



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# ENERGIATUTKIMUSKESKUKSEN RISKIENARVIOINTI

TEKIJÄ/T: Katariina Ruohoaho

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Katariina Ruohoaho	
Työn nimi Energiatekniikan tutkimuskeskuksen riskienarviointi	
Päiväys 27.10.2017	Sivumäärä/Liitteet 41/2
Ohjaaja(t) Jukka Huttunen ja Petteri Heino	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Savonia-ammattikorkeakoulu. Työn tarkoituksena oli Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen yhteyteen valmistuvan energiatekniikan tutkimuskeskuksen riskienarviointi.</p> <p>Energiantutkimuskeskuksen käyttöön ja siellä työskentelyyn sisältyy paljon riskejä, joiden kartoittaminen on tärkeää niiden estämiseksi ja vaaranpaikkojen korjaamiseksi. Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida kattilalaitoksen riskejä ja keinoja riskien välttämiseen. Lisäksi tavoitteena on korjata mahdollisia riskikohtia ja arvioida mahdollisten tapaturmien suuruutta ja seurauksia pisteytyksen avulla.</p> <p>Riskien arviointi toteutettiin Excel- taulukkona. Opinnäytetyössä keskitytään riskienarviointiin Aritermin pakettikat- tin, leijupetikattilan ympäristön, polttoaineen syötön sekä letku- ja sähkösuodin laitteiston riskienarviointiin. Li- säksi tutkimushallin riskejä arvioitiin sen automaation ja sähkölaitteiden osalta sekä lisäksi yleisellä tasolla.</p> <p>Opinnäytetyö antoi selkeät raamit ja suositukset aihe-alueista ja työtavoista, joihin laitoksella on kiinnitettävä huomiota työturvallisuuden parantamiseksi sekä ympäristö- ja taloudellisten riskien välttämiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin selville tutkimushallin suurimmat riskikohdat ja toimenpiteet niiden korjaa- miseksi. Lisäksi tutkimushallille tehtiin työturvallisuusohjeet.</p>	
Avainsanat Riskiarviointi, työturvallisuus, riski, energia	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Katariina Ruohoaho			
Title of Thesis Risk analysis of energy research center			
Date	27.10.2017	Pages/Appendices	41/2
Supervisor(s) Jukka Huttunen, Petteri Heino			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>The commissioner of this thesis was Savonia University of Applied Sciences. The purpose of the thesis was to carry out risk assessment of the Energy Research Center at Savonia University of Applied Sciences at Varkaus campus.</p> <p>There are many risks involved in the Energy Research Center and therefore it is important to recognize and prevent them.</p> <p>The purpose of the thesis was to evaluate the risks of the boiler plant and how to avoid them. In addition, the aim was to correct the potential risk points and evaluate the magnitude and consequences of potential accidents by scoring.</p> <p>Risk assessment was carried out as an Excel spreadsheet. In the thesis it was focused on the risk assessment of Aritem's boiler, fluidized bed boiler environment, fuel feed, hose and electroplating equipment. In addition, the risks of the research center were evaluated concerning the automation and electrical equipment as well as in general level.</p> <p>The thesis provided a clear framework and recommendations on topics and working practices that need to be considered in the department to improve occupational safety and to avoid environmental and financial risks.</p> <p>As a result of this thesis the major risk points were recognized and suggestions for measures for correcting them were made. In addition, work safety guidelines were drawn up to the research lab.</p>			
<p>Keywords risk assessment, work safety, risk, energy</p>			

## SISÄLTÖ

LYHENTEET JA TERMIT .....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Tausta.....	7
1.2 Ongelma .....	7
1.3 Tavoitteet.....	7
1.4 Rajaukset .....	7
2 ENERGIATUTKIMUSKESKUS .....	8
2.1 Aritermin pakettikattila .....	9
2.2 Leijupetikattila .....	9
2.3 Savukaasujen puhdistusjärjestelmät.....	9
2.4 Korroosiontestauskammio.....	10
3 RISKIENARVIOINNIN TEORIAA.....	11
3.1 Mitä on riskienarviointi?.....	11
3.2 Hyvän riskienarvioinnin tunnusmerkkejä .....	11
3.3 Riskienarvioinnin laatiminen.....	12
3.3.1 Tavoite .....	12
3.3.2 Vaaratekijöiden kirjaaminen .....	12
3.3.3 Vaaratilanteen kuvaaminen.....	12
3.3.4 Riskien suuruuden määrittely .....	13
3.3.5 Tunnistettujen riskien korjaustoimenpiteiden seuranta .....	13
4 TYÖTURVALLISUUSLAKI .....	15
4.1 Työturvallisuuslaki (738/2002) .....	15
4.2 Työnantajan velvoitteet.....	15
4.3 Työntekijän velvollisuudet .....	16
5 TUTKIMUSKESKUKSEN RISKIEN ARVIOINTI .....	17
5.1 Vaarojen arviointi.....	17
5.2 Riskien tarkastelu.....	17
6 RISKIENARVIOINTI-TAULUKKO .....	18
6.1 Riskienarviointi.....	19
6.2 Excel-taulukon rakenne .....	20
7 RISKIEN ARVIOINNIN TOTEUTUS.....	21

8	RISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET .....	22
8.1	Leijupetikattilan ympäristön suurimmat riskit .....	22
9.2	Polttoaineen syöttö.....	23
8.3	Sähkö- ja letkusuodin laitteisto .....	23
8.4	Aritermin pakettikattila .....	24
8.5	Automaatio.....	24
8.6	Sähkölaitteet .....	25
8.7	Yleiset.....	26
9	YHTEENVETO.....	27
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	28
	LIITE 1: RISKIANALYYSI EXCEL- TAULUKKO.....	29
	LIITE 2: TUTKIMUSHALLIN TYÖTURVALLISUUSOHJEET .....	41

## LYHENTEET JA TERMIT

Opinnäytetyössä käytettävät lyhenteet ja termit selityksineen.

Riskien arviointi	Määritellään riskin suuruus ja sen seuraukset sekä mahdolliset tavat estää tai pienentää riskin mahdollisuutta.
TLJ	Kattilan turvallisuuteen liittyvä automaatiojärjestelmä.
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment series.
Standardi	Yhteinen menettelytapa toistuvaan toimintaan.
Automaatio	Tutkimushallin laitteiden automaatio sekä turva-automaatio.
Riskianalyysi	Onnettomuuksien todennäköisyyksien ja seurauksien vakavuuden systemaattinen analyysi, jonka tavoitteena on määrittää järjestelmään tai toimintaan liittyvä riski.
Seuraus	Seuraukset ilmaistaan vahinkotyypeittäin (henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahingot).
Järjestelmä	Tarkasteltava kokonaisuus.
Vaara, vaaratilanne	Onnettomuuden mahdollisuus.
Riskien hallinta	Riskienhallinta on systemaattista työtä toiminnan jatkuvuuden varmistamiseksi ja henkilöstön hyvinvoinnin turvaamiseksi. Riskien hallinta tarkoittaa kaikki toimenpiteitä riskien pienentämiseksi tai poistamiseksi.
Riski	Riski on vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä. Riski kuvaa vaaran suuruutta.

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Tausta

Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen yhteyteen valmistuu energiantutkimuskeskus, johon on rakennettu sekä leijupeti- että arinakattila. Tutkimuskeskus toimii oppimisympäristönä Varkauden kampuksen opiskelijoille sekä tutkimusympäristönä lähialueen alan yrityksille.

### 1.2 Ongelma

Energiantutkimuskeskuksen käyttöön ja siellä työskentelyyn sisältyy paljon riskejä, joiden kartoittaminen on tärkeää niiden estämiseksi ja vaaranpaikkojen korjaamiseksi. Riskien kartoittamisen avulla pystytään havaitsemaan paremmin mahdolliset vaaranpaikat ja estämään työtaturmien sattumista sekä parantamaan työmukavuutta ja työturvallisuutta. Lisäksi työturvallisuuslaki vaatii, että riskien kartoitus on tehtävä.

### 1.3 Tavoitteet

Tavoitteena on tehdä Excel- taulukko, johon kirjataan mahdollisen monipuolisesti kattilalaitoksen riskit ja niiden seuraukset. Keskeisimpien riskien osalta työhön liittyy myös riskien vaikutuksien pienentäminen niiltä osin, kun ne voidaan yksinkertaisin toimenpitein pienentää, kuten työohjeistuksien ja toimintatapojen laadinta. Opinnäytetyön keskeisimpänä tavoitteena on arvioida kattilalaitoksen riskejä ja keinoja, miten välttää niitä. Lisäksi tavoitteena on korjata mahdollisia riskikohtia ja arvioida mahdollisten tapaturmien suuruutta ja seurauksia pisteytyksen avulla. Opinnäytetyö antaa selkeät raamit ja suositukset aihe-alueista ja työtavoista, joihin laitoksella on kiinnitettävä huomiota työturvallisuuden parantamiseksi sekä ympäristö- ja taloudellisten riskien välttämiseksi.

### 1.4 Rajaukset

Opinnäytetyössä keskitytään riskienarviointiin Aritermin pakettikattilalle, leijupetikattilan ympäristölle, polttoaineen syötölle sekä letku- ja sähkösuodinlaitteistolle. Lisäksi tutkimushallin riskejä arvioidaan sen automaation ja sähkölaitteiden osalta sekä lisäksi yleisellä tasolla.

## 2 ENERGIATUTKIMUSKESKUS

Energiatutkimuskeskus toimii oppimis- ja tutkimusympäristönä Varkauden kampuksen opiskelijoille sekä lähialueen energia-alan yrityksille.

Energiatutkimuskeskuksessa voidaan tutkia, kehittää ja testata kierrätyspolttoaineiden, hakkeen ja turpeen palamista ja materiaalien korroosiokäyttäytymistä. Lisäksi voidaan tutkia näistä syntyviä päästöjä ja niiden hallintaan liittyviä asioita leijupeti- ja arinakattilaympäristössä.

Energiatekniikan laboratoriossa on lisäksi käytössä mittaus- ja analysointilaitteet prosessien toiminnan ja energiatehokkuuden määrittämiseen. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2014.)

Tutkimushallissa on lattiapinta-alaa 168 m<sup>2</sup>, jossa laitteita on sijoitettu kolmelle eri korkotasolle noin 12 metriä korkean hallin sisällä. Tutkimushallin laitekokonaisuudet koostuvat kattilahuoneesta ja sähköntuotantotilasta. Kevytelementtiseinämät erottavat nämä laitekokonaisuudet toisistaan, jolloin leijupetikattilasta tulevat epäpuhtaudet eivät pääse vaikuttamaan sähköntuotantolaitteisiin. Valvomo on sijoitettu lähelle leijupetikattilaa, jolloin siihen on suora näköyhteys. Sähköpääkeskus on myös sijoitettu valvomon viereen. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2014.)



*Kuva 1. Savonia- ammattikorkeakoulun energiatutkimuskeskus.*



## 2.1 Aritermin pakettikattila

Aritermin arinakattila soveltuu sekä kiinteille että nestemäisille polttoaineille ja sen maksimiteho on n. 500 kW. Kattilalla otetaan talteen savukaasujen energia, joka tulee leijupediltä. Tulipesän koko on 1200 mm x 1000 mm ja syvyyttä sillä on 2300 mm. Kattilan biopolttimella voidaan polttaa pellettiä, haketta ja turvetta polttava. Jätelämpökattilalla voidaan myös polttaa pyrolyysiöljyä pyrolyysipolttimella. Leijupetikattilan savukaasu ajetaan jätelämpökattilan läpi ja savukaasussa oleva lämpö otetaan talteen kattilapinnoilta ja ohjataan monikäyttövaraajaan. Monikäyttövaraajalta tuleva lämpö käytetään tutkimushallin lämmitykseen. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2014.)

## 2.2 Leijupetikattila

Leijupetikattila on energiatutkimuskeskuksen sydän. Siinä on neljä eri segmenttiä sekä takaveto. Teholtaan kattila on enintään 300 kW. Kattilan korkeus on 8150 mm ja savukaasumäärä 600 nm<sup>3</sup>/h. Tulipesän halkaisija on 494 mm. Leijupetikattilassa on tarkoituksena polttaa yhdyskuntajätettä ja sen tukipolttoaineena käytetään haketta, pellettiä tai turvetta. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2014.)

Leijupedillä pystytään tutkimaan polttoaineen vaihtelun ja sekoitussuhteen vaikutuksia syntyviin savukaasuihin ilman syöttötasojen vaihtelun vaikutuksia palamiseen sekä kiertokaasun syötön vaikutuksia kattilaan. Leijupetikattilassa on suuri määrä mittausyhteitä, joiden avulla voidaan tutkia polton aikana tapahtuvaa lämpötilakäyttämistä kattilan eri osissa. Kattilasta tuleva savukaasu voidaan ohjata joko suodattimien kautta piippuun tai korroosiontestauskammioon. Savukaasu voidaan myös ajaa Aritermin pakettikattilan läpi. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2014.)

## 2.3 Savukaasujen puhdistusjärjestelmät

Tutkimushallissa on savukaasujen puhdistusjärjestelmät. Savukaasut puhdistetaan sähkö- ja letkusuotimilla, jotka sijaitsevat energiatutkimushallin ulkopuolella. Suotimien avulla tutkitaan savukaasun puhdistusjärjestelmien riittävyyttä, kun käytetään eri polttoaineita. Letkusuotimessa laitoksesta tuleva savukaasu ajetaan kangaspussien läpi, jolloin kangaspussi erottaa savukaasussa olevat haitalliset hiukkaset. Suodattimen alla on keräyssuppilo, joka kerää talteen savukaasusta erottuneet hiukkaset. (Energiatutkimushalli 2014a.)

Sähkösuotimessa savukaasu ionisoidaan, jolloin savukaasussa olevat hiukkaset saavat sähkövarauksen. Ionisoitu savukaasu johdetaan kahden seinämän väliin, joissa on vastakkaiset sähkövaraukset, joten ne vetävät toisiaan puoleensa. Tämän vetovoiman seurauksena savukaasussa olevat ionisoidut hiukkaset kiinnittyvät seinämiin. (Energiatutkimushalli 2014a.)

## 2.4 Korroosiontestauskammio

Korroosiontestauskammiossa voidaan testata savukaasun vaikutusta sekä korroosiota eri materiaaleille. Erilaisia tutkimuksia saadaan esimerkiksi, kun yhdyskuntajätettä ja tukipolttoainetta poltetaan vaihtelevin sekoitussuhtein. (Energiatutkimushalli 2014a.)

### 3 RISKIENARVIOINNIN TEORIAA

#### 3.1 Mitä on riskienarviointi?

Riskienarviointi on työssä tai työpaikalla olevien vaarojen tunnistamista ja niiden aiheuttamien riskien suuruuden ja merkityksen arviointia. Riskienarvioinnilla voidaan toteuttaa ennakoivaa työsuojelua. Riskienarvioinnissa tarkastellaan riskejä, jotka eivät ole tapahtuneet tai aiemmin aiheuttaneet tapaturmia. Myöskin aiemmin sattuneet tapaturmat ja onnettomuudet tulee ottaa huomioon riskienarvioinnin tehdessä. Riskien arvioinnin avulla voidaan huomioida työssä esiintyvät riskit ennen kuin työtapaturmia pääsee sattumaan. Riskienarviointi etenee noudattaen hyväksi havaittuja riskien arvioinnin eri vaiheita. Sen perustana on työssä esiintyvien vaarojen tunnistaminen ja niiden mahdollinen korjaaminen. Jos havaittuja vaaroja ei voida poistaa, arvioidaan niiden merkitys työntekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle. Arvioinnin perusteella voidaan tehdä perusteltuja valintoja ja toimenpiteitä turvallisuuden parantamiseksi. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 7-8.)

Riskienarvioinnin perusteella määritetään tärkeimmät työturvallisuuden kehittämistarpeet, joilla työturvallisuutta voidaan kehittää käytännössä. Kohdistamalla toimenpiteet suurimpiin riskeihin, saadaan aikaan tehokkain turvallisuustason paraneminen. Ehdotettujen toimenpiteiden tulee olla konkreettisia ja toteuttamiskelpoisia. Riskien arviointi jatkuu edelleen toimenpiteiden vaikutusten arvioinnilla sekä tilanteen jatkuvalla seurannalla ja palautteella arvioinnin tuloksista työntekijöille. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 7-8.)

#### 3.2 Hyvän riskienarvioinnin tunnusmerkkejä

Hyvin tehdyssä riskien arvioinnissa kuvataan rehellisesti työolosuhteet ja työtehtävät sellaisina kuin ne käytännössä esiintyvät. Riskienarvioinnin aikana työtä ja arvioitavaa kohdetta tulee tarkastella totuudenmukaisesti sekä puolueettomasta näkökulmasta. Aiemmin toteutetut toimenpiteet riskien pienentämiseksi otetaan huomioon, jos ne ovat käytössä. Hyvin tehdyssä riskienarvioinnissa on systemaattisesti tunnistettu vaarat ja arvioitu riskit kaikista keskeisistä yrityksen toiminnoista. Riskienarvioinnin tulee kattaa kaikki yritykselle merkittävät riskialueet. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 8-9.)

Riskienarviointi on myös erottelava ja tuo esiin keskeisimmät työturvallisuuden kehittämiskohteet. Riskin suuruuden määrittämisessä tulee näkyä suurimmat ja työturvallisuuden kannalta merkittävimmät riskit. Toisaalta arvioinnista tulee erottua myös ne riskit, joiden suhteen ei tarvita erityistoimenpiteitä tai jatkoselvityksiä, koska pienempienkin riskien olemassaolo on hyvä tiedottaa. Riskien arvioinnin tulokset ovat tehokkaimmin hyödynnettävissä, mikäli arvioinnin perusteella voidaan päätyä muutamiin keskeisiin ja yritykselle toteuttamiskelpoisiin toimenpiteisiin riskien hallitsemiseksi. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 8-9.)

Riskienarvioinnin tärkein tehtävä on tuottaa selkeitä ja toteuttamiskelpoisia toimenpide-ehdotuksia työturvallisuuden parantamiseksi. Hyvään riskien arviointikäytäntöön kuuluu, että sen tuloksia hyödynnetään lainsäädännön edellyttämällä tavalla työsuojelun kehittämisessä, esimerkiksi työohjeissa ja uusien työntekijöiden perehdyttämisessä. Hyvä riskienarviointi on dokumentoitu. Arvioinnin tulokset, johtopäätökset ja mahdolliset toimenpide-ehdotukset esitetään kirjallisena. Dokumentteihin on hyvä myös täydentää tiedot ehdotettujen toimenpiteiden toteutumisesta. Toteutuneet toimenpiteet osoittavat riskienarvioinnin olleen tuloksekasta ja hyödyllistä. Hyvä riskienarviointi on koko ajan kehittyyvä. Hyvään riskienarviointiin kuuluu toimenpiteiden toteutumisen seuranta, riskien uudelleenarviointi toimenpiteiden vaikutusten arvioimiseksi ja jatkuva työympäristön tarkkailu riskien ennaltaehkäisemiseksi. Riskienarvioinnin sisältämiä tietoja tulee ylläpitää ja päivittää säännöllisesti. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 8-9.)

### 3.3 Riskienarvioinnin laatiminen

#### 3.3.1 Tavoite

Riskienarviointi alkaa ensimmäiseksi vaarojen tunnistamisella. Tämä on riskienarvioinnin tärkein vaihe, jossa tavoitteena on tunnistaa turvallisuuspuutteet, jotka voivat aiheuttaa haittaa työntekijöiden terveydelle tai turvallisuudelle. Arvioinnin tavoitteena on löytää vastaus esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin: ”Mitä vaaroja työssä esiintyy?” ja ”Mistä vaara johtuu ja mitä ovat siihen johtavat syyt?” (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 23.)

#### 3.3.2 Vaaratekijöiden kirjaaminen

Vaarojen tunnistaminen tarkoittaa kaikkien työhön liittyvien vaaraa aiheuttavien tekijöiden kuten esimerkiksi työolosuhteista tai työtilasta johtuvien vaaratekijöiden kirjaamista ylös. Vaarojen tunnistamisessa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset vaaratekijät, jotka eivät ole vielä aiheuttaneet vahinkoa, mutta niiden olemassaolo tiedostetaan. Vaaratekijät voidaan tunnistaa helpoimmin kiertelemällä tarkasteltavaa työpaikkaa, selvittämällä tarkastelukohteessa tehtävät työt ja toiminnot, seuraamalla työn tekemistä ja haastatteleamalla työntekijöitä. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 23.)

#### 3.3.3 Vaaratilanteen kuvaaminen

Havaittujen vaaratilanteiden osalta tulee miettiä niihin johtavia syitä ja seurauksia. Syiden huolellisella miettimisellä löydetään parhaat toimenpide-ehdotukset vaaratilanteiden poistamiseksi. Vaaratilanteiden kuvaamiseksi tulee selvittää vaaratilanteeseen johtavat tapahtumaketjut. Vaaratilanteiden syitä tulisi etsiä mahdollisimman monipuolisesti eri osa-alueilta, joita ovat esimerkiksi työjärjestelyt ja työmenetelmät, työolosuhteet, ihmisten toiminta ja vaaralliset työtavat sekä työn organisointi ja johtaminen.

Vaarojen tunnistamisessa tulee ottaa huomioon sekä normaalin toiminnan aikana esiintyvät vaaratilanteet, että poikkeavissa ja harvinaisissa tilanteissa esiintyvät vaarat. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 24.)

### 3.3.4 Riskien suuruuden määrittely

Riski on vaaratilanteen aiheuttamien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä. Riskin suuruuden määrittämisen tarkoituksena on löytää vaaratilanteille niiden suuruutta kuvaavat tunnusluvut, joiden avulla ne voidaan asettaa suuruuden mukaiseen järjestykseen. Määrittämällä riskin suuruus voidaan erottaa joukosta turvallisuuden kannalta tärkeimmät asiat eli suurimmat riskit sekä myös pienimmät riskit, jotka eivät välttämättä vaadi toimenpiteitä. Toimenpiteiden tavoitteena on pienentää riskien suuruutta, mikä onnistuu tehokkaimmin kohdistamalla toimenpiteet suurimpiin huomattuihin riskikohtiin. Järjestelmällisen tunnistamisen avulla riskejä löytyy usein runsaasti. Kaikkia tunnistettuja riskejä ei voida poistaa kerralla, vaan niiden tärkeysjärjestyksessä. Tämän helpottamiseksi turvallisuustoimenpiteet voidaan asettaa karkeasti tärkeysjärjestykseen riskin suuruuden perusteella.

Riskin suuruus muodostuu havaitun riskin todennäköisyydestä ja sen seurausten vakavuudesta. Seurausten vakavuus tarkoittaa ihmisille aiheuttamien terveys- tai turvallisuushaittojen vakavuutta sekä lisäksi omaisuus- ja ympäristövahinkoja. Vaaratilanteilla voi olla erilaisia seurauksia eri vakavuusasteilla.

(Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 26.)

### 3.3.5 Tunnistettujen riskien korjaustoimenpiteiden seuranta

Korjaustoimenpiteet on hyvä aloittaa suurimmiksi luokitelluista riskeistä. Kuitenkaan merkitykseltään pienimpiä vaaratilanteita ei pitäisi myöskään jättää huomioimatta, koska ne voidaan usein hoitaa varsin pienillä teoilla. (TUKES- julkaisu 4/2000, 21.) Riskejä voidaan yleensä pienentää yksikertaisilla toimenpiteillä, jotka on helppo toteuttaa. Näistä kannattaa aloittaa. Riskien korjaustoimenpiteet kannattaa suunnitella kunnolla ja etsiä kustannustehokkain toimenpide asian hoitamiseksi. Lisäksi pieniä parannuksia kannattaa aina tehdä. Liian hankaliin toimenpiteisiin ei kannata ryhtyä, mikäli toimenpiteillä saavutettava hyöty on vähäinen. Tilannetta on kuitenkin seurattava ja tarvittaessa arvioitava tilanne uudelleen. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, 34.)

Toteutettaviksi sovituille toimenpiteille kannattaa sopia vastuuhenkilöt, jotka hoitavat asiaa esimerkiksi aikataulutamalla toimenpiteitä ja seuraamalla niiden toteutumista. Vastuuhenkilöt ja mahdollinen aikataulutus kannattaa merkitä riskienarviointidokumenttiin, koska toimenpiteiden toteutumisella on keskeinen rooli työturvallisuuden parantamisessa ja riskien pienentämisessä. (TUKES- julkaisu 4/2000, 21.) Toimenpiteiden etenemistä ja toteutumista olisi hyvä seurata määräajoin pidettävillä kokouksilla. Kokouksien sopiva määrä olisi esimerkiksi kahdesti vuodessa. Lisäksi riskienarviointitaulukkoa olisi hyvä tarkistaa ja päivittää määräajoin, jolloin se pysyy ajan tasalla koko ajan, mikä

parantaa työturvallisuutta ja helpottaa vaaranpaikkojen tunnistamista. Lisäksi riskienarviointitaulukon päivittämisen avulla pysytään ajan tasalla esimerkiksi mahdollisista muutoksista laitteiden toiminnassa tai työympäristössä ja tekniikassa, joilla on vaikutusta tutkimushallin turvallisuuteen. (TUKES- julkaisu 4/2000, 22.)

## 4 TYÖTURVALLISUUSLAKI

### 4.1 Työturvallisuuslaki (738/2002)

*”Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua tapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja.”* (Finlex, 2016. Työturvallisuuslaki (TTL/2002.) Lisäksi laki korostaa lähestymistapaa, jossa tavoitteena on saada työpaikat nostamaan työterveys- ja työturvallisuusasiat toimintansa ytimeen. Lain mukaan työnantajan vastuulla on vaarojen järjestelmällinen tunnistaminen sekä selvittäminen.

Kaikki mahdolliset vaaratekijät tulisi käydä läpi työpaikalla yhdessä henkilökunnan kanssa ja työnantajan on valittava riittävät toimenpiteet vaara- ja riskitekijöiden ehkäisemiseksi ja poistamiseksi. Lisäksi vaaratilanteet ja tapaturmat täytyisi tutkia ja työympäristöä sekä työtapojen turvallisuutta täytyisi tarkkailla riskien huomaamiseksi ja niiden estämiseksi. Työturvallisuuslain mukaan työnantajalla tulisi olla hallussaan selvitys työpaikalla olevista riskeistä. Lisäksi työnantajan on tarvittaessa kyettävä osoittamaan, että riskienarviointi on tehty. Tämän vuoksi riskienarviointi tulisi tehdä kirjallisena, jolloin on helppo osoittaa viranomaisille, että riskienarviointi on tehty.

(Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2005, 10.)

### 4.2 Työnantajan velvoitteet

Työturvallisuuslaissa kohdassa 10§ säädetään seuraavasti:

*”Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työtilasta, työajoista, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Tällöin on otettava huomioon muun ohella:*

- 1. Tapaturman ja muun terveyden menettämisen vaara*
- 2. Esiintyneet tapaturmat, ammattitaudit ja työperäiset sairaudet sekä vaaratilanteet*
- 3. Työntekijän ikä, sukupuoli, ammattitaito ja muut hänen henkilökohtaiset edellytyksensä*
- 4. Työn kuormitustekijät ja*
- 5. Mahdollinen lisääntymisterveydelle aiheutuva vaara.”*

Työpaikan kehittämistoiminnassa on myös suunnitelmallisesti huomioitava turvallisuuden ja terveellisyden kokonaisvaltainen edistäminen (9§) parantamalla työn (13§) sekä työympäristön (12§) terveyttä ja turvallisuutta. (Korhonen, Moisio, Tuominen 2004, 5.)

*”Työnantajan on jatkuvasti tarkkailtava turvallisuuden tilaa ja tasoa (8§). Työnantajan on lisäksi huolehdittava työntekijöiden perehdytyksestä sekä koulutuksesta. Laki edellyttää, että työnantajan ja työntekijän on yhteistoiminnassa parannettava työpaikan työturvallisuutta. Työnantajan on myös huolehdittava, ettei työstä aiheudu työntekijälle haitallista henkistä sekä fyysistä kuormittumista (25§). Kaikkien työsuojelussa käytettävien palveluiden tulee olla päteviä. (Korhonen, Moisio, Tuominen 2004, 5.) Jos työntekijälle tai muiden työntekijöiden terveydelle tai hengelle aiheutuu työstä vakavaa vaaraa, on työntekijällä oikeus pidättäytyä tällaisen työn tekemisestä (23§).”*  
(Finlex, 2016. Työturvallisuuslaki (TTL/2002.)

#### 4.3 Työntekijän velvollisuudet

Työntekijän velvollisuutena on noudattaa työnantajan asettamia määräyksiä ja ohjeita. Työntekijän täytyy myös noudattaa työn ja työolosuhteiden edellyttämää varovaisuutta, järjestelmällisyyttä ja huolellisuutta, joiden avulla ylläpidetään turvallisuutta ja työn terveellisyttä. Lisäksi työntekijän velvollisuutena on huolehtia omastaan ja muiden työntekijöiden turvallisuudesta käytettävissä olevien keinojen avulla. Työntekijän tulee välttää sellaista käyttäytymistä, joka aiheuttaa muiden työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle haittaa. Mikäli työntekijä havaitsee työpaikalla puutteita tai vikoja, joilla on vaikutusta turvallisuuteen, tulee niistä ilmoittaa viipymättä työnantajalle. (Finlex, 2016. Työturvallisuuslaki (TTL/2002.)



## 5 TUTKIMUSKESKUKSEN RISKIEN ARVIOINTI

### 5.1 Vaarojen arviointi

Vaarojen arvioinnin tulisi ottaa huomioon kaikki laitteen toiminnasta johtuvat riskit, jotka ovat enustettavissa. Näitä ovat riskit ja vaaratilanteet, joita syntyy työväliseen normaalista käytöstä sekä poikkeustilanteista, joita ovat esimerkiksi häiriö- tai vikantilanteet. Vaarojen tunnistamisessa tulisi käyttää apuna sellaisia henkilöitä, jotka ovat päivittäin työväliseen kanssa tekemisissä. Nämä ihmiset tietävät parhaiten työväliseen riskit ja todelliset toimenpiteet vaara- ja ongelmatilanteissa. Riskinarvioinnissa huomioidaan jo olemassa riskien syntymistä ehkäisevät toimenpiteet ja arvioidaan niiden riittävyys. Jos riskejä on olemassa, siirrytään seuraavaan vaiheeseen, jolloin niitä tunnistetaan mahdollisimman hyvin ja pyritään ehkäisemään. Jos niitä ole, voidaan riskien arviointi päättää tähän. Kun olemassa olevat vaarat on tunnistettu ja niiden vaikuttavuus arvioitu, tehdään arvio siitä, voidaanko olemassa olevat riskit poistaa tai millä toimenpiteillä niitä voidaan pienentää. Tavoitteena on taata työntekijöille vähintään lainsäädännön edellyttämä suojelu ja turvallinen työympäristö. Suojaustoimenpiteiden toteutus ja niiden ylläpito täytyy varmistaa esimerkiksi tarkastuksilla. Riskin arviointi ei ole koskaan valmis, vaan sitä tulee ajoittain tarkastella uudestaan ja miettiä, voitaisiinko uudella tietämyksellä tai tekniikalla poistaa tai pienentää riskiä.

(TUKES- julkaisu 4/2000, 6.)

### 5.2 Riskien tarkastelu

Tarkastelun kohteena tässä opinnäytetyössä on Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen energiatutkimuskeskus. Riskien arvioinnin apuna on käytetty Tukesin julkaisua "Opas kattilalaitoksen vaaranarvioinnin laatimiseksi", joka on tarkoitettu pienille käytössä oleville kattilalaitoksille sekä Ariterm Groupin "Riskienarviointi, Lämpölaite: Osmajoentie 75, 78210 Varkaus, Jätelämpölaite 500 kW", jossa on riskien arviointi Aritermin toimittamalle kattilapaketilille. Tavoitteena on tunnistaa tutkimuskeskuksen toimintaan liittyvät riskit, vaarat ja onnettomuustilanteet mahdollisimman hyvin sekä arvioida niiden mahdolliset seuraukset ja nykyisen varautumisen riittävyys. Tarkastelun tavoitteena on luoda Excel- taulukko, johon on kirjattu vaaratilanteet, niiden seuraukset, nykyinen varautuminen sekä mahdolliset toimenpiteet, joilla riskien seurausta voidaan alentaa tai ehkäistä mahdollinen vaaratilanne kokonaan. Riskien arviointiin ei ole olemassa mitään yleispätevää tapaa, vaan vaaraa täytyy arvioida kohteen mukaisesti. Arviointi on yleensä sitä helpompi tehdä, mitä tarkemmin vaaratilanteen syyt, seuraukset ja nykyinen varautuminen on selvitetty. (TUKES- julkaisu 4/2000, 20.)

### 5.3 Riskienarvioinnin jakaminen

Riskienarviointi-selvityksessä on esitettävä kattilalaitoksen toimintaan liittyvät vaaratilanteet ja niihin johtavat syyt. Lisäksi arvioidaan mahdollisten onnettomuuksien seurauksia ja nykyisen varautumisen riittävyyttä. Työnantajan on työturvallisuuslain (TTL 738/2002) mukaan huolehdittava työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. TTL:n 10§:ssä säädetään tarkemmin työn vaarojen selvittämisestä ja arvioinnista. Riskien arvioinnilla tarkoitetaan vaarojen tunnistamista, vaarojen aiheuttamien riskien suuruuden määrittämistä ja riskien merkityksen arviointia.

TUKES jakaa riskienarvioinnin yleensä viiteen osa-alueeseen, joita ovat:

- 1) Vaarojen tunnistaminen
- 2) Vaaroille alttiina olevien työntekijöiden tunnistaminen
- 3) Riskin määrällinen ja laadullinen arviointi
- 4) Arvio siitä, voidaanko riski poistaa
- 5) Jos riskejä ei voida poistaa, niin arvio siitä, voidaanko riskejä vähentää ja saada hallintaan

(Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, 2015, ATEX Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus- opas, 2015 6.)

## 6 RISKIENARVIOINTI-TAULUKKO

Tutkimuskeskuksen riskienarviointi-taulukko on jaettu pienempiin osakokonaisuuksiin, jotta Excel-taulukko olisi selkeämpi ja laitteistokohtaisia riskejä on helpompi etsiä omalta sivultaan. Riskien arviointi on jaettu seuraaviin osakokonaisuuksiin:

- 1) Käsitteet
- 2) Leijupetikattilan ympäristön suurimmat riskit
- 3) Polttoaineen syöttö
- 4) Sähkö- ja letkusuodinlaitteisto
- 5) Aritermin pakettikattila
- 6) Automaatio
- 7) Sähkölaitteet
- 8) Yleiset vaarat

Riskien arvioinnissa löydetty riskit ja niiden seuraukset on listattu opinnäytetyön **liitteessä 1**.

## 6.1 Riskienarviointi

Riskienarviointiin on käytetty kvantitatiivista arviointia, jonka avulla riskit voidaan pisteyttää niin sa-  
nottuun tärkeysjärjestykseen. Tämän avulla jatkotoimenpiteitä voidaan suunnitella järkevästi ja suu-  
rimmat onnettomuusriskit on helppo tulkita taulukosta. Tässä opinnäytetyössä riskien arvioinnin  
osalta henkilövahinkojen riski on pisteytetty suuremmaksi kuin muut. Riskien arvioinnissa olen käyt-  
tänyt soveltavasti TUKES:n Opas kattilalaitoksen vaaranarvioinnin laatimiseksi liitteen 4 arvontiesi-  
merkin vaaratilanteen merkittävyyden kaavaa, johon olen lisännyt myös mahdolliset ympäristövahin-  
got, joita tutkimuskeskuksen käytöstä voi syntyä. Vaaratilanteiden merkittävyys on arvioitu seuraa-  
van kaavan mukaisesti:

$$R = T_x (H_x V_h + O_x V_o + Y_x V_y) \quad (1)$$

missä

R= Riski

T= Tapahtuman todennäköisyyttä kuvaava tunnusluku

H= Henkilövahinkojen vakavuutta kuvaava tunnusluku

O= Omaisuusvahinkojen vakavuutta kuvaava tunnusluku

Y= Ympäristövahinkojen vakavuutta kuvaava tunnusluku

V<sub>h</sub>= Henkilövahinkojen riskilukukerroin

V<sub>o</sub>= Omaisuusvahinkojen riskilukukerroin

V<sub>y</sub>= Ympäristövahinkojen riskilukukerroin

Tunnusluville on annettu arvot välillä 1-5 seuraavasti:

### **Todennäköisyys (T):**

1= Hyvin epätodennäköinen; "tuskin sattuu koko laitoksen eliniän aikana"

2= Epätodennäköinen; "on mahdollista, että sattuu laitoksen eliniän aikana"

3= Lievästi todennäköinen; "sattuu muutamia kertoja laitoksen eliniän aikana"

4= Melko todennäköinen; "voi sattua muutaman kerran vuodessa"

5= Hyvin todennäköinen; "voi sattua useita kertoja vuodessa"

### **Henkilövahinkojen vakavuus (H):**

1= Yhden henkilön lievä vammautuminen

2= Useamman henkilön lievä vammautuminen

3= Yhden tai useamman henkilön vakava vamma

4= Yhden henkilön kuolema, useita henkilöitä vaarassa

5= Usean henkilön kuolema

**Omaisuuksivahinkojen vakavuus (O):**

- 1= Vahingot 0- 10 000€
- 2= Vahingot 10 000- 100 000€
- 3= Vahingot 100 000- 500 000€
- 4= Vahingot 500 000- 5000 000€
- 5= Vahingot yli 5 000 000€

**Ympäristövahinkojen vakavuus (Y):**

- 1= Ei aiheuta ympäristölle haittaa
- 2= Voi aiheuttaa vähäistä haittaa ympäristölle
- 3= Voi aiheuttaa ympäristölle haittaa
- 4= Aiheuttaa merkittävää haittaa ympäristölle
- 5= Johtaa ympäristön pilaantumiseen

Riskienarvioinnissa todennäköisyyden arvolla 1 tarkoitetaan tapaturmaa, joka on hyvin epätodennäköinen laitoksen oletetun eliniän aikana (noin 30 vuotta), kun taas arvolla 5 tarkoitetaan tapahtumaa, joka voi sattua useita kertoja vuodessa. Henkilövahinkojen arvioinnissa arvo 1 tarkoittaa yhden henkilön lievää vammautumista ja arvo 5 usean henkilön kuolemaa. Usean henkilön kuolemaan johtava tapaturma on hyvin epätodennäköinen, mutta voi kuitenkin olla mahdollista, jos esimerkiksi laitoksella tapahtuisi iso räjähdys. Omaisuuksivahinkojen arvioinnissa arvolla 1 tarkoitetaan pienintä mahdollista vahinkoa ja arvolla viisi omaisuusvahingot ovat jo niin suuret, että käytännössä se tarkoittaisi koko tutkimuslaitoksen tuhoutumista. Ympäristövahinkojen arviointi on hieman hankalampaa ja arvojen selitykset ovat enemmänkin suuntaa antavia. Arvolla 1 tapaturma ei aiheuta ympäristölle haittaa lainkaan ja arvo 5 johtaa ympäristön pilaantumiseen tutkimuskeskuksen ympärillä ja mahdollisesti lähialueilla.

## 6.2 Excel-taulukon rakenne

Riskienarviointi-taulukossa osa-alueet on jaettu neljään eri sarakkeeseen. Näin taulukon tulkinta on helpompaa ja vaarojen syyt ja seuraukset sekä parannusehdotukset on helppo lukea taulukosta. Vaaraa aiheuttava tilanne- sarakkeessa kuvataan tunnistettua vaaraa tai riskiä aiheuttava ilmiö, kuten esimerkiksi tulipalo, sekä sen syyt, paikka ja käyttötilanne, missä vaara voi ilmetä. Sarakkeeseen kirjataan myös vaaratilanteen syntyyn myötävaikuttavia tekijöitä mahdollisimman tarkasti. Seuraukset -sarakkeeseen kirjataan ylös vaaratilanteesta aiheutuvat seuraukset esimerkiksi henkilövahinkojen osalta. Seurauksia pyritään kuvaamaan melko yksityiskohtaisesti, jotta niiden vertailu- ja luokittelu on mahdollista. Nykyinen varautuminen -sarakkeessa kuvataan tutkimuskeskuksella käytössä olevia keinoja ja toimintatapoja, joiden avulla vaaratilanteita pyritään estämään tai sen seurauksia rajoittamaan. Keinot voivat liittyä ohjeistukseen, käytön ja kunnossapidon toimintatapoihin, automaatio- tai suojausjärjestelmiin sekä varolaitteisiin.

Toimenpide-ehdotukset -sarakeeseen kirjataan mahdollisia parannusehdotuksia, joilla vaaratilanteita voidaan vähentää tai ehkäistä. Toimenpide-ehdotukset voivat olla ongelman perusteellisempaa selvittämistä, toimintatapojen parantamista sekä laitteisiin ja järjestelmiin liittyviä parannuksia. Vaaratilanteet on pisteytetty taulukkoon niiden suuruuden mukaan sekä uudelleen toimenpide- ja korjausehdotusten jälkeen. (TUKES- julkaisu 4/2000, LIITE 3.)

## 7 RISKIEN ARVIOINNIN TOTEUTUS

Opinnäytetyön teko alkoi tutkimuskeskuksen riskienarviointi Excel-pohjan täydennyksellä. Taulukkoon koottiin tutkimushallin laitteisto mahdollisimman tarkasti, jolloin riskien arvioinnin teko on monipuolista ja helpompaa. Laitteiden toimintaan täytyi perehtyä ja yrittää huomata mahdolliset vaaratilanteet, jotka sitten kirjattiin Excel-tilaukkoon. Ariterm groupin pakettikattilan osalta riskien arviointi oli helppoa, koska he olivat tehneet oman selvityksen toimittamastaan laitteistosta ja sen toiminnan aiheuttamista riskeistä. He olivat listanneet mahdolliset riskit ja kuinka ne pyritään estämään, joten täydennys arinakattilan osalta Excel-tilaukkoon oli helppoa. Leijupetikattilan ympäristön suurimmat riskit -osioon listattiin kattilan toiminnasta aiheutuvia mahdollisia riskitekijöitä ja kuinka ne on mahdollista estää. Tämä vaati tutustumista leijupetikattilan toimintaan sekä sen eri osien toimintaan ja mitä siitä seuraa, jos esimerkiksi savukaasupesuri lakkaa toimimasta. Polttoaineensyötön osalta riskitaulukkoon listattiin laitteistoa alkaen polttoainekontista polttoaineen syöttöön tulipesälle asti. Suuressa huomiossa riskianalyyssissä ovat polttoaineen kuljettimet, koska ne aiheuttavat puristumisvaaran, joka voi pahimmillaan johtaa kuolemaan.

Energiatutkimushallin automaatio on Excel-tilaukon laajin osuus ja taulukossa sen tämän hetkinen tila elää koko ajan, sillä automaatiota on tutkimushallilla paljon ja mahdollisesti sitä lisätään tai muutetaan päivittäin. Suurimman huomion automaatio-osasta saa hallin turva-automaatio, kuten esimerkiksi hätä-seis painikkeiden toiminta ja niiden sijoittelu. Lisäksi riskianalyyssissä on otettu huomioon sähkölaitteiden ja niiden käytön aiheuttamat riskit ja esimerkiksi se, mitä tapahtuu, jos esimerkiksi sulake vaihdetaan väärin. Tutkimushallin yleisiä riskejä käydään läpi myös melko monipuolisesti, kuten esimerkiksi vuodenaikojen aiheuttamia ongelmia tai erilaisia putoamis- tai liukastumismahdollisuuksia. Sähkö- ja letkusuodinlaitteistojen riskejä käydään myös läpi esimerkiksi puutteellisen huollon tai laitteiston vikaantumisen aiheuttamien ongelmien varalta. Excel-tilaukon tekeminen vaati tutustumista tutkimushallin laitteistoon, haastattelua tutkimushallilla työskenteleviltä henkilöiltä sekä tutustumista alan kirjallisuuteen, jotta pääsi perille laitteiden toiminnasta. Riskianalyyssitaulukko on täydennetty yhdessä energiatutkimushallin tiimin kanssa ja sekä lisäksi opettaja Jukka Huttusen ja Petteri Heinon avustuksella. Tutkimushallin riskitaulukko elää koko ajan, sillä toimenpiteiden avulla joitakin riskejä häviää ja joitakin riskejä voidaan huomata vasta myöhemmin, kun laitos saadaan käyntiin kunnolla. Tämän vuoksi riskitaulukko tulisi päivittää säännöllisesti. Lisäksi riskianalyyssin avulla tutkimushallille tehdään työturvallisuusohjeet, joiden avulla parannetaan työturvallisuutta sekä lisäksi vierailijoiden turvallisuutta.

## 8 RISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET

### 8.1 Leijupetikattilan ympäristön suurimmat riskit

Leijupetikattilan ympäristön suurimpia riskejä ovat raajojen työntäminen väärin paikkoihin, jolloin esimerkiksi käsi voi jäädä kuljettimien väliin puristuksiin. Korjaustoimenpiteeksi näille vaarakohdille on niistä varoittaminen kylteillä ja lisäksi mahdollisten suojainten lisääminen, jotta puristusvaaraa voidaan pienentää. Suurimpiin riskeihin kuuluu myös mahdolliset esteet hätäpoistumistiellä, jolloin hätätilanteessa tutkimushallilta poistuminen on hankalaa ja voi aiheutua henkilövahinkoja. Korjaustoimenpiteenä on tutkimushallin säännöllinen siivoaminen ja huolehtiminen siitä, että hätäpoistumistiet ovat esteettömiä. Kulkuesteet hätäpoistumistiellä nostaa riskiä etenkin henkilövanhinkojen osalta, sillä pahimmassa tapauksessa se voi aiheuttaa useamman henkilön kuoleman tai vaaratilanteen esimerkiksi tulipalon sattuessa. Lisäksi suurimpiin riskeihin kuuluu kattilan kuumat pinnat, mitkä aiheuttavat palovammoja sekä mahdolliset kuulovammat suuresta melutasosta. Korjaustoimenpiteenä näille ovat varoituskyltit melusta ja kuumista pinnoista, sekä suojaavien työvaatteiden ja kuulosuojainten käyttö tutkimushallilla. Myös putoamiset kaiteiden uupumisen takia tai esimerkiksi tikapuilta putoaminen kuuluvat suurimpiin riskeihin, sillä tutkimushallilla joudutaan olemaan tasoilla, jotta saadaan esimerkiksi huollot tehtyä.

Lisäksi leijupetikattilan ympäristön suurimpiin riskeihin kuuluu kattilan haasteellinen huolto, sillä riskin suuruus kasvaa, jos kattilaa ei saada huollettua kunnolla tai jos esimerkiksi kattila käynnistyy huollon aikana. Pienempiin riskeihin kuuluvat sähkökatkos, leijupetikattilan likaantuminen ja liian karkea leijumateriaali. Nämä eivät vaadi korjaustoimenpiteitä. Sähkökatkos ei aiheuta suurta riskiä, sillä vaikka hiillos jää palamaan, se kuitenkin hiipuu hiljalleen. Paloprosessi saa ilmaa paloilmapuhaltimeiden avonaisen imuaukon kautta, joten häikäryjähdysvaaraa ei ole. Leijupetikattilan likaantumista estetään automaattisella nuohouksella, joten lian aiheuttaman kattilakiven ja tukoksien syntyminen on vähäistä. Liian karkea leijumateriaali ei lähde leijumaan kunnolla, joten tämä aiheuttaa lähinnä vain taloudellista haittaa.

## 9.2 Polttoaineen syöttö

Polttoaineen syötössä suurimman vaaratilanteen aiheuttaa hihnakuljetin. Kuljettimen väliin voi jäädä vaatteita tai ruumiinosia. Tämä aiheuttaa vakavan vaaratilanteen ja mahdollisesti erittäin pahoja henkilövammoja, kuten esimerkiksi raajan irtoamisen. Suuren riskin aiheuttaa myös sähkömoottorin syöttökaapelin rikoontuminen. Tämä aiheuttaa mahdollisia henkilövahinkoja, koska se vuotaa virtaa rakenteisiin ja aiheuttaa sähköiskun vaaran. Lisäksi se myös aiheuttaa mahdollisia pieniä omaisuusvahinkoja sekä vähäistä haittaa ympäristölle. Lisäksi polttoaineen syötössä on mahdollista, että tankopurkaimen hydraulisylinterin väliin jää ruumiinosia. Tämä aiheuttaa vakavia henkilövahinkoja ja jopa kuoleman. Vaikka laite pysähtyy paineen kasvaessa, se ei välttämättä estä henkilövahinkoja, sillä laite voi pysähtyä liian hitaasti. Riskiä voidaan alentaa selkeällä ohjeistuksella sekä sääntöjen noudattamisella. Lisäksi laitteen lähelle voisi laittaa varoituskytintä. Suuren riskin niin henkilö-, omaisuus-, ja ympäristövahinkojen osalta aiheuttaa hydraulikkaletkun liittimen vikaantuminen, jolloin korkeapaineista öljyä vuotaa ympäristöön. Kone on sijoitettu tutkimushallilla syrjemään, mutta se ei estä sitä, että korkeapaineista öljyä roiskuu ihmisten päälle. Korjaustoimenpiteenä kone voidaan ohjelmoida niin, että se pysähtyisi paineen laskiessa, mutta tämä ei kuitenkaan poista riskiä kokonaan, sillä ohjelmointi ei pysty poistamaan jo putkessa olevaa painetta.

## 8.3 Sähkö- ja letkusuodin laitteisto

Sähkösuodinlaitteiston suurimmat riskit ovat ESP:n sisään joutuvat räjähtävät kaasut alasajon aikana, kaapelikaapin suojaus, sähkösuotimen päältä uupuvat seinänpuolen suojakaiteet, sähkösuodattimen korkeajännitteisiin osiin jäänyt sähkövaraus sekä puutteellinen maadoitus. ESP: sisään joutuvat kaasut aiheuttavat räjähdys- ja tulipalovaaran. Havaittuun riskiin ei ole varauduttu ollenkaan, mikä täytyy huomioida riskien korjaustoimenpiteitä aloittaessa. Kaapelikaapin huono suojaus aiheuttaa sähköiskun vaaran, josta voi seurata esimerkiksi kuolema. Suojaukseen on varauduttu asianmukaisella suojamaadoituksella ja toimenpide-ehdotuksena on mahdollinen suojauksen vaihto turvallisempaan.

Sähkösuotimen päältä uupuvat suojakaiteet voivat aiheuttaa esimerkiksi henkilön putoamisen, mikä aiheuttaa vakavia henkilövahinkoja. Toimenpide-ehdotuksena on kaiteiden asennus, jolla riskiä pienennetään huomattavasti ja lisätään työturvallisuutta helposti. Sähkösuodattimen korkeajännitteisiin osiin jäänyt varaus aiheuttaa sähköiskun vaaran. Nykyisenä toimenpiteenä on suotimen kytkeminen jännitteettömäksi työskenneltäessä sen läheisyydessä. Lisäksi toimenpide-ehdotuksena on tarkastus, että laite on varmasti jännitteetön työskenneltäessä sen läheisyydessä. Puutteellinen maadoitus aiheuttaa myös sähköiskun vaaran. Nykyisenä varautumisena ovat käyttöönotto mittauksien suorittaminen sekä toimivat sulakkeet, joilla taataan turvallisuutta. Letkusuodattimen osalta ainut havaittu riski on paineilmapuhdistimen ajastimen vikaantuminen, jolloin suodatinkangaspussit eivät puhdistu tuhkasta. Tämä aiheuttaa suodattimen tukkeutumisen sekä painehäviön kasvua.

#### 8.4 Aritermin pakettikattila

Suurimmat riskit kyseessä olevan laitteiston osalta ovat polttoruuvien ylisyöttö sekä sähkökatkos ja korjaus- ja huoltotyöt. Polttoruuvien ylisyöttö aiheuttaa tilanteen, jossa kytevä hiillos muodostaa häkää, joka ilmaa saadessaan räjähtäisi esim. kattilaluukun avaamisen jälkeen. Polttoruuvi voi työntää itsensä ulos kattilasta ja ajaisi pellettiä kattilahuoneeseen, josta seuraa tulipalo. Tämä aiheuttaa vakavan vaaratilanteen henkilöstölle. Palamisilman ”käy-tieto” on valvottu polttoprosessin käynnin aikana, mikä alentaa polttoruuvien ylisyöttöä huomattavasti. Sähkökatkos aiheuttaa tilanteen, jossa lämpimän piipun aiheuttama veto saa aikaan ilmavirran, jonka takia polttimen arinalla oleva hiillos jää palamaan. Korkeaksi riskin nostaa se, että sähkökatkoja ei pysty ennakoimaan ja tutkimuslaitoksella ei ole käytössä varavoimalähdettä. Prosessinohjausautomaatiikka kuitenkin valvoo sähkökatkoja. Sähkökatkosta annetaan hälytys valvomoo käyttöpaneelille. Sähkökatkon aikana paloprosessi saa ilmaa avonaisen imuaukon kautta, jolloin ei ole häkäräjähdysvaaraa. Hiillos sammuu hiljalleen itseksensä. Riskinä ovat kuitenkin häiriöt esimerkiksi hälytyksen tiedon kulussa. Korjaus- ja huoltotöiden aikana on mahdollista saada sähköiskuja ja palovammoja, vakavia henkiövahinkoja voi sattua esimerkiksi moottorin tahattomasta käynnistyksestä. Nykyinen varautuminen huoltotöihin on riittävä ohjeistus sekä turvakytkimien käyttö ja kattilan ajaminen mahdollisimman turvalliseen tilaan. Korjaustoimenpiteinä turvallisuuden lisäämiseksi hankitaan ”miehiä töissä” kylttejä, huolto- ja korjaustöille määrätään vastuuhenkilöt ja turvakytkimien toiminta tarkistetaan säännöllisesti.

Koskeminen jänniteisiin osiin on myös riski, jota pyritään välttämään lukitsemalla ohjauskeskuksen syötönerotuskytkin aina AUKI- (-erotus) asentoon, kun ohjauskeskuksessa vaihdetaan komponentteja ja kytkentöjä. Pienempiä riskejä ovat palo- ja kuulovammat, joita voidaan välttää asianmukaisella suojaruuvilla sekä lisäksi selkeällä opastuksella vaaranpaikoista ja varoituskylttien laittamisella. Tukehtumisvaara pelletti-siiloon mennessä on suuri turvallisuusriski, jos henkilö menee sinne yksin. Siksi tutkimushallin kirjallisiin työturvallisuusohjeisiin lisättiin, että siiloon mennessä täytyy ottaa toinen henkilö mukaan varmistamaan turvallisuus. Lisäksi mahdolliset häiriötilanteet aiheuttavat mahdollisesti laitevaurioita, henkilövaurioita, tulipaloja ja sähköiskuja. Näihin on varauduttu perehdyttämällä henkilökunta hyvin laitteiden toimintaan ja häiriötilanteissa toimimiseen.

#### 8.5 Automaatio

Automaation osalta suurimman riskiluvun sai määräaikaistestien laiminlyönti ja hätä-seis painikkeiden riittämättömät määrät. Testien jättäminen välistä voi aiheuttaa käyntihäiriöitä ja laitevikoja, joita ei huomata ilman testejä. Nämä häiriöt voivat aiheuttaa henkilö- ja laitevahinkoja sekä laitteet voivat toimia väärällä tavalla. Tutkimushallilla laitteet tarkistetaan kerran vuodessa ja tarkastuksesta tehdään pöytäkirja. Toimenpiteenä turvallisuuden parantamiseksi tutkimushalliin valvomoon perustetaan kansio, johon kuitataan määräaikaishuollot tehdyksi. Kansioista myös valvotaan määräaikaistarkastuksia ja näin ne tulevat suoritetuiksi ajallaan. Hätä-seis -painikkeiden riittämättömät määrät ja niiden sijoittaminen vaikeasti havaittavaan paikkaan tai paikkaan, minne on hankala päästä, aiheuttaa riskin henkilöstövahingoille. Laitteistoa ei saada tarvittaessa pysäytettyä tarpeeksi nopeasti ja henkilö voi esimerkiksi puristua johonkin laitteeseen, jos painiketta ei löydy



ajoissa. Painikkeiden sijainnit käydään läpi henkilökunnan kanssa ja toimenpiteenä mietitään selkeitä ja näkyviä sijoituspaikkoja ja painikkeiden tarpeellista määrää turvallisen työympäristön toteuttamiseksi. Automaatiojärjestelmän virheellinen ohjelmointi ja testaus aiheuttavat suuren riskin myös, koska seurauksena ovat virhearvot ja käyntihäiriöt, jolloin laitteet eivät toimi odotetulla tavalla. Tutkimushallilla automaatiolaitteistoa vielä testataan ja korjataan koko ajan ja toimenpiteenä turvallisuuden parantamiseksi kriittisistä järjestelmistä tehdään listaus testausta ja oikeanlaista dokumentointia varten.

Muut suuren riskiluvun saaneet havainnot ovat käyttötarkoitukseen ja olosuhteisiin sopimattomat laitteet, turvatoimintojen toimintanopeudet eivät täytä niille asetettuja vaatimuksia, mittausjärjestelmien kaapelit eivät ole sopivaa materiaalia ja hätä-seis -painiketta painaessa laitos ei pysähdy. Lisäksi vielä turvallisuuteen liittyvien mittauksen mittakohdat on valittu väärin, jolloin mittauksissa esiintyy häiritseviä tekijöitä. Käyttötarkoitukseen ja olosuhteisiin sopimattomat laitteet eivät toimi tai hälytä niin kuin pitäisi. Tutkimushallilla laitteistona käytetään käytännössä hyväksi havaittuja ja tunnettuja laitteita. Turvallisuudelle kriittisten laitteiden osalta on käytetty SIL-luokiteltuja laitteita. Lisäksi turvallisuudelle kriittiset järjestelmät on suunniteltu siten, että 0-viesti (esim. kaapelin katkeaminen) antaa automaattisesti hälytyksen. Turvatoimintojen hitaat toimintanopeudet aiheuttavat turvatoimintojen viivästymistä. Tämä on kuitenkin otettu tutkimushallilla huomioon jo suunnittelussa, jolloin on valittu oikeanlaiset laitteet. Lisäksi toimenpiteenä ohjelmistot katselmoidaan ja niihin luodaan ohjelmat, jotka tarkastelevat syötteen ja vasteen viiveaikoja. Kaapeleiden sopimattomuus aiheuttaa mittavirheitä sekä kaapeleiden vahingoittumista. Tätä tutkimushallilla ei kuitenkaan pitäisi tapahtua, sillä kaapeleiden laatu on otettu huomioon jo suunnittelun aikana. Jos sopimattomia kaapeleita kuitenkin käytetään, niistä seuraisi henkilö- ja omaisuusvahinkoja laitteiden viallisen toiminnan vuoksi.

## 8.6 Sähkölaitteet

Sähkölaitteiden osalta havaitut riskit olivat sekava kaapelointi ja puutteellisesti kiinnitetyt johtimet, johdotuksen ja kaapeleiden puutteellinen merkkäus, johtimien puutteellinen kytkentä, suuret kaapelihyllyt ovat osin peittämättä sekä kahvasulakkeiden vaihto ja muutostöiden ohessa osan laitteistosta kytkeminen sähköttömäksi. Havaitut riskit aiheuttavat suurimaksi osaksi vakavia henkilövahinkoja sekä lisäksi mahdollisia omaisuusvahinkoja. Riskit ympäristön kannalta ovat pienet. Suurimman riskin aiheuttaa sekava kaapelointi sekä johtimien puutteellinen merkkäus. Tästä voi seurata se, että kaapeleita kytketään mahdollisesti väärin tai esimerkiksi jännitteisiä kaapeleita on lattialla. Tämä aiheuttaa vakavan sähköiskun vaaran. Tilannetta yritetään korjata kaapeleiden huolellisella kiinnittämisellä sekä huonojen liitoksien tarkistamisella. Lisäksi kaapeleita ja johdotuksia on merkattu puutteellisesti, mikä aiheuttaa myös vakavan sähköiskun vaaran hallissa työskenteleville ihmisille. Kytkemättömät jännitteelliset kaapelit suojataan ja toimenpide-ehdotuksena kaapelit varmistetaan jännitteettömiksi ennen kytkentää sekä kaapelit merkitään selvästi painettavilla merkinnöillä tussilla merkkäamisen sijaan.

Johtimien puutteellinen kytkentä aiheuttaa sähköiskun vaaran. Toimenpide-ehdotus riskin korjaamiseen on kytkentöjen tarkistaminen vikatilanteissa. Suurien kaapelihyllyjen peittämättömyyden takia niihin kerääntyä pölyä ja kipinöivä työkalu voi syyttää pölyn tai suojaamattomat kaapelit. Nyt tutkimushallilla noudatetaan erityistä varovaisuutta työskenneltäessä kaapelihyllyjen läheisyydessä. Toimenpide-ehdotuksena on hyllyjen

puhdistus, jonka jälkeen ne peitetään. Näin riskiä voidaan pienentää huomattavasti. Kahvasulakkeen vaihdossa on sähköiskun vaara, jos ei ole oikeat suojarusteet päällä. Tutkimushallilla sulake vaihdetaan niin, että sulake on kytketty virrattomaksi sekä lisäksi käytetään oikeita suojarusteita. Turvallisuuden lisäämiseksi ohjeistetaan huolellisesti sulakkeen vaihto ja asianmukaiset suojarusteet. Muutostöiden yhteydessä osa laitteistosta joudutaan kytkemään sähköttömäksi, mikä aiheuttaa sähköiskun vaaran. Tutkimushallilla on olemassa kahvasulakkeisiin lukot, joilla asentaja voi laittaa kyseisen laitteen sähköttömäksi JKE-keskuksesta. Kyseiset toimenpiteen voi tehdä myös moottorin turvakytkimestä. Lisäksi turvakytkimet ja sähkökaapin lähdöt on merkattu. Toimenpiteenä vielä sähkökäytön valvoja tarkistaa kaikki piirit ja lisäksi hankitaan muutos- ja huoltotöistä ilmoittavia kylttejä.

## 8.7 Yleiset

Suurimman riskin kohdassa yleiset aiheuttaa kiire. Se saa koko Excel-taulukon suurimman riskiluvun 90. Kiire aiheuttaa suurimman riskin niin henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahingoille. Kiire aiheuttaa laiminlyöntejä työturvallisuus- ja tulityöohjeissa eikä noudateta ongelmakohtien suitsimiseksi laadittuja kunnossapito- ja työtapaohjeistuksia. Lisäksi kiireessä kaikkien vastuut eivät ole selvät ja esimerkiksi uusia opiskelijoita ei ehditä perehdyttää tarpeeksi, jolloin jo opitut käytännöt rikkoontuvat. Tästä seuraa mahdollisia henkilövahinkoja tai esimerkiksi tulipalo. Nykyisenä toimenpiteenä ongelmaan on aikataulutusta ja mahdollisimman selkeä ohjeistus. Toimenpide-ehdotuksena esitetään, että otetaan ulkopuolinen henkilö, joka tarkastaa laitoksen turvallisuutta sekä toimintatapojen käytännöllisyyttä. Lisäksi henkilön vastuulla on ongelmakohtien korjaamiset sekä työtapojen petraukset ja niihin liittyvien dokumenttien tekeminen. Toiseksi suureksi riskiksi arvolla 40 nousee sähköisku johtuen vääristä toimintatavoista. Tämä voi aiheuttaa vakavia henkilövahinkoja tai jopa kuoleman. Nykyisenä varautumisena tähän ovat selkeät ohjeet sekä tehtävien läpi käyminen. Lisäksi laitteiden täytyy olla oikein asennettu ja työntekijöiden tulee noudattaa työturvallisuusohjeita. Toimenpide-ehdotuksena on työturvallisuusohjeiden läpikäyminen, työn valvonta ja ammattitaitoisen henkilökunnan käyttäminen. Näiden avulla toimenpiteiden avulla riskiluvun arvo on 30.

Muut riskit kohdassa yleiset ovat arvoltaan 10- 25. Näitä riskejä ovat tulipalovaara, polttoaineen joukossa olevat vierasesineet, laitoksen huono puhtaanapito, tulityötapojen laiminlyönti, vuodenaikojen- ja lämpötilojen vaihtelut, ukkonen, tahallinen vahingonteko, puutteelliset merkinnät hätäpoistumisteillä ja prosessin sähköpääkeskus. Nämä havaitut riskit aiheuttavat pääasiassa mahdollisia henkilövahinkoja esimerkiksi työtapaturmien kautta tai mahdollisten laitevikojen takia. Myös omaisuusvahinkoja aiheuttaa esimerkiksi ukkonen, tahallinen vahingonteko ja tulityökäytäntöjen laiminlyönti. Ympäristövahinkojen riski näiden osalta on epätodennäköistä. Muita havaittuja riskejä ovat vaarallisten kemikaalien huolimaton käyttö, esineiden putoaminen työkentelytasojen läpi, henkilökunnan putoaminen asennuksien yhteydessä, nostoissa taakan putoaminen, savunpoistoluukun toimimattomuus tarvittaessa, allergiaa aiheuttavat kemikaalit, viilto-, leikkaantumis- ja pistohaavat, takertuminen liikkuvaan esineeseen, kaasut, pölyt ja kuidut, koulutuksen ja opastuksen puuttuminen, heikko kommunikaatio sekä pyrolyysiöljy. Näistä suurimman riskin aiheuttaa heikko kommunikaatio. Tämä voi aiheuttaa vakavia henkilövahinkoja esimerkiksi tilanteessa, jossa ei tiedetä henkilön olevan huoltamassa laitetta ja laitteeseen kytketään virrat muualta. Toimenpide-ehdotuksena on kommunikaation parantamiseksi

ohjeistuksen lisääminen sekä vastuuhenkilöiden nimeäminen. Havaitut riskit aiheuttavat pääasiassa henkilövahinkoja, esimerkiksi haavoja ja putoamisista seuraavia loukkaantumisia. Vaarallisten kemikaalien huolima-  
ton käyttö voi aiheuttaa esimerkiksi silmävammoja tai vähäisen ympäristöriskin kemikaalien joutuessa luon-  
toon. Suurimman riskin ympäristön osalta aiheuttavat tulipalovaara ja liika kiire arvolla 4. Näistä voi syntyä  
tulipaloja, joiden savukaasut vaikuttavat ympäristöön. Samalla nämä asiat sekä sähköisku aiheutuen vääristä  
toimintatavoista aiheuttavat suurimman riskin mahdollisille omaisuusvahingoille esimerkiksi tulipalon sattui-  
essa.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tehdä Excel- taulukko, johon kirjataan mahdollisen monipuolisesti energiatutki-  
mushallin riskit ja niiden seuraukset. Keskeisimpien riskien osalta työhön liittyi myös riskien vaikutuksien pie-  
nentäminen niiltä osin, kun ne voidaan yksinkertaisin toimenpitein pienentää, kuten työohjeistuksien ja toi-  
mintatapojen laatimisella. Lisäksi tavoitteena oli korjata mahdollisia riskikohtia ja arvioida mahdollisten tapa-  
turmien suuruutta ja seurauksia pisteytyksen avulla. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös antaa selkeät raamit  
ja suositukset aihe-alueista ja työtavoista, joihin laitoksella olisi kiinnitettävä huomiota työturvallisuuden pa-  
rantamiseksi sekä ympäristö- ja taloudellisten riskien välttämiseksi.

Opinnäytetyön tuloksena Savonian Varkauden kampuksen tutkimushallin riskejä on kartoitettu sekä korjaavia  
toimenpiteitä mietitty sekä kirjattu ylös. Opinnäytetyön avulla työturvallisuutta tutkimushallilla voidaan paran-  
taa yksinkertaisilla toimenpiteillä. Lisäksi riskianalyysi Exceliin on helppo päivittää havaitut uudet riskit sekä  
korjaustoimenpiteet, jotka on tehty tai aiotaan tehdä. Joidenkin riskien osalta nykyinen varautuminen niihin  
on riittävää eikä aiheuta korjaavia toimenpiteitä. On kuitenkin hyvä, että näidenkin riskien olemassaolo tiede-  
tään ja niistä voidaan varoittaa esimerkiksi työturvallisuusohjeissa. Riskianalyysin tuloksena tutkimushallille  
on perustettu erillinen turvaprojekti, jossa käydään läpi tutkimushallilta löytyneitä riskikohtia ja pyritään kor-  
jaamaan ne. Riskianalyysitaulukko ei koskaan saavuta niin sanottua lopullista muotoaan, vaan se elää koko  
ajan. Uusia riskejä voi löytyä uuden tarkastelun jälkeen sekä vanhoja korjataan. Siksi olisi tärkeää, että tau-  
lukkoa pidettäisiin ajan tasalla työturvallisuuden ylläpitämiseksi sekä parantamiseksi.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Ariterm Group, RISKINARVIOINTI- LÄMPÖLAITOS: Osmajoentie 75, 78210 Varkaus Jätelämpölaitos  
500 kW

Finlex, 2016. Työturvallisuuslaki (TTL/2002) Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L7P57>, viitattu 11.4.2017

Korhonen, Eero, Moisio, Jussi, Tuominen, Kari, 2004 Työterveys- ja turvallisuusjärjestelmä OHSAS  
18001. Itsearviointin työkirja. Turku. Oy Benchmarking Ltd.

TUKES- julkaisu 4/2000, OPAS KATTILALAITOKSEN VAARAN ARVIOINNIN LAATIMISEKSI, Tutkimus-  
hankkeen loppuraportti, saatavissa: <http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/4-2000.pdf>, viitattu  
4.4.2017

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, 2015, ATEX Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus- opas,  
[http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset\\_aineet/esitteet\\_ja\\_opaat/ATEX\\_opas.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf),  
viitattu 4.4.2017

Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus, 2015, Riskien arvionti työpai-  
kalla- työkirja, saatavissa:  
[https://ttk.fi/files/2941/Riskien\\_arvionti\\_tyopaikalla\\_tyokirja\\_22052015\\_kerttuli.pdf](https://ttk.fi/files/2941/Riskien_arvionti_tyopaikalla_tyokirja_22052015_kerttuli.pdf), viitattu:  
19.4.2017

## LIITE 1: RISKIANALYYSI EXCEL- TAULUKKO

**Käsitteet**

**T = tapahtuman todennäköisyyttä kuvaava tunnusluku**

**H = henkilövahinkojen vakavuutta kuvaava tunnusluku**

**O = omaisuusvahinkojen vakavuutta kuvaava tunnusluku**

**Y = ympäristövahinkojen vakavuutta kuvaava tunnusluku**

**Todennäköisyys (T)**

- 1 = Hyvin epätodennäköinen; "tuskin sattuu laitoksen eliniän aikana"
- 2 = Epätodennäköinen; "on mahdollista, että sattuu laitoksen eliniän aikana"
- 3 = Lievästi todennäköinen; "sattuu muutamia kertoja laitoksen eliniän aikana"
- 4 = Melko todennäköinen; "voi sattua kerran vuodessa"
- 5 = Hyvin todennäköinen; "voi sattua useita kertoja vuodessa"

**Henkilövahingon vakavuus (H)**

- 1 = Yhden henkilön lievä vammautuminen
- 2 = Useamman henkilön lievä vammautuminen
- 3 = Yhden tai useamman henkilön vakava vamma
- 4 = Yhden henkilön kuolema, useita henkilöitä vaarassa
- 5 = Usean henkilön kuolema

**Omaisuusvahinkojen vakavuus (O)**

- 1 = Vahingot 0 - 10 000 €
- 2 = Vahingot 10 000 - 100 000 €
- 3 = Vahingot 100 000 - 500 000 €
- 4 = Vahingot 500 000 – 5 000 000 €
- 5 = Vahingot yli 5 000 000 €

**Ympäristövahinkojen vakavuus (Y)**

- 1 = Ei aiheuta ympäristölle haittaa
- 2 = Voi aiheuttaa vähäistä haittaa ympäristölle
- 3 = Voi aiheuttaa ympäristölle haittaa
- 4 = Aiheuttaa merkittävää haittaa ympäristölle
- 5 = Johtaa ympäristön pilaantumiseen

		Vh	Vo	Vy			Vh	Vo	Vy			
		2	1	1			2	1	1			
		Riskin suuruus			Riskin suuruus toimenpiteiden jälkeen							
		R = T <sub>x</sub> · (H <sub>x</sub> · Vh + O <sub>x</sub> · Vo + Y <sub>x</sub> · Vy)										
		Toimenpide-ehdotukset ja kommentit										
		Nykyinen varautuminen					Toimenpide-ehdotukset ja kommentit					
		L	H	O	A	R	L	H	O	A	R	
<b>Leijupetikattilan ympäristön suurimmat riskit</b>												
	Vaaraa aiheuttava tilanne / riski	Seuraukset	Nykyinen varautuminen									Katseleminen
	Kattilan ylikuumentuminen	Henkilövahingot, laitevauriot.	2	4	3	2	26					
	Leijupetikattilan likaantuminen	Tukokset, kattilakivi voi aiheuttaa kuivakiehuntasuojan toimimattomuuden.	3	1	2	2	18					
	Sähkökatkos	Arinalla oleva hiillos jää palamaan ilmavirtauksen takia. Mahdollinen häikäjähdys.	4	1	1	3	24					
	Putkirikko	Vuodon aiheuttamat painevaihtokset, palovammat. Korkeapaineisten höyryputkien vuodot ovat vaarallisia, koska höyry syrjäyttää ilman hapen.	4	2	1	1	24					
	Ilmapuhallin pysähtyy	Häikäjä ja muita vaarallisia kaasuja vuotaa hengitysilmaan.	2	4	2	3	26					
	Syöttöveden säätö viallinen	Vesi ei kierrä kattilassa.	2	4	3	2	26					
	Korroosio	Kattilanosien haurastuminen.	4	3	2	2	40					
	Sähköiskut	Henkilövahingot.	3	4	3	2	39					
	Palamisilman säädössä ongelma	Palamista ei pystytty hallitsemaan, tulipesän tuuletus ei onnistu, räjähdysvaara.	2	2	3	3	20					
	Leijumateriaali-liian karkea	Se ei leiju.	2	1	2	2	12					
	Happimittaukset vialliset	Palamisilman ja tulipesän lämpötilan säätö ei onnistu.	2	1	3	2	14					
	Paineilmavuodot	Kompressorin on toiminnassa liian usein.	3	1	2	2	18					
	Primääri-ilman säätö ei toimi	Arinaan alle ei tule leijutusilmaa.	2	1	2	2	12					
	Venttilien toiminta vikaantuu	Toimintahäiriöt.	4	1	2	2	24					
	Putoamiset	Henkilövahingot.	4	4	3	1	48					
	Kulkuesteet hätäpoistumistien kohdalla	Henkilövahingot, kuolema.	4	4	3	1	48					
			3	4	3	1	36					

		Vh	Vo	Vy		Vh	Vo	Vy															
		2	1	1		2	1	1															
		Riskin suuruus										Riskin suuruus toimenpiteiden jälkeen											
		$R = T_x (H_x V_h + O_x V_o + Y_x V_y)$																					
Vaaraa aiheuttava tilanne / riski		Nykyinen varautuminen										Toimenpide-ehdotukset ja kommentit											
Seuraukset																							
Vesipiiri uupuu leijupetikattilassa	Lämmönsiirto heikentyy, kiehuminen, ylikuumeneminen.	2	3	3	2	22																	
Leijupetikattilan palamisräjöt	Lämpötilamittarit. PID-säädöt.	2	2	2	3	18																	
Kuulovämät	Mielutaso suurimmillaan kattihuoneessa	5	3	2	1	45																	
Kattilan kuumat pinnat	Suojavaatteet, varoituskyltit, kuumien pintojen eristäminen ergonomian normin mukaisesti.	5	3	2	1	45																	
Puristusvaarat kuljettimissa	Henkilövahingot	3	4	3	1	36																	
Kuivinkiehuminen	Latevauriot, tulipalo	2	3	3	3	24																	
Kaasuräjähdyks	tulipalo, kattilaräjähdyks, kattilaputkien palaminen, kattilan sisösten voimakkaat muodonmuutokset	2	4	4	3	30																	
Kyttyrpallo varastosilossa	Henkilövahingot, laitevauriot	4	2	2	2	32																	
Tuuhkan käsittely	Palovämät	2	3	3	3	24																	
Kattilan polttimen käynnistyminen huollon yhteydessä	Savukaasujen aiheuttama tukehtumisvaara, palovämät, tulipalo.	2	4	3	2	26																	
Kiertokaasupuhalin ei toimi	Savukaasujen aiheuttama tukehtumisvaara.	2	3	3	2	22																	
	Savukaasun jäähtyminen alle rikin kaasteipteen, joka aiheuttaa rikkihapon kondensoitumista kanavistoon ja korroosiota. Jokinainen käynnistyskerta lisää tulipesäräjähdyksen vaaraa.	3	3	1	2	27																	
Laitteisto ei käynnisty	Välilämpösuodot	3	3	1	2	27																	
Laippatiivisteiden peltäminen	Henkilöstön perehdyttäminen, varoittaminen kuumista kohdista	4	3	2	1	36																	
	eristämättömät venttiilit, läpivientiputket ja laipat yms.	3	3	2	1	27																	

Katselmointi

		Vh	Vo	Vy				Vh	Vo	Vy					
		2	1	1				2	1	1					
		Riskin suuruus			Riskin suuruus			Riskin suuruus toimenpiteiden jälkeen							
		$R = T_x (H_x V_h + O_x V_o + Y_x V_y)$													
		Toimenpideehdotukset ja kommentit										Katselmuut			
		Seuraukset				Nykyinen varautuminen									
		Vaaraa aiheuttava tilanne / riski													
<b>Polttoaineen syöttö</b>															
<b>Hihnakuljetin</b>	Hihnakuljetimen sähkömoottorin syöttökaapeli rikoontuu	Syöttökaapeli saattaa vuotaa virtaa rakenteisiin, mahdollisuus sähköiskuun.	Pyörinävahti ei näytä arvoa.	3	4	2	3	39	Moottorin säännöllinen huolto.	3	4	2	3	39	JHU
	Hihnakuljetimen rullat ja muovimatto jääty talvella	Sähkomoottori jumittuu.	Hihnakuljetin otetaan aika-ajoin talvella sisälle sulamaan.	4	3	1	1	32	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
	Hihnakuljetimen rullaan jää vaatteet tai ruumiinosat kiinni	Vakavia vammoja henkilöille.	Kuljettimessa varoituskyltit ja käyttöhenkilöstön koulutus.	4	4	2	1	44	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
	Kolakuuljetimen vikaantuminen	Polttoaineen kulkeutuminen kattilalle loppuu tai sitä kertyy liikaa kattilan välisillalle.	Pyörinävahti ei näytä arvoa.	4	2	2	1	28	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
	Hihnakuljetimen moottoriin pääsee pienhiukkasia polttoaineesta tai kosteutta	Moottori vikaantuu.	Säännöllinen huolto.	3	2	2	1	21	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
<b>Tankopurkain</b>	Tankopurkain vikaantuu	Polttoaineen tasainen syöttö häiriintyy.	Ei varauduttu.	3	1	2	1	15	Säännöllinen huolto ja tankopurkaimen toiminnan tarkistus.	3	1	2	1	15	JHU
	Tankopurkaimen hydraulisynterien väliin jää ruumiinosia	Vakavia vammoja henkilöille.	Ohjeistus ja sääntöjen noudattaminen, paineen kasvaessa laite pysähtyy, mutta ei välittämättä estä vahinkoa syntymästä.	3	4	3	1	36	Varoituskyltti, mahdollinen suoja eteen, sylinterin kotelointi.	2	4	3	1	24	JHU
	Hydrauliikkaöljyt vuotavat ulos koneistosta	Ympäristövahinko, koneisto pysähtyy, vauriot.	Vakavia vammoja henkilöille.	3	2	3	2	27	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
	Hydrauliikkaöljylietkun liitin vikaantuu ja korkea paineista öljyä ruiskuaa ympäristöön	Vakavia henkilövahinkoja, ympäristövahinko.	Kone sijoitettu syrjempään, mutta silti mahdollista että öljyä roiskuu ihmisen päälle.	3	4	3	3	42	Varautuminen tilanteeseen mietittävä.						JHU
	Hydrauliikkaöljyn lämpötila- ja pinnankorkeusanturi vikaantuu	Laitteisto pysähtyy- häilyys.	Ei varauduttu.	3	1	1	2	15	Varautuminen tilanteeseen mietittävä.						JHU
	Hydrauliikkakonehuone pakastuu	Mikäli rajatetokyrkin yhtä aikaisesti vikaantuu, voi ylipaine aiheuttaa laitteelle vaurioita. Paineenmittauksen vikaantuessa voi syntyä hydrauliikkaketkuvuotoja.	Ohjelmassa on tietty arvo joiden sisällä sen pitäisi olla. Valvomoon ei kuitenkaan tule ilmoitusta tästä.	3	2	2	2	24	Antureiden arvojen seuraus.	3	2	2	2	24	JHU
	Moottori aiheuttaa meluhaittoja	Kuulovammat.	Ei varauduttu.	4	2	1	1	24	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
	Hydrauliikkakonehuone ylläpenee	Tulipalo.	Ei varauduttu.	3	3	3	2	33							JHU
	Hydrauliikkakonehuone pakastuu	Hydrauliikkaöljyn toiminta heikkenee.	Lämmitys hydrauliikkakonehuoneeseen.	3	1	2	1	15	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU









		Vh		Vo		Vy		Vh		Vo		Vy		
		L	E	O	A	L	E	O	A	L	E	O	A	
<b>Automaatio</b>														
(TU= kattilalaitoksen turvallisuuheen liittyvä automaatiojärjestelmä)														
Riskin suuruus (R= T <sub>1</sub> H <sub>1</sub> M <sub>1</sub> O <sub>1</sub> Vo <sub>1</sub> + Y <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> )														
Riskin suuruus toimenpiteiden jälkeen														
Katselmoit														
Tomempide-ehdotukset ja kommentit														
Nyyriinen varautuminen														
Seuraukset		3	4	3	3	42	4	3	3	28	4	3	3	28
Laitteet eivät hälytä tai toimi niin kuin pitäisi.	Laitteistosta käytetään käytännössä hyväksi havaittuja ja tunnettuja laitteita. Turvallisuuhele kriittisten laitteiden osalta on käytetty SIL-luokiteltuja laitteita. Lisäksi turvallisuuhele kriittiset järjestelmät on suunniteltu siten, että O-vesti esim. kaapelin katkeaminen) antaa automaattisesti hälytyksen.													
	hidas viestin kulku, turvatoiminto viivästyy.													
Turvatoimintojen toimintanopeudet eivät täytä niille asetettuja vaatimuksia	Korjataan ja päivitetään jatkuvasti. PI-haaviolta ja sähköpiirustuksia päivitetään jatkuvasti ja punakyniversioita pidetään lähtöksen sähköpiirustuksissa niin pitkään, ennen kuin ne on päivitetty ja korjattu uudella versiolle.													
Tomintojen laitteiden järjestelmien ja piirien merkinnät dokumenteissa, laitteissa ja asennuksessa ovat puutteellisia	Väärä kytkentä -> esim. sähköisiä tai laitteiden väärä toiminta (ajetaan ohjausta mutta ohjainakin vahingossa väärää laitea).													
		4	4	1	1	40	4	1	1	30	4	1	1	30
Turvatoimintojen toimintanopeudet eivät täytä niille asetettuja vaatimuksia	Laitteiston oikeanlaisuus otettu huomioon jo suunnittelussa.													
		3	4	3	3	42	4	3	3	28	4	3	3	28
Valvomoon ei saada hälytystä turvatoiminnon lauetessa	Muutunesta sähkökuvissa tulisi laitteiden oikeanlaisen toiminta tarkistaa aina, kun muutoksia on tehty. Tätä varten perustetaan valvomon kansioon taulukko, jonne merkitään muutuneet piirit. Lisäksi pitkässä jaksussa automaatioon pitäisi perustaa ohjelma, joka vaatii tarkistamaan laitteet muutoksen jälkeen ja huomauttaa, jos niitä yritetään ajaa ennen tarkistusta.													
		3	3	1	3	30	3	1	3					
Hälytyksiä ei huomata ajossa tai ollenkaan.	Hälytyksen aiheuttajat näkyvät valvomossa hälytyksitaivulla. Jokainen hälytyks tulee kulata ensiseen.													
		2	3	3	3	24	2	3	3					
Liekivalvontatiermostaatti ei tunnista liekkiä	Polttimessa optinen liekinvalvonta-anturi, joka pysäyttää polttimen mikäli se ei havaitse liekkiä. Automaatio piiripiirustuksessa tuulettaa tulipesän, mikäli liekkiä ei havaita.													
		2	3	3	3	24	2	3	3					
Kattilan kuivinkiehuuta	vaurot laitteistolle, pahimmillaan kattilan räjähdys.													
		2	3	3	3	24	2	3	3					
Tulipesässä ylipaine	Räjähdyks, tulipalo.													
Porttojärjestelmään laitealan lukitukset, jotka estävät laitteiden käynnistymisen ja sammutuksen väärässä järjestyksessä	Käyttö on ohjelmoitu niin, että estää mahdolliset virheet.													
		0	0	0	0	0	0	0	0					
Laitteauriot	Kattilan lähtevän veden purkeen on asennettu yksi kattilaveden alipainekytkin. Vedenpainin laskissa laukeaa kattilan turvapilri.													
		3	2	3	2	27	3	2	2					
Kattilan alipaine	Vesi ei kiertä kattilassa.													
		3	3	3	2	33	3	3	2					
Polttimien ylikuumeneminen	Polttimien jäädytyksiin asennettu ylipaineosuja													
		3	3	3	2	33	3	3	2					
Laitteauriot	Poltinruuviin pintaan asennettu lakapaliermostaatti, joka laukeaa polttimen turvapirrin jos nousut lämpötila kestää yli 3 minuuttia. Takapalossa ajetaan polttimuvu ruuvia eteenpäin, jotta kytevä tuli saadaan takaisin palopäähän. Leijupietkattilan polttoaineen syöttö on osalle puidotuspuitessa on takapalotiermostaatti, joka kastelee polttoaineen syöttösuussa, mikäli puidotuspuitteen lämpötila nousee liian omiaisuusahngot.													
		2	3	3	3	24	2	3	3					
Takapalo	Hälytyksen toimintatouue voi aiheuttaa henkilövahinkoja. Esimerkkitilanne: tulipalo sytty ja hälytykset eivät toimi, laitteet eivät pysäkydy hälytyksen kytekyssä päälle.													
		3	3	3	3	36	3	3	3					
Hälytyksen vaikutus järjestelmän toimintaan	Jäädytyspumppuun ja kattilaveden sekoituspumppuun.													
		3	3	3	3	36	3	3	3					







		Vh		Vo		Vy		Vh		Vo		Vy			
		L	I	H	O	A	S	L	H	O	A	S	L	H	O
<b>Yleiset vaarat</b>		Riskin suuruus $R = T_x \cdot H_x \cdot Vh + O_x \cdot Vo + Y_x \cdot Vy$												Riskin suuruus toimenpiteiden jälkeen	
Vaaraa aiheuttava tilanne / riski		Nykyinen varautuminen												Toimenpide-ehdotukset ja kommentit	
Seuraukset		Nykyinen varautuminen												Toimenpide-ehdotukset ja kommentit	
Portaat, tikapuut ja luiskat	Putoaminen tai kaatuminen -> Henkilövahingot, tulipalo. Työskennellessä kiireessä ja laiminlyödyssä turvallisuus- ja tultyöohjeita, eikä noudateta ongelma-kohtien sutsimiseksi laadittuja huolto-, kunnossapito- tai työtapaohjeistuksia tahi niihin liittyvät kokenut väki ei enää ohjeistaa esim. uusia harjoittelijoita tai opiskelijoita riittävästi, jotka taas rikkovat luotuja käytäntöjä.	4	2	2	1	1	1	28	Putoamisvaljaiden käyttö.	3	2	2	1	21	JHU
Kiire	Kierrätyspoltoaine voi sisältää sa rauuden aiheuttavia bakteereja ja viruksia. Lisäksi se voi olla homeessa ja sisältää sienikasvustoa.	5	5	4	4	4	4	90	Ottetava ulkopuolinen henkilö, joka tarkastaa laitoksen turvallisuutta ja toimintatapojen toimivuutta. Vastuutettava ongelma-kohtien korjaukset ja työtavan petraukset sekä niihin liittyvä dokumentaatio.	4	5	4	4	72	JHU
Tartuntavaara, esim. bakteerit ja virukset. Sienet, esim. home	Kierrätyspoltoaine voi sisältää sa rauuden aiheuttavia bakteereja ja viruksia. Lisäksi se voi olla homeessa ja sisältää sienikasvustoa.	3	3	2	2	2	2	30	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
Allergisia aiheuttavat kemikaalit	Tutkimuskeskuksesta löytyy kuumankestävää villaa, joka pölyää ja kuitaa sekä voi aiheuttaa allergisia reaktioita.	3	3	2	2	2	2	30	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
Viljo, leikkautumis- ja pistovaara	Terävät esineet, kolakuljetin, pyörivät moottorit, sulkusyöttimet.	3	3	2	2	2	2	30	Varoituskyltit.	3	3	2	2	30	JHU
Takertuminen liikkuvaan esineeseen	Venttiilien ja moottorien karat pyörivät, joihin saattaa hiukset tai vaatteet takertua.	3	4	2	2	2	2	36	Varoituskyltit.	3	4	2	2	36	JHU
Kaasut	Savukaasukanavista mahdollisesti hallitullaan vuotava häkä.	3	4	2	2	2	2	36	Asennettava halliin kaasunmittausjärjestelmä (olemassa), joka varoittaa haitallisia kaasusta 36 välikkyvillä valoilla.	3	4	2	2	36	JHU
Pöly ja kuidut	Polttoainejärjestelmistä sekä hiekan ja kalkkisyönnön järjestelmistä voi pinnoille kertyä hienojakoista pölyä.	3	2	1	2	2	2	21	Nykyinen varautuminen riittävä.						JHU
Koulutuksen ja opastuksen puuttuminen	Laitevauriot vääränlaisesta käytöstä, henkilövahingot.	4	3	2	2	2	2	40	Opastuskansio valvomoon, jossa ohjeet tutkimushallilla työskentelyyn ja työturvallisuuden noudattamiseen. Myös mahdollisesti työturvallisuuteen liittyvien videoiden tekeminen.	3	3	2	2	30	JHU
Henkitoimikaatio	Henkilövahingot, kun esimerkiksi ei tiedetä että joku on nuotamassa lahetta ja esim. kytketään virrat muualta huollettavaan laitteeseen tai laite käynnistetään muualta.	4	4	2	2	2	2	48	Ohjeituksen lisääminen, vastuuhenkilöt	3	4	2	2	36	JHU
Pyrolysoily	Roisheet, haju ärästyttää hengityselimistöä.	4	3	2	2	2	2	40	Pesukierro sovitettava tarkemmin.	3	3	2	2	30	JHU



## Työturvallisuusohjeet tutkimushallille

- Tutkimushallilla työskenneltäessä on käytettävä turvavarusteita, joihin kuuluu huomio-liivi/takki, kypärä, suojalasit sekä turvakengät.
- Pyrolyysiöljyn aiheuttaessa hengitysteitä ärsyttävää hajua hallille on käytettävä kaasunaamaria tai raitisilmamaskia.
- Kaasunaamareissa on käytettävä värillistä paksua suodatinpatruunaa sen tehokkuuden vuoksi.
- Kaasunaamarit on puhdistettava huolellisesti käytön jälkeen hygienian vuoksi sekä patruunat on vaihdettava säännöllisesti, jotta sienet tai virukset eivät jää pesimään niihin.  
→ Kaasunaamareiden sisäpinnat pyyhitään huolellisesti alkoholipitoisella nesteellä ja naamarit laitetaan takaisin omalle paikalleen.
- Iho- ja hengitystieoireista on ilmoitettava Jukka Huttuselle.
- Työvaatteet täytyy pestä säännöllisesti, jotta niihin ei jää kemikaalijäämiä  
→ Likaiset työvaatteet laitetaan suljettavaan Sakupen pussiin ja pussin täyttymisestä on ilmoitettava Kirsi Tukiaiselle.
- Kuulosuojaimia on käytettävä merkityillä alueilla.
- Kuumista pinnoista varoitetaan kylteillä.
- Korkealla työskennellessä käytettävä valjaita putoamisriskin vuoksi, tällöin ei saa työskennellä yksin!
- Valvomossa on kansiot laitteiden määräaikaistarkastuksille, joiden täytöstä huolehtiminen on tärkeää!
- Tulitöitä varten tulee aina olla tulitöiden valvojalta lupa!
- Tulityöohjeiden noudattaminen!
- Kertakäyttö- tai happohaalareiden käyttö, jos on tiedossa, että esimerkiksi pyrolyysiöljyä roiskuu työvaatteille.
- Nostoturvallisuuskoulutuksen käyneet henkilöt tekevät suuremmat nostot.
- Polttoainekonttiin ei saa mennä ilmoittamatta kellekään, tukehtumis- ja puristumisvaara!
- Hätäpoistumisteiden edustat pidettävä esteettömänä.
- Tutkimushalli tulee pitää mahdollisimman siistinä, jotta vältetään esimerkiksi kaatumisilta ja liukastumisilta.
- Tupakointi tutkimushallin sisällä ja sen läheisyydessä on kielletty!
- Ulkopuolisia henkilöitä ei saa tuoda hallille, ellei asiasta ole sovittu hallin vetovastuullisen kanssa ja heitä ei ole perehdytetty hallin riskeihin ja toimintatapoihin (pl. esittelijöiden kanssa hallilla kulkevat ryhmät)!