitenkin löytyy eri yritysten välillä. Tuntuu että osa vastanneista otti kyselyn ja siinä esitetyt asiat muutenkin enemmän tosissaan ja vakavammin kuin toiset. Osa vastasi kyselyyn selvästikin pikaisesti ja vähän niin sanotusti vasemmalla kädellä. Kyselyn perusteella voikin todeta, että töiden tilausvaiheessa kannattaisi suorittaa jonkinlainen auditointi työn toimittaja yritykseen, jonka perusteella selviäisi kuinka hyvin työn laatuun ja laadun varmistamiseen yritys panostaa. Tehtaalla käytetään paljon samoja toimittajia, joissa olisi myös hyvä käydä auditointikäynnillä ja selvittää olisiko jollakin toisella yrityksellä kenties tarjota parempaa ja laadukkaampaa työtä. Vieraillemalla yritysten tiloissa saa käsitystä jo yrityksen tavasta toimia. Jos tilat ovat siistit ja järjestyksessä, on se jo usein hyvä merkki.

6 ESIMERKKI LAADUKKAASTA ASENNUKSESTA

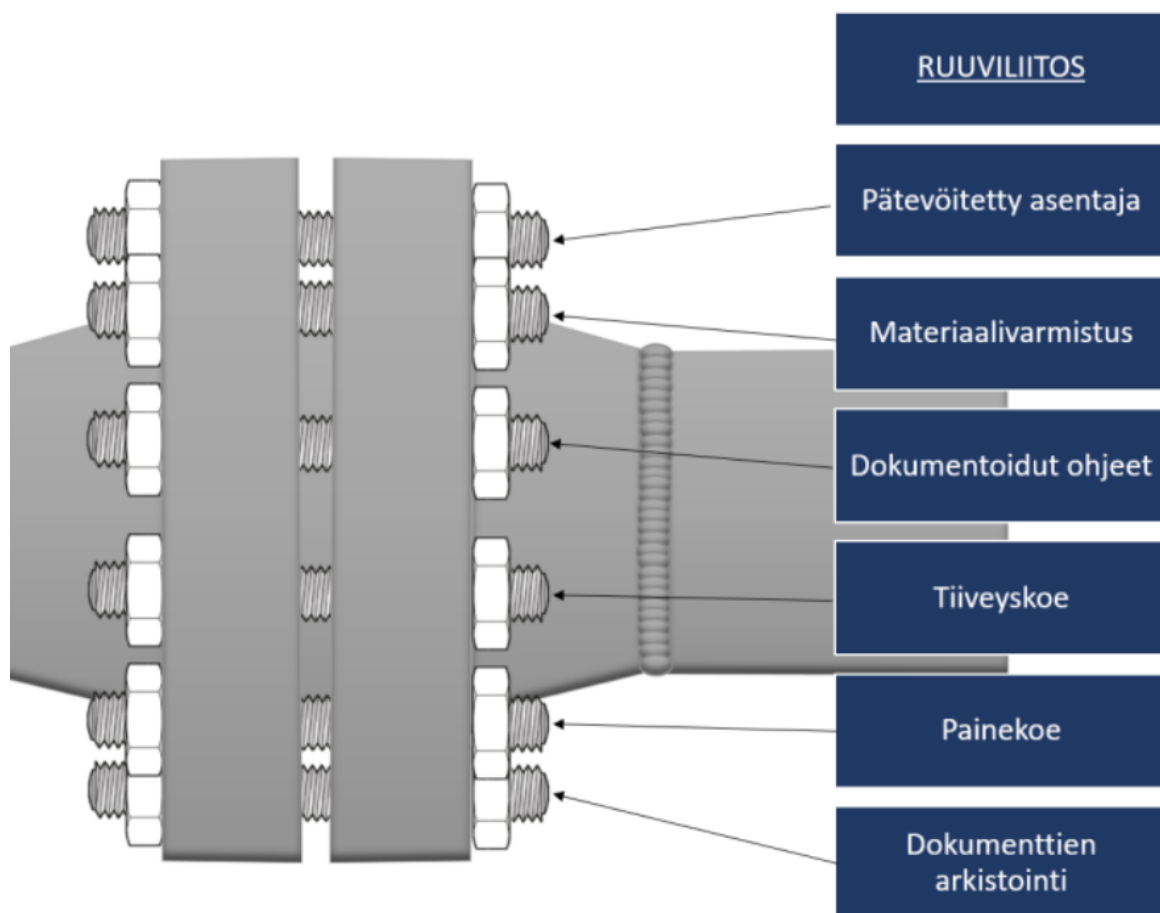
6.1 Laippaliitos

Prosessi- ja toimilaitteet on prosessiteollisuudessa liitetty putkistoihin pääsääntöisesti ruuviliitoksilla. Ruuviliitoksen etuna on se, että putkiston osat ja laitteet voidaan etukäteen valmistaa muualla ja

kuljettaa prosessilaitokseen asennettavaksi sekä se, että ruuviliitokset ovat helposti purettavissa ja kasattavissa. Laippaliitos koostuu kahdesta laipasta, jotka ovat kiinni toisissaan ruuviliitoksella. Prosessilaitteissa paineenalaisissa laippaliitoksissa on tiiviste laippojen välissä. Laippaliitos vaikuttaa simppeleiltä ja sitä se onkin, mutta sen voi helposti asentaa väärin, tai käyttää väärä osia, jolloin vaarana on väliainevuoto. Prosessiteollisuudessa putkistoissa virtaa myrkyllisiä ja kuumia aineita, jotka vuotaessaan aiheuttaa turvallisuusriskin.

Syitä laippaliitoksen vuotamiselle ovat (PVRC, Pressure Vessel Research Council.)

- Väärin asennettu (26 %)
- Laipat vaurioituneet (25 %)
- Viallinen tai väärä tiiviste (22 %)
- Puutteellinen ruuvien kiristyt (15 %)
- Laippojen huono linjaus (12 %).



KUVA 9. Laippa/ruuviliitos (Klinger julkaisuaika tuntematon.)

6.2 Laadukas laippaliitoksen asennus

Tässä osiossa esitetään, kuinka toteutetaan laadukas laippaliitoksen asennus, joka voi olla esimerkiksi jonkin venttiilin vaihto putkilinjassa. Kun tilataan ulkopuolelta asennustyötä, vaaditaan jo työn tilausvaiheessa työtä suorittamaan tulevilta asentajilta standardin SFS-EN 1591-4 (Flanges and their joints. Part 4: Qualification of personnel competency in the assembly of the bolted connections of

critical service pressurized systems; Laipat ja niiden liitokset. Osa 4: Henkilöstön pätevyys kriittisten paineenalaisten ruuviliitosten asennuksessa.) mukaista pätevyys. Tämä standardi tarjoaa modulaarisen koulutusohjelman ja arviointiprosessin, jonka avulla voidaan määrittää sellaisen henkilön pätevyys, joka purkaa, kokoaa ja kiristää pulttiliitoksia niiden muodosta riippumatta, jotka on asennettu paineistettuihin laitteisiin ja sisältävät väliainetta missä tahansa lämpötilan ja paineen yhdistelmässä. Standardin mukaisen koulutuksen käynyt asentaja saa hyväksytyyn työkokeen jälkeen sertifiointin, joka todistaa yleisen pätevyyden laippaliitoksien asennukseen.

Kun asennuksen tekevillä asentajilla on kyseinen pätevyys, voidaan jo olettaa, että asentajien tietotaito on riittävää laippaliitoksen laadukkaaseen purkamiseen ja kasaukseen. Tilausvaiheessa toimitetaan riittävän kattavat työohjeet työn suorittamiseen, jotka sisältävät kiristysmomentit, käytettävät laipat paineluokkineen ja tyyppineen, oikeiden tiivisteiden tiedot ja käytettävien pulttien/vaarnojen tiedot.

Kiristysmomenttia määriteltäessä huomioitava on käytettävä tiiviste, laipan tyyppi ja koko, putkistossa kulkeva väliaine ja sen lämpötila, laippojen paineluokka, ympäröivät olosuhteet, sekä pulttien/vaarnojen koko, materiaali, lujuusluokka ja pintakäsittely. Momenttiin vaikuttava tekijä on myös pulttien/vaarnojen voiteluun käytetyn voiteluaineen kitkakerroin ja se että käytetäänkö aluslaattoja vai ei. Suositeltavaa on aina käyttää aluslaattoja, jolloin estetään laipan vaurioitumista pulttien ja muttereiden kiristysvaiheessa.

Jos laippaliitoksen toisena osana on esimerkiksi jokin venttiili, löytyy venttiilin valmistajalta suoraan usein kattavatkin asennusohjeet venttiilin asennukseen. Näistä yleensä löytyvät valmiiksi oikeat tiivisteiden tiedot sekä oikeat loppukiristysmomentit asennusta varten.

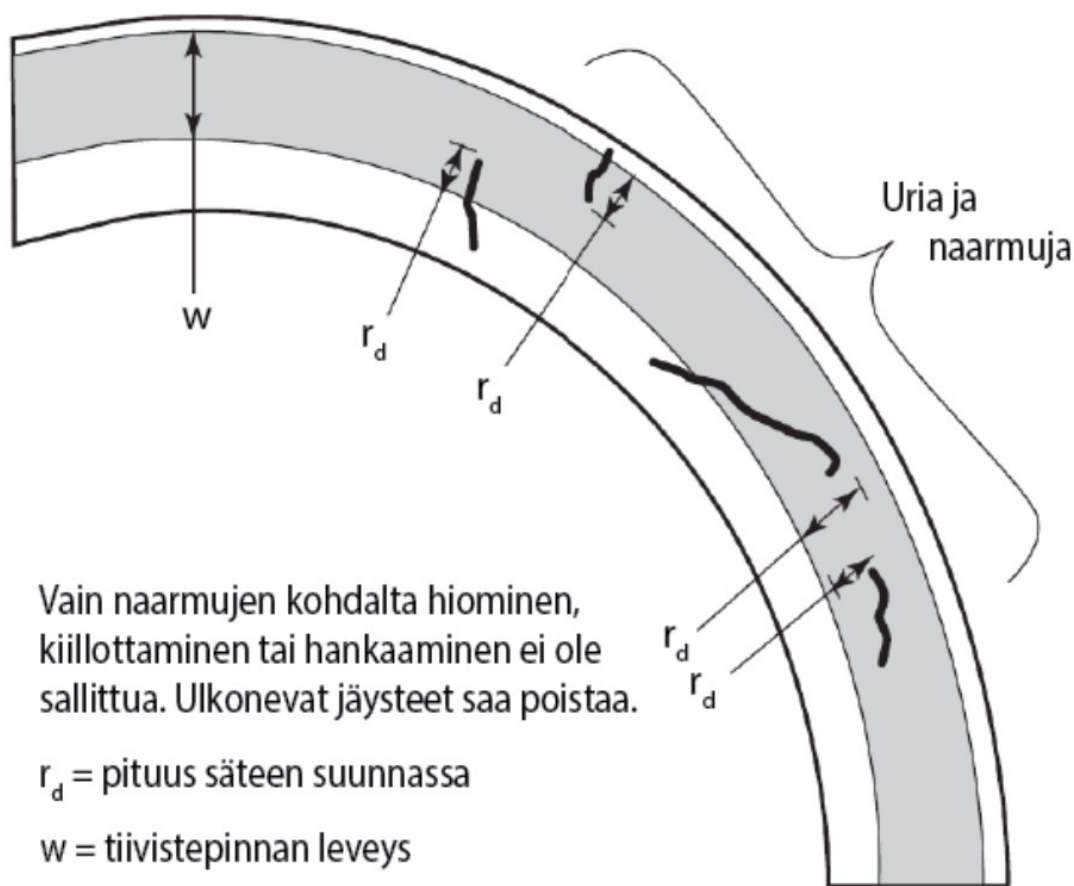
Asennustyötä ennen tarkastetaan käytettävien momenttiavaimien kalibrointien voimassaolo. Voimassaoloaika momenttiavaimien kalibroinneille on 12 kk tai 5000 kiristystä. Ennen työhön ryhtymistä työn tilaajan operaattorit turvallisat työn kohteena olevan putkilinjan. Kohteena oleva laippaliitos erotetaan muusta linjastosta sulkuventtiileillä tai sokeoineilla mahdollisuuksien mukaan ja erotettu osa tyhjennetään väliaineesta. Ympäröivät venttiilit sekä putkilinjaan vaikuttavat pumput lukitaan tilaajan operaattoreiden toimesta turvalukoilla. Kun tilaaja on turvallisistanut kohteen, myöntää se kohteelle työluvan, jossa määritellään vaadittavat suojaruusteet ja mahdolliset turvallisuusriskit.

Kun työn suorittajat ovat saaneet työluvan, tulee heidän kiinnittää vielä omat turvalukonsa lukittaviin kohteisiin. Näin varmistetaan, ettei lukituksia pureta liian aikaisin ja laitteistoa käynnistetä töiden vielä ollessa käynnissä. Ennen työhön ryhtymistä työntekijöiden tulee suorittaa työkohtainen riskienarviointi joko omaan järjestelmään/lomakkeelle tai työn tilaajan järjestelmään/lomakkeelle. Näiden toimenpiteiden jälkeen voidaan aloittaa työsuoritus.

Kun laippaliitosta aloitetaan aukaisemaan, tehdään se asentajasta käsin katsottuna liitoksen vastakkaiselta puolelta. Tämä sen takia, että vaikka tyhjennyslinjat ovat auki, saattaa putkistossa olla ilmalukkoja ja väliainetta voi mahdollisesti vielä tulla putkilinjasta. Jos näin käy, ei väliaine roiskahda asentajan päälle, vaan hänestä pois päin. Lisäksi putkistoissa saattaa esiintyä koviakin jännityksiä, vaikka ne olisivatkin hyvin tuettuja ja jännitysten vapautuessa on mahdollista, että pultit irtoavat äkillisesti ja putki heilahtaa voimakkaasti.

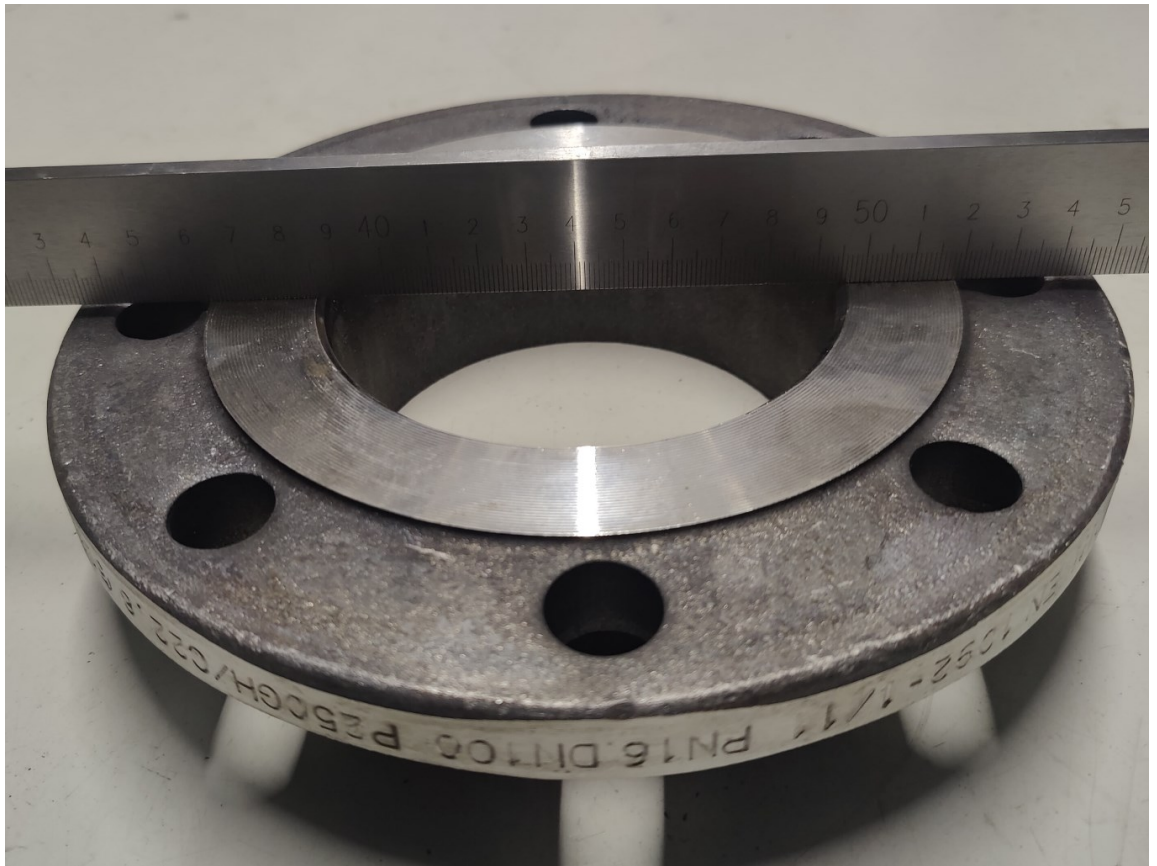
Kun liitokset on saatu avattua, suojataan avonaiset putkenpäät tulpilla, jotta sinne ei pääse likaa tai mitään muutakaan ylimääräistä. Suojauksen jälkeen puhdistetaan putkistossa olevien laippojen tiivistepinnat ja tarkastetaan ne. Puhdistuksessa on käytettävä siihen sallittuja työkaluja ja kemikaa- leja. Puhdistukseen suositeltuja työkaluja ovat messinkiharja ja pehmeä kaavain (muovia tai puuta), jotta laipan pintoihin ei syntyisi naarmuja. Puhdistusliikkeet tehdään varmuuden vuoksi laipan kehän kaaren suuntaisesti, jotta ei syntyisi säteissuuntaisia vuotoja aiheuttavia naarmuja.

Tarkastus pitää sisällään silmämääräisen tarkistuksen taskulamppua käyttäen tiivistepinnoilla olevien naarmujen, urien ja kolhujen varalta sekä suorisuuden tarkistamisen. Pinnoilla sallitaan pieniä naarmuja. Hyväksyttäviä naarmuja ovat naarmut, joiden syvyys on alle 0,25 mm ja se peittää alle 50 % tiivistepinnasta sen säteissuunnassa. Jos naarmu on alle 0,76 mm syvä, sallitaan säteissuuntaista peittoa alle 25 % tiivistepinnasta. Yli 50 % peittäviä naarmuja ei sallita lainkaan.



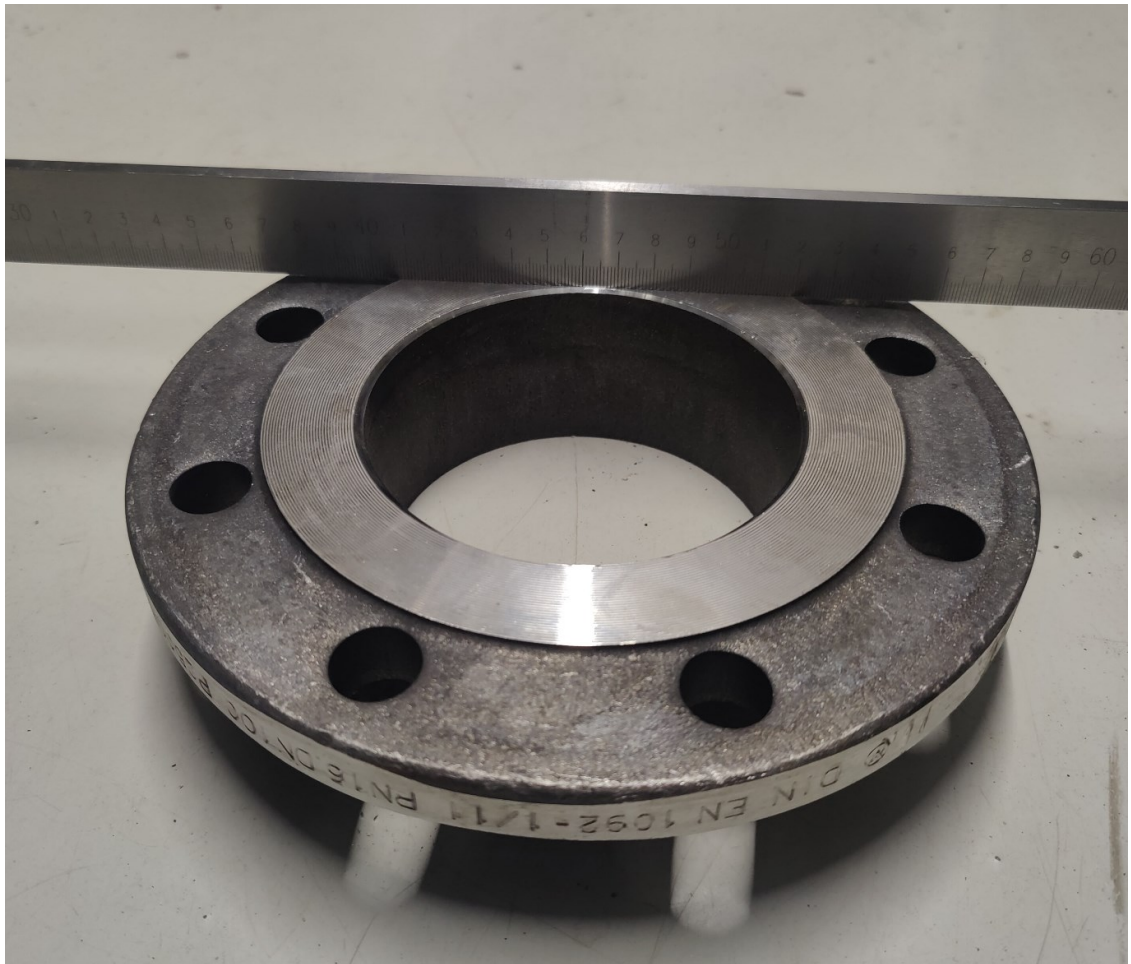
KUVA 10. Sallitut naarmut spiraalitiivisteelle (ASME PCC-1:2013.)

Tiivistepinnan suoruus tarkistetaan teräksisellä linjaimella ja taskulampulla. Tarkastuksessa katsotaan, jääkö linjaimen ja laipan väliin rakoja. Jos rako havaitaan, mitataan se rakotulkin avulla. Hylkäysrajana spiraalitiivisteelle on 0,15 mm ja pehmeillä tiivisteillä 0,25 mm. Mittaukset tehdään laipan säteen suuntaisesti, käyttäen laipan keskikohtaa linjaimen halkaisupisteenä, sekä laipan tangentin suuntaisesti tiivistepintaa ympäri kiertäen.



KUVA 11. Säteissuuntainen tarkastus (Rossi2023.)

Säteissuuntaisessa tarkastuksessa tarkastus tehdään kiertämällä linjainta laipan keskipisteen ympäri samaan aikaan taskulampun kanssa rakoa tarkastellen. Valoa näytetään linjaimen takapuolelta kohti linjainta ja tiivistepintaa, jolloin mahdolliset raot huomataan helposti. Jos rakoa havaitaan, mitataan se rakotulkilla.

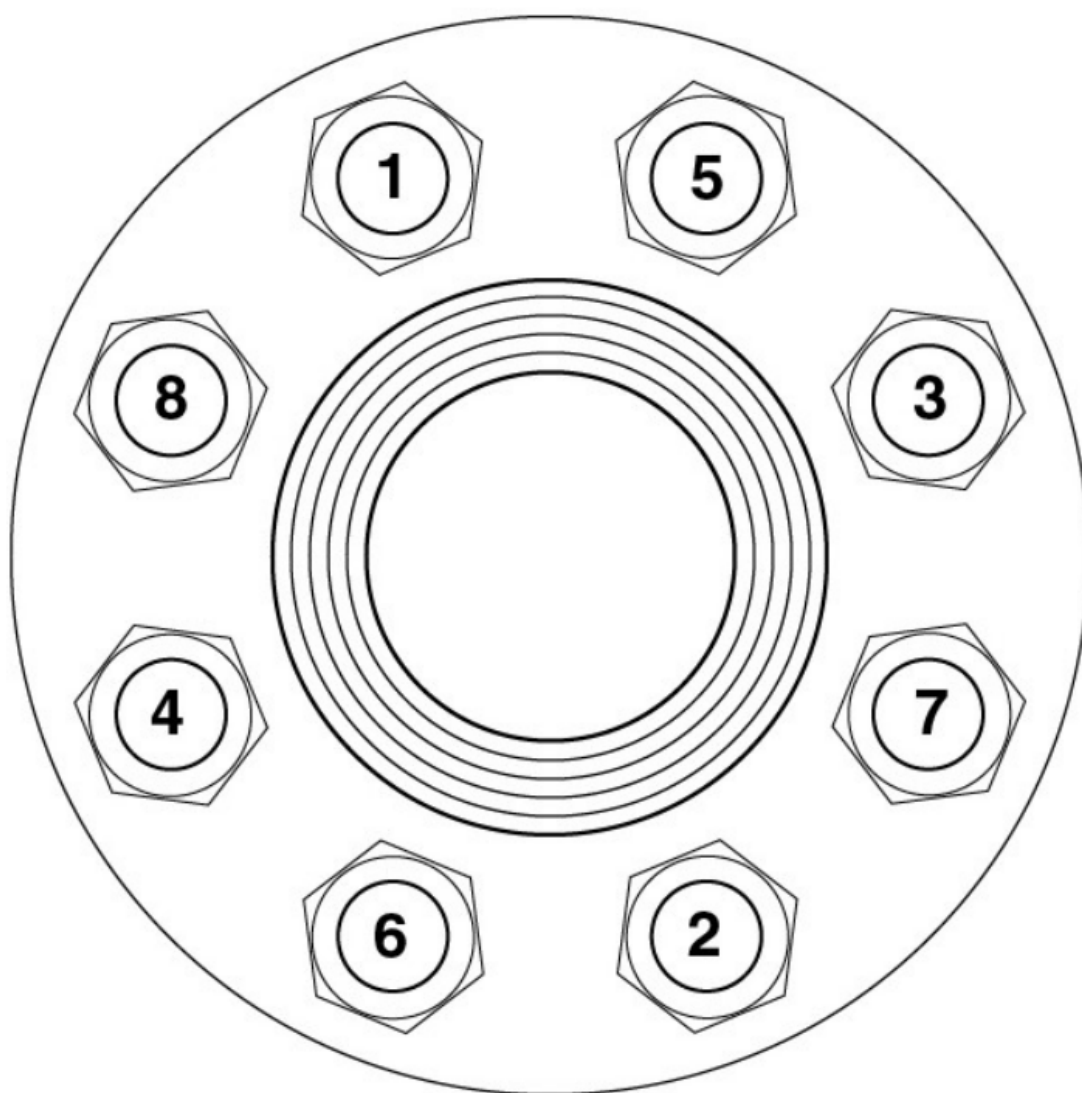


KUVA 12. Tangentin suuntainen tarkastus (Rossi 2023.)

Tangentin suuntainen tarkastus suoritetaan vastaavalla tavalla kuin säteissuuntainenkin. Linjaimella kierretään laipan sisäreikää tangentin suuntaisesti rakoa tarkkaillen ja taskulamppua apuna käyttäen. Jos rakoa havaitaan, mitataan se rakotulkilla. Käytettävät ruuvit tulee myös tarkastaa. Pienemmät ruuvit kannattaa vaihtaa aina uusiin, mutta suurempia ruuveja voidaan aivan hyvin käyttää uudestaan. Ruuvien tarkastus tapahtuu pyörittelemällä mutteri kierteen läpi, sekä tarkastamalla silmämääräisesti ruuvien kunto. Jos mutteri pyörii vaivatta sormin, eikä näytä huonolta, on ruuvi sallittua käyttää uudestaan.

Kun laippojen tiivistepinnat on tarkastettu ja hyväksytyt, voidaan aloittaa kokoonpanovaihe. Asennuksissa käytetään aina uusia ja uutta vastaavassa kunnossa olevia tiivisteitä. Tiivisteeseen tai tiivistepintaan ei saa joutua likaa. Asennuksissa tiivistepinnan ja tiivisteeseen tulee aina olla puhtaat ja kuivat. Tiivistettä asennettaessa on huolehdittava, että tiiviste on oikean kokoinen ja tyyppinen ja se on keskitettynä hyvin laippaliitoksessa. Kiinnitysosat voidellaan asennusohjeen mukaisella voiteluaineella. Voiteluaineilla on eri kitkakertoimia, joten on merkitystä mikä voiteluaine on määritelty millekin kiristysmomentille. Voitelu tapahtuu vasta ruuvien asennusvaiheessa. Toinen pää ensin ja toinen pää vasta kun se on työnnetty reiästä läpi. Tämä siksi, ettei voiteluaineeseen tartu epäpuhtauksia reiästä läpi työnnettäessä. Voideltavia pintoja on ruuvien kierteet, mutterin sisäkierre, mutterin kantopinta ja aluslevyn mutterin puoleinen pinta.

Kiristysmomentit löytyvät yleensä valmiina taulukoista. Esimerkiksi tiivisteiden valmistajilla on usein omat kiristysmomentti taulukkonsa. Laskureitakin on olemassa momentin määrittelemistä varten. Vaikuttavia tekijöitä ovat tiivisteet, laippojen tyypit sekä niiden koko. Kiristys tapahtuu kolmessa eri vaiheessa aina ristiin kiristäen. Ensin kiristetään 30 % lopullisesta kiristysmomentista, sitten 60 % ja lopulta 100 %. Tämän jälkeen kierretään pulttikehää 100 % kiristysmomentilla myötäpäivään niin pitkään, että viimeisen kiristyneen pultin jälkeen tulee 1,5 kehän kierrosta pultteja, jotka eivät kiristy. Kiinnitystarvikkeet tulee olla asennettu niin päin, että niiden merkinnät ovat luettavissa purkamatta ruuviliitosta.

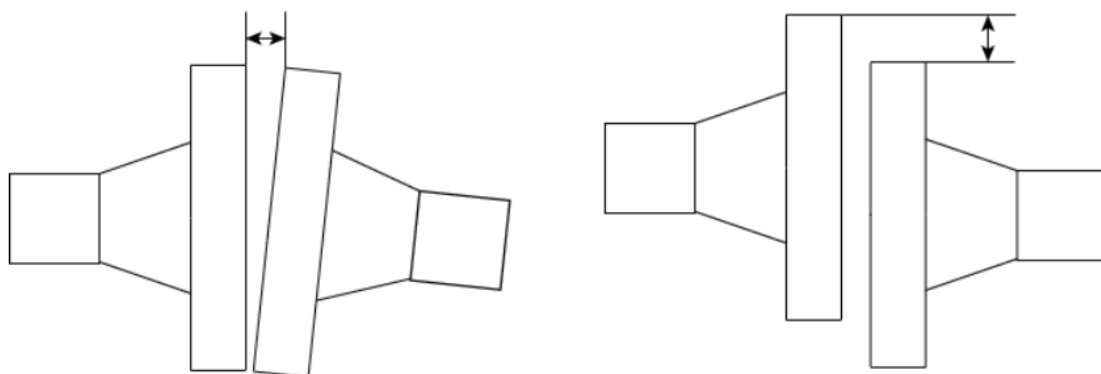


KUVA 13. Ristiin kiristys (Klinger julkaisuaika tuntematon.)

Mutterit kiristetään aina ristiin, jotta laippaliitos kiristyisi suorassa ja tiiviste säilyisi ehjänä kiristuksen ajan. Vaikka kiristys tehdään vaiheittain ristiin kiristämällä, tulee linjausta tarkkailla silti koko kiristuksen ajan. Joissakin kohteissa vaaditaan vielä erikseen jälkikiristys, kun kohde on ollut tietyn ajanjakson käytössä.

Laippojen tulee olla asennusta varten toisiinsa nähden linjassa. Linjauksen tulisi onnistua yhden henkilön kohtuullisella lihasvoimankäytöllä enintään kampea apuna käyttäen. Linjauksessa mitattavia

arvoja ovat kulmavirhe ja linjavirhe. Linjavirhe saa olla maksimissaan 1,5 mm ja kulmavirhe maksimissaan 0,8 mm. (ASME PCC-1.)



KUVA 14. Kulmavirhe vasemmalla ja linjavirhe oikealla (Klinger julkaisuaika tuntematon.)

Jos laippaliitoksen asennuksessa tulee vastaan tilanne, jossa ei kyetä täyttämään asetettuja vaatimuksia, tulee siitä kirjata poikkeama esimerkiksi asennuspöytäkirjaan, jolloin siitä jää tieto muistiin tulevaisuuden varalta.

Asennusta suorittaessa hyvä tapa varmistaa oikeaoppinen asennus, on täyttää asennusta tehtäessä vaihe vaiheelta asennuspöytäkirjaa, johon merkitään mitatut arvot ja käytetyt kiinnitystarvikkeet sekä momentit. Näin voidaan jälkikäteen tarkistaa, miten ja millä komponenteilla liitos on asennettu.

Asennuksen jälkeen suoritetaan vaatimuksien mukaan vuotokoe, tai painekoe. Vuotokokeessa putkistoon tehdään pieni, noin 10 % käyttöpaineesta oleva paine ja painekokeessa suurempi kuin käyttöpaine. Jos kohteena on esimerkiksi pumpun vaihto, varmistetaan myös pumpun oikeanlainen toiminta, eli esimerkiksi virtaukset ja paineet.

Kun asennus on suoritettu, tehdään asennustarkastus, siivotaan työkohte huolellisesti, poistetaan omat lukot, sekä ilmoitetaan työn tilaajalle, että työ on valmis. Hyvä tapa on mahdollisuuksien mukaan myös jäädä seuraamaan koneiden käynnistystä ja varmistamaan laippaliitoksen pitävyys.

7 POHDINTA

7.1 Yleistä pohdintaa

Opinnäytetyössä pureuduttiin perusteellisesti alan standardeihin ja kirjallisuuteen. Uutta tuli opittua paljon niin kunnossapidosta, kuin asennustyö laadustakin ja siihen liittyvistä käytännöistä. Valmista tietoa oli aika niukasti tarjolla ja aikaisempia vastaavanlaisia opinnäytetöitä ei löytynyt, mikä loi omat haasteensa tämän työn tekemiseen.

Yksi asioista joita tekisin toisin jos pystyisin olisi se, että en tekisi nettikyselyä asennustyön laatuun liittyen vaan kävisin yrityksissä enemmän paikan päällä haastattelemassa kasvatusten henkilöitä. Tämä olisi vaatinut enemmän aikaa ja järjestelyjä, mitkä olivat hieman muutenkin kortilla. Ihmiset ovat laiskoja vastaamaan nettikyselyihin, niihin vastataan usein vähän niin sanotusti vasemmalla kädellä ja lisäksi kyselyyn vastatessa on aikaa pätkiä ja pyöritellä vastauksiaan oman etunsa mukaisiksi. Tämän takia realistisemmän tuloksen saisikin mielestäni haastatteleamalla kasvatusten ja vastausprosenttikin olisi todennäköisesti paljon suurempi.

Vaikka asennustyön laatua kyetään mittaamaan ja luomaan erilaisia pöytäkirjoja eri parametreista, mielestäni kuitenkin laatu luodaan tekemällä eikä mittaamalla. Laadukas asennustyö muodostuu monesta eri tekijästä. Kun asennustyössä käytettävät komponentit ja osat ovat laadukkaita ja tarkastettuja, työnsuorittajat koulutettuja ja päteviä sekä käytettävät työkalut laadukkaita, kalibroituja ja tarkastettuja, on asennustyön lopputulos yleensä laadukas.

Asennustyön laadulla ja laadukkaalla kunnossapidolla on suoraan vaikutusta lopputuotteen laatuun, jolla taas on vaikutusta tuotantolaitoksen tuottaman lopputuotteen hintaan. Kun tuote on laadukas, voi tuotteesta pyytää kovempaa hintaa.

Asennustyön laatua voi ajatella eri tavoin. Tässä työssä asennustyön laatuun keskityttiinkin yksittäisenä asennustyön toimituksena, mutta ajattelua voisi laajentaa esimerkiksi asennustyön toimituksen ja toteutuksen kokonaisuuteen työn vastaanottamisesta sen luovutukseen. Se pitäisi sisällään asennustyön suunnittelun laadun, toteutuksen laadun, raportoinnin laadun ja niin edelleen.

7.2 Parannusehdotuksia

Parannettavaa tilaajayrityksellä löytyy mielestäni laadun vaatimisessa tilausvaiheessa, kattavien asennusohjeiden antamisessa, tehtyjen töiden dokumentoinnissa ja kirjauksien tekemisessä ERP-järjestelmään, töiden suunnittelussa sekä töiden tekijöiden valitsemisessa. Usein tekijät otetaan samasta tutusta paikasta, mikä ei sinänsä ole väärin, mutta joskus olisi hyvä tutustua tarjontaan tarkemmin ja käydä auditointikäynneillä eri yrityksissä. Hintaakin voisi kilpailuttaa. Hintaa ei usein katsota kovinkaan suurella suurennuslasilla, vaan tilataan sen kummemmin kilpailuttamatta hintaa. Laadukkuudesta ei kuitenkaan kannata tinkiä.

Monesti työt tilataan esimerkiksi soittamalla että ”olisi tällainen homma, kerkeättekö tulla tekemään”, ja mitään laatuvaatimuksia tai asennusohjeita ei toimiteta. Hyvä tapa olisi panostaa hieman työn tilausvaiheeseen ja toteuttaa tilaus vaikkapa sähköpostin välityksellä, jotta vaatimuksista ja tilaustusta työstä muutenkin jäisi jotain mustaa valkoiselle. Asennusohjeet toimittamalla laatu paranisi merkittävästi. Joistakin töistä kyllä toimitetaan asennusohjeet, mutta usein ne myös jäävät

toimittamatta. Sitä saa, mitä tilaa. Töiden toimittajaa valitessa kannattaa valita sellainen toimittaja, jolla työnlaatu on todistetusti hyvää. Jos havaitaan joillakin toimittajilla työn laadussa puutteita, vaihdetaan tekijää toiseen. Näinkin suuressa tuotantolaitoksessa tuotantokatkokset aiheuttavat rahallisesti mittavat tappiot, jonka takia töiden tilauksessa kannattaa katseet kiinnittää enemmän laatuun, kuin hintalappuun.

Merkille olen laittanut myös että kaikki työt eivät päädy ERP-järjestelmään ja ne jotka sinne päätyvät ei niihin aina tehdä kattavia kirjauksia töiden jälkeen siitä että mitä on tehty ja miten ongelmat ovat lopulta ratkenneet. Kattavilla kirjauksilla kerätään historiatietoa tehdyistä töistä, jolloin saadaan tilastoitua usein vikaantuvia kohteita ja tämä helpottaa kehittävien korjaustoimenpiteiden suunnittelusta ja toteutusta. Sillä lisättäisiin käyntivarmuutta. Lisäksi kattavilla kirjauksilla päästään jyvälle kinkkisemmissä vikatilanteissa, jos vastaavaa ongelmaa on esiintynyt aikaisemmin. Kriittisissä kohteissa myös asennus- ja tarkastuspöytäkirjojen luonti varmistaisi tehtyä laatua.

Asennustöiden tekijää valittaessa usein valitaan sama vanha helposti saatavilla oleva toimittaja, eikä kartoiteta ja kilpailuteta muita, mikä on sinänsä ymmärrettävää töiden tilausvaiheen sujuvuuden kannalta. Välillä olisi kuitenkin hyvä tarkastella minkälaista tarjottavaa muilla yrityksillä on ja käydä vaikkapa tutustumassa yrityksiin, auditoimassa niitä ja haastattelemassa henkilökuntaa.

Jos tietyt työt tehdään aina samojen työtekijöiden toimesta, saattaa tulla niin sanotusti putkinäköä töitä kohtaan. Ajatellaan että näin asiat on ennenkin tehty, eikä sen kummemmin mietitä sitä, että kuinka asiat olisivat helpointa ja järkevintä toteuttaa ja tehdä. Tämän takia onkin hyvä välillä pysähtyä miettimään hetkeksi ja pätkäillä porukalla fiksuinta tapaa toimia, sekä kierrättää työpajareja eri töissä ja vaihdella parivaljakoita. Parien seikoittaminen ja töiden vaihtelu lisää asentajaparien ammattitaitoa, kun osa tietotaito kiertää asentajilta toisille.

Vanha sanonta "Siellä vika missä viimeksi korjattu" on työskentelyaikani osoittautunut osittain osuvaksi sanonnaksi. Vastaan on tullut muutamia kohteita, jotka eivät ole toimineet odotetulla tavalla remontin jälkeen. Tällaisia kohteita ovat olleet monimutkaista hydraulikkaa sisältävät laitteet. Tällaisiin kohteisiin tehtävien huoltojen ja revisioiden kohdalla tulisi noudattaa erityistä tarkkuutta ja puhtautta töitä tehdessä, sekä luoda tehdyistä töistä ja toimenpiteistä kattavat raportit, jolloin mahdollisissa ongelmatilanteissa osataan aloittaa vian etsintä oikeasta paikasta.

Omalle kunnossapitoporukalle olisi hyvä järjestää koulutusta muun muassa hydraulikan osalta. Tuotantolaitoksessa on paljonkin hydraulisesti toimivia laitteita, eikä paljoakaan hydraulikkaosaamista. Tuntuu siltä, että asentajaporukkaa hieman hirvittää mennä koskemaan hydraulisiin laitteisiin, sillä se on tuntematonta aluetta useille. Hydraulikka kuitenkin ei loppupeleissä ole monimutkaista tai vaikeaa, kun sen toimintaperiaatteisiin pääsee vähän jyvälle.

Ajatuksena mielestäni ei olisi huono jonkinlainen pätevyyskoe. Esimerkiksi hitsaustöissä hitsareilla voisi teettää tehtaalle tullessaan jonkinlaisen alapienahitsin ja arvioida hitsin laatua. Näin tehdäänkin ainakin eräässä yrityksessä, jonka vieraan kävin opinnäytetyön teon aikana. Samaa voisi jalostaa asennustöissä.

7.3 Tavoitteet

Asetetut tavoitteet mielestäni tässä työssä täyttyy koko lailla ja jopa hieman ylittyikin, sillä tulihan tätä työtä tehdessä luotua toimiva, opinnäytetyön tilaajan tarpeet huomioiva laippaliitoksen asennuspöytäkirja, jonka avulla kyetään parantamaan asennustyön laatua niin sisäisesti omalla porukalla tehdyissä töissä, kuin ulkopuolisten asennustöiden toimittajienkin tekemää työn laatua. Tämä tosin edellyttää sen, että asennuspöytäkirjaa oikeasti täytetään kohta kohdalta samaan aikaan kun asennustyötä tehdään sekä arkistoidaan pöytäkirjat joko kansioihin tai sähköisinä skannauksina myöhäisempää tarkastelua varten.

Jatkojalostusmahdollisuuksiakin vielä jäi ja laadukkuuden kanssa riittää tekemistä tulevaisuudessaakin. Pääpiirteittäin laatua kyllä osataan tehdä, mutta haasteena on ajan riittävyys. Viime aikoina tehtaan käynti on ollut epävarmaa ja kunnossapito on ollut kiireinen korjaustöiden parissa. Viimeajat ovat olleet niin sanotusti tulipalojen sammuttelua, eikä laatuun ja kirjauksiin olla ehditty panostaa halutulla tavalla.

Tein tämän opinnäytetyön päivätyön ohella. Haasteeksi muodostuikin ajan riittävyys, sillä työ oli kiireistä, päivät venyivät usein pitkiksi ja monta viikonloppuakin meni työn touhussa. Loppujen lopuksi kuitenkin sain työn puserrettua valmiiksi ja lopputuloskin on mielestäni hyvä.

LÄHTEET

- Järviö, Jorma 2000. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto
- Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy
- SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry
- PSK 6201. 2022. KUNNOSSAPITO. KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry
- PSK 7501. 2010. PROSESSITEOLLISUUDEN KUNNOSSAPIDON TUNNUSLUVUT. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry
- PSK 6800. 2008. LAITTEIDEN KRIITTISYYSLUOKITTELU TEOLLISUUDESSA. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry
- SFS-EN ISO 9000. 2015. Laadunhallintajärjestelmä. Perusteet ja sanasto. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 9001. 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS ry.
- SFS-EN 12952-1. 2015. Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 1: Yleistä. Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- SFS-ISO 45001. 2018. Työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 14001. 2015. Ympäristöjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 3834. 2021. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet. Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- SFS-EN 13480-5. 2021. Metalliset teollisuusputkistot. Osa 5: Tarkastus ja testaus. Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry
- SFS-EN 1591-4: en. 2013. Part 4: Qualification of personnel competency in the assembly of the bolted connections of critical service pressurized systems. Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- SFS-EN ISO 6789-1. 2017. Assembly tools for screws and nuts. Hand torque tools. "Part 1: Requirements and methods for design conformance testing and quality conformance testing: minimum requirements for declaration of conformance." ("ISO 6789-1:2017(en), Assembly tools for screws and nuts? Hand torque ...") Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry
- PCC1. 2013. Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly. America. The American Society of Mechanical Engineers.
- Klinger julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Laippaliitoskoulutus. <https://www.klinger.fi/fi/palvelut/laippaliitoskoulutus/>. Viitattu 7.5.2023.
- Biotuotetehdaskonsepti julkaisuaika tuntematon. Metsä Fibre. Verkkojulkaisu. <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/biotuotetehdaskonsepti/>. Viitattu 12.3.2023.

into-digital 2006. Mitä laatu tarkoittaa? Quality Knowhow Karjalainen Oy. Verkkojulkaisu. <https://qkk.fi/mita-laatu-tarκοittaa/>. Viitattu 12.3.2023.

Promaint. 2023. Kunnossapidon osto-opas. Verkkojulkaisu. Asennus ja urakointi. <https://kunnossapidonyritykset.fi/Tuotteet-ja-palvelut/Palvelut/Asennus-ja-urakointi>. Viitattu 29.3.2023.

Me olemme Metsä Fibre julkaisuaika tuntematon. Metsä Fibre. Verkkojulkaisu. Avainluvut. <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/>. Viitattu 7.3.2023.

Metsä Group – Kumppanisi kestävässä kasvussa julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Me olemme Metsä Group. <https://www.metsagroup.com/fi/>. Viitattu 5.3.2023.

Metsä Groupin yritys rakenne julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.metsagroup.com/fi/tietoa-metsa-groupista/tietoa-meista/yritys-rakenne/>. Viitattu 5.3.2023.

Sellua, sahatavaraa ja muita biotuotteita julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. Me olemme Metsä Fibre. <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/>. Viitattu 7.3.2023.

Äänekosken biotuotetehtas | Sellutehtaat julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/sellun-tuotanto/aanekosken-biotuotetehtas/>. Viitattu 5.3.2023.

PSK Standardisointi. 2019. Verkkojulkaisu. <https://psk-standardisointi.fi>. Viitattu 7.3.2023.

SAP julkaisuaika tuntematon. Mikä ERP on? Verkkojulkaisu. <https://www.sap.com/finland/insights/what-is-erp.html>. Viitattu 23.4.2023.

Järviö, Jorma & Lehtiö Taina 2017. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: Promaint ry

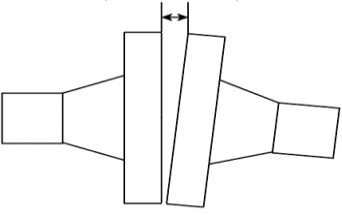
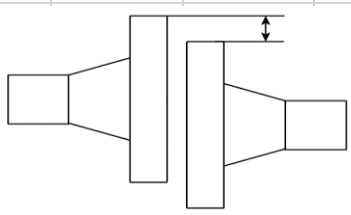
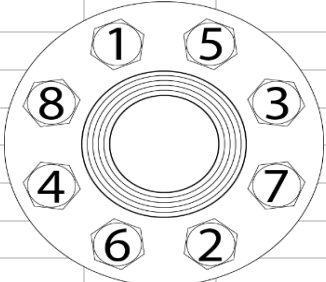
Malinen, Pekka 1996. Konepajan tuotantoprosessin tehokkuuden, tuottavuuden ja laaduntuottokyvyn parantaminen kunnossapidon avulla. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto

Tuominen, Kari 2021. Lean kohti täydellisyyttä, Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen, Total Productive Maintenance. Suomi: Oy Benchmarking Ltd

Savonia-ammattikorkeakoulu. 2023. Verkkojulkaisu. Tunne Savo(nia). <https://www.savonia.fi/tutustu-savoniaan/>. Viitattu 7.3.2023.

Savonia-ammattikorkeakoulu. 2023. Verkkojulkaisu. Tietoa Savoniasta. <https://www.savonia.fi/tutustu-savoniaan/tietoa-savoniasta/>. Viitattu 7.3.2023.

Laippaliitoksen asennuspöytäkirja

Asentajien nimet:				Päivämäärä:			
Laitteen positio:				Laitteen nimi:			
Laippojen valmistelu							
Työlupa voimassa sekä suojavarusteet kunnossa				Kyllä () Ei ()			
Tiivistepinnat puhdistettu epäpuhtauksista				Kyllä () Ei ()			
Tiivistepinnat tarkastettu tiivetyteen vaikuttavien naarmujen varalta				Kyllä () Ei ()			
Molemmat laipat vastaavat asennusohjeen kokoa, materiaalia ja paineluokkaa				Kyllä () Ei ()			
Tiivisteet							
Käytetty uusia ja oikean tyyppisiä tiivisteitä				Kyllä () Ei ()			
Tiiviste sopii liitokseen ja on keskitetty oikeaoppisesti				Kyllä () Ei ()			
Tiivistetyyppi:							
Tiivisteiden koko, paineluokka ja materiaali:							
Kiinnitys/Kiristysosat							
Ruuvien mitat (vahvuus, pituus ja lujuusluokka):							
Ruuvien materiaali/tyyppi:							
Muttereiden materiaali/tyyppi:							
Aluslevyt käytössä				Kyllä () Ei ()			
Käytetty voiteluaine:							
Kierteet ja mutterien vastapinnat voideltu:				Kyllä () Ei ()			
Liitoksen asennus							
Liitos linjattu käyttäen kohtuullista voimaa				Kyllä () Ei ()			
Kaikki ruuvit on kiristetty käsikireyteen ennen ristiinkiristystä				Kyllä () Ei ()			
Kiristetty kolmessa vaiheessa ristiinkiristämällä ja tarkistuskierrös myös tehty				Kyllä () Ei ()			
	1. kiristys 30% maksimista		2. kiristys 60% maksimista		3. kiristys 100% maksimista		
Kiristys- momentit (Nm)							
	Sijainti 0°		Sijainti 90°		Sijainti 180°		Sijainti 270°
Kulmavirhe (max. 0,8 mm)							
Linjavirhe (max. 1,5 mm)							
Suurin esiintynyt kulmavirhe: _____mm Suurin esiintynyt linjavirhe: _____mm							
							
Työkalut: Momenttiavain () Tasotulkki () Työntömitta () Rakotulkki () Reikärauta ()							
Lenkkiavaimia () Muut työkalut:							
Erityisvaatimukset:							
Poikkeamat:							
ASENTAJAN ARVIOINTI: Liitos on oikein asennettu ja käyttöönottovalmis				Kyllä () Ei ()			
Asentajien/tekijöiden allekirjoitukset:							
Urakoitsijan työnjohtajan allekirjoitus:				Työn valvojan allekirjoitus:			

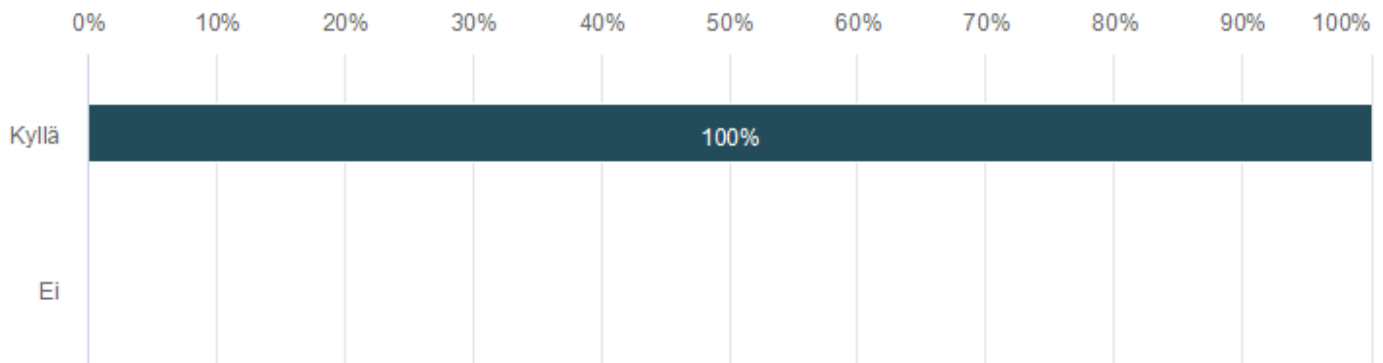
Laadun varmistus asennustöissä

Perusraportti

Vastaajien kokonaismäärä: 13

1. Varmistatteko toimittamanne asennustyön laadun?

Vastaajien määrä: 12



	n	Prosentti
Kyllä	12	100,0 %
Ei	0	0,0 %

2. Kuinka sen varmistatte?

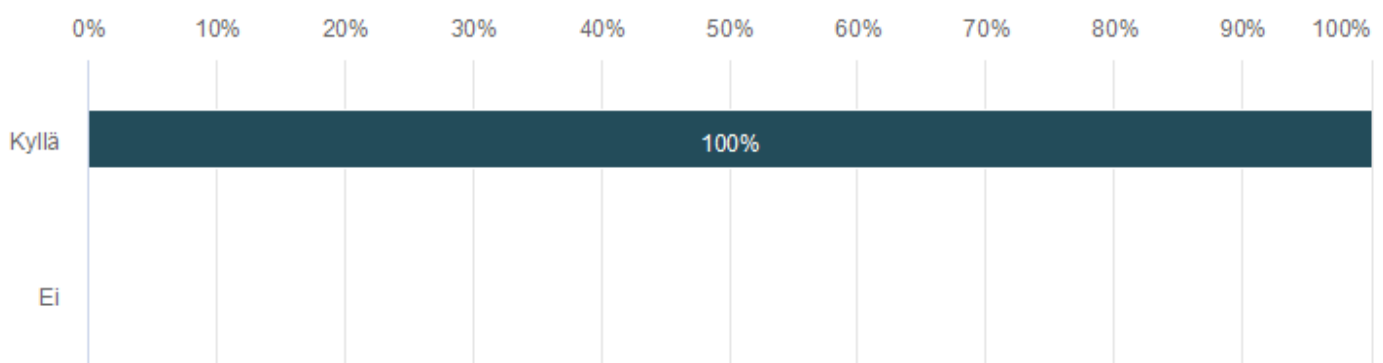
Vastaajien määrä: 12

Vastaukset
Firmamme työnjohto tarkastaa työn ja toisinaan se tehdään myös yhdessä tilaajan kanssa. Tietyistä töistä tehdään pöytäkirjat

Sähköisillä mittauksilla (käyttöönottotarkastus) ja koekäytöllä.
Riippuu laitetoimittajan menetelmistä, mutta tarkastuslistan mukaan sekä työnjohto ja asiakas tarkastaa ja hyväksyy asennuksen luovutus tarkastuksen yhteydessä.
Asennuskatselmuksella
Erilaisilla tarkastus listoilla ja silmämääräisesti. Kiristetyt pultit merkataan
Loppukatselmointi kohteessa lopuksi ja työn laadun tarkkailu asennuksen aikana.
Silmämääräisesti, painekokein yms.
Tarkastuspöytäkirja, visuaalinen tarkastus
Varmistetaan että asennettava osa on juuri sellainen kuin sen pitää olla ja asennamme sen piirustusten mukaisesti. Noudatamme hitsausohjeita, teemme mittatarkastukset asennuksen jälkeen, ulkopuolinen tarkastusyrittäjä tarkastaa tuottamamme laadun. Kolmannen osapuolen viimeinen tarkastus ennen luovutusta.
Meillä on työhön perehdytetty/pätevät asentajat.
Yleisimmät menetelmät ovat: työn vaiheiden läpikäynti työn valmistuttua: onko kaikki tehty ja oikein? Koekäyttö asennuksen jälkeen, paikallaolo käynnistysvaiheessa.
asennustyön dokumentointi ja sen tarkastus + asennustarkastus

3. Noudatatteko asennustöissä laitevalmistajan asennusohjeita?

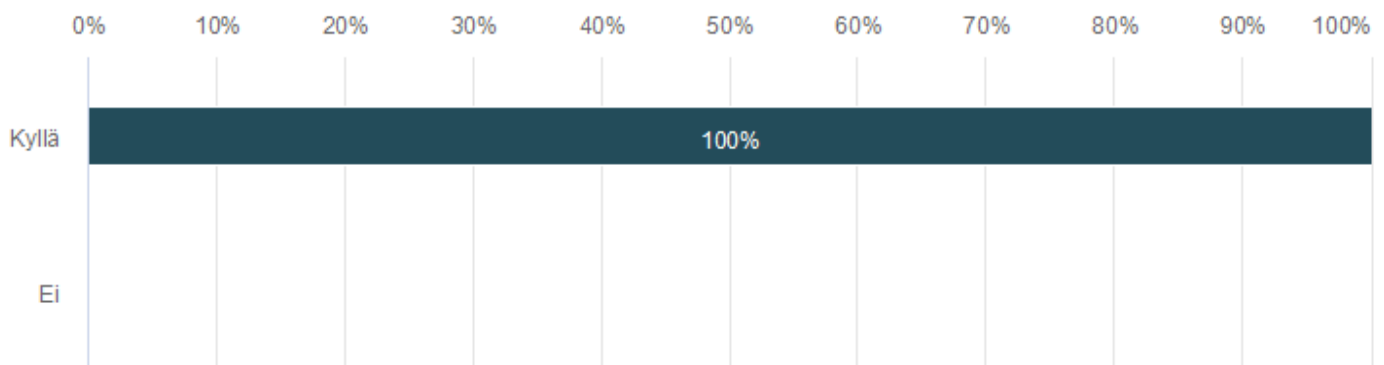
Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %

4. Onko käyttämänne työkalut tarkastettuja ja kalibroituja?

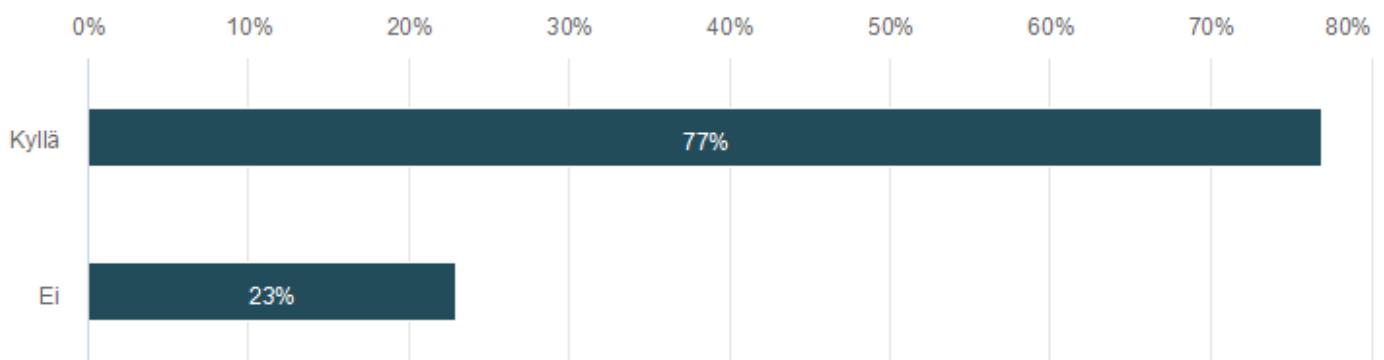
Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %

5. Onko teillä jokin rekisteri vaadittavista kalibroinneista ja tarkastuksista?

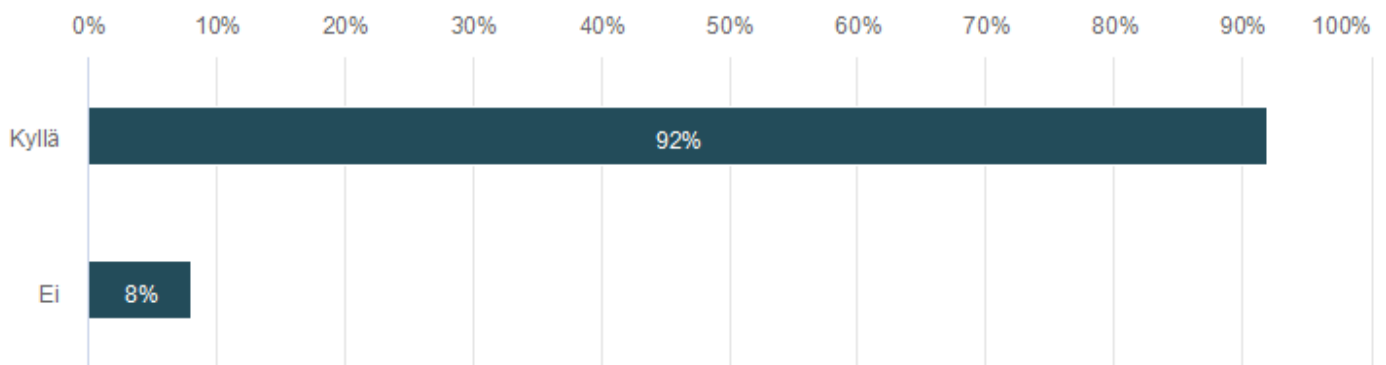
Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	10	76,9 %
Ei	3	23,1 %

6. Teettekö asennustarkastuksen asennustöiden jälkeen?

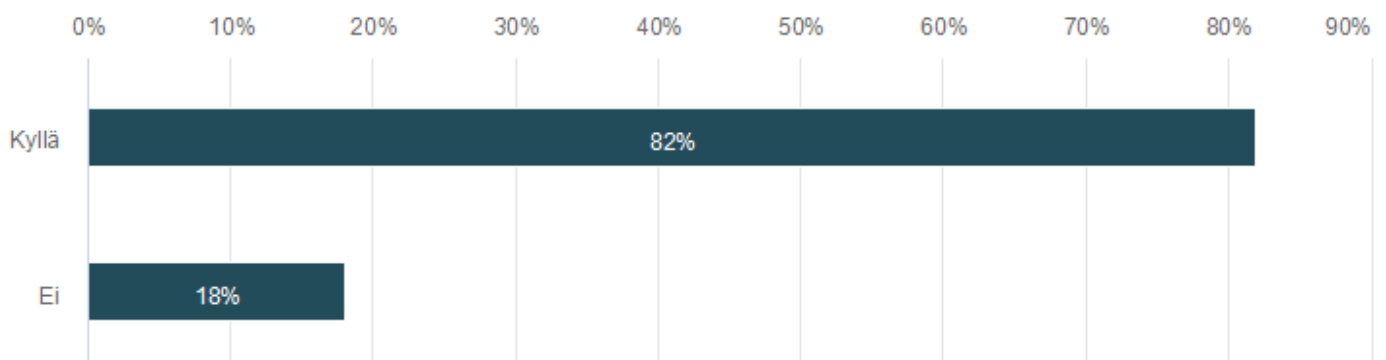
Vastaajien määrä: 12



	n	Prosentti
Kyllä	11	91,7 %
Ei	1	8,3 %

7. Luotteko siitä tarkastuspöytäkirjan arkistoihin?

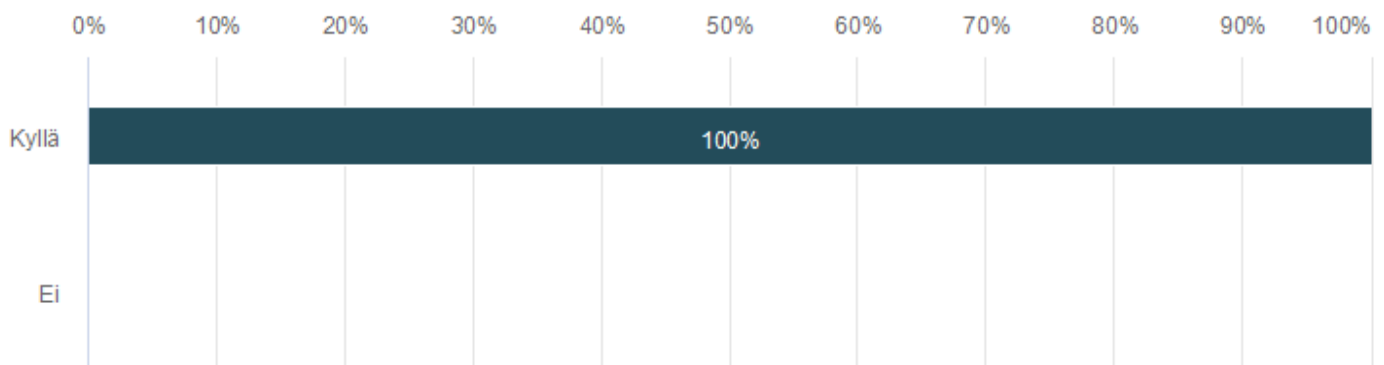
Vastaajien määrä: 11



	n	Prosentti
Kyllä	9	81,8 %
Ei	2	18,2 %

8. Varmistatteko asentajinne osaamisen ja ammattitaidon?

Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %

9. Kuinka sen varmistatte?

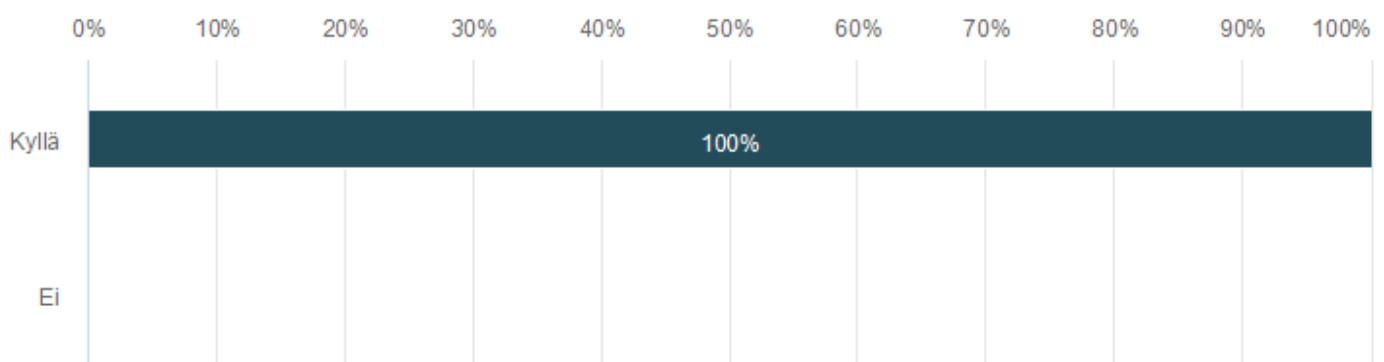
Vastaajien määrä: 11

Vastaukset
Tietyistä pätevyyksistä pidetään kirjaa. Asennustyölle lähtiessä katsotaan aina tapauskohtaisesti, että asentajien ammattitaito on riittävä ko. työhön.
Työhistoriasta ja koulutustaustasta työhaastattelussa. Muuten työn valvonnalla. Sekä meillä on tehty ohjeistukset käyttöönototarkastuksia varten.

Perehdytysohjelmassa ja työn seuranta uuden kaverin aloittaessa työnjohdon toimesta
Referensseillä ja tarvittaessa testeillä
Laittamalla uudet asentajat kokeneiden kavereiden mukaan
Tarvittavat pätevyudet oltava henkilöstöllä voimassa. Näistä on rekistereissä tiedot. Tarvittaessa pätevyyksien uusinta/päivitys. Uusien asentajien työn laadun tarkkailu tarkemmalla silmällä.
Mittaamalla
Säännöllistä koulutusta henkilöstölle. Pätevyyskokeet säännöllisesti ja kohdekohtaiset työkokeet ennen valmistuksen aloitusta. Asennuksen aikainen valvonta/työnjohto.
Sisäisillä ja ulkoisilla koulutuksilla.
Työnjohto valvoo asentajien työskentelyä ja sen laatua. Jos havaitaan puutteita, valitaan työtehtävät sen mukaan ja järjestetään jatkoa silmällä pitäen koulutusta.
Aikaisempi kokemus, auditointi, referenssit. Työn suunnitelman tarkastus + aikataulun tarkastus ja työn aikana aktiivinen seuranta

10. Perehdyttekö asennuskohteeseen ennen asennustyön suorittamista?

Vastaajien määrä: 12



	n	Prosentti
Kyllä	12	100,0 %
Ei	0	0,0 %

11. Kuinka arvioitte asennustyön resurssien tarpeen?

Vastaajien määrä: 13

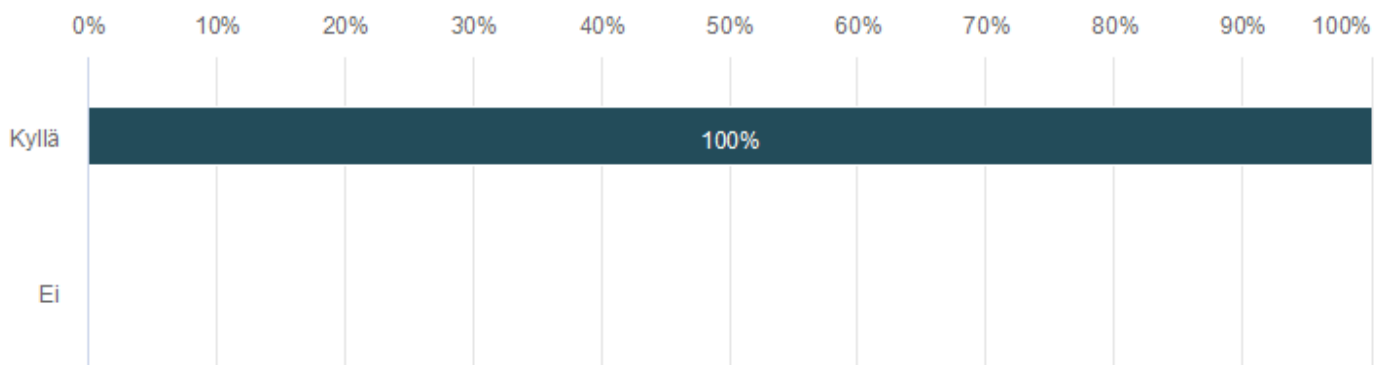
Vastaukset
Tilanteen mukaan joko asiakkaan kanssa keskustellen, tai meidän työnjohtomme katselmoi kohteen ja määrittää resurssin
Mututuntumalla
Meillä on aikataulu ja piirustukset, joiden mukaan kartoitamme resurssit
suunnitellaan yhdessä asiakkaan kanssa, tai arvioidaan itse aikaisempaan kokemukseen perustuen.
Työlle on annettu tarjouksessa hinta. Hinnasta saadaan ulos tuntimäärä. Tuntimäärä jaetaan annetulla aikataululla ja saadaan tarvittava resurssi karkeasti. Tätä resurssia sitten säädetään työmaalla tilanteen mukaan.
Kokemukseen perustuen
Kohteesta ja kohteen aikataulusta riippuen laskemme tarvittavan henkilö määrän, Palastelemme kokonaisuuden pienempiin palasiin ja niistä laskemme arvioidun kokonaiskeston.
Kokemuksella, yhdessä tilaajan kanssa
Tutustumisen pohjalta ja edellisten kokemusten pohjalta
Keskustelut asiakkaan kanssa työn laajuudesta sekä käynti asennuspaikalla ennen työmaan aloitusta.
Varmuuden vuoksi pieni "vara" resursseihin yllättävien muutoksien varalta.
Kokemuksen ja laitteiden mukaan.

Pitkälti kokemuspohjaisesti, tietyissä tehtävissä on käytettävissä nyrkkisääntöjä ja taulukoita.

Aikataulun ja työmäärän arvioinnin perusteella + aikaisempi kokemus ja myös referenssikohteiden resurssoinnin kautta tarkastelu

12. Onko teillä jokin järjestelmä/loki, jossa pidätte pätevyys- ja ylläsim. tulli- ja työturvallisuuskortit?

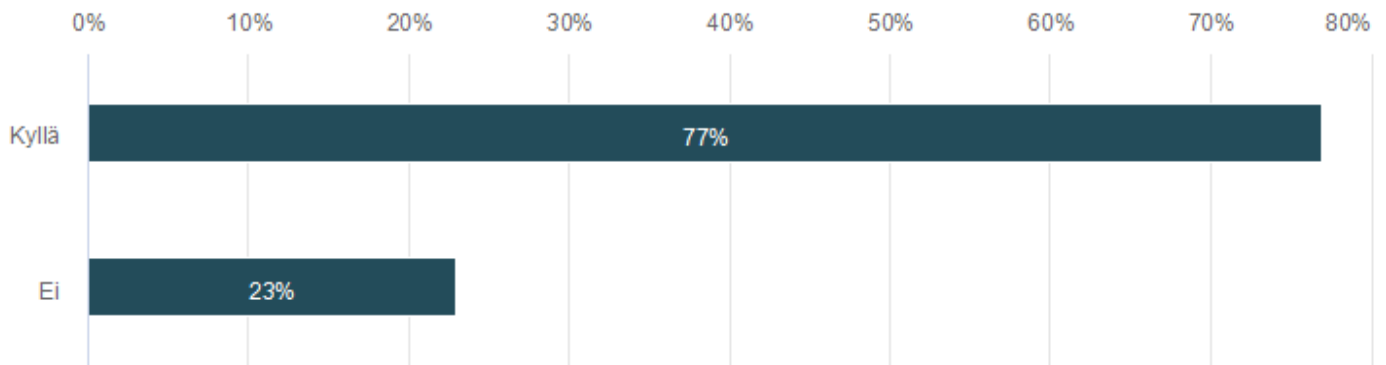
Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %

13. Onko yhteistyökumppaneita, joita käytätte erikoistyökalujenvuokraamiseen?

Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	10	76,9 %
Ei	3	23,1 %

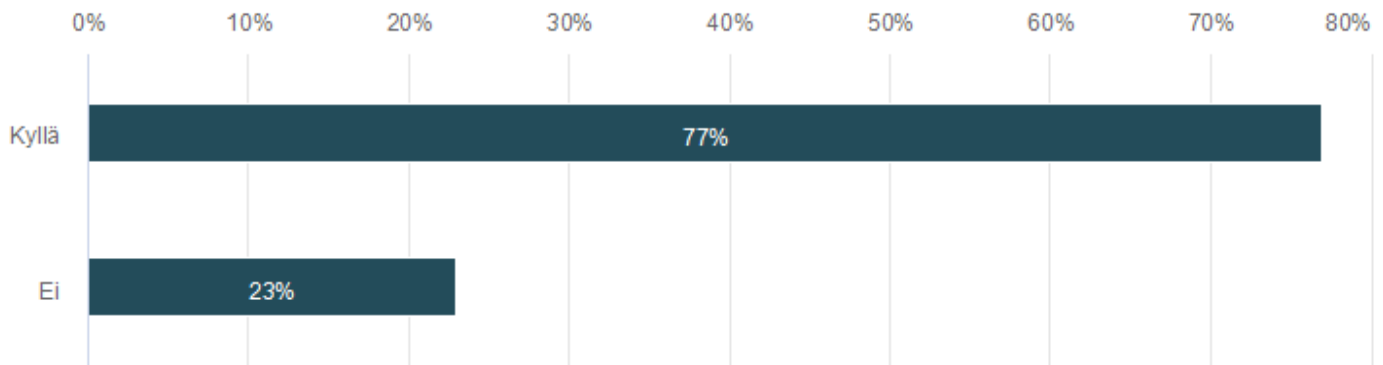
14. Varmistatteko erikoistyökalujen kalibrointien tilan vuokratessanne niitä?

Vastaajien määrä: 9

Vastaukset
Emme lähtökohtaisesti vuokraa laitteita, joita pitää kalibroida, mutta jos näin tarvitsee tehdä, niin vaadimme kyllä kalibroinnin voimassaolon
Ei.
kyllä
Kyllä
Kyllä. Leimat yms oltava.
kyllä
Kyllä
Sopimukseen on kirjattu, että asennukselle toimitetaan vain kalibroituja välineitä.
kyllä

15. Käytättekö asennustöissä vuokratyöntekijöitä?

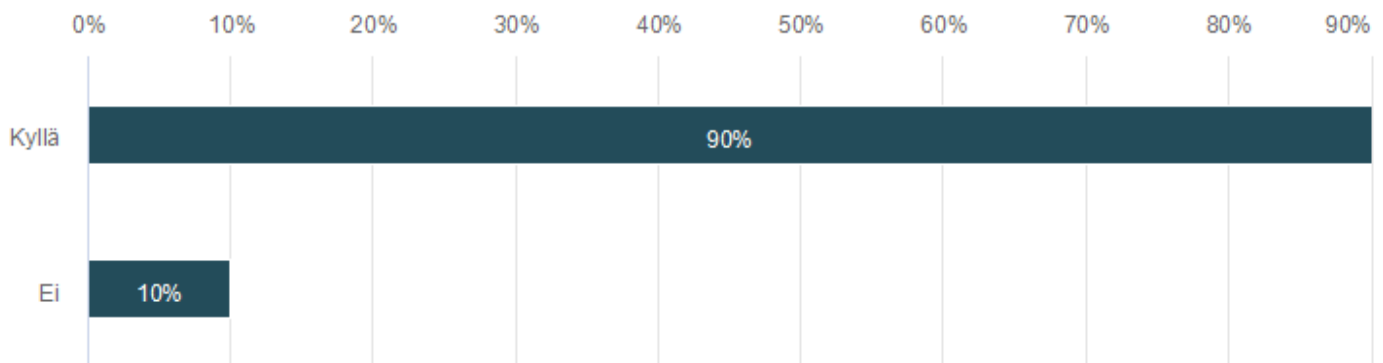
Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	10	76,9 %
Ei	3	23,1 %

16. Varmistatteko vuokra-asentajien pätevyydet?

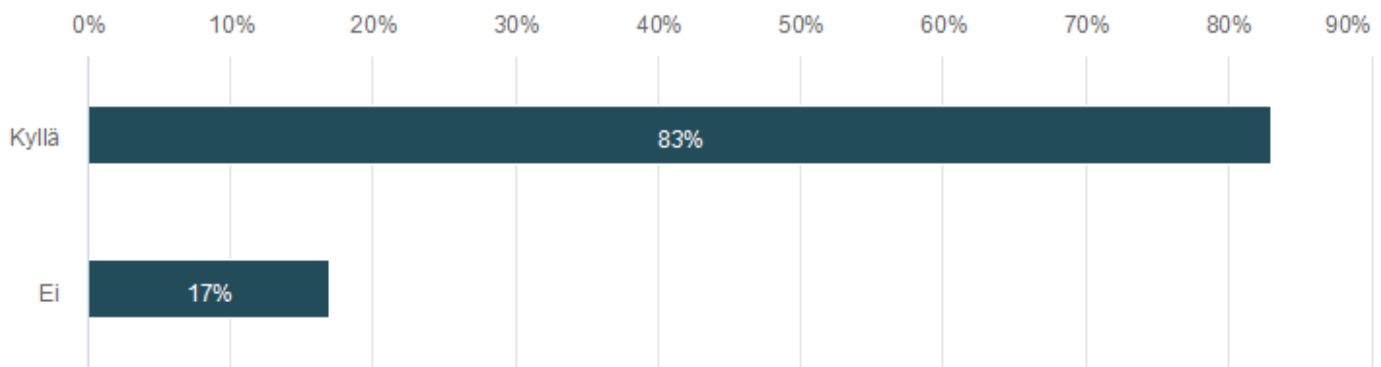
Vastaajien määrä: 10



	n	Prosentti
Kyllä	9	90,0 %
Ei	1	10,0 %

17. Seuraatteko asiakasreklamaatioita?

Vastaajien määrä: 12



	n	Prosentti
Kyllä	10	83,3 %
Ei	2	16,7 %

18. Miten niitä seuraatte ja miten niihin reagoitte?

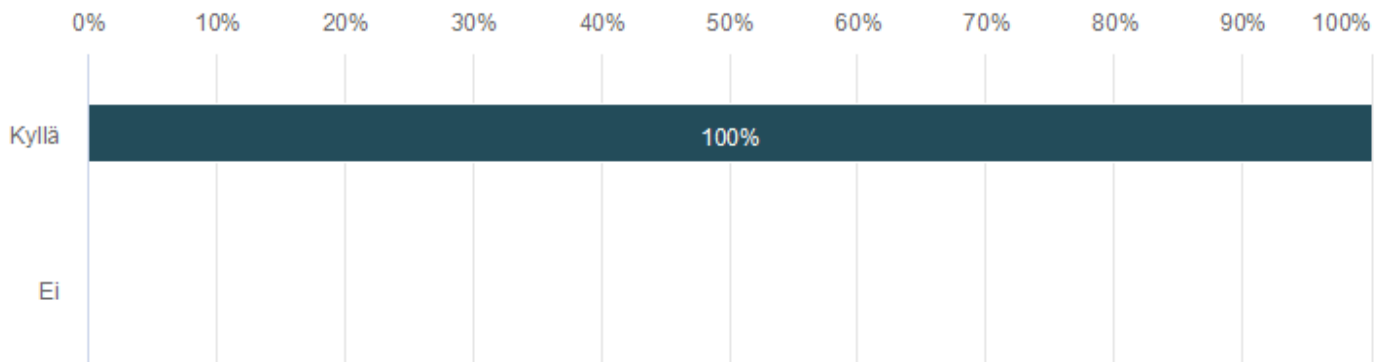
Vastaajien määrä: 8

Vastaukset
Meille reklamoidaan suoraan joko puhelimitse, tai sähköpostilla. Reklamaation tullessa se käsitellään heti, yleensä pyritään käymään asennuskohteessa katso- maan tapaus.
laadunhallintajärjestelmän raporteilla
Kuukausi palavereissa käymme tulle reklamaatiot läpi
Pyritään reagoimaan ASAP ja korjaamme puutokset, Reklamaatiot yleensä tule- vat joko suusanallisesti puhelimitse tai sähköpostilla.
Korjaamalla viat
Asennuksen aikaiset palautteen kerätään ja jaetaan tiimin kesken, välitön rea- gointi. Asiakaspalaute kerätään asennuksen jälkeen, selvitykset tehdään mahdollisim- man kattavasti ja toimitetaan kohtuullisessa ajassa.

Parannemme toimintaamme palautteen avulla.
Yrityksen sisäiset järjestelmät/mittarit.
varmistuen, ettei sama tapahdu toista kertaa

19. Kehitettkö henkilöstön ammattitaitoa?

Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %

20. Miten?

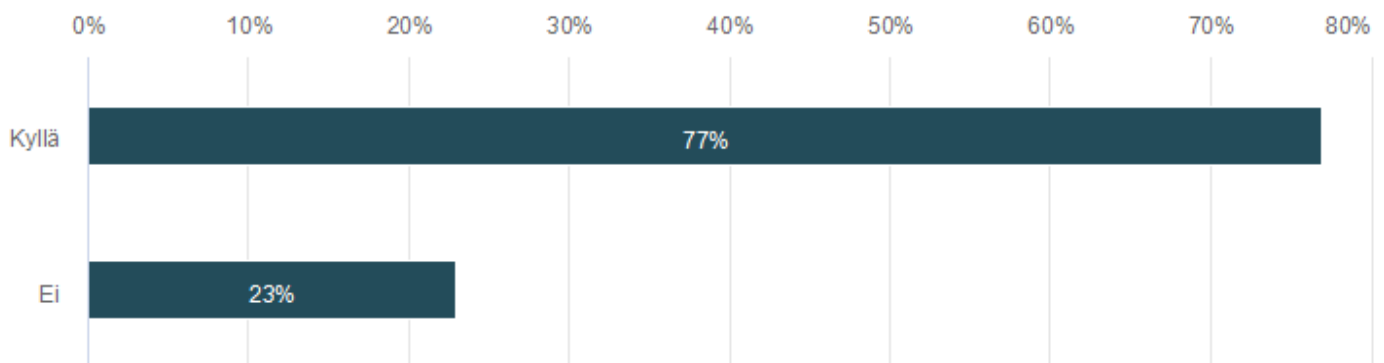
Vastaajien määrä: 12

Vastaukset
Kurssittamalla mahdollisuuksien mukaan.
Alaan kohdistuvilla koulutuksilla sekä tarjoamalla halukkaille asentajille haastavampia töitä kokeneemman opastuksella.
Järjestämällä täsmäkoulutusta, tarpeen mukaan
Kouluttamalla sisäisesti tai käyttämällä ulkoisia koulutusorganisaatioita

Omilla koulutuksilla sekä yhteistyökumppaneiden järjestämällä koulutuksilla.
Kurssittamalla
Koulutuksia tarpeen mukaan.
Ammatillisilla koulutuksilla
Säännöllinen koulutus turvallisuuden sekä laadun tuoton osalta.
Koulutuksilla ja perehdytyksillä.
Ulkopuolisin ja sisäisin koulutuksin
koulutus, työn jälkeen läpikäynti-> kehitystarpeet

21. Onko yrityksellä laatustandardi käytössä?

Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	10	76,9 %
Ei	3	23,1 %

22. Mikä?

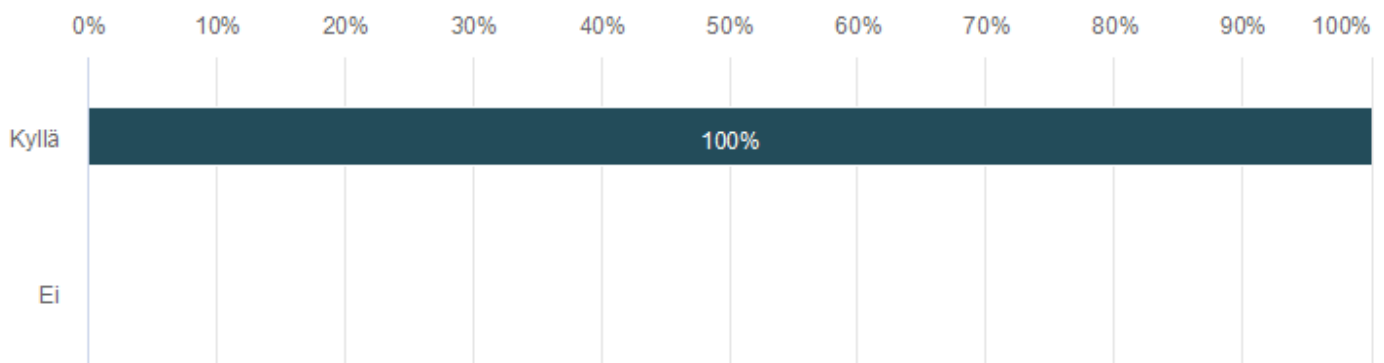
Vastaajien määrä: 9

Vastaukset

Painelaitestandardit putkistopuolella. ISO 9001. Teräsrakennestandardit.
ISO 9001
ISO 9001 ja ISO 3834-2
ISO 9001:2015
ISO 9001
ISO 9001:2015 ja ISO 14001:2015
ISO 9001 EN 12952 EN 3834 yms.
ISO 9001, 14001 ja 45001
Kaikki mahdolliset

23. Raportoitko työn etenemisestä ja aikataulusta tilaajalle?

Vastaajien määrä: 13

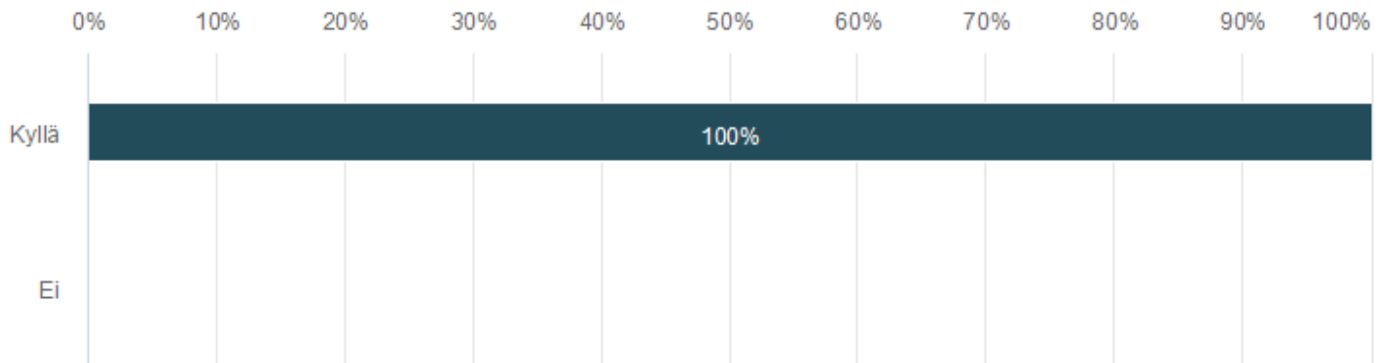


	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %

Ei	0	0,0 %
----	---	-------

24. Huolehditteko työmaan siisteydestä?

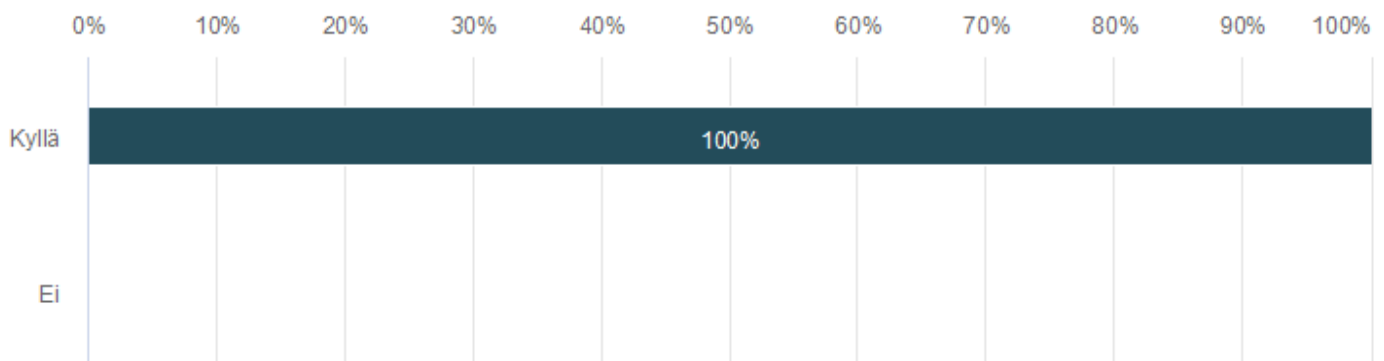
Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %

25. Siivoatteko jälkenne asennustöiden valmistuttua?

Vastaajien määrä: 13

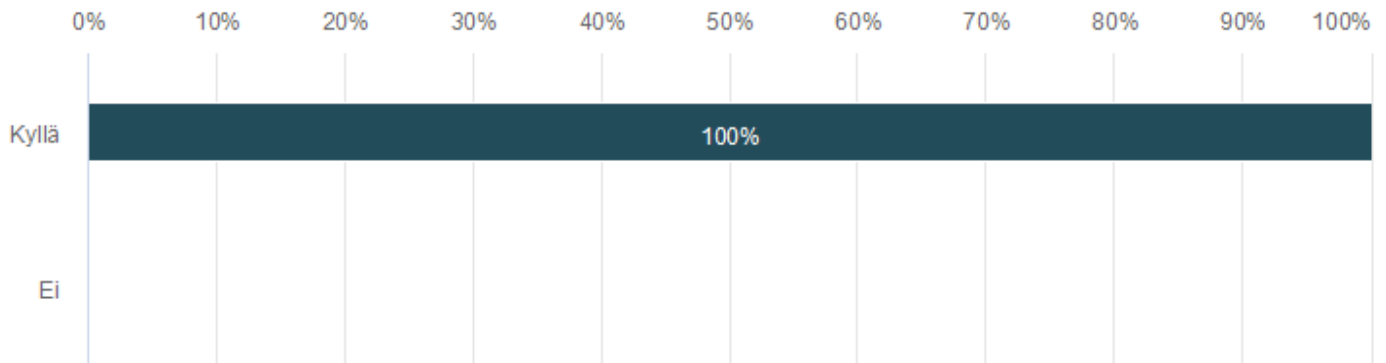


	n	Prosentti
--	---	-----------

Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %

26. Onko nostoapuvälineenne tarkastettu?

Vastaajien määrä: 13



	n	Prosentti
Kyllä	13	100,0 %
Ei	0	0,0 %