

**Pauli-Petteri From**

**FREEPORT COBALTIN INSTRUMENTOINNIN OHJEET**

**Asennukseen ja kunnossapitoon**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Lokakuu 2016**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Marraskuu 2016	<b>Tekijä/tekijät</b> Pauli-Petteri From
<b>Koulutusohjelma</b> Tietotekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> FREEPORT COBALTIN INSTRUMENTOINNIN OHJEET Asennukseen ja kunnossapidolle		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Ala-Pöntiö	<b>Sivumäärä</b> 33 + 1	
<b>Työelämäohjaaja</b> Aki Yli-Länttä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksen oli parantaa Kokkolan Freeport Cobaltin vanhoja asennus- ja suunnitteluohjeita, sekä luoda uusia ohjeita sellaisille laitteille, joita varten ei vielä ohjeita ollut. Ohjeita kirjoitettiin kohderyhmän mielipiteiden sekä pyyntöjen mukaisesti, jotta niitä olisi mahdollisimman helppo lukea.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuus keskittyy prosessiteollisuuden keskeisimpiin mittauksiin sekä toimilaitteisiin, käyttäen malliesimerkkeinä Freeport Cobaltilla käytössä olevia malleja. Lisäksi läpikäydään lyhyesti ohjeiden kirjoittamiseen liittyvät vaiheet.</p>		

**Asiasanat**

Automaatio, asennus, kunnossapito, päivitys, suunnittelu

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> November 2016	<b>Author</b> Pauli-Petteri From
<b>Degree programme</b> <b>Information Technology</b>		
<b>Name of thesis</b> IMPROVING THE MANUALS FOR INSTALLATION AND PLANNING OF FREE-PORT COBALT		
<b>Instructor</b> Hannu Ala-Pöntiö	<b>Pages</b> 33 + 1	
<b>Supervisor</b> Aki Yli-Länttä		
<p>The purpose of this thesis was to improve old installation and planning instructions of Freeport Cobalt Kokkola, and also to create the new instructions for the devices which did not yet have instructions. Instructions were written to meet the target group's opinions and requests, and the instructions needed to be as easy to read as possible.</p> <p>The theoretical part of the thesis focuses on key industrial process measurements and units, utilizing models used at Freeport Cobalt as examples. The guidelines for writing the instructions are briefly discussed at the end of the thesis.</p>		

**ABSTRACT**

**Key words**

Automation, installation, maintenance, planning, update

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PROSESSISSA KÄYTETYT MITTAUKSET .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Lämpötilan mittaaminen .....</b>	<b>2</b>
2.1.1 Pt100-lämpötila-anturi.....	2
2.1.2 Termoelementtianturi.....	4
<b>2.2 Virtausmittaukset.....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Coriolis -massavirtamittari (Micro Motion).....	7
2.2.2 Terminen virtausmittaus (FCI ST98).....	8
2.2.3 Vortex-mittaus (Rosemount 8800).....	10
2.2.4 Magneettinen virtausmittaus (Khrone Optiflux) .....	11
2.2.5 Virtausmittalaippa (Rosemount 405) .....	12
<b>2.3 Pinnankorkeuden mittaus .....</b>	<b>13</b>
2.3.1 Pinnankorkeuden mittaus painelähettimellä.....	13
2.3.2 Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittaus.....	14
2.3.3 Ultraääni .....	16
2.3.4 Radiometrinen pinnankorkeuden mittaus.....	17
<b>2.4 pH-arvon mittaus .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Kaasuilmasisimet .....</b>	<b>19</b>
<b>3 AUTOMAATTIVENTTIILIT .....</b>	<b>20</b>
3.1 Sulkuventtiilit .....	20
3.2 Säästöventtiili .....	21
<b>4 YRITYKSEN ESITTELY .....</b>	<b>22</b>
<b>5 ALKUPERÄISTEN OHJEIDEN ONGELMAT.....</b>	<b>24</b>
<b>6 OHJEIDEN KIRJOITTAMINEN.....</b>	<b>26</b>
<b>7 POHDINTA .....</b>	<b>29</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>30</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>KUVAT</b>	
KUVA 1. Pt100 anturin asennus putkistossa .....	3
KUVA 2. Miten toimii TE-anturi (termoelementti)?.....	4
KUVA 3. Termoparityyppien lämpötila-alueet ja toleranssit .....	5
KUVA 4. Termoparityyppien materiaalit ja niiden kaapelit.....	6
KUVA 5. Vaihe-ero putkien alku- ja loppupään välillä .....	7
KUVA 6. Micro Motion F-Series Coriolis flow and Density Sensors .....	8
KUVA 7. FCI ST98 Sensorielementti. ....	9

KUVA 8. FCI ST98-anturin asennus putkeen. ....	9
KUVA 9. Pyörrevana vortex-mittauksessa. ....	10
KUVA 10. Esimerkki asennuksesta korkeissa lämpötiloissa .....	11
KUVA 11. Erilaisia Rosemount 405 mittalaippoja.....	12
KUVA 12. Rosemount painelähettimiä ja laippaliitäntöjä. ....	13
KUVA 13. Kondensaattorin toimintaperiaate.....	14
KUVA 14. Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittaus.. ....	15
KUVA 15. Kapasitiivisen mittasauvan yhteen sijoitus.....	15
KUVA 16. Ultraääni-anturin sijoitus ja suuntaus.. ....	16
KUVA 17. Säteilylähde[1], vastaanotin[2], kaapeli[3] sekä vahvistin[4]. ....	17
KUVA 18. Radiometrinen pinnankorkeuden mittaus [1] sekä pintaraja [2]. ....	18
KUVA 19. iTrans-kaasuilmaisin asennettuna seinälle.....	19
KUVA 20. Palloventtiili Neleksen älykkäällä ND9000-sarjan asennoittimella.. ....	21
KUVA 21. Esimerkki tiivistelmästä uusien ohjeiden alussa.. ....	24
KUVA 22. Kuvakaappaus automaatioventtiilin asennusohjeesta.....	26
KUVA 23. Kuvakaappaus ultraääni-pinnanmittauksen kunnossapito-ohjeesta.. ....	27

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda Kokkolan Freeport Cobaltille sellaiset käyttö- ja kunnossapito-ohjeet, että suunnittelu- sekä asennusvirheet saadaan minimoitua. Jo olemassa olevat asennus- ja käyttöohjeet jalostetaan mahdollisimman yksinkertaiseen muotoon, jotta niitä lukeva ymmärtäisi mahdollisimman vähällä lukemisella, miten mikäkin toimilaitte sekä anturi tulee asentaa. Myös uusia ohjeita tullaan luomaan sellaisille laitteille, joista ei vielä ole olemassa minkäänlaisia ohjeita. Ohjeisiin tulee sisällyttää vielä suunnitteluohjeet, jottei toimilaitteita tai antureita tulisi asentamaan sellaisiin paikkoihin tai asentoihin, joissa ne eivät voi toimia halutulla tavalla tai tarkkuudella, tai joihin asentajalla on kunnossapitotöissä vaikeuksia päästä.

Ohjeet kattavat mm. erilaiset virtaus-, paine-, lämpötila- ja pinnankorkeusanturit, sekä erilaiset automaattiventtiilit. Koska lähes jokaisen valmistajan anturit ja toimilaitteet eroavat toisistaan eikä tietyn valmistajan ohjeita voi soveltaa toisen valmistajan laitteeseen, on ohjeet tehty niille nimenomaisille antureille ja toimilaitteille, joita FCO:lla käytetään. Jokaisen ohjeen lähteenä toimii valmistajan oma manuaali kyseiselle laitteelle, josta löytyy lähes kaikki mahdollinen tieto anturia koskien. Näistä tiedoista poimitaan oleelliset asiat asennuksen sekä suunnittelun kannalta.

Ohjeiden ulkoasusta pyritään tekemään mahdollisimman selkeät ja yksinkertaiset. Ulkoasusta pyritään saamaan lukijaystävällinen käyttämällä paljon kuvia ja kuvioita ja isoa fonttikokoa.

## 2 PROSESSISSA KÄYTETYT MITTAUKSET

Prosessiteollisuudessa mitataan prosessista monia eri suureita. Näitä ovat muun muassa lämpötila, pinnankorkeus, happamuus, virtaus ja paine. Kaikkien näiden suureiden mittaus on tärkeää prosessin säädön sekä ohjauksen kannalta. Lisäksi ne parantavat turvallisuutta ja laatua, sekä mahdollistavat hälytykset, raportoinnin ja trendiseurannan. (Harmo 2016, 36.)

### 2.1 Lämpötilan mittaaminen

Lämpötila on teollisuudessa eniten mitattu ja yksi tärkeimmistä suureista, sillä monet muut teollisuudessa mitatut suureet, kuten pH-arvo, ovat riippuvaisia lämpötilasta. Lämpötilan yksikkönä käytetään pääsääntöisesti Celciusta ( $^{\circ}\text{C}$ ), tai Kelviniä (K). Lämpötilaa voidaan mitata useilla eri mittareilla, mutta kaikki eivät luottavuutensa, luotettavuutensa tai tarkkuutensa puolesta sovi jokaiseen prosessiin osaan. (Frondeius 2005.)

Mekaanisia mittareita voidaan teollisuudessa käyttää paikallisina lämpötilamittareina, mutta sellaisenaan ne eivät useimmiten riitä, sillä niistä ei saada minkäänlaista mittausviestiä järjestelmään, jonka mukaan prosessia voitaisiin säätää. Tämän takia teollisuudessa käytetäänkin yleisesti sähköisiä lämpötilamittauksia, joiden tarkkuus on parempaa luokkaa kuin mekaanisten lämpötilamittareiden, ja joista saadaan tuotua mittaustieto järjestelmään. (Frondeius 2005.)

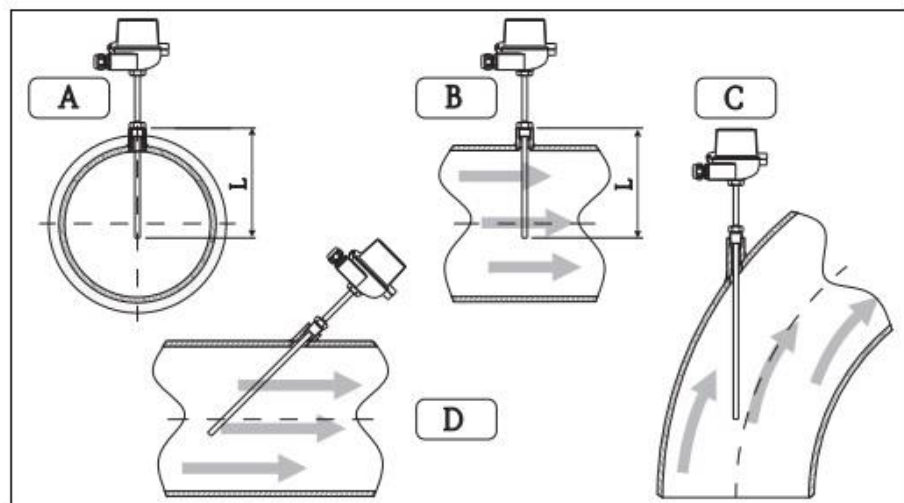
#### 2.1.1 Pt100-lämpötila-anturi

Pt100-anturi on prosessiteollisuuden käytetyimpiä antureita lämpötilamittauksissa. Käytännössä mittaus perustuu anturin sisällä olevan vastuslangan resistanssin mittaamiseen, joka muuttuu lämpötilan muuttuessa. Pt100-anturin nimi tulee siinä käytetystä vastuslangan materiaalista, sekä vastuslangan vastuksesta  $0^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa. Vastuslanka on platinaa ja sen ohmi arvo on  $100\Omega$  lämpötilan ollessa  $0^{\circ}\text{C}$ . Anturin vastusarvo muuttuu lineaarisesti lämpötilan funktiona, joka on  $0,39 \text{ ohm}/1^{\circ}\text{C}$ . Hyvän tarkkuutensa lisäksi Pt100 on pitkäikäinen muihin lämpötila-antureihin verrattuna, resistiivisyyden muuttuessa alle



0,2ohm/0°C yhden vuoden aikana. Käytännössä tämä tarkoittaisi korkeintaan 0,51°C:en vääristymää mitattaessa 0°C:en lämpötilaa. Pt100-anturit luokitellaan eri tarkkuusluokkiin (Standardi IEC 60751), joissa ilmenee niille suositellut mittaalueet sekä toleranssit. Pääsääntöisesti Pt100-anturin korkein suositeltu mittaustemperatura on 600°C (SKS Sensors 2016)

Pt100-anturi asennetaan prosessiin aina suojaputken kanssa, sillä anturi ei muutoin kestä prosessiolosuhteita, joka johtaa enneaikaiseen hajoamiseen. Suojaputkella, asennussyvyydellä sekä asennolla on suuri merkitys Pt100-anturin tarkkuuden kannalta. Väärin asennettuna prosessin ulkopuoliset häiriötekijät pääsevät häiritsemään mittauksia, eikä anturi välttämättä näytä esimerkiksi haluttua putkessa virtaavan rikkivedyn tarkkaa lämpötilaa. Siksi onkin syytä seurata tarkkaan valmistajalta saatavia asennusohjeita, joissa on tarkasti selitetty sekä kuvin havainnollistettu anturin oikeaoppinen asennus. (Endress+Hauser 2016.)



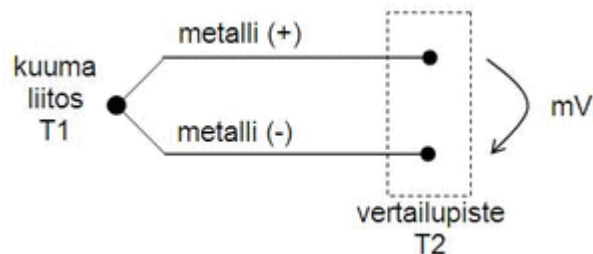
KUVA 1. Pt100 anturin asennus putkistossa (Endress+Hauser 2016, 17)

Kun Pt100-anturi asennetaan putkeen, voidaan nyrkkisääntönä pitää, että anturin pään tulisi olla keskellä putkea tai hieman sen yli. Jos anturi asennetaan säiliöön tai putkeen, jossa anturin päätä ei ole mahdollista upottaa keskelle putkea, on suositeltu upotussyvyys vähintään kahdeksan kertaa suojaputken halkaisija. Pienissä putkistoissa on anturi syytä asentaa viistoon, jottei upotus syvyys jäisi alle edellämainitun suosituksen. Säiliöihin asennettaessa on standardisoitu vähimmäisupotussyvyys 120 mm. Mikäli upotussyvyys on

väärä, saattaa prosessin ulkopuolinen lämpötila sotkea mittausta. Suunnitteluvaiheessa on myös huomioitava suojaputken materiaalin valinta riippuen prosessissa olevista kemikaaleista. (Endress+Hauser 2016.)

### 2.1.2 Termoelementtianturi

Termoelementtianturi on toinen teollisuudessa yleisesti käytetty lämpötila-anturi. Termoelementtianturin eduksi Pt100-anturiin nähden voidaan laskea laajempi mitta-alue. Siinä missä Pt100-anturin korkein suositeltu lämpötila tulee 600°C:en kohdilla vastaan, voidaan termoelementtianturilla mitata aina 1900°C:en lämpötiloihin asti. Toisin kuin Pt100-anturista, ei termoelementtianturista mitata muuttuvaa resistanssia vaan jännitettä. Termoelementtianturi koostuu kahdesta eri metallista tai metalliseoksesta olevasta langasta, joiden toiset päät hitsataan yhteen. Toiset päät langoista jätetään erilleen toisistaan, ja niistä saadaan niin sanottu vertailupiste. Kun hitsauspisteen ja vertailupisteen välillä on lämpötilaero, syntyy vertailupisteeseen lämpötilaeron suuruudesta sekä termoelementtianturin materiaaleista riippuva millivoltti (mV) viesti. Tätä ilmiötä kutsutaan Seebeckin ilmiöksi. (SKS Sensors 2016.)



KUVA 2. Miten toimii TE-anturi (termoelementti)? (SKS Sensors 2016)

Koska termoelementtianturi mittaa periaatteessa kahden pisteen lämpötilaeroa, on järjestelmään saatava myös vertailupisteen lämpötila, jotta voitaisiin tietää mitattavan pisteen lämpötila. Tähän käytetään CJC-mittausta (Cold Junction Compensation), jossa vertailupisteellä on oma erillinen tai integroitu mittavastus. (SKS Sensors 2016.)

Termoelementtianturia valittaessa on tiedettävä haluttu mitta-alue sekä toleranssi. Valmistajilta löytyy lähes poikkeuksetta taulukot, jotka auttavat termoelementtianturin valinnassa. (SKS Sensors 2016.)

Tyyppi	Tarkkuusluokka	Lämpötila-alue °C	Kiinteä arvo °C	Sallitut toleranssit
T	1	-40...+350	± 0,5	± 0,004 [t]
	2	-40...+350	± 1,0	± 0,0075 [t]
	3	-200...+40	± 1,0	± 0,015 [t]
E	1	-40...+800	± 1,5	± 0,004 [t]
	2	-40...+900	± 2,5	± 0,0075 [t]
	3	-200...+40	± 2,5	± 0,015 [t]
J	1	-40...+750	± 1,5	± 0,004 [t]
	2	-40...+750	± 2,5	± 0,0075 [t]
K	1	-40...+1000	± 1,5	± 0,004 [t]
	2	-40...+1200	± 2,5	± 0,0075 [t]
	3	-200...+40	± 2,5	± 0,015 [t]
N	1	-40...+1000	± 1,5	± 0,004 [t]
	2	-40...+1200	± 2,5	± 0,0075 [t]
	3	-200...+40	± 2,5	± 0,015 [t]
R ja S	1	0...+1600	± 1,0	± [1+(t-1100)×0,003] °C
	2	0...+1600	± 1,5	± 0,0025 [t]
L*		-200...+400 +400...+900		± 3,0 °C ± 0,75 %

KUVA 3. Termoparityyppien lämpötila-alueet ja toleranssit (SKS Sensors 2016)

Tyyppi	Materiaalit	Kaapelimateriaalit*	Kaapelivärit**
R	(+) Platina - 13% Rhodium (-) Platina	(+) Cu (-) CuNi	
S	(+) Platina - 10 % Rhodium (-) Platina	(+) Cu (-) CuNi	
B	(+) Platina - 30 % Rhodium (-) Platina - 6 % Rhodium	(+) Cu (-) Cu	
J	(+) Teräs (-) Kupari - Nikkeli	(+) Fe (-) CuNi	
T	(+) Kupari (-) Kupari - Nikkeli	(+) Cu (-) CuNi	
E	(+) Nikkeli - Kromi (-) Kupari - Nikkeli	(+) NiCr (-) CuNi	
K	(+) Nikkeli - Kromi (-) Nikkeli	(+) NiCr (KX), Cu (KCB), Fe (KCA) (-) Ni (KX), CuNi (KCB), CuNi (KCA)	
N	(+) Nikkeli - Kromi - Pii (-) Nikkeli - Pii	(+) NiCrSi (NX), Cu ( NC) (-) NiSi (NX), CuNi (NC)	
U	(+) Kupari (-) Kupari - Nikkeli	(+) Cu (UX, DIN 43710) (-) CuNi (UX, DIN 43710)	
L	(+) Teräs (-) Kupari - Nikkeli	(+) Fe (LX, DIN 43710) (-) CuNi (LX, DIN 43710)	

KUVA 4. Termoparityyppien materiaalit ja niiden kaapelit (SKS Sensors 2016)

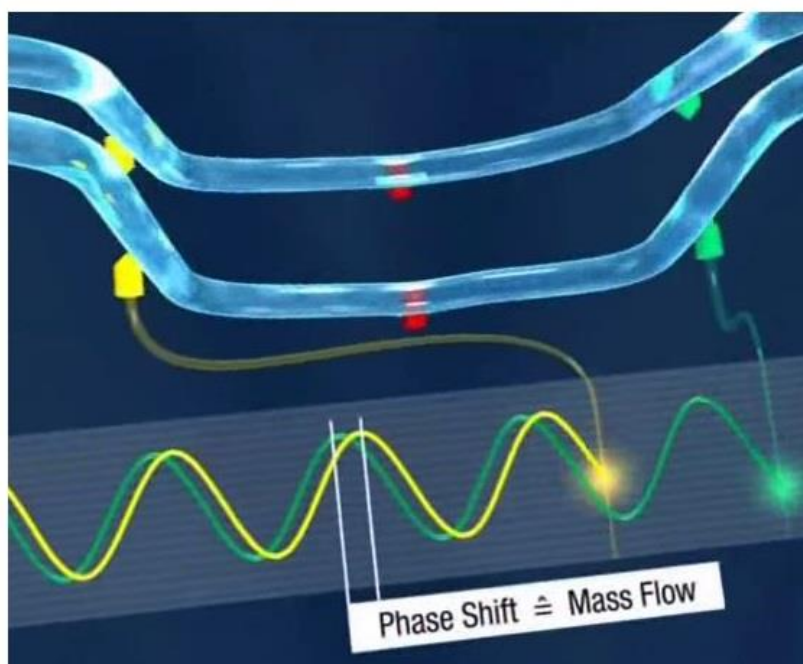
Koska termoelementtiantureita käytetään hyvin erilaisiin kohteisiin ja erisuuruisten lämpötilojen mittaamiseen, on myös jokaiselle mittaukselle suunniteltava suojaputki ja kytkentäkotelo tapauksen mukaan. Esimerkiksi kohteessa, jossa mitataan yli 1000°C lämpötiloja, on suositeltavaa, että suojaputki asennetaan pystyasentoon, sillä vaakatasoon asennettuna saattaa suojaputki taipua pelkästään omasta painostaan. Tästä syystä on mahdotonta antaa yleispätevää ohjetta termoelementtianturin asentamiseen, ja käyttäjän onkin syytä perehtyä tapauskohtaisesti valmistajan manuaaleihin. (Endress+Hauser 2016.)

## 2.2 Virtausmittaukset

Virtauksen mittaaminen on lähes jokaisen prosessin kulmakiviä. Oli kyseessä sitten veden, bensiinin, öljyn tai kaasujen virtaus, on prosessin kannalta elintärkeää tietää joko tilavuus- tai massavirtauksen määrä. Nykypäivänä on olemassa useita eri metodeita mitata virtausta, ja onkin tärkeää valita oikeanlainen virtausmittari prosessin jokaiseen osaan. (Endress+Hauser 2016.)

### 2.2.1 Coriolis -massavirtamittari (Micro Motion)

Yksi tapa mitata massavirtausta on Coriolis-menetelmä. Menetelmä perustuu coriolisvoimaan, joka on maapallon pyörimisliikkeestä johtuva voima. Voiman toimesta massan liike pyrkii kääntymään pohjoisella pallonpuoliskolla oikealle, kun taas eteläisellä puoliskolla se pyrkii kääntämään massan liikettä vasemmalle. Kun neste virtaa coriolis-mittarin putkissa, jotka laitetaan värähtelemään, aiheuttaa coriolis-voima putkien alku- ja loppupäiden välille vaihe-eroa värähtelyssä. Massavirtauksen lisäksi mittarista saadaan järjestelmään massan tiheys, sillä aineen tiheys on suoraan verrannollinen aineen aiheuttamaan värähtelyn vastustukseen. (Endress+Hauser 2016.)



KUVA 5. Vaihe-ero putkien alku- ja loppupään välillä (Insatech Marine 2011)

Coriolis-mittareita asennettaessa ei tarvitse ottaa huomioon suoria osuuksia ennen tai jälkeen mittareiden, vaan ne voidaan asentaa putkiston mutkista huolimatta. Lisäksi ne toimivat niin vaakaa- kuin pystyputkissakin. Pystyputkiin asennettaessa on syytä huomioida, että kaasuja mitattaessa on virtauksen syytä olla alaspäin, kun taas nesteitä mitattaessa on virtaussuunnan syytä olla ylöspäin. Valmistajan ohjeiden noudattamatta jättäminen saattaa aiheuttaa epätarkkuutta mittauksissa. (Emerson 2016.)



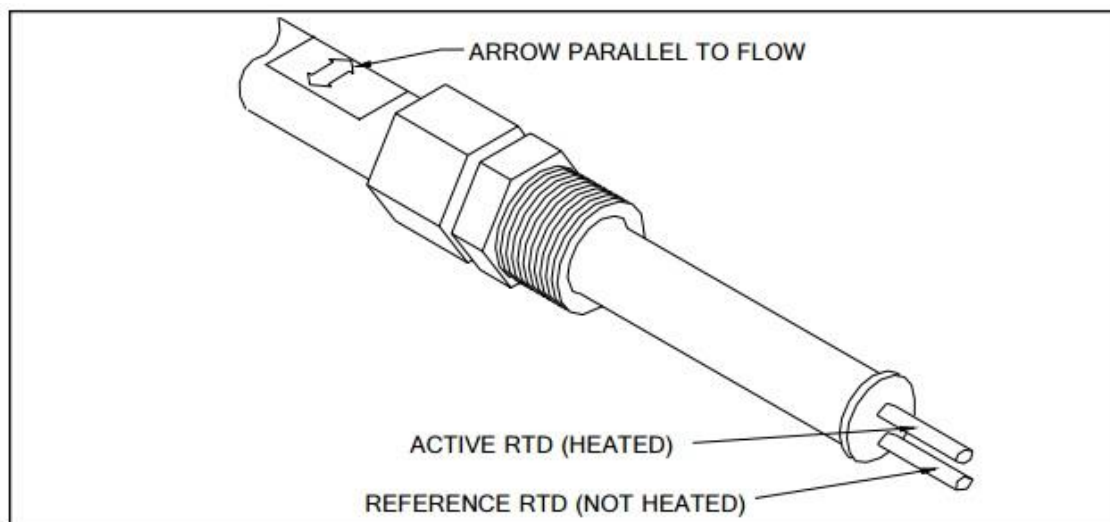
KUVA 6. Micro Motion F-Series Coriolis flow and Density Sensors (Emerson 2016)

### 2.2.2 Terminen virtausmittaus (FCI ST98)

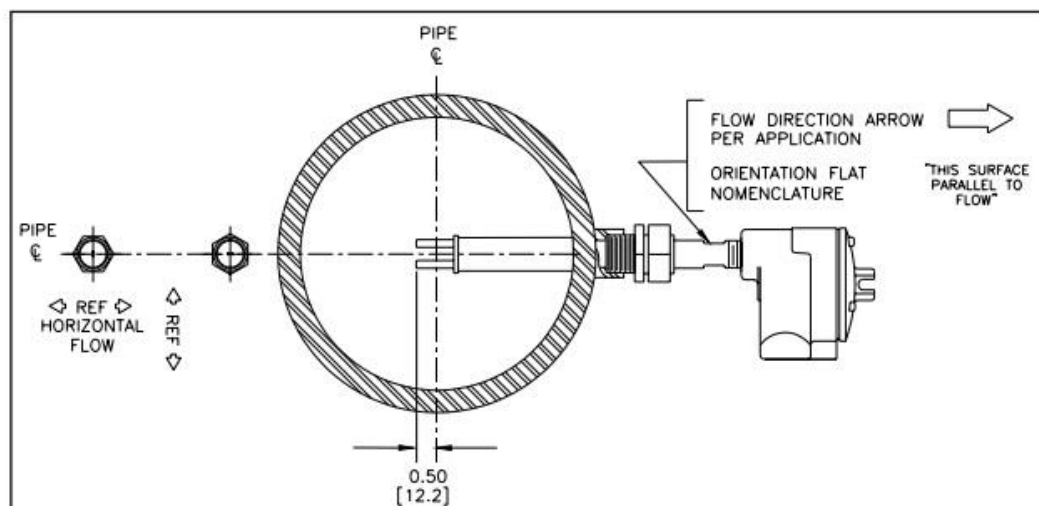
Termissellä virtausmittarilla voidaan mitata linjasta niin kaasujen kuin nesteidenkin virtausta. Kuitenkin Freeport Cobaltilla yleisesti käytetty FCI ST98 -mittari on tarkoitettu kaasuille. Terminen virtausmittaus perustuu lämmön siirtymiseen vastuksesta lämpöä mittaaviin sensoreihin. Kun virtaus putkessa kasvaa, lämpötila ero kahden sensorin välillä suurenee. Tämän lämpötilaeron vahvistin muuttaa mittaviestiksi järjestelmään, jossa se muutetaan käyttäjän asettamaan yksikköön, esimerkiksi  $\text{Nm}^3/\text{h}$ . (FCI 2016.)

Suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon tarvittavat suorat putkiston osuudet ennen sekä jälkeen anturin, jottei anturin tarkkuus kärsisi. Valmistaja ilmoittaa vähimmäisvaatimukset suorista osuuksista sekä tulo- että menopuolelle. FCI ST98 -anturin asentaminen linjaan

tapahtuu kiertämällä anturi linjaan hitsattuun muhviin. Asennettaessa on kiinnitettävä huomiota upotussyvyyteen sekä asennusasentoon. Anturin kauluksesta löytyvän nuolen on oltava tarkasti linjassa virtaussuunnan kanssa. Lisäksi valmistaja kehottaa upottamaan anturin siten, että anturin sensoripää on keskellä putkea. (FCI 2016.)



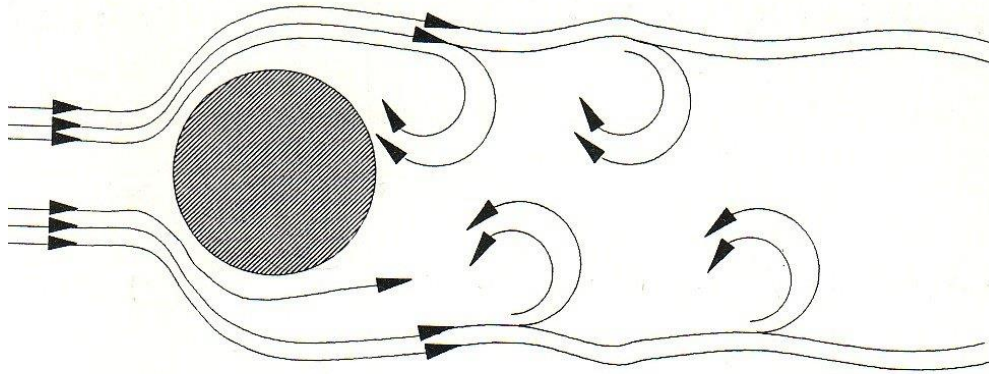
KUVA 7. FCI ST98 Sensorielementti (FCI 2016)



KUVA 8. FCI ST98-anturin asennus putkeen (FCI 2016)

### 2.2.3 Vortex-mittaus (Rosemount 8800)

Vortex-mittauksessa mitattavaan aineeseen luodaan pyörteitä mittarin sisäisellä virtausesteellä. Kun linjassa virtaava aine osuu anturin joko pyöreään tai kolmion muotoiseen virtausesteeseen, syntyy esteen jälkeiselle puolelle pyörteitä. Pyörteiden johdosta linjaan syntyy painevaihteluja, joita vortex-anturin sisällä oleva sensori mittaa. Painevaihteluiden taajuus on suoraan verrannollinen pyörteiden syntymistäajuuteen, mikä taas on suoraan verrannollinen virtaukseen. (Frondelius 2005.)

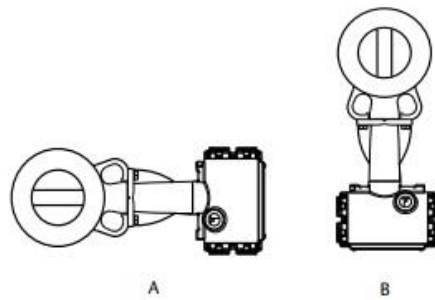


KUVA 9. Pyörrevana vortex-mittauksessa (Frondelius 2005)

Vortex-mittauksen asennuksessa sekä asennuksen suunnittelussa on otettava huomioon tarvittavat suorat osuudet ennen putkea, jotka valmistaja ilmoittaa manuaalissaan. Putkistovärähtely voi myös häiritä mittausta, ja mittari onkin sijoitettava sellaiseen paikkaan, jossa putkistovärähtelyä ei esiinny. Vaakaputkeen asennettaessa on anturi asennettava siten, että sen rungossa oleva nuoli osoittaa virtaussuuntaan. Pystyputkeen asennettaessa on otettava myös huomioon valmistajan ilmoittamat virtaussuunnat, jotka ovat riippuvaisia siitä, millaista ainetta putkessa virtaa. Nestelinjassa virtaussuunnan on oltava aina alhaalta ylöspäin, kun taas kaasu- sekä höyrylinjoissa virtaussuunnalla ei ole merkitystä. Mittarin asennolla ei ole merkitystä mittarin toiminnan kannalta normaaleissa olosuhteissa, mutta korkeissa lämpötiloissa valmistaja kehottaa asentamaan elektroniikan joko putken ala- tai sivupuolelle. (Emerson 2016.)



Figure 3-2. Examples of High-Temperature Installations



A. Preferred installation—The meter body installed with the electronics to the side of the pipe.  
B. Acceptable installation—The meter body installed with the electronics below the pipe.

KUVA 10. Esimerkki asennuksesta korkeissa lämpötiloissa (Emerson 2016)

#### 2.2.4 Magneettinen virtausmittaus (Khrone Optiflux)

Magneettinen virtausmittaus perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Anturiputken ylä- sekä alapuolella vaikuttavat sähkömagneetit, jotka luovat putkeen magneettikentän. Kun putkenläpi virtaa nestettä, syntyy putkeen jännite, jota mitataan putken sivuilla olevilla elektrodeilla. Putken läpi virtaava tilavuusvirtaus on suoraan verrannollinen putkessa syntyvään jännitteeseen. Magneettista virtausmittausta ei voida käyttää sovelluksissa, joissa putkessa ei virtaa sähköä johtavaa nestettä. (Frondelius 2005.)

Magneettisen virtausmittauksen asennuksessa sekä asennuksen suunnittelussa on otettava huomioon ulkoiset häiriötekijät. Tällaisia ovat mm. voimakkaat magneettikentät asennuksen läheisyydessä, sekä putkistovärinä. Valmistaja on myös hyvin tarkasti manuaalissaan määritellyt muut asennusta koskevat tekijät, kuten asennusasento, asennuksen sijainti pumppuihin, T-haaroihin sekä avonaisiin putkenpäihin nähden. Magneettisen virtausmittausputken on myös oltava aina täynnä mitattavaa nestettä, tai muutoin voi mittaus pahasti vääristyä. Putkea kiinnitettäessä on noudatettava valmistajan ilmoittamia ohjeistuksia koskien kiristysmomenttia. Näistä ohjeista poikkeaminen saattaa johtaa mittarin hajoamiseen jo asennusvaiheessa. Jos mittari asennetaan pinnoittamattomaan metalliputkeen, on anturi maadoitettava suoraan anturin laipoista. Pinnoitetuissa, tai muissa ei-johtavissa putkissa käytettävä maadoitusrenkaita. (Khrone 2016.)

### 2.2.5 Virtausmittalaippa (Rosemount 405)

Virtauksen mittaus mittalaipalla perustuu paine-eroon putkessa, jossa virtausta kuristetaan. Putkeen asennettavassa laippaosassa on joko yksi tai useampi aukko, joiden pinta-ala on pienempi kuin putken poikkipinta-ala. Kun virtaus kulkee kuristetusta kohdasta, on paine ennen kuristusta suurempi kuin kuristuksen jälkeen. Paine-ero kuristuksen molemmin puolin on suoraan verrannollinen virtausnopeuteen, joten paine-eroa mittaamalla saadaan järjestelmään tieto virtauksen määrästä. (Frondelius 2005.)



KUVA 11. Erilaisia Rosemount 405 mittalaippoja (Emerson 2016)

Rosemount 405-sarjan mittarit voidaan asentaa joko suoraan linjaan, jolloin lähetin on aivan mittauspaikan välittömässä läheisyydessä, tai ne voidaan asentaa etäälle, käyttämällä impulssiputkia. Kummassakin asennustavassa on noudatettava valmistajan asennusohjeita, joista käy ilmi asennusasento sekä virtaussuunta mittariin nähden. Mittarin asennukseen ei ole olemassa vain yhdenlaista ohjetta, sillä sekä asennusasento että virtaussuunta mittariin nähden riippuvat mitattavan aineen olomuodosta. Rosemount 405 -sarjan mittareilla

saadaan järjestelmään myös lämpötilatieto, sillä laipoissa on integroitu lämpötila-anturi. (Emerson 2016.)

## 2.3 Pinnankorkeuden mittaus

Teollisuudessa pinnankorkeuden mittaaminen säiliöistä on yksi tärkeimmistä mittauksista, sillä tuotteen laadun lisäksi pinnankorkeudella on suuri merkitys tehtaan turvallisuuden kannalta. Monissa prosesseissa prosessin säätö on pinnankorkeusmittauksesta riippuvainen. Pinnankorkeuden mittauksessa voidaan kohteet jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat nesteiden pinnankorkeus ja kiintoaineiden pinnankorkeus. (OAMK 2016.)

### 2.3.1 Pinnankorkeuden mittaus painelähettimellä

Nesteitä sisältävien säiliöiden pinnankorkeutta mitattaessa voidaan käyttää painelähetintä. Mittaus perustuu hydrostaattiseen paineeseen, josta voidaan mittaamisen jälkeen laskea pinnankorkeus, mikäli aineen tiheys on tiedossa. Mikäli kyseessä on suljettu säiliö, on säiliössä vallitseva paine tai alipaine otettava huomioon laskennassa. Yleensä suljettuun säiliöön asennetaan paine-erolähetin, joka mittaa hydrostaattisen paineen lisäksi säiliön yläosassa vallitsevaa painetta. Yksikkönä mittauksissa käytetään yleensä pascalia, mutta muitakin yksiköitä, kuten baari tai mmH<sub>2</sub>O (Millimetriä vesipatsasta). (Frondelius 2005.)

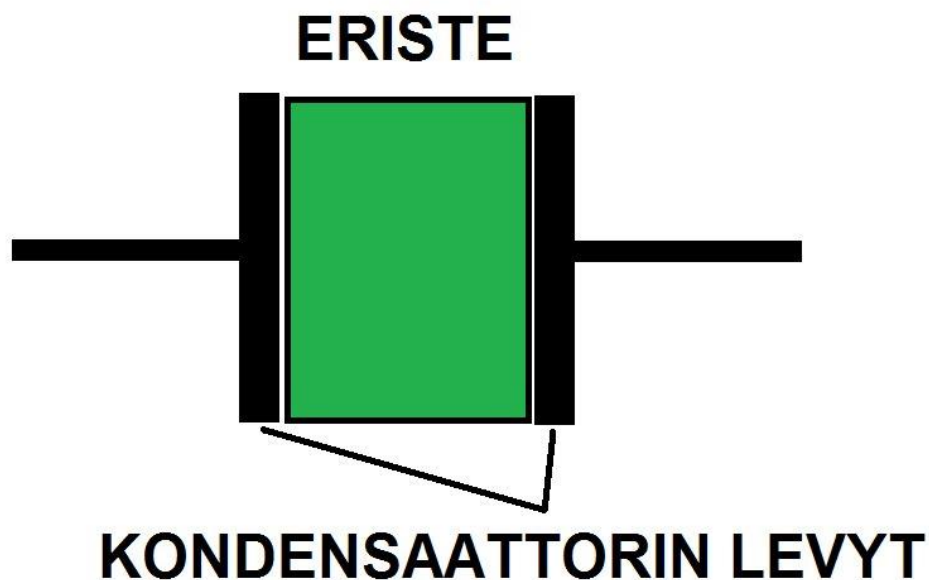


KUVA 12. Rosemount-painelähettimiä ja laippaliitäntöjä (Emerson 2016)

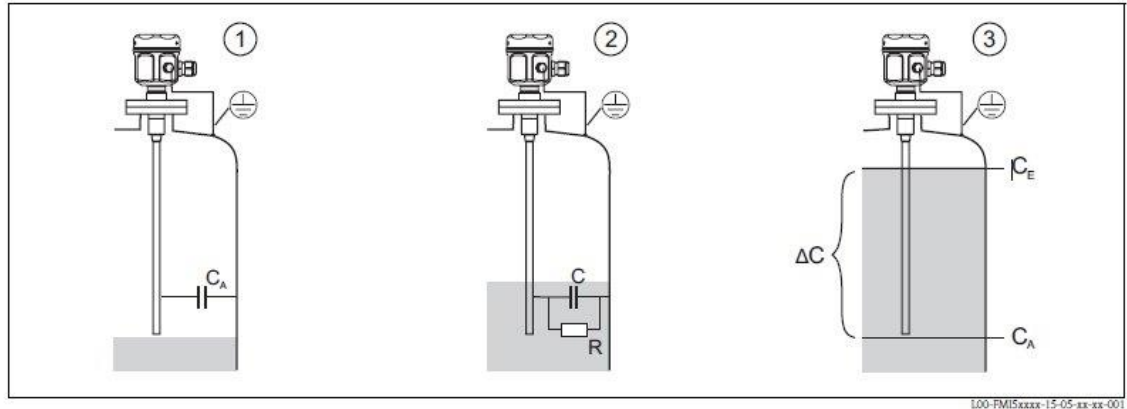
Asennettaessa laippalähetintä on otettava huomioon, että korkeus jolle laippalähetin säiliössä asennetaan on mittauksen nolla-kohta, jonka alapuolelta ei enää saada tietoa pinnankorkeuden muutoksista. Laippalähetin onkin syytä asentaa poistoputken yläreunan tasolle. Jokaisessa asennuksessa on seurattava valmistajan omia ohjeita malli- sekä tapauskohtaisesti, jotta saavutettaisiin haluttu mittaustarkkuus sekä mahdollisimman pitkä laitteen käyttöikä. (Emerson 2016.)

### 2.3.2 Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittaus

Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittaus perustuu kondensaattorin toimintaperiaatteeseen. Metallisäiliön päältä säiliöön upotettu kapasitiivinen mittasauva mittaa säiliön faradi-arvoa (F), joka muuttuu pinnankorkeuden muuttuessa. Jos mittaus kuvitellaan kondensaattoriksi, mittauksessa sauva sekä säiliön metalliseinämät toimivat kondensaattorin levyinä, kun taas mitattava aine toimii kondensaattorin eristeaineena. (Frondelius 2009.)

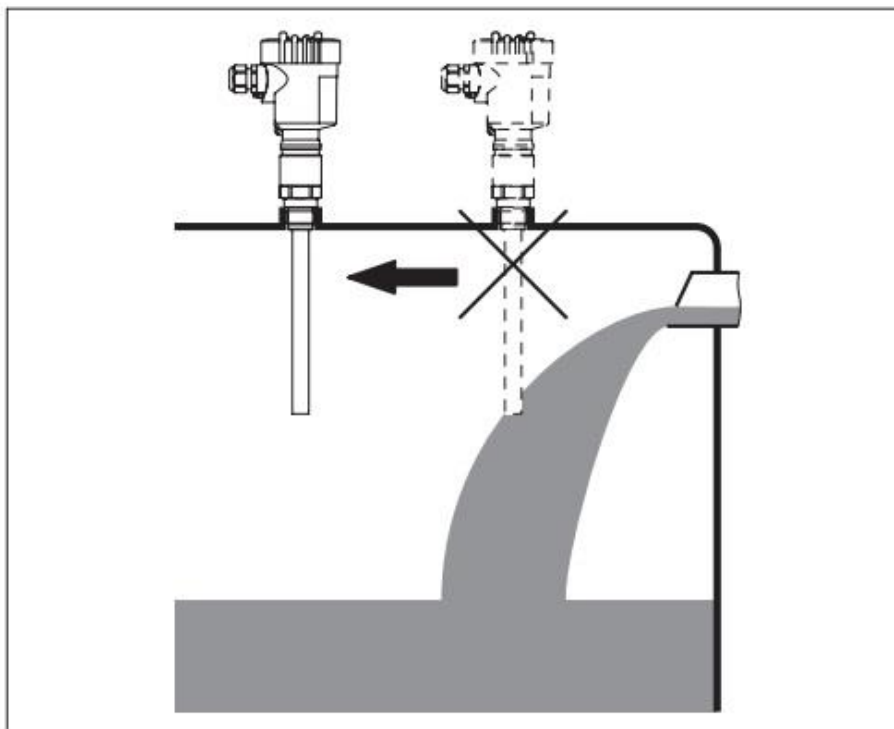


KUVA 13. Kondensaattorin toimintaperiaate (Frondelius 2009)



KUVA 14. Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittaus (Frondelius 2009)

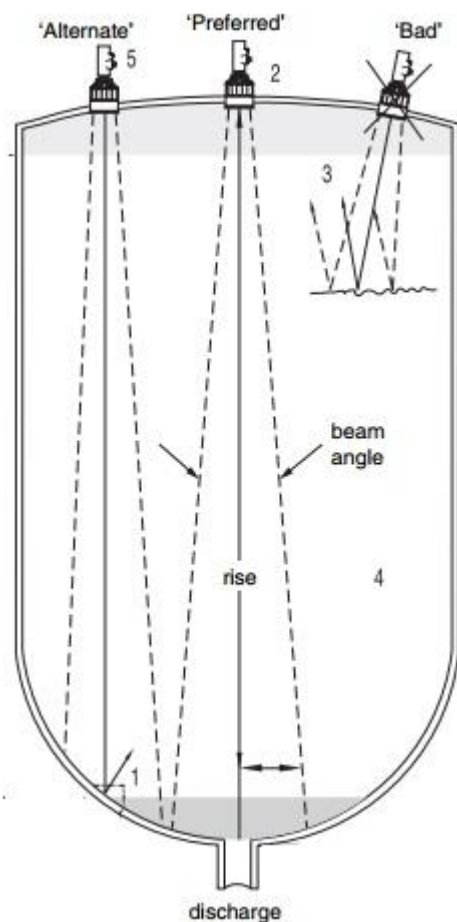
Asennusta suunniteltaessa on otettava huomioon mahdolliset häiriötekijät, kuten säiliön täyttöyhteet. Myös mahdollisten roiskeiden sekä kosteuden pääsy mittarin elektroniikkaan on estettävä. (Vega 2016.)



KUVA 15. Kapasitiivisen mittasauvan yhteen sijoitus (Vega 2016)

### 2.3.3 Ultraääni

Pinnankorkeuden mittaaminen ultraäänellä on pinnanmittausmenetelmä, jossa anturi sekä lähettää että vastaanottaa kaiun, jonka jälkeen anturin vahvistin laskee pinnankorkeuden kaiun viiveestä. Anturi sijoitetaan säiliön päälle mittaussyhteeseen, josta se suunnataan siten, että kaiku on 90°:en kulmassa pintaan nähden. Menetelmää käytetään yleensä silloin, kun säiliön korkeus on liian suuri esimerkiksi kapasitiiviselle mittasauvalle, tai kun mitattavaan aineeseen ei voida koskea. (Frondelius 2005.)

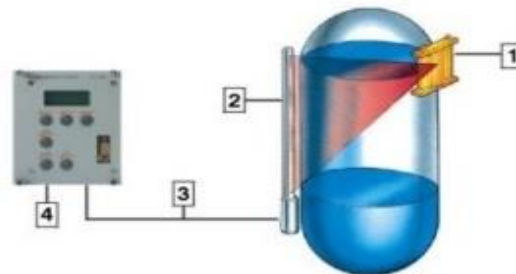


KUVA 16. Ultraääni-anturin sijoitus ja suuntaus (Siemens 2016)

Asennettaessa ja asennusta suunniteltaessa on huomioitava yhteen sijoitus sekä suuntaus. Esimerkiksi asennus liian lähelle säiliön täyttöyhdettä voi häiritä mittausta. Kiintoaineita mitattaessa on huomioitava mahdollisten kekojen syntyminen. (Siemens 2016.)

### 2.3.4 Radiometrinen pinnankorkeuden mittaus

Radiometrinen pinnankorkeuden mittaus on metodi mitata pinnankorkeutta, jota käytetään silloin, kun mitattavaa ainetta ei voida koskea, tai se on joko räjähdysherkkää, tulenarkaa tai myrkyllistä. Mittauksessa säiliön vastakkaisilla puolilla sijaitsevat säteilylähde sekä säteilyä mittaava vastaanotin. Pinnankorkeus on kääntäen verrannollinen vastaanottimen mittaamaan säteilyn määrään, sillä pinnankorkeuden ollessa korkeampi säteilyä absorboituu enemmän mitattavaan aineeseen. Käytettävä säteily on ihmiselle hengenvaarallista, joten säteily on aina suunnattava siten, että se kohdistuu vain säiliöön päin. Myös säteilyvaara-varoituskylttiä on käytettävä mittauskohteessa. (Frondelius 2005.)



KUVA 17. Säteilylähde[1], vastaanotin[2], kaapeli[3] sekä vahvistin[4] (Frondelius 2005)

Radiometrinen pinnankorkeuden mittaus voidaan myös tarvittaessa asentaa siten, että vastaanotin sijaitsee säiliön alapuolella säteilijän ollessa säiliön päällä. Lisäksi radiometristä mittausta voidaan käyttää pintakytkimenä, kun säteilijän ja vastaanottimen suuntaus tehdään oikein. (Vega 2016.)

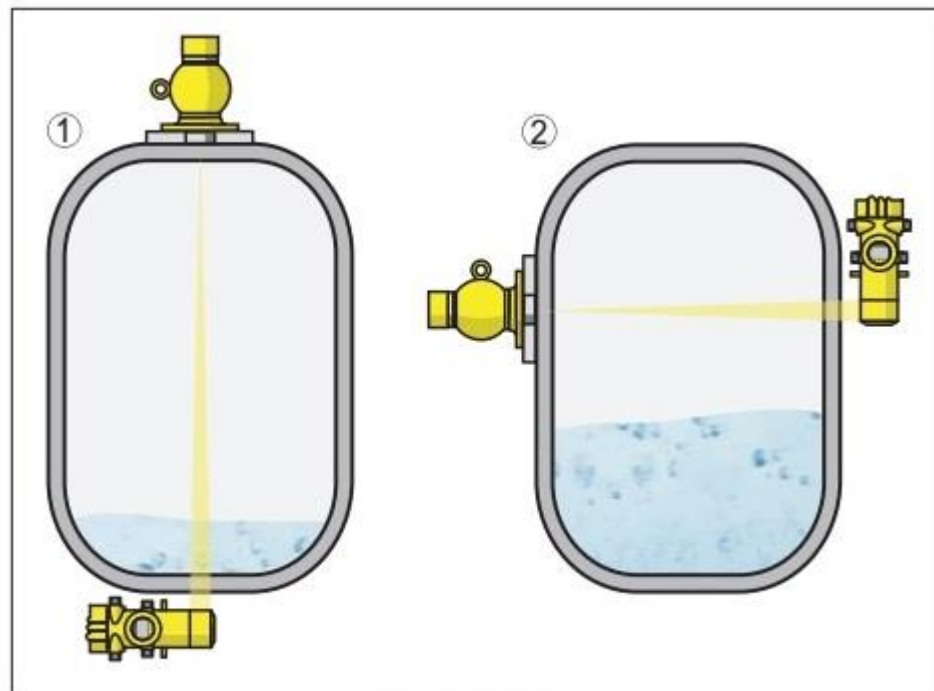


Fig. 2: MINITRAC 31 - Käyttömahdollisuuksia

- 1 Pinnanmittaus - Sakan havainnointi
- 2 Pintaraja

KUVA 18. Radiometrinen pinnankorkeuden mittaus [1] sekä pintaraja [2] (Vega 2016)

## 2.4 pH-arvon mittaus

Nykyisin pH-mittaus on yksi yleisimmistä mittauksista prosessiteollisuudessa. pH-arvo on arvo, joka kuvaa kuinka hapanta tai emäksistä jokin aine on. Teknillisesti katsottuna pH-mittaus mittaa aineesta vetyionien aktiivisuutta. pH-mittarin päässä on elektrodi, joka mittaa elektrodin ja mitattavan nesteen välille syntyvää jännite-eroa. (Emerson 2016.)

pH-anturi jota teollisuudessa käytetään esimerkiksi säiliöissä on ”kepin”-mallinen, eikä sen asennuksesta ole valmistajilla kovin yksityiskohtaisia ohjeita, sillä ne toimivat halutulla tavalla kunhan anturin pää on kosketuksissa nesteeseen, ja anturi on asennettu siten, että se on 80°:en sisällä pystysuorasta asennosta elektrodi alaspäin. (Emerson 2016.)



## 2.5 Kaasuilmaisimet

Kaasuilmaisimien tarkoitus teollisuudessa on parantaa turvallisuutta. Alueilla, joissa on mahdollista esiintyä palavia-, räjähtäviä-, myrkyllisiä- tai happea syrjäyttäviä kaasuja, on turvallisuuden takaamiseksi oltava kyseiselle kaasulle tarkoitettu ilmaisimien. (Detector 2016.)

Kaasuilmaisin tulee asentaa tuotantotiloihin sellaiseen paikkaan, missä se on helposti luettavissa sekä kalibroituavissa. Yleensä ilmaisimien asennetaan seinään kiinni pulteilla seillaiselle korkeudelle, että sen operoimiseksi ei tarvita tikkaita tai muita apuvälineitä. (Oldham 2016.)

Ilmaisimissa on pääsääntöisesti releet, jotka käyttäjä voi ohjelmoida avautumaan tai sulkeutumaan, kun tietty pitoisuus kaasua on havaittu ilmassa. Releet voidaan kytkeä järjestelmään, hälytystorveen sekä jonkinlaiseen huomiovaloon. (Oldham 2016.)



KUVA 19. iTrans-kaasuilmaisin asennettuna seinälle (Oldham 2016)

### 3 AUTOMAATTIVENTTIILIT

Automaattiventtiili on laite, jolla voidaan vaikuttaa putkessa olevan aineen virtaukseen. Tavallisesti automaattiventtiilin toimilaitte käyttää liikkeisiin vaadittavana energianlähteenään paineilmaa. Automaattiventtiilit voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, jotka ovat säätöventtiilit, sulkuventtiilit sekä kolmitieventtiilit. (Frondelius 2007.)

#### 3.1 Sulkuventtiilit

Sulkuventtiili on venttiili, jonka tarkoitus on sekä katkaista että avata virtaus tilanteesta riippuen. Sulkuventtiilillä on vain kaksi asentoa, johon se voidaan ohjata, jotka ovat auki- sekä kiinni-asento. Sulkuventtiilissä on lähes aina rajapaketti, josta saadaan järjestelmään tieto siitä, missä asennossa venttiili todellisuudessa on. Rajat ovat prosessin sekä turvallisuuden kannalta tärkeitä, sillä ilman niitä ei saataisi minkäänlaista varmuutta siitä, onko venttiili todellisuudessa liikkunut haluttuun asentoon. (Konwell 2016.)

Venttiilin sekä prosessin toimivuuden kannalta asennuksessa sekä suunnittelussa on otettava huomioon venttiilin sijoitus putkiston haaroituksiin nähden, sekä samassa putkistossa olevat, häiriöalttiit mittaukset venttiilin läheisyydessä. On myös huomioitava mahdolliset asennusasennon suositukset valmistajakohtaisesti.

Pienemmissä putkistoissa voidaan linjan avaamiseen sekä sulkemiseen käyttää magneettiventtiiliä. Magneettiventtiili on venttiili, jota ohjataan sähkövirrasta aiheutuvalla magneettikentällä. Kun magneettiventtiilin kelaan kytketään jännite, syntyy magneettikenttä, joka vetää rautasydämen ylös. Nyt magneettiventtiili on auki, ja linjassa oleva aine pääsee virtaamaan. (Värjä & Mikkola 2012, 16.)

### 3.2 Säätoventtiili

Säätoventtiili on laite, jolla voidaan säätää putkistossa kulkeva virtaus tarkasti halutun suuruiseksi. Säätoventtiilin toimilaitte saa pääsääntöisesti asennoitumiseen tarvittavan voimansa paineilmasta, ja ohjausviestin sähköisesti järjestelmästä. Yhdessä virtausmittauksen kanssa säätoventtiili mahdollistaa tarkan virtauksen säädön, molempien ollessa kunnossa. (Frondelius 2007.)

Säätoventtiilit voidaan lajitella erilaisiin alaluokkiin riippuen venttiilin toimielimestä. Yleisimmät säätoventtiilityypit ovat istukkaventtiili, läppäventtiili sekä palloventtiili. Istukkaventtiilissä pneumaattisesti ohjattu toimimoottori liikuttaa karaa, jonka kärjessä oleva tulppa säätää virtausaukon suuruutta. Läppäventtiilissä toimielimenä on läppä, jota kääntämällä säädellään virtausaukon suuruutta. Palloventtiilissä toimielimenä on pallo, jonka keskellä on aukko pallon läpi. Palloa kääntämällä saadaan virtausaukkoa linjassa muutettua. Pallon aukon ollessa poikittain linjaan nähden on venttiili täysin kiinni, kun taas aukon ollessa kohtisuoraan linjaan nähden on venttiili täysin auki. (Frondelius 2007.)



KUVA 20. Palloventtiili Neleksen älykkäällä ND9000-sarjan asennoittimella

Venttiilin tarkasta asennoitumisesta vastaa erillinen asennoitin. Asennoitin vertailee venttiilin todellista fyysistä asentoa järjestelmästä saamaansa viestiin, jonka jälkeen asennoitin säätää paineilman syöttöä toimilaitteelle, mikäli venttiilin asento eroaa järjestelmän antamasta ohjauksesta. (Neles 2016.)

#### 4 YRITYKSEN ESITTELY

Freeport Cobalt on kemianteollisuuden tehdas, joka valmistaa koboltista eri sovelluksiin sopivaa materiaalia. Freeport Cobaltin tuotteita käytetään muun muassa maalien väreissä, elektronisten laitteiden, kuten kännyköiden, komponenteissa, metalliteollisuudessa erilaisissa terissä. Yritys tunnettiin aikaisemmin nimellä OMG Kokkola Chemicals Oy:na, mutta vuonna 2013 yrityskaupan myötä nimestä tuli Freeport-McMoRan. (Freeport Cobalt 2016.)

Freeport Cobaltin tuotteena toimii kobolttipitoiset pulverit ja kemikaalit, joita välitetään ympäri maailmaa. Freeportilla tehdään aktiivisesti tutkimus- ja kehitystyötä, joissa pyritään jatkuvasti parantamaan tuotteen laatua ja räätälöimään sitä asiakkalle sopivaksi. Freeport-McMoRan yhtiö ja sen yhteisyrityskumppanit omistavat laajan kaivoksen Kongon demokraattisessa tasavallassa, josta raakatuote tuodaan Kokkolan tehtaalle prosessoitavaksi. (Freeport Cobalt 2016.)

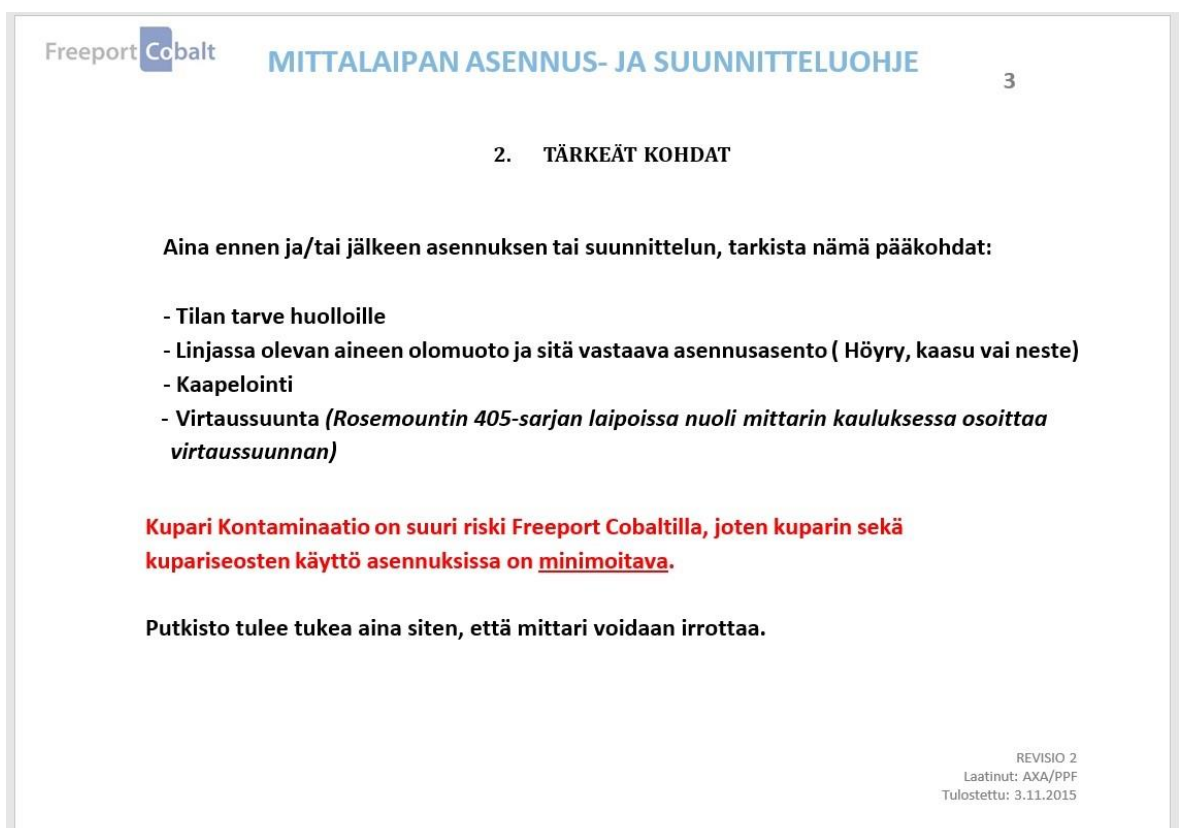
Tehtaalla on neljä pääosaa, joissa tuote liikkuu. Raakatuote tuodaan rantaan, jossa sijaitsee liuotto. Liuotosta tuote siirretään pulveriosastolle tai suoraan kemikaaliosastolle. Välivaiheisiin kuuluu esimerkiksi kupariuutto, jossa pyritään pääsemään eroon tuotteen kuparipitoisuudesta. Kemikaali- ja pulveriosastoilla viimeistellään tuote haluttuun muotoon asiakkaiden toiveiden mukaan, jonka jälkeen tuote pakataan ja se on käyttövalmista. Freeportilla aloitettiin myös uusi projekti vastikään patteriosaston merkeissä, joissa tarkoitus olisi aloittaa erilaisille akuille ja pattereille sopivan materiaalin valmistus. (Freeport Cobalt 2016.)

Freeport Cobalt teettää lähes kaikki uudet asennukset urakoitsijoilla, joilla ei välttämättä ole aina aiempaa kokemusta asennettavan laitteen asennuksesta. Tästä seuraa virheellisiä asennuksia, jotka toimivat huonosti, tai asennuksia, joissa laite ei toimi lainkaan. Freeport Cobaltilla on jo aiemmin ollut verkossaan ohjeet, jotka voidaan tarvittaessa tulostaa urakoitsijalle, mutta tästä huolimatta virheellisiä asennuksia syntyy. Tästä syystä päätettiin kirjoittaa ohjeet uudelleen siten, ettei mitään asennukseen liittyvää jätetä pois. Myöskään mitään turhaa ei tulisi ohjeisiin kirjoittaa, sillä hyvien ohjeiden tulisi kattavuuden lisäksi olla äärimmäisen helposti luettavia. Jotta ohjeista tulisi mahdollisimman hyvät, tullaan niistä

kysymään mielipiteitä kohderyhmän edustajilta ja tekemään ohjeisiin muutoksia heidän toiveidensa mukaan.

## 5 ALKUPERÄISTEN OHJEIDEN ONGELMAT

Alkuperäisissä ohjeissa suurinpana ongelmana saattoi olla esilletuonti. Ohjeissa ei ollut merkittävästi kuvia hyvistä tai huonoista asennuksista. Ohjeissa ei myöskään ollut minkäänlaista sisällysluetteloä, mikä helpottaisi tiedon hakemista ohjeiden ollessa pitkiä. Merkittävimpänä yksittäisenä muutoksena uusien ja vanhojen ohjeiden välillä on todennäköisesti uusien ohjeiden alkuun lisätty tiivistelmä, jossa lukijalle pyritään tuomaan ilmi kaikki asiat, jotka hänen on käytävä läpi ennen ja jälkeen asennuksen tai suunnittelun.



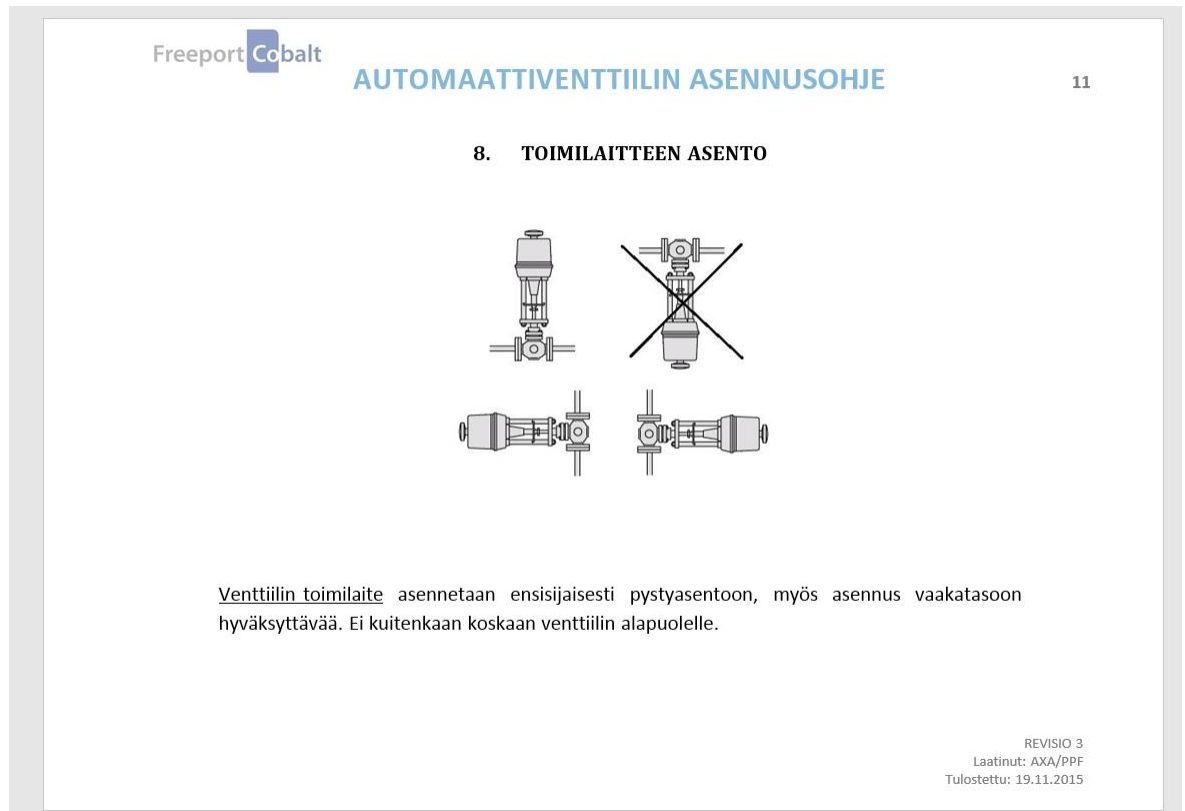
KUVA 21. Esimerkki tiivistelmästä uusien ohjeiden alussa.

Yleisimpiä asennus- ja suunnitteluvirheitä Kokkolan Freeport Cobaltilla olivat laitteiden sijoitusvirheet sekä virheelliset asennusasennot. Mittareita sekä toimilaitteita on asennettu paikkoihin, joihin kunnossapidon on hyvin vaikea päästä, mikä ei itsessään vaikuta mittarin toimintaan, mutta tekee kunnossapitotyöt haastaviksi ellei mahdottomiksi. Tällaisia paikkoja ovat muun muassa liian korkeat paikat, sekä liian ahtaat paikat. Laitteet tulisi asentaa aina

sellaiselle korkeudelle, ettei kunnossapidon tarvitse käyttää nosturia tai muuta vastaavaa apuvälinettä päästäkseen operoimaan laitetta. Laitteita ei myöskään tulisi asentaa siten, että niitä huoltaessa joudutaan purkamaan muita laitteita tai putkistoja niiden vierestä ahtauden vuoksi.

## 6 OHJEIDEN KIRJOITTAMINEN

Ohjeiden kirjoittaminen alkoi hyvän ulkoasun suunnittelulla. Mieliäpidetutkimuksen jälkeen tultiin siihen lopputulokseen, että havainnollistavia kuvia tulisi olla mahdollisimman paljon, kun taas tekstiä tulisi olla vain sen verran, että kaikki olennainen mainitaan.



KUVA 22. Kuvakaappaus automaatioventtiilin asennusohjeesta

Ensimmäisten ohjeiden valmistuttua kysyttiin niistä mielipidettä kohderyhmän edustajalta, joka oli tässä tapauksessa mekaanisen kunnossapidon työnjohtaja. Ohjeisiin oltiin tyytyväisiä, mutta ehdotettiin, että olisi hyvä jos kaikkien ohjeiden alussa olisi jonkinlainen tiivistelmä tärkeistä kohdista, jotka tulee ottaa huomioon asennuksessa sekä suunnittelussa. Myös sisällysluettelo lisättiin, mikä helpottaa tietyn informaation löytämistä.

Kun ohjeiden miellyttävä yleisrakenne sekä ulkoasu oli selvillä, sitä sovellettiin kaikkiin suunnittelu- sekä asennusohjeisiin. Tästä eteenpäin ohjeiden kirjoittaminen piti sisällään lähinnä valmistajan manuaalien tutkimista, sekä valokuvien ottamista. Muutaman ohjeen kohdalla jouduttiin ottamaan yhteyttä valmistajaan, kun manuaaleista ei löytynyt haluttua



tietoa. Jokaiseen ohjeeseen pyrittiin lisäämään varoittavia esimerkkejä huonoista asennuksista kuvien muodossa, jos sellaisia tehtaalta löytyi. Asennus- sekä suunnitteluohjeita kirjoitettiin kaiken kaikkiaan 18 kappaletta, joista pisin on 21-sivuinen ja lyhyin kahdeksan sivua pitkä.

Kaikissa asennus- sekä suunnitteluohjeissa pyrittiin noudattamaan samaa rakennetta mahdollisimman pitkälle. Jokainen ohje alkaa kansilehdellä jota seuraa sisällysluettelo, jonka jälkeen tulevat ”Symbolit PI-kaaviossa” sekä ”Tärkeät kohdat”. Tämän jälkeen ohjeessa käydään läpi asennukseen sekä suunnitteluun liittyviä asioita laitteesta riippuen parhaaksi katsotussa järjestyksessä.

Näiden ohjeiden lisäksi luotiin vielä neljä kappaletta kunnossapito-ohjeita, jotka ovat tarkoitettu uusille instrumentointiasentajille sekä kesätyöntekijöille. Ohjeissa käydään yksityiskohtaisesti läpi, kuinka viallisen mittauksen vikaa lähdetään selvittämään sekä korjaamaan. Koska vianselvittäminen on monimutkainen prosessi, kertyi kunnossapito-ohjeisiin huomattavasti enemmän tekstiä kuviin nähden, kuin asennus- sekä suunnitteluohjeisiin. Kunnossapito-ohjeita kirjoittaessa apuna toimivat instrumentointiasentajat ja heidän kokemuksensa huoltotöistä.



KUVA 23. Kuvakaappaus ultraääni-pinnanmittauksen kunnossapito-ohjeesta

Ohjeiden valmistuttua ne ladattiin Freeport Cobaltin portaaliin, jossa ne ovat kaikkien tehtaan työntekijöiden saatavissa sähköisessä muodossa, ja josta ne voidaan tulostaa urakoitsijoille paperimuotoon.

## 7 POHDINTA

Vanhojen ohjeiden parantaminen sekä uusien kirjoittaminen oli hyvin opettava opinnäytetyö. Jokaista ohjetta kirjoittaessa jäi muistiin tärkeitä asioita niin toimilaitteiden kuin mittareidenkin asentamisesta. Lisäksi ohjeita kirjoitettaessa tulivat tutuksi yleisimmat virheet, joita kunkin laitteen asennuksessa sekä asennuksen suunnittelussa tehdään. Lisäksi opin käyttämään Microsoft Word -ohjelmaa paremmin.

Opinnäytetyön alussa minulle ei ollut aivan selvää, mitä työ tulisi kokonaisuudessa pitämään sisällään. Perehdyttyäni manuaaleihin sekä vanhoihin ohjeisiin, joita sain työelämäohjaajaltani, alkoi työn kuva vähitellen selkeytyä. Myös Freeport Cobaltin instrumentointi-asentajista oli suuri apu ohjeiden kirjoittamisessa, sillä he osasivat kertoa minulle paikkoja tehtailta, joista löytäisin sekä mallikelpoisia asennuksia, että varoittavia esimerkkejä.

Aloitin ohjeiden kirjoittamisen kotoa käsin omalla tietokoneellani, käyttäen ilmaista Google Docs -ohjelmaa. Kun ohjeet olivat sisällöllisesti hyvässä kunnossa, huomasimme työelämäohjaajani kanssa, että Microsoft Word ei ole aivan yhteensopiva Google Docs -ohjelmalla kirjoitettujen tiedostojen kanssa. Tämän takia jouduin vielä kirjoittamaan ohjeet kertaalleen uusiksi, tällä kertaa käyttäen Microsoft Word -ohjelmaa. Lisäksi tärkeän tiedon löytäminen valmistajien sivuilta oli aluksi hieman haastavaa, mutta alkukankeuden jälkeen alkoi tiedonkeruu onnistua näppärämmin.

Loppujen lopuksi ohjeet miellyttivät työelämäohjaajaani, ja ne päätyivät Freeport Cobaltin sisäiseen verkkoon. Siitä, tulevatko nykyiset ohjeet vähentämään asennus- ja suunnitteluvirheitä, on mahdotonta sanoa vielä mitään näin pian ohjeiden valmistuttua.

## LÄHTEET

Harmo, P. 2016. ELEC-C1220 Prosessiautomaatio, luento 1. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/194872/mod\\_resource/content/3/1.%20Prosessiautomaatioluento.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/194872/mod_resource/content/3/1.%20Prosessiautomaatioluento.pdf). Viitattu 20.6.2016.

Frondelius, L. 2005. Lämpötilan mittaus mekaanisilla mittareilla . Www-dokumentti. Saatavissa: <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/mittaus/lpt-mittarit/>. Viitattu 20.6.2016.

SKS Sensors. Miten toimii Pt100-anturi. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.skssensors.fi/faq/miten-pt100-anturi-toimii/>. Viitattu 20.6.2016.

Endress+Hauser. 2016. Technical Information Omnigrad M TR10. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://portal.endress.com/wa001/dla/5000499/1557/000/03/TI00256ten\\_0111.pdf/](https://portal.endress.com/wa001/dla/5000499/1557/000/03/TI00256ten_0111.pdf/). Viitattu 21.6.2016.

SKS Sensors. Miten toimii TE-anturi (termoelementti)?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.skssensors.fi/faq/miten-te-anturi-toimii/?L=0>. Viitattu 21.6.2016.

Endress+Hauser. 2016. Technical Information Omnigrad S TAF11, TAF12x, TAF16. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://portal.endress.com/wa001/dla/5000000/5246/000/03/TI00251ten\\_1413.pdf](https://portal.endress.com/wa001/dla/5000000/5246/000/03/TI00251ten_1413.pdf). Viitattu 22.6.2016.

Endress+Hauser. 2016. Flow measurement for liquids, gases and steam. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.fi.endress.com/en/Field-instruments-overview/Flow-measurement-product-overview>. Viitattu 2.7.2016.

Insatech Marine. 2011. The Coriolis Effect. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.insatechmarine.com/news/2014-12-18/coriolis-effect> Viitattu 2.7.2016.

Emerson. 2016. Micro Motion® F-Series Coriolis Flow and Density Sensors. Pdf-dokumentti. Saatavissa <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Micro%20Motion%20Documents/F-Series-Install-Manual-20002298.pdf>. Viitattu 3.7.2016.

FCI. 2016. ST98 Series Manuals and Guides, General Information. Pdf-dokumentti. Saatavissa <http://www.fluidcomponents.com/Industrial/Library/manuals/Flowmeters/ST98,%20ST98L%20Guides%20&%20Manuals/ST98,%20ST98L%20Manual%20%2806EN003291-A%29/ST98%20ST98L%20Manual%20Chapter%201%20-%20General%20Information.pdf>. Viitattu 3.7.2016.

FCI. 2016. ST98 Series Manuals and Guides, Installation. Pdf-dokumentti. Saatavissa <http://www.fluidcomponents.com/Industrial/Library/manuals/Flowmeters/ST98,%20ST98L%20Guides%20&%20Manuals/ST98,%20ST98L%20Manual%20%2806EN003291-A%29/ST98%20ST98L%20Manual%20Chapter%201%20-%20General%20Information.pdf>

[L%20Guides%20&%20Manuals/ST98,%20ST98L%20Manual%20%2806EN003291-A%29/ST98%20ST98L%20Manual%20Chapter%202%20-%20Installation.pdf](#). Viitattu 3.7.2016.

Frondelius, L. 2005. Vortex-Virtauksen mittaus . Www–dokumentti. Saatavissa: <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/VORTEX/vortex-mittaus.htm> .Viitattu 4.7.2016.

Emerson. 2016. Rosemount™ 8800D Series Vortex. Pdf–dokumentti. Saatavissa: <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Rosemount%20Documents/00809-0100-4004.pdf> .Viitattu 6.9.2016. Viitattu 4.7.2016.

Frondelius, L. 2005. Magneettinen tilavuusvirtausmittaus. Www–dokumentti. Saatavissa: <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/MAGNEETTINEN/magnvirtausm.htm> Viitattu 5.7.2016.

Khrone. 2016. OPTIFLUX 4000 Handbook. Pdf–dokumentti. Saatavissa: [http://cdn.krohne.com/dlc/MA\\_OPTIFLUX4000\\_en\\_140218\\_4000818503\\_R03.pdf](http://cdn.krohne.com/dlc/MA_OPTIFLUX4000_en_140218_4000818503_R03.pdf) Viitattu 6.9.2016.

OAMK. 2016. Teollisuusmittaukset. Pdf–dokumentti. Saatavissa: <https://www.oamk.fi/~timohei/k/T140203/Teollisuusmittaukset-johdanto.pdf> Viitattu 6.9.2016.

Frondelius, L. 2005. Virtauksen mittaus mittalaipalla. Www–dokumentti. Saatavissa: <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/MITTALAIPPA/mittalaippa.htm> Viitattu 6.9.2016.

Emerson. 2016. Rosemount Compact Flowmeters. Pdf–dokumentti. Saatavissa: <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Rosemount%20Documents/00809-0100-4810.pdf>. Viitattu 6.9.2016.

Frondelius, L. 2005. Pinnankorkeuden mittaus painelähettimellä. Www–dokumentti. Saatavissa [http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/paine\\_ja\\_pinta/index.htm](http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/paine_ja_pinta/index.htm) Viitattu 6.9.2016.

Emerson. 2016. Rosemount™ DP Level Transmitters and 1199 Diaphragm Seal System. Pdf–dokumentti. Saatavissa: <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/pm%20rosemount%20documents/00813-0100-4016.pdf> Viitattu 8.9.2016.

Frondelius, L. 2009. Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittauss. Www-dokumentti. Saatavissa <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/Kapasitiivinen/index.htm> Viitattu 8.9.2016.

Vega. 2016. VEGACAP 63. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vega.com/en/Products/Product-catalog/Switching/Capacitive/VEGACAP-63> Viitattu 8.9.2016.

Frondelius, L. 2005. Pinnankorkeuden mittauss ultraäänellä. Www-dokumentti. Saatavissa <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/ULTRAPINTA/ultrapinnankorkeus.htm> Viitattu 8.9.2016.

Siemens. 2016. XPS10/15 F Series Transducer. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/018/19040018/att\\_32543/v1/spl\\_0431.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/018/19040018/att_32543/v1/spl_0431.pdf) Viitattu 9.9.2016.

Frondelius, L. 2005. Radiometrinen pinnankorkeuden mittauss. Www-dokumentti. Saatavissa <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/RADIOMETRINEN/radiometrinen.htm> Viitattu 9.9.2016.

Vega. 2016. MINITRAC 31. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vega.com/DocumentDownloadHandler.ashx?documentContainerId=5344&languageId=2&fileExtension=pdf&documentGroupId=40447> Viitattu 9.9.2016.

Emerson. 2016. Theory and Practice of pH Measurement. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Rosemount%20Analytical%20Documents/LIQ\\_MAN\\_6033\\_Theory\\_Practice\\_pH\\_Measurement.pdf](http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Rosemount%20Analytical%20Documents/LIQ_MAN_6033_Theory_Practice_pH_Measurement.pdf) Viitattu 9.9.2016.

Detector. 2005. Radiometrinen pinnankorkeuden mittauss. Www-dokumentti. Saatavissa <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/RADIOMETRINEN/radiometrinen.htm> Viitattu 9.9.2016.

Oldham. 2016. iTrans2 - User Manual. Pdf-dokumentti. Saatavissa [http://www.oldhamgas.com/sites/oldhamgas.com/files/product-specs/iTrans2%20-%20User%20Manual\\_EN\\_Rev%203.0.pdf](http://www.oldhamgas.com/sites/oldhamgas.com/files/product-specs/iTrans2%20-%20User%20Manual_EN_Rev%203.0.pdf) Viitattu 10.9.2016.

Oldham. 2016. iTrans-tuotesivu. Www-dokumentti. Saatavissa <http://www.oldhamgas.com/en/gas-detector-transmitter-itrans> Viitattu 10.9.2016.

Frondelius, L. 2007. Toimilaitteet. Www–dokumentti. Saatavissa <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/LAITTEISTOT/toimilaitteet/index.htm> Viitattu 10.9.2016.

Konwell. 2016. Toimilaitteelliset sulkuventtiilit. Www–dokumentti. Saatavissa <http://www.konwell.fi/tuotteet/hoyry-ja-lauhde/teollisuusventtiilit/istukkaventtiilit/toimilaitteelliset-sulkuventtiilit> Viitattu 10.9.2016.

Värjä, P. & Mikkola, J-M. 2012. Uusi kiinteistöautomaatio. Mikro-oppi.

Neles. 2016. Intelligent valve controller. Pdf–dokumentti. Saatavissa: <http://valveproducts.metso.com/documents/neles/IMOs/en/7ND9071en.pdf> Viitattu 1.10.2016.

Freeport Cobalt. 2016. About . Www–dokumentti. Saatavissa <http://freeportcobalt.com/about/overview.html> Viitattu 27.10.2016.

PH- JA REDOX-KUNNOSSAPITO-OHJE

Freeport **Cobalt**

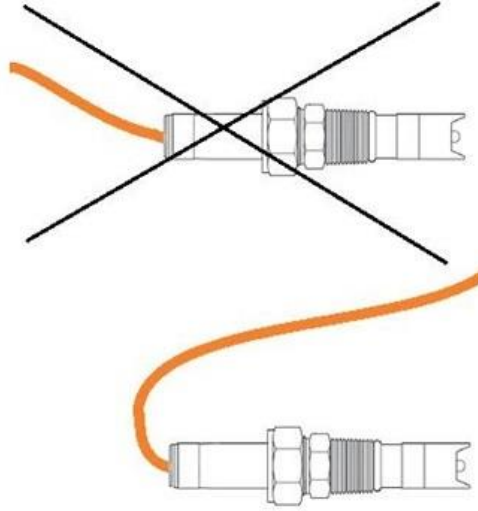
pH- JA REDOX-ANTURIN KUNNOSSAPITO-OHJE





## Kaapelointi

Kaapelointi tehdään anturista sivulle tai alaspäin, jotta nesteet eivät pääse valumaan kaapeleita pitkin kohti kaapelin liittintä.



## PH- JA REDOX-KUNNOSSAPITO-OHJE

Freeport Cobalt

pH- JA REDOX-ANTURIN KUNNOSSAPITO-OHJE

2

Ulkotiloissa sekä ritilätason alla olevilla pH-mittauksilla varmistettava, että anturin suojaputken päässä on sääsuoja. Ilman suojaa on suojaputki herkästi täynnä nestettä ja roskaa, mikä johtaa anturin ennenaikaiseen hajoamiseen



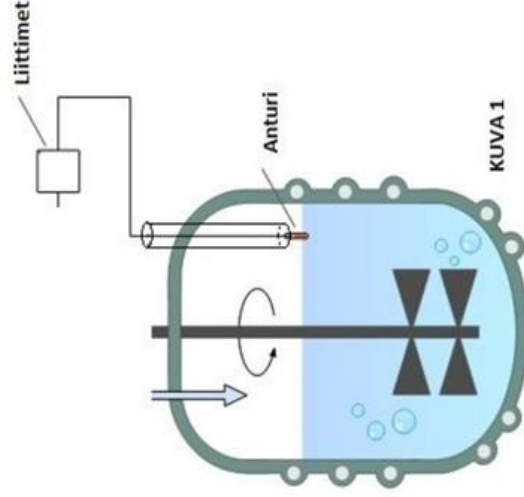
REVISIO 1  
Laatinut: /PPF  
Tulostettu: xx.xx.2016

## PH- JA REDOX-KUNNOSSAPITO-OHJE

**pH- tai REDOX-anturin vaihto**

pH- ja Redox-anturia vaihdettaessa tai huollettaessa, on aina otettava huomioon vaihtokohteen mahdolliset ihmiselle myrkylliset kaasut. Varmista ensimmäiseksi vuoromestarilta, onko kohde turvallinen ja voidaanko anturi vaihtaa häiritsemättä prosessia! Ota kentälle mukaan myös 1-2 kalibrointinestettä, sekä pari muovikuppia/astiaa.

1. Jos olet menossa vaihtamaan pH/redox-anturia, selvitä, mikä tyyppinen anturi on kohteessa. Tämän voit selvittää työtilauksen alta SAP:sta tai osaston vanhemmalta asentajalta. Nyrkkisääntönä kuitenkin on, että jos säiliön pH-arvo on keskimäärin yli 9, ei ns. "Puupää" kestä siellä kauaa, vaan on säiliöön laitettava "korkeanatrium"-anturi.
2. Freeport Cobaltilla valtaosa antureista on säiliön yläosasta säiliöön upotetussa noin 1-3m pitkässä putkessa (kuva1). Irrota anturin liitin ja nosta putki pois säiliöstä.



## pH- JA REDOX-ANTURIN KUNNOSSAPITO-OHJE

4

3. Kierrä anturia vastapäivään kunnes se irtoaa, ja vedä vanha anturi pois putkesta. Pujota uuden anturin kaapeli putken läpi ja liitä se vahvistimelta tulevaan kaapeliin.
4. Kaada kalibrointi nesteettä kuppiin, poista anturin päässä oleva "suojahuppu", ja laske anturi kalibrointi nesteeseen. **Tarkista, että suojahupussa ollut vanu on kosteaa, sillä jos anturin pää oli päässyt kuivumaan, on se todennäköisesti käyttökelvoton.**
5. Kun anturi on kalibrointi nesteessä, siirry anturin vahvistimelle, ja tarkista että lukema täsmää kalibrointinesteen pullossa olevaan arvoon. Mikäli lukemat poikkeavat huomattavasti, suorita viritys vahvistimelta. Viritykseen tarvitset kaksi eri kalibrointi nestettä, joiden pH-arvot on syytä valita siten, että ne ovat likimain mitta-alueen molemmissa päädyissä.
6. Lisää kierreteippiä yhdestä kahteen kerrosta anturin kierteisiin ja kierrä se paikalleen putkeen käsivoimin, ilman työkaluja. **Huomaa, että kierreteippi kierretään anturiin vastapäivään, jotta se ei lähtisi purkautumaan kun anturi pyöritetään kierteilleen.**
7. Kun anturi on paikallaan putkessa, laske putki takaisin säiliöön.
8. Tarkista, että kaapeli on sivujen 1-2 (Kaapelointi) mukaisesti ennenkuin poistut paikalta.

## PH- JA REDOX-KUNNOSSAPITO-OHJE



## pH- JA REDOX-ANTURIN KUNNOSSAPITO-OHJE

5

9. Tarkista vielä poistuessasi prosessinhoitajilta, että mittaus varmasti toimii, ja ilmoita vuoromestarille työn valmistumisesta.

REVISIO 1  
Laatinut: /PPF  
Tulostettu: xx.xx.2016