

Tommi Laine

TUOTANTOLAITTEIDEN KRIITTISYYDEN LUOKITTELUUN
KÄYTETTÄVÄN PROSESSIN JA KRITERISTÖJEN LUOMINEN

Energia- ja Ympäristötekniikan koulutusohjelma
2019

TUOTANTOLAITTEIDEN KRIITTISYYDEN LUOKITTELUUN KÄYTETTÄVÄN PROSESSIN JA KRITEERISTÖJEN LUOMINEN

Laine, Tommi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2019
Sivumäärä: 30
Liitteitä: 1

Asiasanat: kriittisyys, prosessi, luokittelu, kriteerit

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö suoritettiin Pori Energian käytettäväksi Aittaluodon ja Kaanaan voimalaitoksien laitteiden kriittisyyksien luokitteluun. Työn tavoitteena oli luoda tuotantolaitoksien tärkeimpien laitteiden kriittisyyden arviointiin käytettävä työkalu, prosessi ja kriteerit.

Kriittisyysluokittelulla halutaan ehkäistä mahdollisia vikatilanteita ja taata prosessin toimivuus ja luotettavuus mahdollisien vikatilanteiden sattuessa.

Kriittisyysluokittelun tuloksia pystytään hyödyntämään ennakkohuollon resurssien optimoinnissa ja ohjaamisessa niihin kohteisiin, joissa sitä tarvitaan. Tuloksia pystytään myös hyödyntämään varaosavarastojen ylläpitämisessä, jolloin vain kaikkein kriittisimmille laitteille pidetään varaosia omassa varastossa eikä vähemmän kriittisten laitteiden varaosiin sidota tarpeettomasti pääomaa.

Työkalusta saatava kriittisyysluokka sijoitetaan uuteen IFS-kunnossapitojärjestelmään osaksi jokaisen laitteen tietoja.

Kriittisyyden luokittelun työkalu pohjautuu suomalaiseen PSK 6800 -standardissa määritettyyn prosessiin, jota on muokattu käyttökohteeseen sopivammaksi.

Työn tuloksina saatiin aikaiseksi voimalaitosympäristöön soveltuva työkalu, jonka avulla saadaan laitteita luokiteltua niiden kriittisyyksien mukaan. Työ ladattiin Pori Energian käyttämään M-files järjestelmään, josta sitä pystytään hyödyntämään myöhäisemmässä vaiheessa tapahtuvassa laitteiden kriittisyyksien arvioinnissa.

CREATING THE PROCESS AND CRITERIA FOR CLASSIFYING CRITICAL PRODUCTION EQUIPMENT

Laine, Tommi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Energy and Environmental Engineering

November 2019

Number of pages: 30

Appendices: 1

Keywords: criticality, process, criteria, classification

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to create a tool, process and criteria to classify the most critical production equipments at a powerplant.

Criticality classification is used to prevent possible malfunctions and guarantee operation and reliability of the process.

The results of criticality classification is used to optimize and guide the resources of preventive maintenance to those units which require it the most. Results are also used to upkeep the spare parts stock of only the most critical equipments for the operation of the plants and not to tie capital to the spare parts of less critical equipment.

Criticality classification tool is based on process which is mentioned on the Finnish PSK 6800 standard. The tool created in this thesis is modified to better suit the needs of powerplant environment.

As a result proper tool for criticality assessment was created. Work was uploaded into Pori Energy M-files system, where it can be utilized.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PORI ENERGIA OY.....	7
2.1	Konserni.....	7
2.2	Pori Energia Oy.....	8
2.2.1	Aittaluodon voimalaitos	8
2.2.2	Kaanaan voimalaitos	9
2.3	Pori Energia Sähköverkot Oy	10
2.4	Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy	11
3	TYÖN TAVOITTEET JA TOTEUTUS	12
4	PSK-6800 STANDARDI	13
5	LAITTEIDEN KRIITTISYYS	14
5.1	Kriittisyys.....	14
5.2	Menetelmän käyttö.....	14
6	KRIITTISYYSLUOKITTELUN PROSESSI	15
6.1	Prosessi	15
6.1.1	Riskien tasojen kertoimet	15
6.1.2	Kriittisyysluokkien raja-arvot.....	16
6.2	Kriittisyysluokittelun osa-alueet ja kriteerit.....	16
6.2.1	Vikaantumistodennäköisyys.....	17
6.2.2	Turvallisuus	17
6.2.3	Ympäristö	18
6.2.4	Tuotannon menetykset.....	18
6.2.5	Korjauskustannukset.....	19
6.2.6	Varaosien saatavuus	19
7	LAITOKSEN KRIITTISIÄ KOHTEITA	20
7.1	Polttoainekuljettimet	20
7.1.1	Hihnakuljettimet	21
7.1.2	Kolakuljettimet	22
7.1.3	Ruuvikuljettimet	23
7.2	Pumput	24
7.2.1	Syöttövesipumput	24
7.2.2	Lisävesipumput.....	24
7.2.3	Lauhdepumput.....	25
7.2.4	Raakavesipumput	25

7.2.5	Kaukolämpöpumput	25
7.3	Puhaltimet	26
7.3.1	Leijuilmapuhallin	26
7.3.2	Sekundääripuhallin	26
7.3.3	Savukaasupuhallin	26
7.4	Kompressorit	27
8	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Yrityksessä oli opinnäytetyön tekemisen aikaan menossa tuotantolaitosten kunnossapitojärjestelmän päivitys. Uuden kunnossapitojärjestelmän osaksi haluttiin saada systemaattinen laitteiden kriittisyysluokittelu, jota hyödynnettäisiin laitoksen laitteiden huoltojen optimoinnissa niin, että kriittisimmät laitteet saisivat osakseen riittävän tasoisen ennakkohuollon ja vähemmän kriittisten laitteiden huoltamiseen ei käytettäisi turhaan tarpeettomasti aikaa tai ylimääräisiä resursseja. Lisäksi laitteiden kriittisyyden luokittelua käytettäisiin tarvittavan varaosavaraston suunnittelussa ja ylläpitämisessä, jotta kriittisiin laitteisiin osataan pitää kaikki tarvittavat varaosat omassa varastossa ja vähemmän kriittisten laitteiden osien osalta varaston pitoon ei sidota tarpeettomasti pääomaa.

Kriittisyysluokittelun työkalu tehtiin excel-taulukkolaskentapohjalle käyttäen suomalaista PSK-6800 standardia ”Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa” pohjana.

Työn alussa on esittely Pori Energiasta ja sen historiasta, nykyhetkestä sekä nykyisestä tuotantokapasiteetista. Seuraavan kerrotaan työn tavoitteista sekä työn toteutuksesta. Tämän jälkeen käydään läpi opinnäytetyössä käytettyä PSK standardia ja laitteiden kriittisyyttä ja kriittisyysluokittelua. Lopussa on kerrottu opinnäytetyön teon hetkellä käytössä olevan laitoksen kriittisimpiä kohteita sekä yhteenveto, joka kertoo työn tuloksista.

2 PORI ENERGIA OY

Pori Energia Oy on kokonaisuudessaan Porin kaupungin omistama energiayhtiö, joka perustettiin vuonna 1898 tuottamaan Porin kaupungille kaupunkivalaistusta.

1960-luvulla Pori Energia alkoi tuottamaan kaukolämpöä Porin kaupungin alueelle Aittaluodossa.

1989 perustettiin Porin Lämpövoima Oy, joka vastasi kaupungin kaukolämmön tuotannosta ja kaupungin liikelaitos Pori Energia hoiti verkkoja ja myynnin loppuasiakkaille.

Vuonna 2005 Porin Lämpövoima Oy osti Porin kaupungilta sähköön liittyvät liiketoimet ja yrityksen nimi muutettiin Pori Energiaksi.

Nykyään yli 50% Porin kaupungin asukkaista asuu kaukolämmöllä lämmitetyissä kerros-, rivi- tai omakotitaloissa.

Kaukojäähdytystoiminta Porissa alkoi vuonna 2012. Kaukojäähdytysasiakkaita on tällä hetkellä Tiilimäen ja Päärnäisten kaupunginosissa. Kaukojäähdytyksen laajeneminen Porin keskustassa jatkui vuonna 2016. Ensimmäinen asuinkerrostalo liittyi kaukojäähdytyksen piiriin syksyllä vanhan oluttehtaan alueella sijaitsevassa Karhukorttelissa. Jäähdytyksen käyttö kasvoi myös Satakunnan keskussairaalan alueella.

Nykyään Pori Energia on yksi Porin alueen merkittävimmistä työnantajista työllistäen 206 henkilöä vuonna 2017. (Pori Energian www-sivut. 2019)

2.1 Konserni

Pori Energia konserniin kuului vuonna 2017 206 henkilöä ja yrityksen liikevaihto vuonna 2017 oli 137,1 miljoonaa euroa. Konserniin kuuluu Pori Energia sähköverkot Oy ja Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy. Pori Energia toimintaan kuuluu kaksi voimalaitosta, Aittaluodon teollisuusalueella ja Kaanaan teollisuusalueella. (Pori Energian www-sivut. 2019)

2.2 Pori Energia Oy

Pori Energia Oy tuottaa sähköä, prosessihöyryä, paineilmaa ja Porin kaupungin alueelle kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä. Kaukolämpöä tuotetaan kahdessa voimalaitoksessa Aittaluodossa ja Kaanaassa sekä kaupungin alueella olevilla huippukuormalaitoksilla. Pori Energia Oy myös vastaa kaukolämmön ja kaukkokylmän markkinoinnista ja jakelusta. Porin kaukolämpöverkkoon on myös yhdistetty Ulvilan kaupungin kaukolämpöverkko, johon myös tuotetaan kaukolämpöä. (Pori Energian www-sivut. 2019)

2.2.1 Aittaluodon voimalaitos

Aittaluodon voimalaitos sijaitsee lähellä Porin kaupungin keskustaa Aittaluodon teollisuusalueella. Voimalaitoksella on tällä hetkellä käytössä yksi kupliva leijupetikattila (BFB). Kattilassa käytetään polttoaineena turvetta ja paikallista puuta. Laitoksella on yksi kaukolämpöturbiini, jonka sähköteho on 37 MW ja maksimi kaukolämpöteho 75 MW.

Alueelle on valmistumassa vuonna 2020 uusi kattilalaitos, joka on tyypiltään myös kupliva leijupetikattila. Uuden kattilalaitoksen lämpöteho on 80MW ja se käyttää polttoaineenaan myös turvetta ja puuta. Uuden kattilalaitoksen myötä tulee myös laitokselle uusi vastapaineturbiini, jonka sähköteho on 16 MW sekä savukaasulauhdutin, jonka avulla saadaan tuotettua kaukolämpöä 20 MW teholla savukaasuista sekä uusi kaukolämmönvaihdin..

Näillä investoinneilla vastataan uusiin ympäristövaatimuksiin sekä varaudutaan tulevaisuuden vaatimuksiin. Modernisoinnin myötä mahdollistetaan myös entistä suurempi biopolttoaineiden käyttö sekä varaudutaan monipuolisempaan polttoainepohjaan. Uusi laiotus tuo merkittäviä parannuksia energiatehokkuuteen. (Pori Energian www-sivut. 2019)

Voimalaitoksella on myös teholtaan 40MW kokoinen apuöljykattila, jota voidaan käyttää apuna kaukolämmön tai prosessihöyryn tuotannossa. Apuöljykattila käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä.



Kuva 1. Aittaluodon teollisuusalue (Pori Energian www-sivut. 2019)

2.2.2 Kaanaan voimalaitos

Kaanaan voimalaitos sijaitsee Kaanaan teollisuusalueella. Voimalaitoksen omistaa Porin Prosessivoima Oy josta Pori Energia hallinnoi 40,8% osakkeista.

Alueella sijaitsee kaksi kiertoleijupetikattilaa joista toinen on Pyroflow-kattila ja toinen Valmetin valmistama CFB-kattila. Pyroflow kattila käyttää polttoaineenaan pelkäästään hiiltä ja CFB kattilan polttoaineen käytetään turvetta, puuta, hyvälaatuista esikäsiteltyä kierrätyspolttoainetta sekä tarvittaessa hiiltä.

Kattiloiden yhteinen lämpöteho on 283 MW. Voimalaitoksella on yksi pääkäytössä oleva generaattori, jonka sähköteho on 78 MW. Voimalaitoksen kaukolämpöteho on noin 100 MW

Alueella on myös kaksi vanhaa öljykattilaa ja yksi öljykattilasta muutettu maakaasukattila, joilla saadaan tuotettua prosessihöyryä tarvittaessa.

Voimalaitosten käytöstä ja kunnossapidosta vastaa Pori Energian henkilöstö. Uusi biovoimalaitos valmistui vuoden 2008 lopussa. Voimalaitos tuottaa energiaa Kaanaan ja Pihlavan alueen teollisuudelle sekä kaukolämpöä Pori Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon ja näiden yhteydessä vastapainesähköä. (Pori Energian www-sivut. 2019)



Kuva 2. Kaanaan teollisuusalue. (Pori Energian www-sivut. 2019)

2.3 Pori Energia Sähköverkot Oy

Pori Energia Sähköverkot Oy:n vastuualueena on sähkömarkkinalain mukainen sähköverkkoliiketoiminta.

Yhtiö vastaa sähkön siirrosta ja jakelusta yli 52 000 verkon käyttäjälle, verkonhallinnasta sekä sähköverkkojen rakennuttamisesta Porin alueella.

Yhtiö perustettiin 1.7.2006, kun verkkoliiketoiminta sähkömarkkinalain eriyttämisvaatimuksen mukaan erotettiin Pori Energia Oy:stä omaksi liiketoimintayksiköksi. Pori Energia Sähköverkot Oy on Pori Energia Oy:n 100% omistama tytäryhtiö. (Pori Energian www-sivut. 2019)

2.4 Suomen Teollisuuden Energiapalvelut – STEP Oy

Suomen Teollisuuden energiapalvelut – STEP on 51% Veolia Oy:n omistama ja 49% Pori Energian omistama kestävien energiaratkaisuiden tarjoaja teollisuusasiakkaille. (STEP energyn www-sivut. 2019)

STEP tuottaa teollisuuden energiapalveluiden tuotteita erityisesti teollisuudelle Suomessa. Tuotteita ovat mm. höyryn, lämmön, jäähdytysenergian ja paineilman tuotanto sekä erilaisten teollisuuden prosessivesien valmistus. (Pori Energian www-sivut. 2019)

3 TYÖN TAVOITTEET JA TOTEUTUS

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda työn tilaavalle yritykselle prosessi ja kriteerit tuotantolaitoksien tärkeimpien laitteiden kriittisyyden luokitteluun.

Kriittisyysluokittelulla halutaan ehkäistä mahdollisia vikatilanteita ja taata prosessin toimivuus ja luotettavuus mahdollisien vikatilanteidenkin sattuessa. Vikatilanteet ja häiriöt prosessissa aiheuttavat lähes joka kerta suuria tuotantokatkoksia, tulojen menetyksiä sekä ylimääräisiä kustannuksia yritykselle. Kriittisyysluokittelulla halutaan ehkäistä kyseisiä vikatilanteita ja häiriöitä selvittämällä tuotantolaitoksen prosessille kriittisimmät laitteet.

Kriittisimpien laitteiden selvityksen jälkeen, pystytään optimoimaan ja ohjaamaan ennakkohuollon resursseja paremmin kriittisten laitteiden huoltoon eikä vähemmän kriittisten laitteiden huoltoon kuluteta ylimääräisiä resursseja.

Kriittisyysluokittelua pystytään hyödyntämään varaosavarastojen ylläpitämisessä, jolloin vain kaikkein kriittisimmille laitteille pidetään varaosia omassa varastossa eikä vähemmän kriittisten laitteiden varaosiin sidota tarpeettomasti pääomaa.

Työn ajatuksena oli että tuloksena saatavaa työkalua pystytään hyödyntämään osana uutta kunnossapitojärjestelmää, joten sopivaksi menetelmäksi osoittautui PSK 6800 -standardi. Kyseistä standardia on käytetty laajasti teollisuudessa kriittisten laitteiden luokitteluun, joten se oli looginen vaihtoehto. Työ rajattiin kriittisyyden luokitteluun käytettävän työkalun, prosessin ja kriteeristöjen luontiin.

Työ aloitettiin tutustumalla verkosta löytyviin aineistoihin sekä vastaanvanlaisiin tehtyihin opinnäytetöihin aiheesta. PSK 6800 -standardin pohjalta ruvettiin luomaan voimalaitosympäristöön sopivampaa työkalua, jossa otetaan huomioon kohdeympäristön laitekanta sekä prosessi. Laitteiden kriittisyysluokkien kriteerit määritettiin järjestetyssä kokouksessa yhdessä uuden kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton henkilöstön kanssa.

4 PSK-6800 STANDARDI

PSK-6800 standardi on PSK standardisoinnin asiantuntijatyöryhmien luoma standardi, joka kuvaa menettelyn teollisuuden eri kohteiden kriittisyyden arviointiin. Standardin menettelyssä arvioidaan laitteiden kriittisyyttä taloudellisten vaikutusten, henkilöturvallisuuden sekä ympärisövaikutusten kannalta. Standardi sisältää teollisuuden käsitteitä ja määritelmiä kunnossapidosta, kriittisyydestä ja muista lajeista.

Menetelmää käytetään kunnossapitosuunnitelman lähtötietojen tuottamiseen, sekä lisäksi hankintavaiheessa tukena määritettäessä hankittavan laitteen kriittisyyttä. Standardissa keskitytään tarkastelemaan kriittisyyden luokittelua lähinnä taloudellisuuden, turvallisuuden ja ympäristön näkökannalta.

Laitteiden kriittisyyttä tarkastellessa ja riskin kohdistuessa henkilöturvallisuuteen tai ympäristöön, tulee lisäksi suorittaa sen suuruuden selvittämiseksi riskianalyysimenettelyjä.

Standardi ei ota kantaa työturvallisuuteen, sillä sitä varten on olemassa omat ohjeistukset ja menetelmät.

5 LAITTEIDEN KRIITTISYYS

5.1 Kriittisyys

Voimalaitoksella on paljon laitteita, jotka ovat kriittisiä voimalaitosprosessin jatkuvuuden kannalta. Näiden laitteiden vikaantumiset aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia yritykselle sekä niillä on mahdollisuus aiheuttaa ympäristövaaroja sekä henkilövahinkoja. Kaikkia laitteiden vikaantumisia ei tietenkään pystytä estämään, mutta niitä pystytään ennaltaehkäisemään käyttämällä kriittisyysluokittelumenetelmää.

5.2 Menetelmän käyttö

Laitteiden kriittisyysluokittelumenetelmää käytetään ennaltaehkäisemään laitteiden vikaantumisesta johtuvia vahinkoja ja ylimääräisiä kustannuksia käyttämällä sitä kunnossapitosuunnitelmien laatimiseen ja kunnossapitoresurssien ohjaamiseen oikeassa suhteessa niihin kohteisiin, missä huolto ja vikojen ennaltaehkäisy on kaikkien kriittisintä.

Menetelmää voidaan myös käyttää apuna suunnitellessa varaosavarastojen kapasiteettia ja minkä laitteiden varaosiin on kannattavaa sitoa pääomaa sekä pitää varastossa.

6 KRIITTISYYSLUOKITTELUN PROSESSI

6.1 Prosessi

Laitteiden kriittisyysluokittelu tässä opinnäytetyössä perustuu pohjimmillaan PSK 6800 ”Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa” standardin kriittisyysluokittelupohjaan, jota on muokattu sekä ulkonäöllisesti että laskennallisesti.

Kriittisyysluokitteluprosessissa arvioitavalle laitteelle annetaan laitteen vikaantumistodennäköisyydelle sekä viidelle (5) eri osa-alueelle painoarvokerroin väliltä 1-4 sekä yhdessä osa-alueella väliltä 1 - 5, joissa 1 on matalin ja 5 on korkein painoarvokerroin. Jokaiselle osa-alueelle on myös annettu osa-aluepainoarvo, joka määrittää osa-alueen tärkeyden.

Painoarvokertoimen, vikaantumisvälin ja osa-aluepainoarvon avulla lasketaan jokaiselle osa-alueelle osakriittisyys. Laitteen kokonaiskriittisyys muodostuu osa-alueiden osakriittisyyksistä, jonka avulla laite saa myös lopullisen kriittisyysluokittelun tasoilla A-B-C, jossa A on korkein taso ja C on matalin kriittisyyden taso.

Kriittisyysluokan ja kokonaiskriittisyyden avulla pystytään määrittämään laitoksen kaikkein kriittisimmät laitteet ja osakriittisyyksien avulla pystytään määrittämään kriittisimmät laitteet eri osa-alueilta.

6.1.1 Riskien tasojen kertoimet

Työn teon aikana riskin tasoa vastaavat kertoimet valittiin seuraavasti:

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

(Taulukko 1. Riskin tasoa vastaava kerroin)

Kertoimet haluttiin riskin tason noustessa myös nousevan niin, että korkea riskin taso nostaa laitteen kokonaiskriittisyyttä huomattavasti. Näin saadaan oikeasti kriittisten laitteiden kokonaiskriittisyydet ja kriittisyysluokat oikealle tasolle ja näkyviin.

6.1.2 Kriittisyysluokkien raja-arvot

Kriittisyysluokkien A, B ja C raja-arvot ovat työn teon hetkellä vain valittu laskennan kannalta sopiviksi. Luokkien raja-arvot on tarkoitettu katsoa kohdilleen siinä vaiheessa kun kriittisyysluokittelupohjaan saadaan luokiteltua riittävästi laitteita ja nähdään minkälaisia kokonaiskriittisyysarvoja laitoksen laitteet ovat saaneet.

Tällä hetkellä kriittisyysluokkien raja-arvot ovat seuraavat:

Kriittisyysluokan raja-arvot	
A	1000
B	600
C	0

(Taulukko 2. Kriittisyysluokkien raja-arvot)

6.2 Kriittisyysluokittelun osa-alueet ja kriteerit

Kriittisyysluokittelu muodostuu viidestä (5) eri osa-alueesta sekä laitteen vikaantumistodennäköisyydestä. Jokaisen osa-alueen painoarvokertoimelle on määritelty vaikutuksien raja-arvot.

Osa-alueet:

- Turvallisuus
- Ympäristö
- Tuotannon menetykset
- Korjauskustannukset
- Varaosien saatavuus

Jokaisen osa-alueen vaikutuksien raja-arvot ovat määritelty kokouksessa, joka pidettiin 9.11.2019 yhdessä Pori Energian käynnissäpitopäällikön, käyttöinsinöörin, kunnossapitosuunnittelijan, automaatiopäällikön ja tuotantopäällikön kanssa.

6.2.1 Vikaantumistodennäköisyys

Laitteen vikaantumistodennäköisyys kuvaa todennäköisyyttä, jona laitteen odotetaan vikaantuvan, joko edellisen huollon/korjauksen jälkeen tai uuden laitteen asentamisen jälkeen. Laitteen vikaantumistodennäköisyyden arviointi on hankalaa sillä useasti laitteen todellisesta kunnosta ei ole tarkkaa tietoa ja vikaantuminen voi sattua yllättäen. Laskennassa vikaantumistodennäköisyyttä käytetään kertoimena osakriittisyyksien määrittämisessä.

Taso	Selite
1	Vikaantumistodennäköisyys on yli 10 vuotta
2	Vikaantumistodennäköisyys on 3 – 10 vuotta
3	Vikaantumistodennäköisyys on 1 – 3 vuotta
4	Vikaantumistodennäköisyys on alle 1 vuotta

(Taulukko 3. ”Vikaantumistodennäköisyys” -osakriittisyyden tasojen raja-arvot)

6.2.2 Turvallisuus

Turvallisuus kuvaa laitteen vikaantumisesta mahdollisesti aiheutuvia henkilövahinkoja tai vaurioita.

Taso	Selite
1	Vikaantuminen ei aiheuta turvallisuusriskiä
2	Vikaantuminen voi aiheuttaa korkeintaan 1 – 3 vuorokauden poissaolon
3	Vikaantuminen voi aiheuttaa pitkän poissaolon tai vammautumisen
4	Vikaantuminen voi aiheuttaa kuoleman

(Taulukko 4. ”Turvallisuus” -osakriittisyyden tasojen raja-arvot)

Joidenkin laitteiden vikaantumisella on mahdollisuus aiheuttaa vaaraa turvallisuudelle. Tällaisten laitteiden kuntoon ja ennakko- ja huoltoon tulisi panostaa, jonka ansiosta turvallisuus-osakriittisyys on saanut korkean painoarvokertoimen laskennassa.

6.2.3 Ympäristö

Ympäristö kuvaa laitteen vikaantumisesta johtuvan häiriön vaikutuksista ympäristön saastumiseen laitosalueella tai lupa-alueen ulkopuolella.

Taso	Selite
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 ulkopuolelle

(Taulukko 5. ”Ympäristö” -osakriittisyyden tasojen raja-arvot)

Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa vaaraa ympäristölle laitosalueella tai vaara voi levitä lupa-alueen ulkopuolelle. Ympäristöriskin levitessä lupa-alueen ulkopuolelle, alkaa kustannukset kasaantua. Kyseisiä riskejä tulisi ennakoivasti välttää ja niiden estämiseksi tulee tehdä ennakoivia toimenpiteitä.

6.2.4 Tuotannon menetykset

Tuotannon menetykset kuvaavat laitteiston vikaantumisesta johtuvia menetyksiä höyryn tai kaukolämmön tuotannossa.

Taso	Selite
1	Vikaantuminen aiheuttaa tuotannonmenetyksiä alle 10 000€
2	Vikaantuminen aiheuttaa tuotannonmenetyksiä 10 000 – 50 000€
3	Vikaantuminen aiheuttaa tuotannonmenetyksiä 50 000 – 100 000€
4	Vikaantuminen aiheuttaa tuotannonmenetyksiä yli 100 000€

(Taulukko 6. ”Tuotannon menetykset” -osakriittisyyden tasojen raja-arvot)

Tuotannon menetykset ovat suurin mahdollinen kuluerä, joka laitteen vikaantumisesta voi johtua. Tuotanto alasajettuna jonkin laitteen vikaantumisen takia varaosia odotellessa, tulee johtamaan mahdollisesti suuriinkin menetyksiin.

6.2.5 Korjauskustannukset

Korjauskustannukset osakriittisyys kuvaa laitteen vikaantumisesta aiheutuvia korjauskustannuksia.

Taso	Selite
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€

(Taulukko 7. ”Korjauskustannukset” -osakriittisyyden tasojen raja-arvot)

Voimalaitosympäristöstä laitteet ovat yleensä suuria ja arvokkaita. Laitteen vikaantumisesta johtaa yleisesti suuriin korjauskustannuksiin

Tällä osa-alueella pyritään arvioimaan vikaantumisesta aiheutuvia korjauskustannuksia ja ohjaamaan ennakkohuoltoa näihin laitteisiin.

6.2.6 Varaosien saatavuus

Varaosien saatavuudella yritään kuvata laitteen vikaantuessa tarvittavien varaosien saatavuutta ja toimitusaikaa. Tiettyjen monimutkaisten tai tuotantomääriltään vähäisten laitteiden varaosien toimitusajat voivat pisimmillään olla jopa yli vuoden tai kyseiseen laitteeseen ei ole enään ollenkaan varaosie saatavilla. Kriittisimpien laitteiden varaosia tulisi olla omassa varastossa valmiina vikaantumista varten jotta välttyttäisiin varaosien toimitusajasta johtuvilta kustannuksilta. Niiden kriittisten laitteiden, joihin ei ole enään varaosia saatavilla, tulisi olla valmiina selvitettyinä korvaava laite, laitteen vikaantumista varten.

Taso	Selite
1	Varaosa saatavilla samana päivänä
2	Varaosien toimitusaika alle 1 viikon
3	Varaosien toimitusaika alle 2 kuukautta
4	Varaosien toimitusaika 2kk - 1v
5	Varaosien toimitusaika yli 1v tai varaosia ei ole enään saatavilla

(Taulukko 8. ”Varaosien saatavuus” -osakriittisyyden tasojen raja-arvot)

7 LAITOKSEN KRIITTISIÄ KOHTEITA

Voimalaitosympäristössä on paljon laitteita, joiden käyttöaste vaihtelee laitekohtaisesti huomattavasti. Laitoksen kriittisimmät laitteet on kriittisyysluokittelun avulla hyvä selvittää, jotta voidaan ohjata ennakoivan huollon sekä kunnossapidon resurssit oikeisiin kohteisiin. Voimalaitoksella kriittisimmät kohteet sijaitsevat polttoaineen syötössä, pumpuissa, puhaltimissa sekä paineilmakompressoreissa. Kaikkiin edellä mainittuihin kategorioihin sisältyvillä laitteilla on mahdollisuus vikaantuessaan aiheuttaa suuria kustannuksia eri osa-alueilta, joten näiden laitteiden kokonaiskriittisyys ja kriittisyysluokka on näin ollen yleensä korkea.

7.1 Polttoainekuljettimet

Polttoainekuljettimet ovat voimalaitokselle tärkeimpiä osa-alueita, sillä niiden avulla polttoprosessin tarvitsema polttoaine saadaan tuotua kattilalle. Näiden laitteiden vikaantuessa, höyryntuotantoprosessi joudutaan suurimmalla todennäköisyydellä ajamaan alas. Tämä taasen aiheuttaa huomattavia kustannuksia höyryn ja kaukolämmön myynnin kannalta.

Polttoainekuljettimia on käytössä kolmea erilaista, hihnakuljettimet, kolakuljettimet ja ruuvikuljettimet. Hihna- ja kolakuljettimia käytetään polttoaineen siirrossa polttoainevarastosta RT-kattilalla sijaitsevaan karkeajaesiloon ja A-kattilan polttoainesiiloihin. Karkeajaesilosta polttoaine jaetaan kummallakin puolella kattilaa sijaitseviin tasaussiiloihin ruuvikuljettimilla, joista seuraavat ruuvikuljettimet syöttävät polttoaineen kattilan tulipesään. A-kattilan puolella polttoainesiiloissa olevat pohjaruuvit syöttävät polttoainetta siilojen alapuolella oleville ruuveille jotka kuljettavat polttoaineen sulkusyöttimille ja edelleen kattilan tulipesään.

Aittaluodon voimalaitoksen polttoainekuljettimista kriittisimmät ovat PK20 ja PK30 (Liite 1). Kyseiset kuljettimet kuljettavat polttoainetta polttoainesiiloilta kattiloille. Kuljettimelle PK20 puretaan turvesiilosta turvetta sekä tarvittaessa polttoainekentältä kasasta polttoainetta kahden ruuvikuljettimen avulla (PK26 ja PK27). PK20 syöttää polttoaineen kuljettimelle PK30 johon myös puretaan puusiilosta polttoainetta. Kuljettimen PK20 vikaantuessa, ei laitoksille saada kuljetettua enään turvetta eikä

polttoainekentältä saada polttoainetta. Kuljettimen PK30 vikaantuessa, ei laitoksille saada enään lainkaan polttoainetta, joka johtaa koko prosessian alasajoon.

7.1.1 Hihnakuljettimet

Hihnakuljettimet ovat nimensä mukaisesti hihnoja, joiden päällä polttoaine kulkee. Hihnakuljettimet ovat nopeita kuljettimia, joilla saadaan lyhyessä ajassa kuljetettua suuriakin määriä polttoainetta silloihin, sillä niiden nopeus voi olla useita metrejä sekunnissa. Hihnakuljettimien kireys hoidetaan joko hihnaa kiristävän painon avulla joka on sijoitettu joko hihnan keskiväliin tai vetopään vastakkaiseen päähän. Toinen kiristysmahdollisuus on käyttää jonkinlaista taljaa tai ketjukiristintä.

Hihnakuljettimien kriittisimpiä osia toiminnan kannalta on hihna ja kannatinrullat.

Hihna on valmistettu kumimateriaalista joka on kestävä mutta vuosien saatossa se venyy ja kuluu. Tämä voi pahimmassa tapauksessa johtaa hihnan katkeamiseen, jolloin polttoainesyöttö loppuu. Hihnan katketessa, uuden hihnan toimitusaika on pitkä, joka aiheuttaa suuria tuotannollisia menetyksiä.

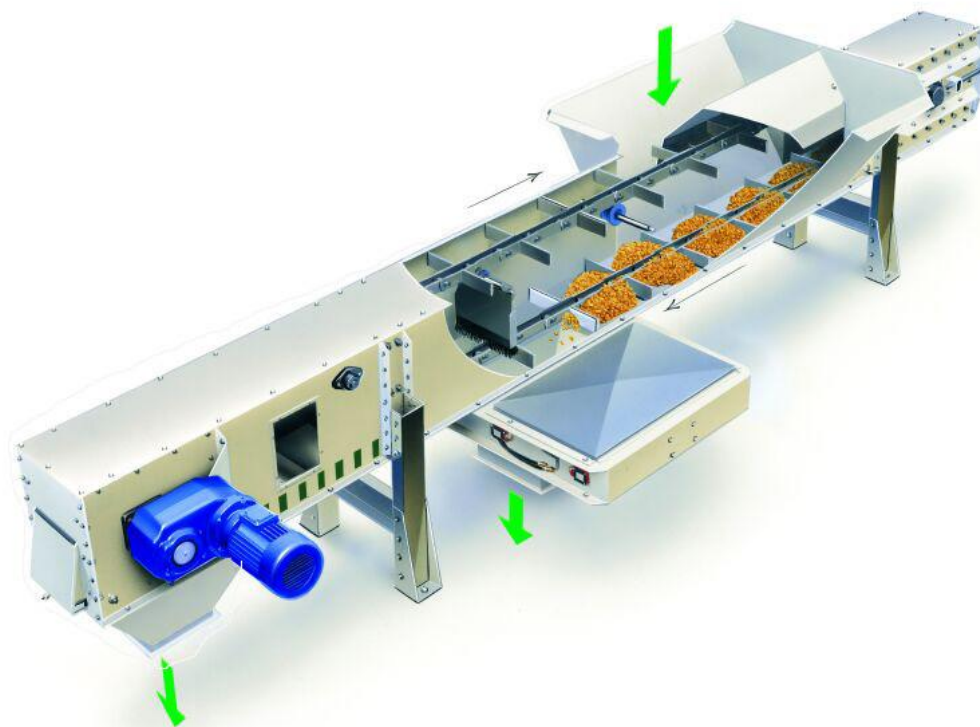
Kannatinrullat kannattelevat hihnaa ja sen päällä olevan polttoaineen painoa. Kannatinrullat ovat laakeroituja ja ne pyörivät jatkuvasti hihnan liikkuesssa. Rullien laakerit saattavat vuosien saatossa ruveta jumittamaan ja lopuksi lakata pyörimästä kokonaan. Paikallaan oleva kannatinrulla kulutta päällä pyörivää hihnaa huomasti enemmän, joka voi edesauttaa hihnan katkeamista.



Kuva 3. Hihnakuljetin. (Beumergroupin www-sivut)

7.1.2 Kolakuljettimet

Kolakuljettimessa polttoainevirran eteenpäin siirtämiseksi käytetään ketjua, johon on kiinnitetty polttoainetta eteenpäin työntäviä kolia. Kuljettimen vetopäässä on sähkömoottori, jonka akselille kinnitettyjen rattaiden avulla saadaan kuljettimen sisällä olevia ketjuja vedettyä. Kolakuljetin voidaan toteuttaa yhdellä tai useammalla ketjulla. Polttoaine syötetään kuljettimeen yläpuolella olevasta syöttöaukosta josta se putoaa yläketjun läpi alaketjulle. Alaketju kuljettaa polttoaineen purkausaukolle, joita voi kuljettimen käyttökohteesta riippuen olla useampia. Aittaluodossa kaikki käytettävät kolakuljettimet ovat alapohjakuljettimia, joissa polttoaine kuljee kuljettimen pohjaa pitkin. Kolakuljettimien nopeus on joitakin metrejä minuutissa. Aittaluodossa kriittisimmät kolakuljettimet ovat polttoaineen syötössä. Niiden avulla syötetään polttoainetta kattilan karkeajaesiloon. Kuljettimen vikaantuessa, aiheutuu polttoaineen syötön katkeaminen, joka todennäköisesti johtaa suuriin tuotannollisiin tappioihin.

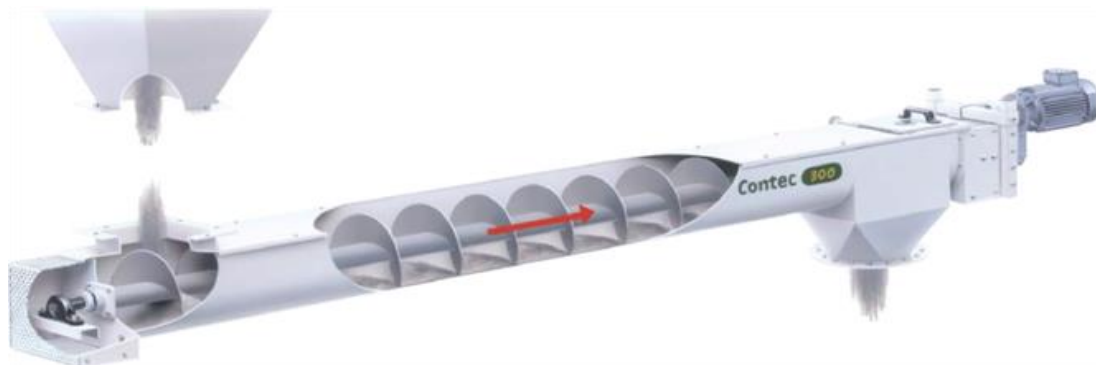


Kuva 4. Kolakuljetin (Bratneyn www-sivut 2019)

7.1.3 Ruuvikuljettimet

Ruuvikuljettimien sisällä pyörii ruuvi, joka pyöriessään kuljettaa polttoainetta siipien avulla eteenpäin. Niiden avulla saadaan siirrettyä nopeasti, lyhyitä matkoja paljon polttoainetta.

Voimalaitoksella ruuvikuljettimia on käytössä tuhkan käsittelyssä sekä polttoaineen syötössä. Kriittisimmät ruuvikuljettimet sijaitsevat polttoaineensyötössä. Niiden avulla tuleva polttoaine saadaan syötettyä kattilan tasaussiiloista sulkusyöttimille ja edelleen tulipesään.



Kuva 5. Ruuvikuljetin (Bratneyn www-sivut 2019)

7.2 Pumput

Voimalaitoksen höyryntuotantoprosessin kannalta suurin osa pumpuista on kriittisiä laitteita. Pumpuilla paineenalainen vesi tai lauhde saadaan siirrettyä oikeisiin paikkoihin prosessissa. Pumput ovat yleensä erittäin toimintavarmoja laitteita, eikä niissä ilmene paljoa vikoja.

Kriittisiä pumppuja voimalaitoksella on:

- syöttövesipumput
- lisävesipumput
- lauhdepumput
- raakavesipumput
- kaukolämpöpumput

7.2.1 Syöttövesipumput

Syöttövesipumpuilla pumpataan kattilan lieriöön siellä höyrystyvä vesi. Syöttövesipumput saavat vetensä syöttövesisäiliöstä, jossa on ionivaihdettua vettä sekä prosessista palaavaa lauhdetta. Syöttövesipumpun vikaantuessa kattilan lieriöön ei saada enään vettä ja höyryntuotantoprosessi joudutaan lopettamaan. Aittaluodossa on kaksi (2) syöttövesipumppua, toisen vikaantuessa, toinen voidaan ottaa heti käyttöön takaamaan veden syöttö kattilan lieriöön.

7.2.2 Lisävesipumput

Lisävesipumpuilla pumpataan syöttövesisäiliöön lisävettä paikkaamaan prosessista poistuvan lauhteen määrää. Lisävesi on ionivaihdettua vettä jota tuotetaan kationi- ja anionivaihtimilla vesilaitoksella. Lisävesipumpun vikaantuessa, on mahdollisuutena höyryntuotantoon tarvittavan veden loppuminen, joka aiheuttaa tuotantoprosessin lopettamisen. Lisävesipumppuja laitoksella on myös kaksi (2) kappaletta toisen vikaantumista paikatakseen.

7.2.3 Lauhdepumput

Lauhdepumpuilla pumpataan prosessin lauhde päälauhdesäiliöön. Päälauhdesäiliöstä lauhde pumpataan takaisin syöttövesisäiliöön josta se jatkaa takaisin kattilan lieriöön. Lauhdetta syntyy tuotetun höyryn lauhtumisesta kaukolämmönvaihtimissa, höyryluvossa sekä asiakkaiden käyttämästä höyrystä. Lauhdepumppujen vikaantuessa prosessissa syntyvää lauhdetta ei saada pumpattua pois, vaan se tarvitsisi ajaa kanaaliin. Tästä johtuisi suuri lisäveden käyttö, sillä lauhdetta ei enään palaisi höyryntuotantoprosessiin ja puuttuva lauhde paikattaisiin lisävedellä, joka nostaa vedenpuhdistuksen kuluja.

7.2.4 Raakavesipumput

Raakavesipumpuilla pumpataan laitoksen vedenkäsitteluun likaista jokivettä, jossa vesi puhdistetaan höyryntuotantoprosessiin soveltuvaksi laadukkaaksi vedeksi. Raakavesipumpun vikaantuessa laitokselle ei saada uutta vettä. Laitoksella olevan lisävesisäiliön vedellä pystytään höyryntuotantoprosessia ylläpitämään jonkin aikaa, ja tarvittaessa kaupungin vesiverkosta saadaan syötettyä vedenpuhdistukseen vettä. Kaupungin vettä käytettäessä vedenkulutuksen kustannukset nousevat huomattavasti, sillä olisi halvempaa tuottaa itse jokivedestä tarvittavaa lisävettä kuin kaupungin vedestä.

7.2.5 Kaukolämpöpumput

Kaukolämpöpumpuilla pumpataan kaukolämmönvaihtimissa lämmitettyä kaukolämpövettä kaupungin kaukolämpöverkkoon ja sieltä edelleen asiakkaille mutta niillä myös ylläpidetään kaukolämpöverkossa riittävää painetta. Kaukolämpöpumpun vikaantuessa voidaan kaukolämmöntuotanto joutua lopettaamaan, sillä vaihtimissa lämmitettyä vettä ei saada kiertämään. Aittaluodossa kolme (3) kaukolämpöpumppua ja jokaisella pumpulla pystytään ajamaan kaikkia vaihtimia. Kahdenkaan pumpun samanaikaisesti vikaantuessa, ei kaukolämmön tuotantoa tarvitse pysäyttää sillä yksi pumppu riittää tuotaamaan riittävästi virtausta kaukolämpöverkkoon.

7.3 Puhaltimet

Voimalaitoksella sijaitsevista puhaltimista tärkeimmät ja kriittisimmät ovat kattilan leijuilmapuhallin, sekundääri-ilmapuhallin ja savukaasupuhallin. Aittaluodon RT-kattilalla leijuilma- ja sekundääripuhaltimia on molempia yksi kappale ja savukaasupuhaltimia kaksi kappaletta. Uudella A-kattilalla kyseisiä puhaltimia on kutakin yksi kappale. Edellä mainitut puhaltimet ovat pakollisia kattilan toiminnan kannalta, sillä ilman niitä, ei kattilaa pystytä käyttämään.

7.3.1 Leijuilmapuhallin

Leijuilmapuhallin syöttää kattilan pohjaan palamiseen ja arinalla olevan hiekan leijutukseen tarvittavaa ilmaa. Ilman kulkiessa hiekkapatjan läpi, hiekka fluidisoituu ja rupeaa käyttäytymään nesteen tavoin, jolloin hiekan virtausominaisuuden paranevat. Fluidisoinnin ansiosta polttoaine ja sen palamisesta johtuva lämpö jakautuu tasaisemmin koko hiekkapatjan alalle jolloin kattilan polttoprosessi on tasaisempaa, uusi syötettävä polttoaine syttyy paremmin ja polttoaineen laadun vaihtelut eivät aiheuta heilahduksia.

7.3.2 Sekundääripuhallin

Sekundääripuhallin tuottaa kattilan tarvitsemaa palamisilmaa, joka syötetään kattilan rakenteesta riippuen usealle eri tasolle. Sekundääri-ilman tehtävänä on vaiheistaa polttoa niin että syötetyn polttoaineen loppupalamisesta saadaan mahdollisimman tehokasta ja palamisesta muodostuvia typen oksidipäästöjä saadaan minimoitua.

7.3.3 Savukaasupuhallin

Savukaasupuhaltimen tehtävänä on pitää kattilan tulipesässä pieni alipaine, jolloin poltossa syntyvät savukaasut saadaan kuljetettua kattilan savukaasukanavassa olevien lämmönvaihtimien läpi ja ulos piipusta.

7.4 Kompressorit

Kompressorit tuottavat laitoksella monissa paikoissa tarvittavaa paineilmaa..

Paineilmakompressorit ovat kattilalaitoksen toiminnan kannalta erittäin kriittisiä laitteita. Osa laitoksen venttiileistä on paineilmakäyttöisiä, joten kompressorien vikaantuessa, kyseisiä venttiileistä ei pystytä käyttämään, joka voi johtaa muiden laitteiden vikaantumiseen. Paineilmaa käytetään myös öljypolttimissa öljyn hajoitusilmana.

Aittaluodon voimalaitoksella on kolme kappaletta vuonna 2019 uusittuja Kaeserin kompressoreita, joten niiden vikaantumistodennäköisyys on pieni. Yhden kompressorin vikaantuminen ei aiheuta laitoksen toiminnalle häiriötä, sillä kaksi muuta kompressoria pystyvät tuottamaan riittävästi paineilmaa kattamaan kulutushuiputkin.

8 YHTEENVETO

Työn tuloksen saatiin aikaiseksi Pori Energian käyttöön työkalu, prosessi ja kriteerit voimalaitoksien laitteiden kriittisyyden luokitteluun systemaattisesti. Työkalua tullaan hyödyntämään laitteiden varaosavarastojen suunnittelussa ja ennakkohuollon optimoinnissa oikeisiin kohteisiin osana uutta käyttöön otettavaa kunnossapitojärjestelmää. Kriittisyysluokittelulla saadaan laitoksen kriittisille laitteille luotua kriittisyysluokka ja kokonaiskriittisyysarvo, jotka määräävät laitteen kriittisyyden. Työn pohjana käytettiin suomalaista PSK 6800 -standardia, jonka prosessia muokattiin voimalaitosympäristöön sopivammaksi. Laitteiden kriittisyyksien luokittelu tullaan tekemään siihen kasatun ryhmän kanssa, joka koostuu mekaanisen kunnossapidon ja sähkö-automaatiokunnossapidon työntekijöistä ja toimihenkilöistä.

Kriittisiä laitteita voimalaitoksen toiminnan kannalta löytyy paljon ja yhdenkin kriittisen laitteen vikaantuminen voi mahdollisesti johtaa koko höyryntuotantoprosessin keskeytykseen. Näitä keskeytyksiä halutaan ehkäistä laitteiden kriittisyysluokittelulla. Voimalaitoksen kriittisimpiä laitteita prosessin kannalta ovat polttoainekuljettimet, sekundääri-, savukaasu- ja leijupuhaltimet sekä syöttövesipumput ja kompressorit. Pumput ja kompressorit ovat laitoksella kahdennettu, joten yhden laitteen vikaantumisella ei ole vielä vaikutusta prosessiin. Puhaltimien tai polttoainekuljettimien vikaantuessa, aiheutuu prosessin keskeytyminen joka johtaa ylimääräisiin kustannuksiin ja tulojen menetyksiin. Kriittisyysluokittelu on siis tärkeä osa laitoksen kunnossapidon ja toiminnan kannalta sekä helppo tapa ehkäistä laitteiden vikaantumisista johtuvia ylimääräisiä kustannuksia.

LÄHTEET

PSK 6800 Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. 2008. PSK standardisointi. Helsinki

<https://docplayer.fi/69623471-Psk-standardisointi-standardi-psk-6800-psk-standards-association.html>

Pori Energia Oy:n www-sivut. 2019. Viitattu 18.10.2019. www.porienergia.fi

Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy:n www-sivut 2019. Viitattu 13.10.2019. www.stepenergy.veolia.fi

Pori Energia Oy M-Files tietokanta. 2019. Viitattu 3.11.2019

Bratneyn www-sivut. 2019. Viitattu 5.11.2019. www.bratney.com

Beumergroupin www-sivut. 2019. Viitattu 5.11.2019. www.beumergroup.com

Aittaluodon polttoaineensyöttö

