



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

KALLE PAAVOLA

# **Voimalaitoksen instrumentointilaitteiden kriittisyysluokittelu**

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-  
OHJELMA  
2022

Tekijä(t) Paavola, Kalle	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 12.2022
	Sivumäärä 33	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Voimalaitoksen instrumentointilaitteiden kriittisyysluokittelu</b>		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kriittisyysluokittelu Porin Kaanaassa sijaitsevan voimalaitoksen kierto leiju-peti kattilan instrumentointilaitteille. Kriittisyysluokittelu suoritetaan Pori Energia Oy:lle, joka vastaa tämän voimalaitoksen kunnossapidosta. Kriittisyysluokittelun ansioista saadaan kohdennettua tietoa instrumentointilaitteiden vikaantumisten mahdollisista vaikutuksista tuotantoon, ympäristöön sekä turvallisuuteen laitoksella. Luokittelun päätteeksi voidaan arvioida varaosien tarvetta ja suunnitella ennakkohuoltojen tarvetta kyseisille laitteille.</p> <p>Kriittisyysluokittelussa käytettiin Pori Energia Oy:n käytössä olevaa PSK 6800 standardin menetelmään pohjautuvaa kriittisyysluokittelu taulukkoa. PSK 6800 standardin mukaisessa menetelmässä tarkasteltiin laitteiden tuotantoon, ympäristöön sekä tuotantoon liittyviä riskejä, joiden avulla laskettiin jokaiselle instrumentointilaitteelle kokonaiskriittisyys.</p> <p>Projektin tuloksena saatiin luokiteltua prosessiin kuuluvien instrumentointilaitteiden kriittisyydet, joita voidaan käyttää hyödyksi ennakkohuoltojen suunnittelussa sekä varaosien tilaamisessa mahdollisten tuotantokatkoksien tai häiriöiden minimoimiseksi.</p>		
<p>Avainsanat</p> <p>Kriittisyysluokittelu, kriittisyys, voimalaitos, kunnossapito, teollisuus</p>		

Author(s) Paavola, Kalle	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 12.2022
	Number of pages 33	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Critical classification of the instrumentation equipment of a power plant</b>		
Degree program Electrical- and automation engineering		
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to make a critical classification for the instrumentation equipment of a circulating fluidized bed power plant located in Kaanaa area of Pori. The critical classification is made for Pori Energia Oy who is responsible for the maintenance of the power plant. With the critical classification it is possible to gather specific information about the risks to the environment, safety and production at the power plant. At the end of the classification we can estimate the need for spare parts to be readily available and plan the needed advance maintenances for the instrumentation equipment.</p> <p>Critical classification is done by using a tool in use of Pori Energia Oy. The said classification tool is based on the PSK 6800 standard. In the PSK 6800 standards method we will calculate the risks to the environment, safety and production of the power plant, which we will use to calculate a class for the criticality of each instrumentation equipment used.</p> <p>As an outcome of this thesis we were able to calculate the criticality of each instrumentation equipment in use and utilise the criticality classes in preplanning for spare parts and advance maintenances that are needed. These in turn will reduce the interruptions and other problems in the process of the production.</p>		
<p>Keywords</p> <p>Critical classification, criticality, power plant, maintenance, industrial</p>		

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Pori Energia Oy:lle Kaanaan voimalaitokselle talvella 2022.

Haluan kiittää todella paljon Pori Energia Oy:n kunnossapitomestaria Eetu Tattaria sekä Sähkö- ja Automaatio asiantuntijaa Tapio Leppästä todella loistavasta kannustuksesta opinnäytetyön tekemisessä ja erinomaisista neuvoista joita olen saanut projektin ohella heiltä. Kiitoksia myös työkaverilleni Santeri Ojalalle ja Vesa Naskalille jotka on hyvällä positiivisella seurallaan mahdollistanut opinnäytetyön sujuvan etenemisen jokainen viikko. Tämän opinnäytetyön suorittaminen on ollut todella mukavaa sekä haastavaa, mutta olen oppinut todella paljon tämän kirjoittamisesta.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 PORI ENERGIA KONSERNI.....	7
2.1 Pori Energia Sähköverkot Oy.....	9
2.2 Sähkomyyntiyhtiö Oomi Oy .....	9
2.3 Voimalaitokset .....	9
2.3.1 Kaanaan voimalaitos.....	10
2.3.2 Aittaluodon voimalaitos.....	11
3 TYÖN TAVOITTEET .....	12
4 KRIITTISYYSLUOKITTELU .....	13
4.1 PSK 6800 Standardi .....	13
4.2 Kriittisyys .....	13
4.3 Kriittisyysluokittelutaulukko.....	14
4.4 Riskien tasot ja niiden kertoimet.....	15
4.5 Kriittisyysluokittelun osa-alueet .....	16
4.5.1 Vikaantumisväli .....	16
4.5.2 Turvallisuus .....	16
4.5.3 Ympäristö .....	17
4.5.4 Tuotannon menetys.....	18
4.5.5 Korjauskustannus.....	19
4.5.6 Varaosien saatavuus.....	19
4.6 Kriittisyysluokittelussa käytettävät laskentakaavat.....	20
5 LAITOKSEN INSTRUMENTOINTILAITTEET .....	22
5.1 Hätäseis-painikkeet .....	23
5.2 Venttiilien toimilaitteet .....	24
5.3 Lämpötila mittaukset.....	26
5.4 Paine- ja paine-ero mittaukset.....	27
5.5 Hapen (O2) mittaus .....	28
5.6 Virtausmittari .....	29
5.7 Moottorit .....	30
6 YHTEENVETO JA TULOKSET .....	31
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on voimalaitoksen instrumentointilaitteiden kriittisyysluokittelu ja se suoritetaan Porin Kaanaan voimalaitoksella. Tämän instrumentointilaitteiden kriittisyysluokittelun avulla selvitetään tuotannon järjestelmään liittyviä riskejä ja kunnossapitotarpeita. Tuloksia näistä luokitteluista käytetään Pori Energia Oy:n uudessa kunnossapitojärjestelmässä ennakkohuoltojen suunnitteluissa ja varaosien tilaamisesta näin tarvittaessa. Kriittisyysluokittelua käyttäen voidaan kohdentaa kunnossapito- ja varaosaresursseja niitä tarvitseville kriittisille laitteille vähentäen ongelmatilanteita voimalaitoksella. Työssä käytetään tilaajan omaa kriittisyysluokittelu menetelmää joka perustuu PSK-6800 standardiin ja sitä hyödynnetään instrumentointilaitteisiin. Samaa menetelmää on käytetty aiemmin muissa tilaajan suorittamissa kriittisyysluokittelu projekteissa.

Työssä tehdään tilaajan menetelmän mukainen laitelistaus, jonka jälkeen kriittisyydet saadaan laskettua PSK 6800 standardin laskentakaavojen mukaisesti. Laskennoissa hyödynnetään tilaajan Pori Energia Oy:n Excel laskentataulukkoa jota olen muokannut sopivammaksi tilaajan kanssa instrumentointilaitteiden tarpeeseen. Riskien tarkasteluvaiheessa laitteille annetaan arvioidut riskien arvot ja niiden avulla saadaan laskettua laitteelle kokonaiskriittisyysarvot.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi työn taustaa, tilaajan tietoja ja työn tavoitteita. Työn tilaajan Pori Energia konsernin esittelyn jälkeen käydään läpi tämän opinnäytetyön tavoitteita. Seuraavaksi perehdytään tilaajan käytössä olevaan PSK 6800 standardin mukaiseen kriittisyysluokittelumenetelmään ja laskennassa käytettävän Excel laskentataulukon laskentakaavoihin, joita on muokattu soveltuvimmiksi Pori Energian voimalaitoksien kunnossapitoa varten. Tämän jälkeen käydään läpi millaisia erilaisia instrumentointilaitteita kuuluu tähän laiteluetteloon ja viimeiseksi käydään läpi koko projektin yhteenveto sekä tulokset.

## 2 PORI ENERGIA KONSERNI

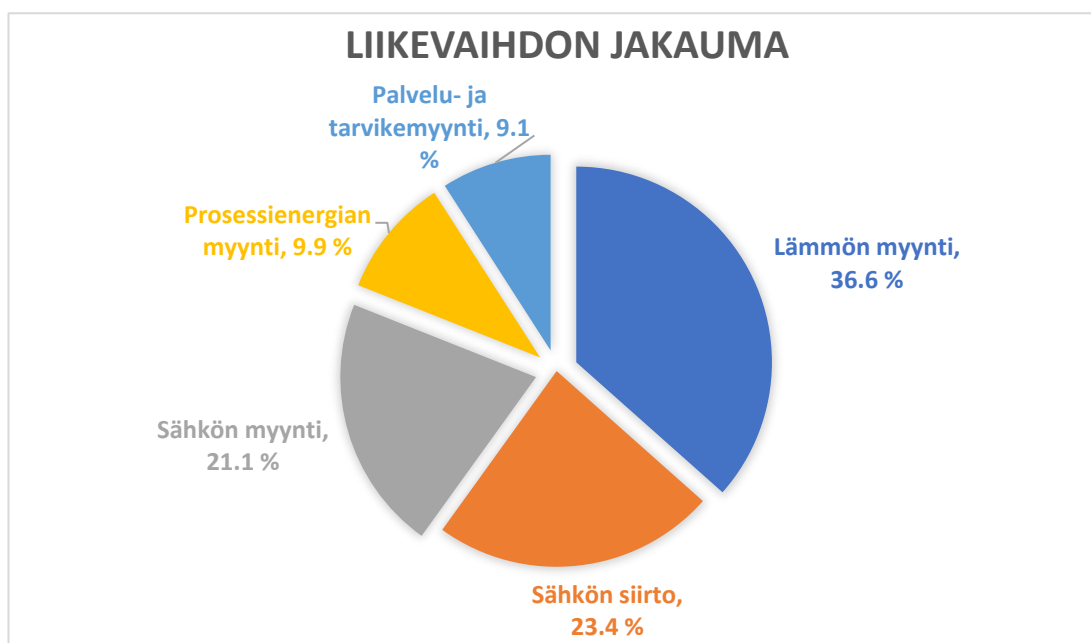
Pori Energia Oy on kokonaan Porin kaupungin omistama energiayhtiö, joka myy energiaa sekä energia-alan palveluja asiakkailleen pääasiassa Satakunnan alueella. Yritys perustettiin vuonna 1898 rakentamaan sähkövalaistusta Porin kaduille ja on näin ollen toiminut paikallisena energian tuottajana ja jakelijana Porissa yli 100 vuoden ajan. Yhtiön liiketoiminta-alueita ovat energian tuotanto, energiapalvelut sekä käynnissäpito-, urakointi- ja tuulivoimapalvelut. Pori Energia -konserniin kuuluvat emoyhtiön lisäksi täysin omistetut tytäryhtiöt Pori Energia Sähköverkot Oy ja Tuulia Energia Oy. Pori Energia Sähköverkot Oy on keskittynyt sähkömarkkinalain tarkoittamaan jakelu- ja alueverkkotoimintaan verkkoalueellaan. Osakkuusyhtiöinä Pori Energian konsernitilinpäätökseen on yhdistelty Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy, Voimapato Oy, Kolsin Voima Oy, One1 Oy, E-Protech Oy ja POLA Energy Assets Oy (Pori Energia Oy:n toimintakertomus 2020)

Taulukko 1. Pori Energia- konsernin henkilöstö yhtiöittäin 2020- 2018. (Pori Energia Oy:n toimintakertomus, 2020)

Henkilöstö yhtiöittäin	2020	2019	2018
Pori Energia Oy	157	177	183
Pori Energia Sähköverkot Oy	23	25	23

Taulukko 2. Pori Energia- konsernin talouden tunnuslukuja 2020-2018. (Pori Energia Oy:n toimintakertomus, 2020)

Pori Energia- konserni	2020	2019	2018
Vakinainen henkilökunta	180	202	206
Liikevaihto, M€	108,3	131,5	138,3
Liikevaihto/henk. (1000€)	601,8	700,3	671,5
Käyttökate-%	38,2	23,0	23,4
Liikevoitto, M€	24,8	18,8	18,6
Taseen loppusumma, M€	368,6	351,6	316,7
Investoinnit, M€	368,6	351,6	316,7
Sijoitetun pääoman tuotto-%	7,8	6,6	7,4
Omavaraisuusaste (%)	29,9	27,0	26,7



Kuvio 1. Pori Energia- konsernin liikevaihdon jakauma vuonna 2020. (Pori Energia Oy:n toimintakertomus, 2020)



## 2.1 Pori Energia Sähköverkot Oy

Pori Energia sähköverkot Oy on Pori Energia konsernin 100-prosenttisesti omistama tytäryhtiö, joka vastaa sähkömarkkinalain mukaisesta sähköverkkoliiketoiminnasta omalla verkkoalueellaan. Yhtiö perustettiin vuonna 2006, jolloin se eriytettiin Porin Energia Oy:stä omaksi liiketoimintayksiköksi sähkömarkkinalain mukaisen eriyttämisvaatimuksen mukaisesti. Pori Energia Sähköverkot Oy vastaa yli 50 000 verkon käyttäjän sähkön siirrosta ja jakelusta Porin alueella luotettavasti ja turvallisesti vuoden jokaisena päivänä. Pori Energia Sähköverkot Oy:n palvelut kattavat muun muassa sähköverkkoon liittymisen, sähkön siirtämisen asiakkaiden käyttöön sekä verkon ylläpidon ja kehittämisen asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. (Pori Energia Oy, 2022)

## 2.2 Sähkomyyntiyhtiö Oomi Oy

Pori Energian sähkönmyynti siirtyi Oomi Energialle 1.4.2020 jonka perustajayritykset ovat Lahti Energia, Oulun Seudun Sähkö, Pori Energia, Vantaan Energia sekä Oulun Sähkönmyynti Oy ja sen osakkaat: Oulun Energia, Tornion Energia, Haukiputaan sähköosuuskunta, Raahen Energia, Rantakairan Sähkö ja Tenergia ja aloittaessaan vuonna 2020 sillä oli jo yli 400 000 asiakasta. Pori Energia omistaa osuuden Oomi Energiasta. (Pori Energia Oy, 2022)

## 2.3 Voimalaitokset

Porin alueella kaukolämpöä ja sähköä yhteistuotetaan kahdella eri voimalaitoksella, joiden sijainti on Kaanaa ja Aittaluoto. Yhteistuotannossa on voimalan hyötysuhde erillistuotantoa parempi, eli yhteistuotanto säästää polttoainetta verrattuna erillistuotantoon. Näillä voimaloilla tuotettu lämpö ja sähkö syntyy suurin osin satakuntalaisilla polttoaineilla joita ovat puu ja turve. Niiden hankinta tapahtuu pääsääntöisesti noin sadan kilometrin säteellä Porista. (Pori Energia Oy, 2022)

### 2.3.1 Kaanaan voimalaitos

Kaanaan biovoimalaitos valmistui vuonna 2008 ja se sijaitsee Venatorin tehdasalueella. Kaanaan biovoimalaitos on Pohjolan Voima Oy:n tytäryhtiön Porin Prosessivoima Oy:n omistuksessa josta Pori Energia hallinnoi 40,8% osakkeista. Biovoimalaitoksessa on mahdollista polttaa puuta, hyvälaatuista esikäsiteltyä kierrätyspolttoainetta, turvettä sekä tarvittaessa jopa hiiltä. Näiden kotimaisten polttoaineiden käyttö työllistää useita satoja henkilöitä Satakunnan alueella. Kaanaan voimalaitoksen käytöstä sekä kunnossapidosta vastaa Pori Energian oma henkilöstö. (Pori Energia Oy, 2022)

Kaanaan voimalaitoksen pääkoneiston muodostaa kiertopetikkattila eli CFB-kattila. CFB on lyhenne englanninkielisistä sanoista ”circulating fluidized-bed” ja suomeksi se tarkoittaa ”kierto leiju-peti”. Tämän CFB-kattilan teho on 177 MW ja se tuottaa energiaa Pihlavaan ja Kaanaaseen sekä kaukolämpöä Pori Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon ja näiden yhteydessä vastapainesähköä.

Tällä alueella on myös käytössä kaksi vanhaa öljykattilaa joista toinen on muunnettu vuonna 2020 lopulla raskasöljykattilasta kevytöljykattilaksi ja toinen öljykattila muutettiin vuonna 2016 maakaasukattilaksi, ne toimivat huippu- ja varakattiloina. Kevytöljykattilan teho on 44 MW, lämpötila 515 °C ja paine 80 bar. Maakaasukattilan teho on 32 MW, lämpötila 500 °C ja paine 52 bar. (Tapio Mahlamäki, 2022)



Kuva 1. Kaanaan voimalaitos (Pori Energia Oy, 2022)

### 2.3.2 Aittaluodon voimalaitos

Aittaluodon voimalaitos sijaitsee aivan keskellä Porin kaupunkia nimensä mukaan Aittaluodon teollisuusalueella. Voimalaitos tuottaa noin 600 GWh energiaa joka vuosi. Aittaluodon voimalaitoksen tuotannosta on lähes puolet kaukolämpöä, jota toimitetaan Ulvilan ja Porin kaukolämpöverkkoihin. Kaukolämmön lisäksi voimalaitoksella tuotetaan prosessihöyryä Kupariteollisuuspuiston ja Aittaluodon teollisuusalueen tarpeisiin sekä yhteistuotannosta syntyvää sähköä Pori Energian asiakkaille. Voimalaitoksen polttoaineena käytetään pääsääntöisesti kotimaista puuta ja turvetta, ja tällä kotimaisen polttoaineen käytöllä työllistetään useita satoja henkilöitä Satakunnan alueella. Aittaluodon voimalaitoksella on käytössä kolme kattilaa nimeltään A-kattila, RT-kattila ja apukattila. (Pori Energia Oy, 2022)

A-kattila otettiin käyttöön kesällä 2020 ja se on biokattilalaitos, tämän myötä hiilidioksidipäästöt laskivat yhteensä tuhansia tonneja vuodessa. A-kattilan teho on 80 MW, joka saadaan käyttämällä uusiutuvia polttoaineita.

RT-kattila otettiin käyttöön vuonna 1981, RT-kattila oli alunperin arinakattila mutta se muutettiin leiju kerroskattilaksi vuonna 1996. Tämän kattilan teho on 116 MW. A-kattilan valmistuttua vuonna 2020 on RT-kattilan käyttö rajattu vain talven koviille pakkasille sekä A-kattilan huollon aikaan. Apukattila on vara- ja huippukuormakattilana joka toimii polttoöljyllä, sitä hyödynnetään kylmillä jaksoilla A-kattilan kaukolämmön tuotantoa tukien. Apukattilan teho on 46 MW. (Pori Energia Oy Intranet, 2022)



Kuva 2. Aittaluodon voimalaitos (Pori Energia Oy, 2022)

### 3 TYÖN TAVOITTEET

Työn tavoitteena oli luoda työn tilaajalle Pori Energia Oy:lle instrumentointilaitteiden kriittisyysluokittelu Porin Kaanaassa voimalaitoksella. Luokittelulle oli rajattuna vain uusimman voimalaitoksen eli kiertoleijupeti kattilan TLJ instrumentointilaitteet eikä opinnäytetyöhön otettu mukaan vanhoja maakaasu- tai kevytöljykattiloille kuuluvia instrumentointilaitteita. TLJ tulee sanoista turvallisuuteen liittyvä järjestelmä.

Tähän opinnäytetyö aiheeseen päädyttiin kun opinnäytetyöaihe keskustelujen aikana huomattiin tarvetta selvittää instrumentointi laitteiden kriittisyydet prosessiin liittyen eri osa-alueilla ja saada selville mitä varaosia tai laitteita pitäisi tilata valmiiksi paikan päälle sekä mitkä kannattaa tarkistaa ja huoltaa esimerkiksi revision aikana, jotta voidaan välttyä ongelmatilanteilta. Kriittisyysluokittelussa käytettiin jo aiemmin luotua PSK 6800 standardiin pohjautuvaa excel kriittisyysluokittelutyökalua, jolla tilaaja on suorittanut jo kriittisyysluokitteluja Kaanaan voimalaitoksen sähkönjakeluun ja Aittaluodon voimalaitoksen pääsähkölukelujärjestelmään. Saman tilaajan sisäisen excel-kriittisyysluokittelutyökalun käyttämisellä saavutetaan mahdollisimman vertailukelpoinen tulos muihin kriittisyysluokitteluihin verrattuna, jolloin sitä on helpompi tulkita ja arvioida tarpeita.

Kriittisyysluokittelusta saatuja tuloksia tulee tilaaja hyödyntämään heti Kaanaan voimalaitoksella ennakko- huoltojen suunnitteluissa, laite tarkastuksissa sekä laitteiden varaosien tilaamiseen etukäteen riippuen laitteissa selvinneiden eri osa-alueiden kriittisyyksistä.

## 4 KRIITTISYYSLUOKITTELU

### 4.1 PSK 6800 Standardi

Tilaajan Pori Energia Oy:n omassa kriittisyysluokittelutaulukossa on hyödynnetty PSK standardisointi asiantuntijoiden laatimaa standardia PSK 6800, joka on tehty alunperin vuonna 2008 ja standardin nimi on laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa tai englanniksi criticality classification of equipment in industry. Tässä standardissa kuvataan menettelyjä laitteiden kriittisyyden arviointiin teollisuudessa ottaen huomioon henkilöturvallisuus, taloudelliset vaikutukset sekä ympäristövaikutukset. Standardissa määritellään yleisimmät kunnossapidon, teollisuuden ja niihin liittyvien riskien määritelmät. PSK 6800 standardissa on annettu ohjeelliset kertoimet ja painoarvot, joita tilaaja on hyödyntänyt tehdessään oman Excel laskentataulukon käyttäen ja muokaten standardin painoarvojen soveltuvuutta kyseiselle voimalaitokselle. (PSK 6800, 2008.)

### 4.2 Kriittisyys

Voimalaitoksilla on paljon tärkeitä mittauksia ja laitteita, joilla on suora vaikutus voimalaitosprosessiin ja vikaantuessaan tietyt laitteet voivat jopa pahimmillaan sammuttaa kierto leiju-petikattilan aiheuttaen todella nopeasti yritykselle isoja taloudellisia kuluja yritykselle sekä mahdollisesti ympäristö- ja henkilövahinkoja. Kriittisyyden määrittelemisen voimalaitoksilla on siis erittäin hyödyllistä, koska sen avulla voidaan tunnistaa voimalaitosprosessiin kuuluvat tärkeimmät laitteet sekä mittaukset ja varautua niiden vikaantumiseen suunnitelmalla mahdollisia ennakkohuoltoja tai tilaamalla valmiiksi varaosia, joilla voi olla todella pitkiä toimitusaikoja.

### 4.3 Kriittisyysluokittelutaulukko

Työssä tehdyssä kriittisyysluokittelussa käytettiin Pori Energian omaa kriittisyysluokittelutyökalua Excel taulukko muodossa. Tätä työkalua on käytetty Pori Energialla jo useampaan kertaan, myös Kaanaan voimalaitoksella sijaitsevaan kierto leiju-petikattilan sähkönjakelujärjestelmän kriittisyysluokittelussa. Samaa työkalua on päädytty käyttämään edelleen, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia aiemmin tehtyjen kriittisyysluokittelujen kanssa. Työssä käytössä oleva Excel-kriittisyyslaskentataulukko perustuu PSK 6800 standardiin, mutta sitä on paranneltu sekä ulkonäöllisesti että muokkaamalla laskentakaavion painoarvoja sopivammiksi.

Kriittisyyden tarkistelussa katsotaan kuutta eri osa-aluetta ja niille määritetään painoarvoja riskin taso asteikolla 1 – 5. Eri osa-alueita ovat vikaantumisen todennäköisyys, turvallisuus, ympäristö, tuotannon menetys, korjauskustannukset ja varaosien saatavuus. Vikaantumistodennäköisyydelle ei ole annettu painoarvoa.

Taulukko 3. Kriittisyysluokitteluun asetetut painoarvot (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

Osa-alue	Turvallisuus	Ympäristö	Tuotannon menetys	Korjauskustannukset	Varaosien saatavuus
Painoarvo	5	4	4	2	3

Kriittisyysluokittelutaulukossa käytetään kyseisiä painoarvoja jokaisen laitteen osakriittisyyden laskennassa. Kriittisyysluokittelutaulukkoon arvioidaan laitteen vikaantumisväliä vastaavat riskien tasot, jotka vaikuttavat kyseisen laitteen eri osa-alueiden kriittisyyteen. Laskennassa riskien tasot kasvattavat kerrointa, kun kerroin kasvaa nousee myös kriittisyysarvo sen mukana. Osakriittisyyden arvolla pystytään tarkastelemaan laitteen eri osa-alueiden kriittisyyttä. Laitteelle saadaan kokonaiskriittisyysarvo laskemalla osakriittisyydet yhteen ja tästä arvosta voidaan sitten määritellä laitteen kriittisyysluokka. Kriittisyysluokkia on kolme, jotka ovat A, B ja C. A:n raja-arvo on 1000, B:n raja-arvo 600 ja C:n raja-arvo 0.

						Kriittisyysluokan raja-arvot	
						A	1000
						B	600
						C	0
Turvallisuuden osakriittisyys	Ympäristön osakriittisyys	Tuotannon menetyksien osakriittisyys	Korjauskustannuksien osakriittisyys	Varaosien saatavuuden osakriittisyys		Kokonaiskriittisyys	Kriittisyysluokka

Kuva 3. Kriittisyyden luokittelut ja eri raja-arvot. (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

#### 4.4 Riskien tasot ja niiden kertoimet

Kriittisyysluokittelussa arvioidaan riskin taso jokaiselle osa-alueelle laitteessa tai mittauksessa. Laitteita tai mittauksia arvioidaan osa-alueittain ja riskien tasot määritellään tarkasti ja harkiten. Osa-alueitten riskien arvioinnissa käytettiin hyödyksi haastatteluja henkilökunnan kanssa tehtaalla, omaa työkokemusta sekä yleisen tiedon avulla jota saatiin kerättyä valmistajilta ja muualta dokumenteista. Riskien tasoilla on aina omat kertoimet mitä noudatetaan, joka tarkoittaa että riskin tason kasvaessa nousee myös laitteen osakriittisyys. Osa-alueille on määritelty riskien tasoja 1, 2, 3 ja 4, mutta Varaosien saatavuuden osakriittisyydessä on myös käytössä riski taso 5.

Taulukko 4. Riskien tasot ja niiden kertoimet (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

Riskin taso	Kerroin
1	2
2	4
3	8
4	12
5	16

Taulukko 5. Kriittisyysluokan raja-arvot (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

Kriittisyysluokan raja-arvot	
A	1000
B	600
C	0

## 4.5 Kriittisyysluokittelun osa-alueet

Kriittisyysluokittelussa tarkastetaan laitteen tai mittauksen riskejä viidellä eri osa-alueella, joiden pohjalta voimme laskea laitteelle kokonaiskriittisyyden arvon. Kriittisyysluokittelun viisi eri osa-alueita ovat vikaantumisväli, turvallisuus, ympäristö, tuotannon menetys, korjauskustannus ja varaosien saatavuus. Varaosien saatavuus on ainoa osa-alue jossa on käytössä riskin taso 5.

### 4.5.1 Vikaantumisväli

Laitteen vikaantumisella tarkoitetaan tapahtumaa, jonka seurauksena laitteen kyky tehdä oma toimintonsa joko heikkenee tai päättyy kokonaan. Vikaantumisella voi olla monenlaisia eri seurauksia riippuen mitä laite tekee ja onko samassa linjassa muita laitteita jotka tarvitsevat toisiaan toimiakseen ja näin on hyvä tarkastella vikaantumisväli jolloin voi suunnitella ennakkohuoltoja ja varaosien tilaamista ennen laitteen vikaantumista. Vikaantumisvälillä käytetään riskien tasoja 1 – 4, joista jokaiselle on määritelty oma aikavälinsä.

#### Riskien tasot:

1 = Todella pitkä vikaantumisväli, yli 10 vuotta.

2 = Pitkä vikaantumisväli, 3 - 10 vuotta.

3 = Lyhyt vikaantumisväli, 1 - 3 vuotta.

4 = Todella lyhyt vikaantumisväli, alle 1 vuosi.

Kuva 4. Vikaantumisvälin riskien tasot. (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

### 4.5.2 Turvallisuus

Turvallisuusriskeillä tarkoitetaan henkilön terveyteen kohdistuvaa vaaran mahdollisuutta, riskin tasojen kertoimet suurenevat eksponentiaalisesti. Turvallisuutta tarkastellaan aina teollisuusalan sisällä, esimerkiksi kemianteollisuudessa on erilaiset turvallisuusriskit kuin voimalaitosteollisuudessa. Näitä on muokattu Pori Energian omassa kriittisyysluokittelutaulukossa sopiviksi Kaanaan voimalatokselle.



Turvallisuudelle on annettu riskien tasoja 1 – 4, joista 1 tarkoittaa että laitteen vikaantuminen ei aiheuta turvallisuusriskejä ja 4 tarkoittaa että laitteen vikaantumisella voi aiheutua kuolemanvaara.

**Riskien tasot:**

1 = Vikaantuminen ei aiheuta turvallisuusriskiä

2 = Vikaantuminen voi aiheuttaa korkeintaan yhden - kolmen poissaolopäivän

3 = Vikaantuminen voi aiheuttaa pitkän poissaolon tai vammautumisen

4 = Vikaantuminen voi aiheuttaa kuolemanvaaran

Kuva 5. Turvallisuuden riskien tasot. (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

#### 4.5.3 Ympäristö

Ympäristöriskillä tarkoitetaan laitosalueelle tai sen ulkopuolelle kohdistuvaa ympäristön saastumisen mahdollisuutta ja sen kerroin on eksponentiaalisesti suureneva. Ympäristön kriittisyys voi olla verrannollinen vain tarkasteltavan teollisuusalan sisällä. Pori Energian kriittisyysluokittelutaulukossa nämä on muokattu sopiviksi Kaanaan voimalaitokselle. Ympäristön riskejä arvioidaan tasoilla 1 – 4. (PSK 6800, 2008, s. 10)

**Riskien tasot:**

1 = Vikaantuminen ei aiheuta ympäristöriskiä

2 = Vikaantuminen voi aiheuttaa pienen paikallisen ympäristöriskin

3 = Vikaantuminen voi aiheuttaa ympäristöriskin laitosalueelle

4 = Vikaantuminen voi aiheuttaa ympäristöriskin joka leviää lupa-alueen yli

Kuva 6. Ympäristön riskien tasot. (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

#### 4.5.4 Tuotannon menetys

Pahimmillaan jos kriittinen laite vikaantuu voi tapahtua voimalaitoksella seisokki joka aiheuttaa tuotannon menetystä. Tuotannon menetyksellä tarkoitetaan menetettyä tuotantoaikaa, joka on aiheutunut suunnittelemattomasta seisokista. Voimalaitoksella jo pienikin suunnittelematon seisokki voi aiheuttaa todella isoja taloudellisia tappioita. Kerroin kasvaa suhteessa menetettyyn tuotantoaikaan ja riskien tasot ovat jaoteltu taloudellisten tappioiden mukaan. Riskien tasoja on 1 – 4, joille on määritelty omat tuotannon menetyksien summat. (PSK 6800, 2008, s. 10)

**Riskien tasot:**

1 = Tuotannon menetykset ovat alle 10 000€

2 = Tuotannon menetykset ovat 10 000 - 50 000€

3 = Tuotannon menetykset ovat 50 000 - 100 000€

4 = Tuotannon menetykset ovat yli 100 000€

Kuva 7. Tuotannon menetyksien riskien tasot. (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

#### 4.5.5 Korjauskustannus

Korjauskustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia joita koituu korjatessa vikaantunutta laitetta. Laitteen korjaamisessa voi olla joskus halvempaa korvata koko laite uudella laitteella eikä korjata vanhaa laitetta toimintakykyiseksi. Korjauskustannuksia syntyy laitteen vikaantumisen yhteydessä ja seurauskustannuksia silloin, kun laitteen vikaantuminen johtaa laitteen vaurioitumiseen tai jonkin toisen laitteen vikaantumiseen. Korjauskustannukset ovat arvioituja taloudellisia kuluja laitteen vikaantuessa. (PSK 6800, 2008, s. 11)

##### **Riskien tasot:**

**1 = Vikaantumisesta aiheutuvat**

**korjauskustannukset ovat 0 - 1000€**

**2 = Vikaantumisesta aiheutuvat**

**korjauskustannukset ovat 1000 - 10 000€**

**3 = Vikaantumisesta aiheutuvat**

**korjauskustannukset ovat 10 000 - 100 000€**

**4 = Vikaantumisesta aiheutuvat**

**korjauskustannukset ovat yli 100 000€**

Kuva 8. Korjauskustannuksien riskien tasot. (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

#### 4.5.6 Varaosien saatavuus

PSK 6800 standardin menetelmässä viimeinen osio on ”laatukustannus” mutta se on Pori Energian omassa kriittisyysluokittelutaulukossa korvattu ”varaosien saatavuus” osiolla. Tämä varaosien saatavuus osio soveltuu huomattavasti paremmin voimalaitoksen toimintaan perustuvaan laitteiden kriittisyysluokitteluun. Varaosien saatavuudella tarkoitetaan aikaa sekä mahdollisuutta saada varaosa voimalaitokselle asentamista varten. Varaosilla tarkoitetaan laitteen korjaamiseen tarvittavia osia tai komponentteja sekä tarvittaessa kokonaan uusia laitteita. Varaosia on voimalaitoksella

säilytyksessä sekä uusia että vanhoja komponentteja ja laitteita, ja niitä tilataan tarvittaessa lisää suoraan toimittajilta. Kriittisyysluokittelussa voimalaitoksella tämä on erittäin tärkeä osio, koska voimme tutkailla mitä varaosia tarvitsemme ja miten niitä on saatavilla jotta voimme suunnitella ennakkohuoltoja ja valmistautua siihen että kriittinen laite vikaantuu ja sen voisi korjata tai vaihtaa heti toimintakykyiseksi. Varaosien saatavuudessa on käytössä myös viides riskin taso.

#### Riskien tasot:

- 1 = Varaosia saatavilla samana päivänä
- 2 = Varaosien toimitusaika alle 1 viikko
- 3 = Varaosien toimitusaika alle 2 kuukautta
- 4 = Varaosien toimitusaika 2kk - 1v
- 5 = Varaosien toimitusaika yli 1v tai varaosia ei ole saatavilla ollenkaan

Kuva 9. Varaosien saatavuuksien riskien tasot. (Kriittisyysluokittelutaulukko, 2022)

#### 4.6 Kriittisyysluokittelussa käytettävät laskentakaavat

Kriittisyysluokittelujen arvioinnissa sovelletaan PSK 6800 – standardin mukaisia laskentakaavoja, jotka ovat muokattu Pori Energian toimesta voimalaitoksen tarpeisiin soveltuviksi. Kaavoista on muokattu kertoimia sekä painoarvoja enemmän soveltuviksi voimalaitoksen laitteiden kunnossapitoon. Laskentaa varten on tehty kätevä Excel taulukko, jossa on kaikki laskentakaavat valmiiksi tehtyinä omille riveilleen helpottaakseen kriittisyyslaskennan suorittamista ja tuloksien selvennyttämiseksi. Excel taulukkoon ilmoitetaan laitteen positiotunnus, laitteen nimi ja sille arvioitu vikaantumistodennäköisyys, turvallisuus, ympäristö, tuotannon menetys, korjauskustannus ja varaosien saatavuus riskitaso. Excel taulukko laskee ja ilmoittaa sitten laitteen osa- ja kokonaiskriittisyyden antaen kyseiselle laitteelle kriittisyysluokan A, B tai C riippuen kokonaiskriittisyyden arvosta.

Taulukko 6. PSK 6800 standardin laskentakaavat (PSK 6800 standardi, 2008, s. 5-11)

Laskettava arvo	Laskukaava
Turvallisuuden osakriittisyys [Ke]	$K_s = p * (W_s * M_s)$
Ympäristön osakriittisyys [Ke]	$K_e = p * (W_e * M_e)$
Tuotannon menetyksen osakriittisyys [Kp]	$K_p = p * (W_p * M_p)$
Korjauskustannusten osakriittisyys [Kr]	$K_r = p * (W_r * M_r)$
Varaosien saatavuuden osakriittisyys [Kq]	$K_q = p * (W_q * M_q)$
Kokonaiskriittisyysindeksi [K]	$K = p * (W_s * M_s + W_e * M_e + W_p * M_p + W_q * M_q * W_r * M_r)$

PSK 6800 standardin mukaisessa laskentakaavoissa p tarkoittaa vikaantumisväliä,  $W_s$  tarkoittaa turvallisuuden painoarvoa,  $M_s$  tarkoittaa turvallisuuden painoarvo kerrointa,  $W_e$  tarkoittaa ympäristön painoarvoa,  $M_e$  tarkoittaa ympäristön painoarvo kerrointa,  $W_p$  tarkoittaa tuotannon painoarvoa,  $M_p$  tarkoittaa tuotannonmenetyksen painoarvo kerrointa,  $W_r$  tarkoittaa korjauskustannusten painoarvoa,  $M_r$  tarkoittaa korjauskustannuksien painoarvo kerrointa,  $W_q$  tarkoittaa varaosien saatavuuden painoarvoa ja  $M_q$  tarkoittaa varaosien saatavuuden painoarvo kerrointa.

## 5 LAITOKSEN INSTRUMENTOINTILAITTEET

Tähän opinnäytetyöhön alueeksi rajattiin Kaanaan voimalaitoksen CFB-kattilan TLJ-laitteet. TLJ tulee sanoista turvallisuuteen liittyvä järjestelmä ja sillä tarkoitetaan suojausjärjestelmää, joka joko keskeyttää prosessin tai ohjaa sen turvalliseen tilaan jos tapahtuu vaarallinen tilanne tai tila. Tällainen vaarallinen tai ongelmallinen tilanne voidaan havaita erilaisilla mittauksilla tai laitteilla. Näitä laitteita voi olla paljon erilaisia kuten hätäseis-painikkeita, lämpötilamittauksia, venttiileitä, pintamittauksia tai paine ja paine-ero mittauksia.

Näihin erilaisiin instrumentointilaitteisiin pääsee käsiksi hyödyntämällä HART kenttäväylää, HART lyhenne tarkoittaa Highway Addressable Remote Transducer ja tätä kenttäväylää käytetään ympäri maailmaa eri laitoksilla. Jotta laitteeseen pääsee käsiksi hyödyntämällä HART kenttäväylää on siihen olemassa omanlaisia työkaluja, esimerkiksi tämän opinnäytetyön aikana käytin HART 375 Field Communicator käsikommunikaattoria päästäkseni tutkimaan ja säätämään instrumentointilaitteita. HART protokollassa lähetetään ja vastaanotetaan digitaalista informaatiota 4 – 20mA DC (Tasavirta) rinnalla. (FieldComm Group, 2022.)

Tällä käsikommunikaattorilla pystytään suoraan muokkaamaan erilaisia asetuksia ja parametreja laitteista, esimerkiksi paineantureita tarkistaessa tai ennakko- huoltauksessa voidaan laittaa mitattavasta lähettimestä paine 0 bariin ja sen jälkeen tarkistaa näyttääkö paineanturi samaa, jos ei niin sille voidaan suorittaa Zero-Trim eli kerrotaan laitteelle että nyt signaalin pitäisi kertoa että painetta ei ole. Laitteet voivat ikääntyessään alkaa vähän vääristämään arvoja, kuten esimerkiksi paineantureissa oleva kalvo alkaa venymään vuosien varrella. Paikoittain mittauksien tarvitsee olla todella tarkkoja jolloin vuosittainen kalibrointi voi olla tarpeen.

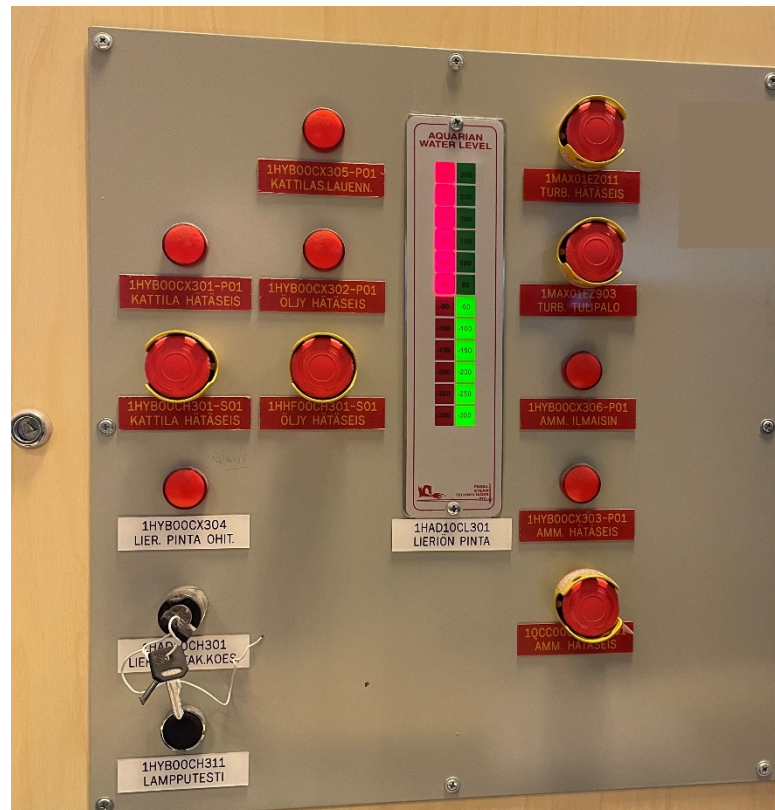


Kuva 10. HART 375 Field Communicator.

### 5.1 Häätäseis-painikkeet

Hätäseis-painike on todella yleinen turvalaite ja sitä käytetään paljon kaikkialla muuallakin kuin voimalaitoksilla, sen tarkoituksena on antaa laitteelle helposti ja nopeasti alas painettava kytkin joka aina sammuttaa laitteen sen tilasta riippumatta ja antaa mahdollisesti tilatiedon muualle kuten valvomoon josta lähtee hälytys päälle jolloin tiedetään mitä hätäseis painiketta on painettu. Usein laite ei käynnisty uudelleen ennenkuin hätäseis kytkimen valvontajärjestelmään annettu hälytys-signaali on kuitattu.





Kuva 11. Hätäseis-painiketaulu valvomossa.

## 5.2 Venttiilien toimilaitteet

Voimalaitoksella on monia erilaisia venttiileitä joita ohjataan erilaisilla toimilaitteilla etänä, mutta myös manuaalinen liikuttaminen on mahdollistettu vikatilanteiden varalta. Venttiileiden toimilaitteet toimivat sähköllä ja pneumatiikalla, niiden tehtävä on säätää esimerkiksi putkessa liikkuvan nesteen tai höyryn läpipääsyä tai käyttää niitä sulkuina eli on and off tilaan asettamiseen. Tehtaalta löytyy monia erilaisia venttiilien toimilaitteita käyttökohteesta riippuen ja niitä ohjataan sekä valvotaan voimalaitoksen valvomosta.





Kuva 12. Kaksi pikasulkuventtiilin toimilaitetta valmistajalta Air Torque.



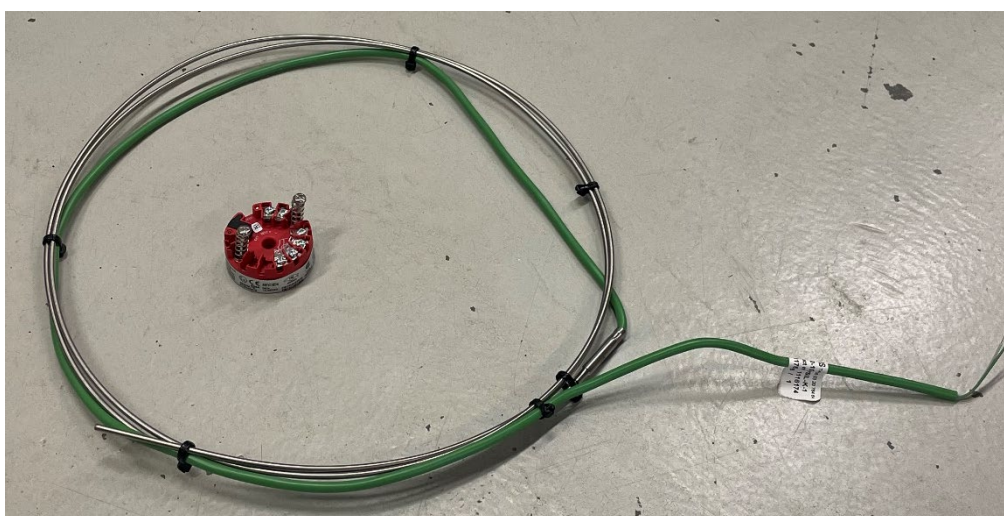
Kuva 13. Säästöventtiilin toimilaite valmistajalta AUMA.

### 5.3 Lämpötila mittaukset

Lämpötilaa mitataan voimalaitoksella useasta eri kohtaa prosessia, ja useat näistä mittauksista ovat erittäin kriittisiä palamisprosessin säätämisessä ja optiomoinnissa. Lämpötila mittauksilla saadaan selville paljon erilaista tietoa kohteesta riippuen, ylikuumeneeko laite, onko jossain kohtaa prosessia tarpeeksi hyvä palaminen, mahdolliset ongelmat voi havaita siis helposti lämpötilankin avulla. Esimerkiksi leijupedin lämpötilamittauksia on neljä etuseinällä ja neljä takaseinällä, tällaisissa kohteissa on yleensä useampi lämpötila mittaus koska kattilan pinta-ala on niin iso että palamista pitää seurata useasta kohdasta.



Kuva 14. Lämpötila anturi T-M-N-6/2500-K-1-CB valmistajalta EPIC Sensors.



Kuva 15. Lämpötilalähetin PR 5335 A jonka ympärillä lämpötila-anturi.



#### 5.4 Paine- ja paine-ero mittaukset

Paine- ja paine-eroanturit tai toiselta nimeltään paine- ja paine-erolähettimet muuttaa putkessa olevan paineen 4 – 20mA signaaliksi, jonka avulla järjestelmään saadaan tieto kuinka paljon painetta tai paine-eroa kohteessa on. Paineantureita on voimalaitoksella useita satoja koska painemittauksia käytetään monissa erilaisissa putkissa niissä olevan paineen säätämiseen, eli nostaa tai laskea tarvittaessa sekä varoittaa jos paine tippuu liian alhaiseksi tai nousee liian korkeaksi. Paineantureita on monelle eri paineluokitukselle, esimerkiksi Kaanaan voimalaitoksella voi olla mitta-alue -10 mbar – 40 mbar pienimmillään tai 0 – 160 baria suurimmillaan. Näitä mittauksia kalibroidaan usein vuosihuollon aikana kun kattila ei ole päällä koska ajan myötä niitten sisällä olevat kalvot venyvät vähän.



Kuva 16. Paineantureita laitetoimittajalta Siemens.

### 5.5 Hapen (O<sub>2</sub>) mittaus

Kaanaan voimalaitoksella on hapen mittauksia kaksi, ne mittaavat savukaasun happitason pitoisuutta. Näillä mittauksilla estetään happitason putoaminen liian pieneksi, jolloin tapahtuisi epätäydellistä palamista. Jos toinen vikaantuu sen laitteen mittausarvo menee minimiin mutta se ei vielä aiheuta ongelmia. Molempien vikaantuessa tapahtuu kiinteän polttoaineen ryöstöruuvien pysäyttäminen sekä sulkeutuu polttimien pikasulut yhden minuutin jälkeen.

Happimittarit kalibroidaan kerran vuodessa vuosihuollon aikana syöttämällä niille kalibroinnille tarkoitettua putkesta happea ja osoitetaan mittarille kolme eri happipitoisuutta. Kalibrointi suoritetaan käyttämällä HART 375 Field Communicator käsikommunikaattoria ja käsikommunikaattori kertoo koska pitää minkäkin pitoista happea laittaa kalibroitiputkeen.



Kuva 17. Happimittauslaite 4000 OXT4A laitetoimittajalta Rosemount.

## 5.6 Virtausmittari

Virtausmittareita on useissa eri paikoissa Kaanaan voimalaitoksella, kuten esimerkiksi kevytöljylinjoissa ennen käynnistys- ja kuormapolttimia. Tämän mittauksen avulla voidaan suorittaa laskenta, ilma/öljysuhteen ollessa liian alhainen puolen minuutin viiveen jälkeen suljetaan polttimien pikasulut.



Kuva 18. Promass 80F virtausmittari toimittajalta Endress+Hauser.

Käynnistys- ja kuormapolttimilla mitataan myös polttoilman virtausta joka otetaan sekundääri-ilmasta. Polttoilman määrää säädellään ohjaamalla polttoilman säätöpeltiä ilma/öljysuhteen mukaan. Näitä ilman virtausmittauksia suoritetaan paine- ja paine-eroantureilla toisin kuin esimerkiksi aiemmin mainittu kevytöljyn virtausmittaus.

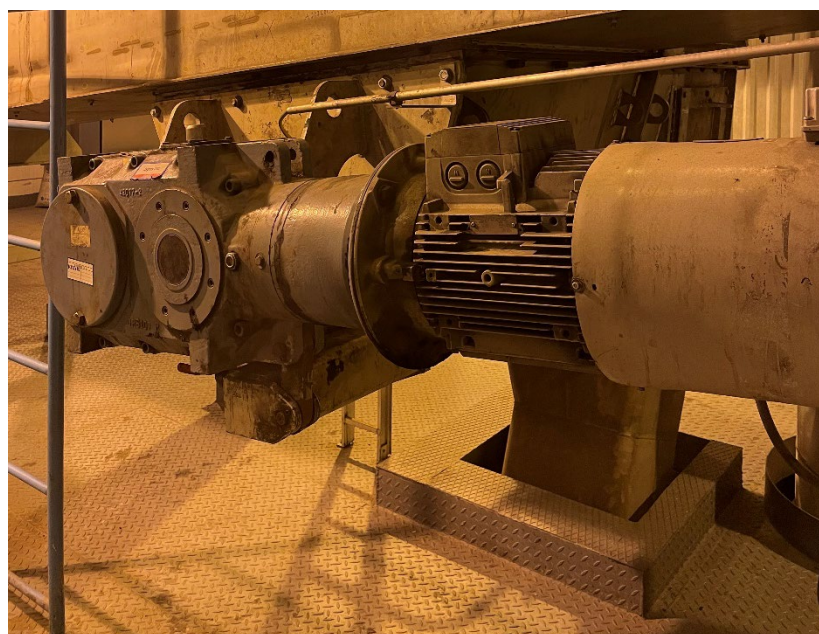


### 5.7 Moottorit

Sähkömoottoreita on käytössä moneen eri tarkoitukseen voimalaitoksella, mutta TLJ laitteisiin kuuluivat vain ryöstöruuvien sähkömoottorit, hiilikuljettimien sähkömoottorit sekä ammoniakki- ja ammoniakin täyttöpumput. Ryöstöruuvien tarkoitus on liikuttaa kiinteää polttoainetta sulkusyöttimille, operaattorit saavat valita eri ohjelmat niiden käyttämiseen jotka ovat biosyöttö ja hiilisyöttö.



Kuva 19. Ammoniakin täyttöpumpu toimittajalta ABB.



Kuva 20. Ryöstöruuvi 3 sähkömoottori toimittajalta Siemens.

## 6 YHTEENVETO JA TULOKSET

Tavoitteena opinnäytetyössä oli suorittaa instrumentointilaitteille kriittisyysluokittelu joka pohjautuu tilaajan omaan valmiiseen excel-taulukkoon jota on käytetty jo aiemmin muissa kriittisyysluokitteluissa tilaajan toimesta, tätä projektia ehdotti kunnossapitopäällikkö koska nähtiin iso hyöty siitä miten tämän työn tuloksia voidaan hyödyntää kunnossapidon näkökulmasta kuten aikaisempiakin kriittisyysluokitteluja eri aiheista esimerkiksi Aittaluodon voimalaitoksella.

Tämä työ itsessään vaati yllättävän ison määrän monipuolista työtä, jouduin haastattelemaan paljon henkilökuntaa selvittääkseni laitteiden vikaantumisvälejä ja yleisiä osia laitteista jotka vikaantuvat, tutkimaan paljon prosessia tunnistaakseni riskit prosessin kannalta eri laitteille sekä olemaan yhteydessä useisiin eri laitetoimittajiin selvittääkseni eri osien ja laitteiden hintoja ja toimitusaikoja voimalaitokselle. Monet laitteista ovat myös vanhentuneita malleja joka selvisi kyselemällä laitetoimittajilta uusia laitteita jotka on myös nyt selvitetty ja merkattu kriittisyysluokittelutaulukkoon.

Työn valmistuttua huomasimme konkreettisesti miten tavoitteisiin päästiin ja näitä tietoja on alettu hyödyntämään heti varaosien hankkimisessa sekä ennakkohuoltojen suunnittelussa. Itse opein myös paljon uutta mitä pystyn nyt hyödyntämään voimalaitoksella sähkö- ja automaation kunnossapidossa, eri laitteet tulivat tutummiksi sekä osaan löytää voimalaitokselta laitteita paremmin. Laitteiden positiot eivät olleet ennen tätä työtä ulkomuistissa mutta nyt osaan jo pelkän position avulla tietämään minkälainen laite on kyseessä. Opinnäytetyön tekeminen on ollut siis todella opettavaa ja hyödyllistä juuri minun opintojeni kannalta ja sekä tilaaja että minä olemme tyytyväisiä tämän opinnäytetyön tuloksiin ja sen opettamiin asioihin.

Kriittisyysluokittelun excel-taulukko on liitetty opinnäytetyön lopussa olevaan liitteeseen ja siitä voi nähdä kaikki tulokset eri laitteille.

## LÄHTEET

FieldComm Group, HART Technology Explained. (2022). <https://www.fieldcommgroup.org/technologies/hart/hart-technology-explained>

Leppänen, T. (23.11.2022). Henkilökohtainen keskustelu Sähkö- ja Automaatio asiantuntijan Tapio Leppänen kanssa.

Mahlamäki, T. (14.11.2022). Tuotantomestari Tapio Mahlamäen sähköposti.

PSK 6800. (2008). Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointiyhdistys ry. <https://psk-standardisointi.fi/>

Pori Energia Oy Intranet. (20.10.2022). Ei julkista tietoa.

Pori Energia Oy. (20.10.2022). Pori Energian etusivu. <https://www.porienergia.fi/>

Pori Energia Oy. (20.10.2022). Pori Energian kaukolämmön alkuperä. <https://www.porienergia.fi/lampo/tietoa-kaukolammosta/ymparisto--alkupera#.X1dePcgzZPZ>

Pori Energia Oy. (20.10.2022). Pori Energian sähköverkot <https://www.porienergia.fi/sahkoverkot>

Pori Energia Oy. (20.10.2022). Toimintakertomus 2020. <https://www.porienergia.fi/globalassets/yritys/vuosikertomus/2020-toimintakertomus-pori-energia.pdf>

Pori Energia Oy. Kriittisyysluokittelutaulukko 2022. Julkaisematon dokumentti.

Tattari, E. (2.12.2022). Henkilökohtainen keskustelu Kunnossapitomestarin Eetu Tattarin kanssa.



Riskin taso	Kerrosin
1	2
2	4
3	8
4	12
5	16

Krittisyyshuollon raja-arvot	
5	100
3	600
C	0

Tunnus	Nimi	Vikantam- tiedotus	Tuullisuus	Ympirist	Tuotannon menety	Korjuskustannus	Varaosien saatavuus	Tuullisuuden osakritiittys	Ympiristön osakritiittys	Tuotannon menetyksen osakritiittys	Korjuskustannuksen osakritiittys	Varaosien saatavuuden osakritiittys	Kokonaiskritiittys	Kritiittisyysluokka	Laiteyyteli	Lähtötyö komponentit/laitteet	
Paineen (1 - 5)																	
JHFOOCH001	ÖLJY HATÄSIS VALVOMO	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	50	C	K848S844		Myös antenni laitteeseen 9300-0002	
JHFOOCH002	ÖLJY HATÄSIS KAPOTASSO	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	50	C	K848S178F		Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHFOOCH003	ÖLJY HATÄSIS KUPOTASSO	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	50	C	KALK 178F		Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHFOOCH004	KATTILA HATÄSIS VALVOMO	1	1	1	2	1	1	10	10	40	10	80	C	K848S844		Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHFOOCH002	KATTILA HATÄSIS ROHUTASSO	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	50	C	KALK 178F		Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHFOOCH003	KATTILA HATÄSIS PÄÄHUTASSO	1	1	1	2	1	1	10	10	40	10	80	C	KALK 178F		Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JCCOOCH001	AMM HATÄSIS VALVOMO	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	50	C	K848S844		Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JCCOOCH002	AMM HATÄSIS AVASIMASSA	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	50	C	KALK 178F		Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHHS1AA101	KUPO 1 POLTOOLUUN PSV 1	2	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT201 5308 105/07-N-D-17	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHHS1AA102	KUPO 1 POLTOOLUUN PSV 2	2	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT201 5308 105/07-N-D-17	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHHS1AA103	KUPO 2 POLTOOLUUN PSV 1	2	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT201 5308 105/07-N-D-17	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHHS1AA104	KUPO 2 POLTOOLUUN PSV 2	2	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT201 5308 105/07-N-D-17	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHHS1AA105	KUPO 1 POLTOOLUUN PSV 2	2	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT201 5308 105/07-N-D-17	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHHS1AA106	KUPO 2 POLTOOLUUN PSV 1	2	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT201 5308 105/07-N-D-17	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHHS1AA107	KUPO 2 POLTOOLUUN PSV 2	2	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT201 5308 105/07-N-D-17	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JHMF7AA101	POK TURVAVÄIKENTTILÄ	1	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JH20AA101	SYTTYTÄÄSÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT101 5308 TCR1VAZ	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JH20AA102	SYTTYTÄÄSÄÄN TULATUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	AT101 5308 TCR1VAZ	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JH20AA103	YÖE JA SIV ENNEN NÖÄ	1	1	1	1	1	1	20	20	20	20	80	160	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 1228A4528280, 24VDC	
JCC20AA101	AMMONKÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JCC30AA101	AMMONKÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	ECOSAT AVS-77	Myös antenniventtiili 9710000, 24VDC
JH20AA101	ÄÄNÄÄN SUUKUVENTTIILI	1	1	1	1	1	1	10	10	10	10	40	120	190	C	B14RFS-Sola-81338 SHDN	Myös antenniventtiili 9710000, 24V