

SYSTEEMINEN NÄKÖKULMA
YDINVOIMALAITOKSEN
PALOTILANTEIDEN RISKITIETOISEEN
HALLINTAAN
Vuoden 2005 työraportti

Tilaaja: VYR



Julkinen	X	Rekisteröidään VTT:n tutkimusrekisteriin JURE:een	X
Luottamuksellinen	saakka / pysyvästi		
Sisäiseen käyttöön			
Raportin nimi SYSTEEMINEN NÄKÖKULMA YDINVOIMALAITOKSEN PALOTILANTEIDEN RISKITIETOISEEN HALLINTAAN Vuoden 2005 työraportti			
Toimeksiantaja/rahoittaja ja tilaus pvm/nro VYR, ad22/2004/SAF		Raportin numero VTT-R-06-00074	
Projektin nimi PRIS05/FIRE (Riskitietoinen palotilanteiden hallinta)		Suoritteen numero G5SU00818	
Laatija(t) Kristiina Hukki ja Jan-Erik Holmberg		Sivujen/ liitesivujen lukumäärä 23	
Avainsanat Palotilanteiden hallinta, ydinvoimalaitos, riskitietoinen toimintatapa, yhteistoiminta			
Tiivistelmä <p>Osatutkimuksessa jatkettiin ydinvoimalaitoksen palotilanteen riskitietoista hallintaa tukevan ja monialaista asiantuntemusta yhdistävän ryhmätyömenetelmän kehittämistä. Näkökulmaa laajennettiin valvomon ulkopuolelle ottamalla tarkastelun kohteeksi palotilanteen hallinta yhtenä kokonaisuutena, johon osallistuu useampia tahoja. Näitä tahoja ovat mm. valvomo, laitospalokunta, ulkopuolinen palokunta, vartiokeskus ja hätäkeskus. Tutkimuksessa kehitettiin systeeminen tapa, jolla voidaan analysoida palotilanteen hallintaa yhteistoiminnallisena kokonaisuutena riskin näkökulmasta. Tutkimus tehtiin yhteistyössä Loviisan ja Olkiluodon laitosten kanssa.</p> <p>Analyysitapaa sovellettiin hyödyntämällä asiantuntijoiden ryhmätyötä kummallakin laitoksella. Työryhmissä määriteltiin ensin tärkeimmät turvallisuuden ylläpitämiseen tähtäävät operatiiviset hallintatehtävät, jotka edellyttävät yhteistoimintaa. Tämän jälkeen tarkasteltiin toisaalta näiden tehtävien suorittamiseen liittyvää yhteistoimintaa ja toisaalta suorittamiseen liittyviä mahdollisia ongelmia. Analyysien pohjalta tehtiin alustavia huomioita yhteistoiminnallisista tekijöistä, jotka voivat vaikeuttaa tilanteen hallittavuutta ja siten lisätä turvallisuusriskiä. Ryhmätyöskentelyn päätteeksi järjestettiin laitosten yhteinen seminaari, jossa käsiteltiin palotilanteen hallintaan liittyviä ongelmia ja kehittämistarpeita.</p> <p>Tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväksi kehitettäessä laitoskohtaista konseptia palotilanteen riskitietoisestä hallinnasta. Tällaisesta konseptista on hyötyä laitoksille, koska se luo perustan ohjeistusta, koulutusta, työnjakoa ja paloilmoinjärjestelmää koskevan hallinnan integroidun tuen kehittämiseksi ja tukee myös laitoksen ja viranomaisen yhteistyötä.</p>			
Espoo 12.09.2006			
Teknologiapäällikkö		Tutkija /Erikoistutkija	Tarkastanut
Jakelu (asiakkaat ja VTT): SAFIR TR6, Olkiluodon ja Loviisan palotyöryhmän jäsenet, laitosten yhteisen palotilanteiden hallintaan liittyvän seminaarin (30.9.2005) osanottajat, VTT/TK105-arkisto			
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>			

Alkusanat

Osatutkimus on toinen vaihe tutkimusta ”Palotilanteiden riskitietoinen hallinta”, joka kuuluu osaprojektina kansalliseen ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusohjelmaan (SAFIR 2003-2006) sisältyvään projektiin ”Principles and Practices of Risk-Informed Safety Management” (PPRISMA). Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa tietoa, joka lisää ihmisen toiminnan luotettavuuden arviointimenetelmien realistisuutta ja josta on käytännön hyötyä laitosten paloturvallisuuden edistämiseksi. SAFIR-ohjelmasta on saatavissa lisätietoa osoitteessa <http://virtual.vtt.fi/safir/> Tutkimus tehtiin asiantuntijoiden ryhmätyötä hyödyntäen yhteistyössä Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten kanssa. Kiitokset kummankin laitoksen palotyöryhmien jäsenille.

Espoo, syyskuu, 2006

Tekijät

Sisällysluettelo

Alkusanat	2
1 Johdanto	4
2 Tavoitteet	6
3 Lähestymistapa	6
3.1 Asiantuntijayhteistyö	6
3.2 Palotilanteen hallinnan tarkastelutapa	7
4 Tulokset	8
4.1 Käsitteiden määrittely	8
4.1.1 Riski	8
4.1.2 Turvallisuustoiminto	9
4.1.3 Hallintatehtävä	9
4.1.4 Hallinta vaatimushierarkiana	10
4.1.5 Palotilanteen riskitietoinen hallinta	11
4.1.6 Palotilanteen hallittavuus	12
4.2 Yhteistoimintaa edellyttävien hallintatehtävien tunnistaminen	12
4.3 Hallintatehtävien analysointi	13
4.3.1 Analysoinnin periaatteet	13
4.3.2 Hallintatehtäväkohtaiset analyysit	14
4.4 Alustavia huomioita analyysien pohjalta	19
5 Tulosten tarkastelu	20
5.1 Tulosten käyttökelpoisuus	20
5.2 Tulosten sovellettavuus laitoksilla	21
5.3 Jatkotutkimuksen suuntaaminen	22
Lähdeviitteet	22

1 Johdanto

Tässä raportissa esiteltävä osatutkimus kuuluu osana monivaiheiseen tutkimukseen, jota on tehty Kansallisen ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusohjelman puitteissa. Edellisessä tutkimusohjelmassa (FINNUS 1999-2002) lähdettiin liikkeelle palotilanteen hallinnan ongelmia kartoittaneista laajoista haastatteluista, jotka tehtiin molemmilla laitoksilla (Hukki 2002). Käyttämällä haastattelujen avulla saatua tietoa lähtökohtana kehitettiin palotilanteen hallintaa koskeva ryhmätyömenetelmä, jonka avulla voidaan analysoida ja arvioida hallintaa. Menetelmä on tarkoitettu tukemaan palotilanteen hallintaan suoraan ja epäsuorasti liittyvien asiantuntijatahojen ryhmätyötä laitoksilla. Se tarjoaa monialaiselle ryhmätyölle menettelytavat ja yhteisen käsitteellisen välineen.

Menetelmän kehittämisen ensimmäisessä vaiheessa (Hukki & Holmberg 2003) luotiin yhteistyössä Fortumin Loviisan laitoksen asiantuntijoiden kanssa menetelmän olennainen elementti, geneerinen referenssimalli, joka kuvaa palon- ja prosessinhallintaa vuoropäällikön päätöksenteon näkökulmasta. Mallissa on määritelty vuoropäällikön tärkeimmät arviointitehtävät, kuvattu arviointiin liittyvät riskit ja vaikeudet ja esitetty alustava käsitys vuoropäällikön riskitietoisesta toimintatavasta. Riski käsitetään tässä laajassa merkityksessä siten, että se kattaa sydänvaurioriskin lisäksi henkilöturvallisuuteen, ympäristövahinkoihin, taloudellisiin vahinkoihin tms. liittyvät riskit. Toimintatapaa on tarkasteltu lähinnä tilanteen arvioinnin kannalta, mutta myös yhteistoiminta palo-organisaation kanssa on otettu jossain määrin huomioon. Käyttämällä mallia referenssinä voidaan tunnistaa yksittäisen palotilanteen hallinnan keskeisimmät vaatimukset ja muodostaa käsitys hallinnan tuen kehittämistarpeista.

Menetelmää voidaan käyttää hyväksi ohjeistuksen kehittämisessä ja tukemaan koulutusta simulaattorilla ja palo- ja pelastusharjoituksissa. Sen kehittämisprosessin aikana luotua paloskenaariota käytettiin pohjana Loviisan laitoksella v. 2002 pidetyssä palo- ja pelastusharjoituksessa.

Tutkimusta jatkettiin nykyisessä tutkimusohjelmassa (SAFIR 2003-2006). Menetelmän kehittämisen toisessa vaiheessa menetelmää sovellettiin uuteen paloskenaarioon Loviisassa v. 2003 (Hukki & Holmberg 2004a). Sovelluksen tavoitteena oli testata menetelmän toimivuutta ja saada lisää tietoa palotilanteen riskitietoisesta hallinnan laitoskohtaisista toimintavaatimuksista ja -edellytyksistä. Uutta paloskenaariota käytettiin simulaattoriajojen pohjana operaattorien koulutuksessa. Soveltaminen tehtiin asiantuntijoiden ryhmätyöhön perustuen.

Kolmannessa vaiheessa, v. 2004, menetelmää sovellettiin SAFIR-tutkimuksen ulkopuolella TVO:n Olkiluodon laitoksella (Hukki & Holmberg 2005). Referenssimalli päivitettiin Olkiluodon laitoksen olosuhteita vastaavaksi ja ryhmätyössä luotiin paloskenaario, jota käytettiin palo- ja pelastusharjoituksen pohjana.

Loviisan ja Olkiluodon laitoksilla tehty ryhmätyö ja harjoitusten havainnointi sekä harjoitusten jälkeen tehdyt haastattelut toivat esiin ongelmia palotilanteen hallinnassa. Näistä tärkeimpiä ovat seuraavat:

- vuoropäälliköllä ei ole riittävästi aikaa prosessin tilan seuraamiseen ja käsityksen muodostamiseen tilanteesta varsinkaan palotilanteen alkuvaiheessa
- valvomon palo-ohjeet ovat osin puutteellisia
- palokohteen jännitteettömäksi tekemiseen liittyvät hankaluudet

- palomiehillä ei ole riittävästi tietoa jännitteettömyyden prosessivaikutuksista
- valvomolla ei ole riittävästi tietoa kaapelireitteihin ja sähkönsyöttöihin liittyvistä redundansseista ja riippuvuuksista ja niiden turvallisuusmerkityksestä
- valvomon ja palo-organisaation väliseen kommunikaatioon liittyy vaikeuksia (kommunikaatiovälineet, tiedonvälitystapa)
- valvomolla ja palo-organisaatiolla ei ole riittävän yhtenäistä käsitystä hallinnan riskeistä ja keskeisistä vaatimuksista
- palo- ja pelastustointa koskevan ulkoistamisen vaikutuksiin ei ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota
- asiantuntijoiden yhteistyö hallinnan tuen kehittämässä ei ole riittävä

Useimmat edellä mainituista ongelmista ovat asioita, jotka liittyvät tavalla tai toisella vuorovaikutukseen ja sen merkityksen ymmärtämiseen. Tässä on kysymys eri muodoissa ilmenevästä vuorovaikutuksesta. Ensinnäkin on itse palotilanteen luonteeseen liittyvä funktionaalinen vuorovaikutus, johon kuuluvat palon vaikutukset huonetiloihin ja laitosta ohjaaviin järjestelmiin. Toinen vuorovaikutuksen muoto on hallintaan osallistuvien tahojen (valvomo, vartiokeskus, laitospalokunta, ulkopuoliset palokunnat) yhteistoiminta, joka tarkoittaa osapuolten kesken tapahtuvaa tiedon välittymistä ja työtehtävien koordinoitumista. Kolmas muoto on vuorovaikutus laitoksen kaiken sen asiantuntemuksen välillä, joka koskee palotilanteiden hallinnan kehittämistä.

Se, että vuorovaikutuksen merkitykseen ei ole kiinnitetty laitoksilla tarpeeksi huomiota, on johtanut siihen, että

- hallinnasta käytännössä vastaavilla osapuolilla ei ole yhtenäistä käsitystä palotilanteen hallinnan keskeisistä turvallisuusvaatimuksista
- osapuolilla ei ole tarpeeksi tietoa toistensa työstä ja sen tekemisen reunaehdoista.
- ohjeistus ja koulutus on laitoksilla monelta osin osapuolikohtaista

Tilanne heijastaa sitä, että palotilanteen hallintaa ei ole laitoksilla tarkasteltu riittävän kokonaisvaltaisesti. Hallinnan kehittämiseen osallistuvien tahojen yhteistyö ei ole ollut tarpeeksi systemaattista ja yhteistä konseptia siitä, mikä hallinnassa on kaikkein oleellisinta koko toimintakokonaisuuden kannalta, ei ole vielä kehitetty.

Tässä raportissa kuvataan v. 2005 tehty menetelmän kehittämisen neljäs vaihe. Näkökulmaa laajennettiin valvomon ulkopuolelle ottamalla tarkastelun piiriin myös muut tahot, joilla on osuutta palotilanteen hallintaan, kuten esim. palo-organisaatio, vartiokeskus ja hätäkeskus. Lähtökohdaksi otettiin pyrkimys tuottaa laitoksille tietoa palotilanteesta yhteistoiminnallisena kokonaisuutena. Tällainen tieto tukee yhteisen laitospäiväkohtaisen konseptin kehittämistä palotilanteen riskitietoiselle hallinnalle. Koska palotilanteiden hallintaan liittyvän eri alojen asiantuntemuksen yhdistäminen on yhteisen konseptin kehittämisen kannalta välttämätöntä, tutkimus tehtiin käyttäen entiseen tapaan hyväksi asiantuntijoiden ryhmätyötä. Yhteistyö toteutettiin nyt sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksen kanssa.

Raportti on tarkoitettu vastaamaan ydinvoimalaitosten ja niiden sidosryhmien tarpeisiin. Työn teoreettinen perustelu esitetään aiemmissa (Hukki & Holmberg 2004b, Holmberg & Hukki 2005) ja tekeillä olevissa julkaisuissa.

2 Tavoitteet

Tutkimuksen pitkän tähtäimen tavoitteena on kehittää ryhmätyömenetelmää luomalla asiantuntijayhteistyötä varten uusi käsitteellinen väline. Aiemmin kehitetyn, hallintaa vuoropäällikön näkökulmasta kuvaavan mallin rinnalle on tarkoitus luoda uusia referenssimalleja, jotka jäsentävät hallintaa yhteistoiminnallisena kokonaisuutena.

Vuoden 2005 osatutkimukselle asetettiin seuraavat tavoitteet:

- 1) Kehittää tapa, jolla voidaan analysoida palotilanteen hallintaa yhteistoiminnallisena kokonaisuutena riskin näkökulmasta.
- 2) Analysointitapaa käyttämällä
 - a) tunnistaa palotilanteen hallinnan tärkeimmät operatiiviset yhteistoimintaa edellyttävät vaatimukset
 - b) tehdä alustavia huomioita tekijöistä, jotka voivat vaikeuttaa näiden vaatimusten täyttämistä.

Uudet referenssimallit on tarkoitettu tukemaan laitoksilla palotilanteen riskitietoisien hallinnan laitoskohtaisen konseptin kehittämistä. Yhteinen konsepti luo perustan sellaisen hallinnan tuen kehittämiseksi, joka perustuu hallinnan yhteistoiminnallisen luonteen huomioon ottamiseen.

3 Lähestymistapa

3.1 Asiantuntijayhteistyö

Asiantuntijoiden ryhmätyötä hyödynnettiin vastaavalla tavalla kuin menetelmän kehittämisen aiemmissa vaiheissa, mutta ryhmätyöhön pyydettiin mukaan myös ulkopuolisten palokuntien edustajat Pelastuslaitokselta. Ryhmätyö toteutettiin laitoksilla kevään ja kesän 2005 aikana vaiheittain siten, että kokoontumisia järjestettiin Loviisassa ja Olkiluodossa.

Palotyöryhmiin osallistuttiin seuraavasti:

- Loviisan laitoksella
 - käyttö (vuoropäällikkö) 1
 - simulaattorikoulutus 1
 - laitoksen palo-organisaatio 1
 - ulkopuolinen palokunta 1
 - paloriskianalyysi 1
- Olkiluodon laitoksella
 - käyttö (vuoropäällikkö) 1
 - simulaattorikoulutus 2
 - laitoksen palo-organisaatio 2
 - ulkopuolinen palokunta 1
 - paloriskianalyysi 1

Lisäksi ryhmiin osallistuivat VTT:n tutkijat (tämän raportin tekijät), jotka toimivat ryhmätyön vetäjinä.

Ryhmätyön aikana pidettiin kokouksia, joissa palotilanteen hallintaa analysoitiin taulukoiden avulla. VTT:n tutkijat esittivät ensin alustavan käsityksen taulukointitavoista ja taulukoiden sisällöstä, minkä jälkeen muut ryhmien jäsenet osallistuivat taulukoiden käsittelyyn kokouksissa ja kommentoivat niitä kokousten välisinä aikoina.

Ryhmätyövaiheiden jälkeen järjestettiin laitosten yhteinen seminaari, jossa VTT:n tutkijat esittelivät ryhmätyön pohjalta syntyneet tulokset ja laitosten ja Pelastuslaitoksen edustajat pitivät puheenvuorot pyydetyistä aiheista. Esitysten pohjalta käytiin keskustelu palotilanteen hallinnan ongelmista ja kehittämistarpeista.

3.2 Palotilanteen hallinnan tarkastelutapa

Lähtökohtana palotilanteen hallinnan analysointitavan kehittämisessä oli pyrkimys määritellä käsite ”*palotilanteen riskitietoinen hallinta*” mahdollisimman konkreettisella tavalla ja käyttää konkretisoituja käsitteitä analyysin perustana. Konkretisoinnin perustana oli hallinnan vaatimusten käsitteellistäminen turvallisuuspohjaisen vaatimushierarkian avulla. Käsite ”*riski*” kytkettiin käytännön työtehtäviin tarkastelemalla hallintaa tavoitteiden ja niiden toteutettavuuteen vaikuttavien toimintatapojen näkökulmasta. Tarkastelu perustui käsitykseen hallinnasta operatiivisena toimintana, jonka tarkoitus on varmistaa laitoksen turvallisuudelle asetettujen perimmäisten tavoitteiden toteutuminen. Näiden tavoitteiden pohjalta määräytyvät turvallisuuden ylläpitämisen kannalta tärkeimmät operatiiviset tehtäväkokonaisuudet, joita kutsutaan tässä *keskeisiksi hallintatehtäviksi*. Niiden suorittaminen edellyttää riskit huomioon ottavia hallintatapoja. Osa hallintatehtävistä edellyttää myös hallintaan osallistuvien tahojen yhteistoimintaa. Koska hallinta on kokonaisuus, joka muodostuu osapuolten yhteistoiminnan tuloksena, yhteistoimintatavoilla on vaikutus siihen, miten hyvin hallintatehtävät pystytään suorittamaan. Tämän ajattelutavan mukaan yhteistoiminta nähdään hallinnan turvallisuuteen vaikuttavana osatekijänä.

Kehitettyssä analysointitavassa analyysin kohteena on palotilanteen yhteistoiminnallinen *hallittavuus*. Tämä tarkoittaa sitä, että hallintaa tarkastellaan *toimintaedellytysten* näkökulmasta, tunnistamalla hallittavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Hallittavuutta analysoidaan sekä *tilannekäsityksen muodostettavuuden* että *operatiivisten toimenpiteiden suoritettavuuden* kannalta. Näitä hallittavuuden aspekteja analysoidaan toisaalta osapuolten yhteistoiminnan ja toisaalta hallintaan liittyvien ongelmien näkökulmasta. Analyysin konkreettisena kohteena ovat edellä mainitut hallintatehtävät, joita tarkastellaan systeemisesti, yhteistoiminnallisina kokonaisuuksina.

Analyysissä *yhteistoiminta* nähdään hallintaan osallistuvien osapuolten keskinäisenä vuorovaikutuksena, joka perustuu osapuolten tehtävien välisiin kytkentöihin eli funktionaalisiin riippuvuuksiin. Osapuolten tehtäviä kutsutaan tässä osatehtäviksi. Yhteistoiminnan käsitteellistäminen osatehtävien kytkentymisen avulla on hyödyllistä, koska kytkennöillä on merkitystä hallittavuuden kannalta. Tapa, jolla hallinnan osapuolet ovat vuorovaikutuksessa, vaikuttaa siihen, minkälaiseksi ja milloin tilannekäsitys muodostuu ja saadaanko operatiiviset toimenpiteet tehdyksi ajoissa ja tarkoituksenmukaisella tavalla. Yhteistoimintaa tarkastellaan osatehtävien rajapintoihin liittyvinä *tiedollisina ja ajallisina riippuvuuksina*, jotka ilmenevät osapuolten välisinä tiedontarpeina ja tiedottamista ja toimenpiteiden suorittamista koskevinä ajoittamistarpeina ja aikarajoituksina.

Hallinnan *ongelmien* tarkastelu tarkoittaa hallintaan liittyvien mahdollisten *vaikeuksien* ja *uhkakuvien* tunnistamista. Niitä tarkastellaan hallittavuutta vaikeuttavina esteinä ja rajoituksina.

Suhteuttamalla yhteistoimintaa ja hallinnan ongelmia koskevat analyysit toisiinsa saadaan käsitys hallintatehtävien *hallittavuudesta* yhteistoiminnallisena kokonaisuutena. Tarkastelemalla, minkälaisia vaikeuksia ja uhkia tilannekäsityksen muodostamiseen ja operatiivisten toimenpiteiden suorittamiseen liittyy, saadaan käsitys tekijöistä, joilla voi olla merkitystä hallinnan turvallisuuden kannalta. Näiden tekijöiden tunnistaminen luo perustan hallinnan edellytysten kehittämiseksi tavalla, joka tukee hallintaa yhteistoiminnallisena kokonaisuutena.

Analysointitapaa sovellettiin laitoksille perustetuissa asiantuntijatyöryhmissä. Ryhmätyön hyödyntäminen perustui näkemykseen, jonka mukaan eri alojen asiantuntemuksen yhdistäminen on paras lähtökohta hallinnan vaatimusten ja niiden toteutettavuuden tarkastelulle kokonaisuuden näkökulmasta ja että ryhmätyön tuloksellisuuden kannalta on oleellista, että luodaan yhteisiä käsitteellisiä malleja kuvaamaan hallinnan vaatimuksia. Tällaiset mallit helpottavat erilaisten näkökulmien yhdistämistä ja havainnollistavat toiminta- ja yhteistoimintatapojen merkityksen osana kokonaisuutta. Samalla ne edistävät keskinäistä ymmärrystä ja riittävän yhtenäisen terminologian kehittämistä.

Tämän osatutkimuksen puitteissa hallintatehtäviä voitiin analysoida vasta alustavasti. Myöhemmin on tarkoitus tehdä perusteellisempia tarkasteluja hallittavuutta vaikeuttavien tekijöiden tunnistamiseksi.

Tutkimuksen tulokset esitetään luvussa 4 siten, että ensin esitellään palotilanteen riskitietoisien hallinnan konkretisoimiseksi tehty käsitteiden määrittely (luku 4.1). Seuraavaksi kuvataan ryhmätyössä tunnistetut, osapuolten yhteistoimintaa edellyttävät hallintatehtävät (luku 4.2). Tämän jälkeen kuvataan periaatteet, joilla hallintatehtäviä analysointiin yhteistoiminnallisina kokonaisuuksina (luku 4.3.1) ja esitetään lyhyet kuvaukset hallintatehtäväkohtaisista analyysistä (luku 4.3.2). Lopuksi esitetään alustavia huomioita tekijöistä, jotka vaikuttavat hallinnan turvallisuuteen (luku 4.4).

4 Tulokset

4.1 Käsitteiden määrittely

Käsitteillä ”riskitietoinen” ja ”hallinta” on väljä merkitys, joka riippuu asiayhteydestä. Osatutkimuksessa pidettiin tärkeänä antaa ilmaisulle ”palotilanteen riskitietoinen hallinta” mahdollisimman konkreettinen sisältö määrittelemällä se käsitteiden ”riski”, ”turvallisuustoiminto”, ”hallintatehtävä” ja ”toimintatapojen turvallisuusmerkitys” avulla.

4.1.1 Riski

Riski on määritelty negatiivinen tapahtuma, ja sen suuruus riippuu tapahtuman todennäköisyydestä ja vahinkojen suuruudesta (esim. rahamäärästä). Matemaattisesti riski kuvataan usein yhtälönä

Riski = Todennäköisyys * Seuraukset,

mikä voidaan tulkita siten, että riskiä voidaan pienentää pienentämällä tapahtuman todennäköisyyttä tai seurausten suuruutta.

Ydinvoimalaitoksen palotilanteeseen liittyvä riski on monitahoinen. Erityyppisten mahdollisten vahinkojen näkökulmasta riskejä ovat mm.:

- henkilövahingot
- ydinonnettomuus (reaktorisydämen vaurio)
- säteilyonnettomuus (muista kuin reaktorisydämen vauriosta johtuva säteilyonnettomuus)
- taloudelliset vahingot
- ympäristövahingot (muut kuin säteilystä johtuvat)
- imagovahingot.

Periaatteessa erilaiset vahingot voidaan yhteismitallistaa esimerkiksi taloudellisiksi vahingoiksi, mutta riskien tarkempi arvottaminen on epäolennainen palotilanteiden operatiivisessa hallinnassa. Olennaista palotilanteiden operatiivisessa hallinnassa on se, että voidaan joutua tekemään vahinkojen priorisointia. Esimerkiksi henkilövahinkoja pyritään välttämään lähes mihin hintaan hyvänsä, kun taas aineellisten (pelkästään taloudellisten) vahinkojen välttäminen on edelliseen tavoitteeseen nähden vähemmän tärkeä.

4.1.2 Turvallisuustoiminto

Ydinvoimalaitoksissa turvallisuustoiminnoilla tarkoitetaan turvallisuuden kannalta tärkeitä toimintoja, joiden tarkoituksena on ehkäistä häiriöiden ja onnettomuuksien syntyminen tai eteneminen tai lieventää onnettomuuksien seurauksia (YVL-1.0). Tässä tutkimuksessa turvallisuustoiminto on määritelty yleisemmin ja kytketty riskin käsitteeseen seuraavasti: Turvallisuustoiminto on tekninen tai organisatorinen funktio, jonka tarkoituksena on pienentää tietyn riskin todennäköisyyttä tai seurauksia (Harms-Ringdahl 1999).

Edellä lueteltuja riskejä vastaten palotilanteen hallinnan *yleisiksi turvallisuustoiminnoiksi* voidaan määritellä toiminnot, jotka tähtäävät

- henkilöturvallisuuden säilyttämiseen
- ydinturvallisuuden säilyttämiseen
- säteilyturvallisuuden säilyttämiseen
- omaisuuden suojeluun
- ympäristönsuojeluun
- imagovahinkojen välttämiseen.

Turvallisuustoiminnot kuvaavat tavoitteita, joihin pyritään palotilanteiden hallinnassa. Niillä on yhtymäkohtia ydinvoimaproessin hallintaa koskeviin kriittisiin turvallisuustoimintoihin (Corcoran et. al. 1981).

4.1.3 Hallintatehtävä

Turvallisuustoiminto on abstraktio, joka konkretisoituu teknisellä puolella laitoksen järjestelmien suorittamina toimintoina ja organisatorisella puolella ihmisten suorittamina tehtävinä. Tässä yhteydessä päähuomio on jälkimmäisessä.

Operatiivisia tehtäväkokonaisuuksia, joiden perimmäinen tarkoitus on turvallisuustoimintojen toteutuminen, kutsutaan tässä *hallintatehtäviksi*, jotka perustuvat ohjeistukseen, koulutukseen ja sovittuihin käytäntöihin ja joihin liittyy vastuunjako tehtävien suorittamisesta.

Hallintatehtävillä pyritään saamaan tilanne "hallintaan," kun palo on syttynyt. Niillä on keskinäisiä kytkentöjä. Ihmisten tekemät konkreettiset toimenpiteet voivat tähdätä samanaikaisesti useampaan tavoitteeseen, jolloin ne ovat osa useampaa turvallisuustoimintoa. Toisaalta tiettyyn tavoitteeseen tähtäävä toimenpide voi olla ristiriidassa jonkin toisen tavoitteen kanssa.

Palotilanteen hallinta ydinvoimalaitoksella edellyttää osapuolirajat ylittävää yhteistyötä. Hallintaan osallistuvien tahojen on yhdessä huolehdittava hallintatehtävän suorittamisesta. Tässä raportissa hallintatehtävällä tarkoitetaan tästä eteenpäin nimenomaan yhteistoimintaa edellyttävää hallintatehtävää.

Laitoksilla käytössä olevat palotilanteita koskevat ohjeet ja koulutus ovat pitkälti osapuolikohtaisia. Tässä kuvatut hallintatehtävät ovat ohjeistettavissa periaatteessa, mutta eivät kaikin osin, koska kaikki tilanteet eivät ole ohjeistettavissa. Tilanteisiin liittyy erityispiirteitä ja epävarmuuksia, mistä johtuen ohjeiden noudattaminen voi olla joskus vaikeaa. Hallintatehtävä voidaan myös suorittaa tai ajoittaa virheellisesti, jolloin voidaan pahentaa riskejä.

4.1.4 Hallinta vaatimushierarkiana

Palokuntia, valvomoa, vartiokeskusta ja hätäkeskusta koskevasta tiedonvälityksestä on laitoksilla osapuolikohtaiset ohjeet ja tehtävien keskinäinen jakautuminen on määritelty, mutta hallintaa ei ole tarkasteltu yhteistoiminnallisena kokonaisuutena.

Yhteistoimintatapojen roolia hallinnassa palotilanteen hallinnassa voidaan havainnollistaa kaavion avulla. Kuva 1 esittää näkemystä palotilanteen hallinnasta turvallisuus pohjaisena vaatimushierarkiana. Hierarkia ilmentää yhteistoiminnan turvallisuusmerkitystä hallintatehtävien suorittamisessa.



KUVA 1. Palotilanteen riskitietoisien hallinnan vaatimusten määräytyminen hallintaan osallistuvien osapuolten yhteistoiminnan näkökulmasta.

Abstraktien turvallisuustoimintojen toteuttaminen tapahtuu konkreettisten hallintatehtävien muodossa. Hallintatehtävien riskitietoinen toteuttaminen edellyttää toisaalta oikean käsityksen muodostamista tilanteesta ja toisaalta sitä, että operatiiviset toimenpiteet suoritetaan tilanteen kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla. Käsityksen muodostaminen edellyttää tietoa, jonka saamiseen voidaan tarvita muita osapuolia. Operatiivisten toimenpiteiden suorittaminen edellyttää osapuolten tehtäväsuorituksia. Koska tilannekäsityksen muodostuminen ja operatiivisten tehtävien suorittaminen ovat osapuolten yhteistoiminnan tulosta, myös yhteistoimintatapoihin kohdistuu vaatimuksia. Tämä merkitsee sitä, että tiedon pitäisi välittyä osapuolten kesken tavalla, joka mahdollistaa oikean käsityksen saamisen tilanteesta ja osapuolten vastuulla olevien suoritusten pitäisi koordinoitua keskenään tavalla, joka mahdollistaa oikea-aikaisen operatiivisen toiminnan ja eliminoi kohtalokkaita väärinkäsitykset.

4.1.5 Palotilanteen riskitietoinen hallinta

Palotilanteen ”riskitietoisella hallinnalla” tarkoitetaan tässä yhteydessä tilanteen *operatiivista* hallintaa, joka perustuu riskitietoisuuteen. Olennaista on tilanteeseen mahdollisesti liittyvien riskien tiedostaminen ja riskejä vähentävien toimintamahdollisuuksien tunnistaminen *tilanteen ollessa ”päällä.”* Toisissa yhteyksissä usein käytetty käsite ”riskienhallinta” ei ole sama asia, koska sillä ymmärretään yleisesti kaikkea (yrityksessä) tehtävää toimintaa riskien ja niistä aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi. Tämä ”riskienhallinta” voidaan nähdä operatiivisen riskitietoisesta tilanteen hallinnan tietyyntyyppisenä tukitoimena, joka luo osaltaan edellytykset operatiivisen riskienhallinnan onnistumiselle.

Edellä määritellyillä hallintatehtävillä on välitön yhteys tilanteeseen liittyviin riskeihin (henkilövahingot, ydinonnettomuus, jne.). Riskejä ”hallitaan” toisaalta niiden arvioinnin kautta ja toisaalta riskejä eliminoivien toimenpiteiden kautta. Riskien arvioinnissa pyritään tunnistamaan riski, priorisoimaan riskien välillä ja joskus jopa kvantifioimaan riskin suuruus. Riskin arviointi on yleensä riskin eliminointia edeltävä tehtävä ja toimii hallitun riskin eliminoinnin edellytyksenä. Esimerkiksi pelastustarpeen arviointi edeltää pelastustoimien toteutusta. Toisaalta riskien eliminointia saattaa seurata tarve arvioida, kuinka hyvin siinä on onnistuttu.

Laitoksilta edellytetään riskitietoista palotilanteiden hallintaa, mutta palotilanteita koskevissa yleisissä ohjeissa ja laitoskohtaisissa ohjeissa ja koulutuksessa on harvemmin määritelty, mitä se tarkoittaa konkreettisesti, suhteessa käytännön toimintaan.

Tässä osatutkimuksessa ”*riskitietoisuus*” kytketään hallinnan tavoitteisiin ja hallinnan yhteistoiminnallisen luonteen ymmärtämiseen. Määrittely on tehty suhteessa hallintatehtäviin ja käyttäen hyväksi edellä kuvattua vaatimushierarkiaa (kuva 1). *Riskitietoisuus* on tämän mukaisesti hallintatehtävien suorittamista koskevien hallinta- ja yhteistoimintatapojen turvallisuusmerkityksen *ymmärtämistä*. Määritelmästä seuraa perusvaatimus ymmärtää hallintatehtävien suorittamista koskevat keskeiset operatiiviset vaatimukset ja hallintatapojen ja yhteistoimintatapojen vaikutus näiden vaatimusten toteutettavuuteen.

”*Palotilanteiden riskitietoinen hallinta*” voidaan silloin nähdä *toimintatavaksi*, joka *perustuu* hallintatehtävien suorittamista koskevien hallinta- ja yhteistoimintatapojen turvallisuusmerkityksen ymmärtämiseen. Näin määriteltynä hallinnan riskitietoisuutta voidaan kulloisenkin tarpeen mukaan tarkastella eri laajuisesti, joko hallintatehtäväkohtaisesti, suhteessa useampaan hallintatehtävään tai hallintatehtävien muodostaman kokonaisuuden tasolla.

4.1.6 Palotilanteen hallittavuus

Edellisessä luvussa (4.1.5) määritellyn riskitietoisuuden saavuttaminen edellyttää käsityksen muodostamista hallinnasta yhteistoiminnallisena kokonaisuutena. Jotta pystytään hallintatehtäväkohtaisesti tunnistamaan konkreettisia kriteerejä riskitietoisille yhteistoimintatavoille, on ensin saatava kuva hallintatehtävän *hallittavuudesta*. Kahdesta rinnakkaisesta näkökulmasta katsottuna hallittavuus määritellään tässä sekä *tilannekäsityksen muodostettavuudeksi* että *operatiivisten toimenpiteiden suoritettavuudeksi*.

Näin määriteltynä hallittavuutta voidaan tarkastella yhteistoiminnalliselta kannalta, koska sekä tilannekäsityksen syntyminen että operatiiviset toimenpiteet ovat yhteistoimintaan perustuvia. Sama koskee hallintaan liittyvien ongelmien tarkastelua. Palotilanne muodostaa eri osapuolista koostuvalle toimijaverkostolle toimintaympäristön, joka asettaa toiminnalle vaatimuksia, mutta luo sille samalla esteitä ja rajoituksia. Esteet ja rajoitukset vaikuttavat siihen, millaiseksi hallittavuus muodostuu. Ne määritellään tässä *hallittavuutta vaikeuttaviksi tekijöiksi*. Näiden tekijöiden tunnistaminen on tärkeää, koska sitä kautta saadaan käsitys osapuolten realistisista *toimintaedellytyksistä*. Tämä taas mahdollistaa hallinnan tuen tarkoituksenmukaisen kehittämisen.

4.2 Yhteistoimintaa edellyttävien hallintatehtävien tunnistaminen

Hallintatehtävien tunnistaminen perustui asiantuntijoiden ryhmätyössä tehtyyn yhteiseen arvioon. Taustamateriaalina käytettiin aikaisempien tutkimusvaiheiden aikana tehtyjä taulukkomuotoisia kuvauksia, jotka on esitetty tutkimuksen aikana tehtyjen raporttien liitteinä. Näissä kuvauksissa palotilanteen hallintaa oli jäsennetty vuoropäällikön toiminnan näkökulmasta.

Tunnistamisen lähtökohtana olivat luvussa 4.1.2 määritellyt palotilanteen hallinnan yleiset turvallisuustoiminnot. Hallintatehtäviä pohdittiin toisaalta suhteessa niihin ja toisaalta suhteessa laitoksilla olevaan käytäntöön jaotella hallinta pelastustoimiin, palonhallintaan ja prosessinhallintaan. Pohdinta tuotti näiden kolmen pääkategorian rinnalle uuden kategorian, palon edellyttämien turvallisuustoimintojen käynnistämisen. Kunkin kategorian kohdalla tunnistettiin tärkeimmät siihen kuuluvat tehtävät, joista muodostui seuraavanlainen lista:

Palon edellyttämien turvallisuustoimintojen käynnistäminen

- Palohälytyksen aiheellisuuden varmistaminen
- Palokohteen tunnistaminen
- Hälytysten tekeminen

Pelastustoimet

- Pelastustarpeen selvittäminen
- Ensiapu
- Loukkaantuneiden saattaminen hoitoon
- Evakuointi

Palonhallinta

- Palon laajuuden ja leviämistavan arviointi
- Palon rajaaminen
- Laitoksen kriittisten kohteiden suojaaminen
- Sammutusresurssien arviointi, sammutustavan valinta
- Manuaalisten sammutusvälineiden käyttö (esim. käsisammutin)
- Automaattisten sammutusjärjestelmien käyttö (esim. hiilidioksidi, halotron ja sprinkleri)
- Sammutuksen etenemisen varmistaminen, esim. jatkuvuus savusukelluksessa
- Palomiesten työturvallisuuden varmistaminen
- Savun leviämisen hallinta, savun poisto
- Jälkivahinkojen välttäminen (savu-, vesi- ja lämpövahingot)
- Jälkivartiointi

Prosessinhallinta

- Laitoksen turvalliseen tilaan saattaminen ja pysyttäminen turallisessa tilassa, esim. alasajo kylmään sammutustilaan
- Muu laitoksen järjestelmien käyttö pelastustoimien ja palonhallinnan tueksi, esim. palokohteen jännitteettömäksi tekeminen

Tämän tehtävälistan pohjalta tunnistettiin ensin mitkä ovat palotilanteen luvussa 4.1.2 määriteltyjen turvallisuustoimintojen toteutumisen kannalta tärkeimmät tehtäväkokonaisuudet. Näitä kokonaisuuksia kutsutaan tässä palotilanteen *hallintatehtäviksi*. Tarkastelussa ei noudatettu perinteistä osapuolijakoa vaan hallintatehtävät tunnistettiin riippumatta siitä, osallistuuko niiden toteuttamiseen yksi vai useampi taho.

Tämän jälkeen tunnistettiin mitkä hallintatehtävistä ovat sellaisia, että niiden suorittaminen edellyttää osapuolten (palo-organisaation, valvomon, vartiokeskuksen ja hätäkeskuksen) yhteistoimintaa. Tärkeiksi *yhteistoiminnallisiksi* hallintatehtäviksi tunnistettiin seuraavat tehtävät:

1. palon edellyttämien turvallisuustoimintojen käynnistäminen
2. palokohteen jännitteettömäksi tekeminen
3. savuvahinkojen välttäminen
4. vesivahinkojen välttäminen.

4.3 Hallintatehtävien analysointi

4.3.1 Analysoinnin periaatteet

Tunnistetut hallintatehtävät (luku 4.2) otettiin ryhmätyössä yksitellen tarkastelun kohteeksi. Analysointi perustui luvussa 3.2 esiteltyyn ajattelutapaan. Hallintatehtävistä tehtiin ensin lyhyet yleiskuvaukset, minkä jälkeen laadittiin taulukot hallintatehtäväkohtaisia analyysejä varten (luottamuksellinen aineisto 2005). Kukin hallintatehtävä analysoitiin taulukoihin kerätyn tiedon perusteella seuraavista näkökulmista.

Määriteltiin kunkin hallintatehtävän suoritusvaiheet ja tunnistettiin kuhunkin suoritusvaiheeseen osallistuvat osapuolet, vastuun jakautuminen ja yhteistyötarpeet, ts. mihin osapuolet tarvitsevat toisiaan, miksi ja milloin.

Tunnistettiin minkälaista tilanteen arviointia hallintatehtävien suorittaminen vaatii, minkälaisen tiedon pohjalta tarvittava käsitys voidaan muodostaa ja miten tiedon tarpeet muodostuvat eri osapuolten kesken. Kunkin hallintatehtävän kohdalla tunnistettiin ensin tärkeimmät asiat, joista on saatava käsitys, jotta tehtävä voidaan suorittaa. Tämän jälkeen tunnistettiin olennainen tieto käsityksen saamiseksi ja kuka tietoa tarvitsee, mihin ja keneltä.

Tunnistettiin minkälaisia operatiivisia toimenpiteitä hallintatehtävän suorittaminen edellyttää. Operatiivisilla toimenpiteillä tarkoitetaan esim. järjestelmien käyttöä.

Kartoitettiin minkälaisia ongelmia hallintatehtävien suorittamiseen liittyy. Niitä taulukoitiin yleisluontoisen otsikon ”vaikeuksia ja uhkakuvia” alle. Vaikeudet voivat liittyä monenlaisiin asioihin, kuten tiedon saamiseen, laitteiden ja järjestelmien käytettävyyteen, henkilöresurssien saatavuuteen, jne. Uhkakuvilla tarkoitetaan hallinnan vaarantumista kuvaavia asioita, kuten turvallisuustoiminnon estyminen tai viivästyminen. Uhkakuviin liittyvät myös tehtäväkokonaisuuden suorittamisen epäonnistumisesta koituvat seuraukset, kuten henkilövahingot ja taloudelliset vahingot. Tunnistetut vaikeudet ja uhkakuvat ryhmiteltiin sen mukaan, liittyvätkö ne tilannekäsityksen muodostumiseen vai operatiivisten toimenpiteiden suorittamiseen.

4.3.2 Hallintatehtäväkohtaiset analyysit

Seuraavassa esitetään lyhyet kuvaukset hallintatehtävien 1 ja 2 analyyseistä, jotka olivat mielenkiintoisimpia ja käsiteltiin perusteellisimmin ryhmätöissä.

4.3.2.1 Hallintatehtävä 1: Palon edellyttämien turvallisuustoimintojen käynnistäminen

Yleiskuvaus

Hallintatehtävää suoritettaessa varmistetaan, mistä paloilmoitinjärjestelmän kautta tai muuta kautta tullut hälytys johtuu, jotta voidaan ryhtyä oikeisiin toimenpiteisiin. Hälytykseen pitää aina reagoida välittömästi, vaikka useimmiten on kysymys väärästä eikä palon aiheuttamasta hälytyksestä. Jos kysymyksessä on oikea palo, hälytetään myös ulkopuolinen palokunta paikalle. Tässä tapauksessa on syytä tehdä pikainen tilannearvio, jotta paikalle saadaan riittävä, mutta ei tarpeettoman suuri määrä sammutusyksiköitä. Tehtävän suorittaminen edellyttää nopeaa reagointia ja kommunikointia eri tahojen välillä.

Tavoitteet

- selvittää nopeasti
 - palohälytyksen aiheellisuus
 - hälytystarpeet
 - muut mahdolliset toimenpiteet tilanteen saattamiseksi hallintaan

Suoritusvaiheet

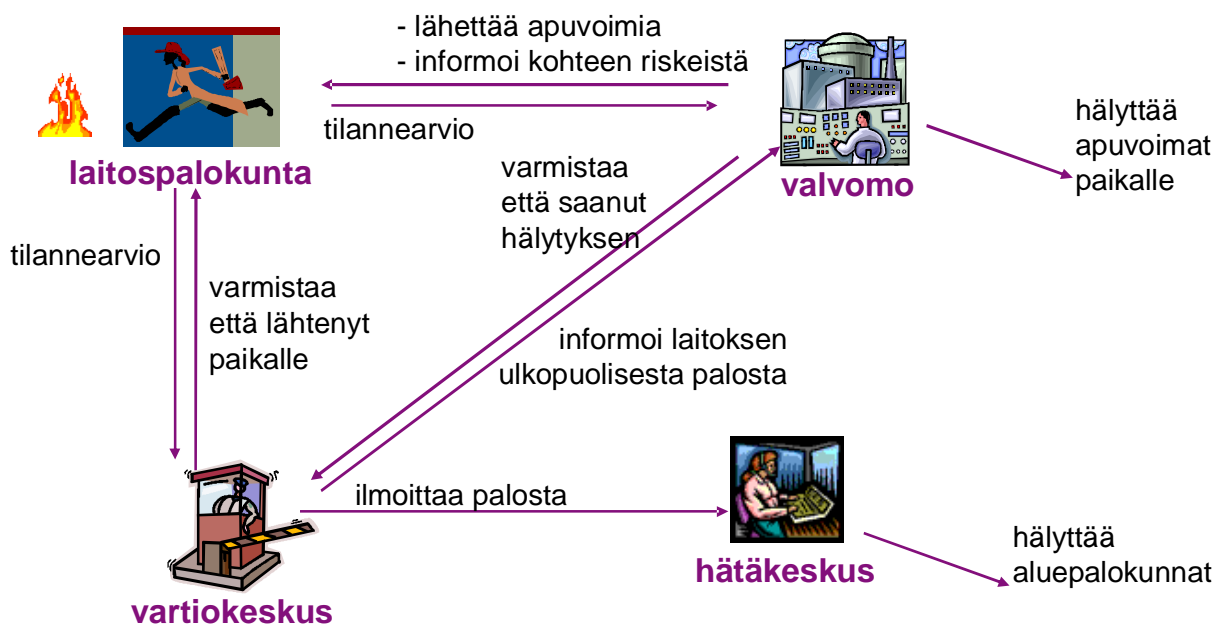
- hälytykseen reagointi
- palotilanteen ensiarviointi
- todellisen palon toteaminen ja siitä ilmoittaminen vartiokeskukseen
- ulkopuolisen palokunnan hälyttäminen
- mahdolliset lisähälytykset

Osapuolten yhteistoiminnalliset tehtävät

- laitospalokunta

- menee paikan päälle selvittämään tilanteen
- informoi muita tahoja tilanteesta
- vartiokeskus (VK)
 - vastaanottaa hälytyksen
 - varmistaa että laitospalokunta lähtenyt liikkeelle
 - ilmoittaa palosta hätäkeskukselle
- valvomo/sähkömiehet
 - varmistaa että vartiokeskus saanut hälytyksen (Olkiluoto)
 - lähettää oppaan paikalle (Olkiluoto)
 - lähettää sammutusryhmän paikalle (Loviisa)
- hätäkeskus
 - vastaanottaa laitokselta tulevan soiton
 - hälyttää hälytysvasteen mukaiset alueelliset palokunnat
- säteilyvalvonta
- ensiapuryhmä

Kuva 2 havainnollistaa osapuolten tehtävien muodostamaa verkostosta hallintatehtävän 1 suorittamisessa.



KUVA 2. Palon edellyttämien turvallisuustoimintojen käynnistäminen: osapuolten yhteistoiminta.

Mistä saatava käsitys

- onko hälytys aiheellinen?
 - saadaanko tieto puhelimitse? (henkilö soittaa)
 - onko silminäkijähavaintoa?
 - jos tieto saadaan paloilmoitinjärjestelmästä kuinka monesta ilmaisimesta hälytys tulee?
 - ovatko ilmaisimet toimintakuntoisia?
- minkälaisesta palosta on kysymys?
 - onko kysymys kehittyvästä palosta vai käryämisestä?
 - mitä palokuormia on huoneessa?

- mitä muita riskitekijöitä huoneessa voi olla (myrkykaasut, räjähtäviä aineita, palavat nesteet ja kaasut, säteilytaso, sähköturvallisuus)?
- mikä on lisäavun tarve?
 - voidaanko sammuttaa heti omin voimin?

Mahdollisia vaikeuksia ja uhkakuvia

Tilannekäsityksen muodostumista vaikeuttavia seikkoja:

- kommunikaatiojärjestelmien (radiopuhelin, VIRVE) toimimattomuus laitoksen sisällä
 - VIRVEN käyttökielto, jonka perustelua tulisi tarkentaa, vaikeuttaa olennaisesti kommunikaatiota laitoksen sisällä ja laitoksen freeset-sisäpuhelinverkolla ei saada yhteyttä ulkopuolisiin palokuntiin (Olkiluoto)
- syttymän havainnut henkilö
 - ei osaa paikallistaa paloa koska ei välttämättä tunne laitoksen rakennusten nimiä, tasokorkeuksia jne.
 - antaa paniikin vuoksi puutteellista tai virhelistä tietoa
 - soittaa vartiokeskukseen sisäisellä numerolla (ei 112)
 - soittaa ulkopuolisella puhelimella 112, jolloin soitto menee hätäkeskukseen, varmistaako hätäkeskus että laitospalokunta saanut hälytyksen?
- soiton vastaanottanut henkilö ei pysty suoraan selvittämään mistä puhelu tulee (missä syttymän havainnut henkilö on)
- savu laukaisee paloilmaisimen toisesta paikasta kuin missä palo on
- turbiinihallista puuttuu paloilmoitinjärjestelmä lähes koko alueelta, tuleeko automaattiseksi muutetun sprinklerjärjestelmän laukeamisesta tieto valvomoon (Loviisa)
- turbiinihallista puuttuu yleissprinklaus ja venttiilikeskukset ovat 1970-luvulta (Olkiluoto)
- palokohde paikassa jota ei päästä tarkastamaan
- etenkin seisokissa huoneiden ylimääräisten palokuormien selvittäminen voi olla hankalaa
- laitteiden sisältämistä voiteluöljymääristä ei löydy systemaattisesti tietoa

Operatiivisten tehtävien suorittamista vaikeuttavia seikkoja:

- palomiehet ovat suorittamassa muita tehtäviä
- ensimmäisenä paikalle saapuvalla henkilöllä ei ole riittävää suojaruustusta ja hän voi vaarantaa itsensä
- käyttömiehiä ei ole saatavilla sammutusryhmään tai oppaaksi
- säteilytason aiheuttamat rajoitukset valvotulla alueella
- lukitukset, kulunvalvonta

4.3.2.2 Hallintatehtävä 2: Palokohteen jännitteettömäksi tekeminen

Yleiskuvaus

Varmistetaan palomiesten työturvallisuus sammutustyössä ja se, etteivät mahdolliset oikosulut aja laitteita väärin tiloihin. Jännitetasokriteerinä pidetään yleensä kV-tason jännitteitä. Tehtävän suorittaminen vaatii yleensä sähkömiehen asiantuntemusta. Osin voidaan hoitaa valvomosta, mutta voi vaatia myös operaatioita mm. kytkinlaitoksella. Paikallisoperaatiot vaativat vähintään kahta miestä työturvallisuussyistä. Selvitettävä, mitä sähkökiskoja tai toimilaitteita pitää saada jännitteettömäksi ja miten ohjeita ja sähkökaavioita käytetään apuna. Arvioitava, mikä merkitys erotuksilla on turvatoimintojen käytettävyydelle. Kun tehtävä on suoritettu ja on varmistettu jännitteettömyydestä, ilmoitetaan asiasta palokunnalle. Palokunta voi kaivata väliaikatietoja tehtävän kestoajasta. Jos

jännitteettömyyden aikaansaaminen on vaikeaa tai jännitteettömyydestä on vaikea varmistua, on tästäkin informoitava palokuntaa, jotta voivat pohtia sopivaa sammutusstrategiaa.

Tavoitteet

- varmistaa palomiesten työturvallisuus sammutustyössä
- varmistaa, etteivät mahdolliset oikosulut aja laitteita väärin tiloihin
- pyrkiä aiheuttamaan mahdollisimman pieniä keskeytyksiä prosessin hallinnassa

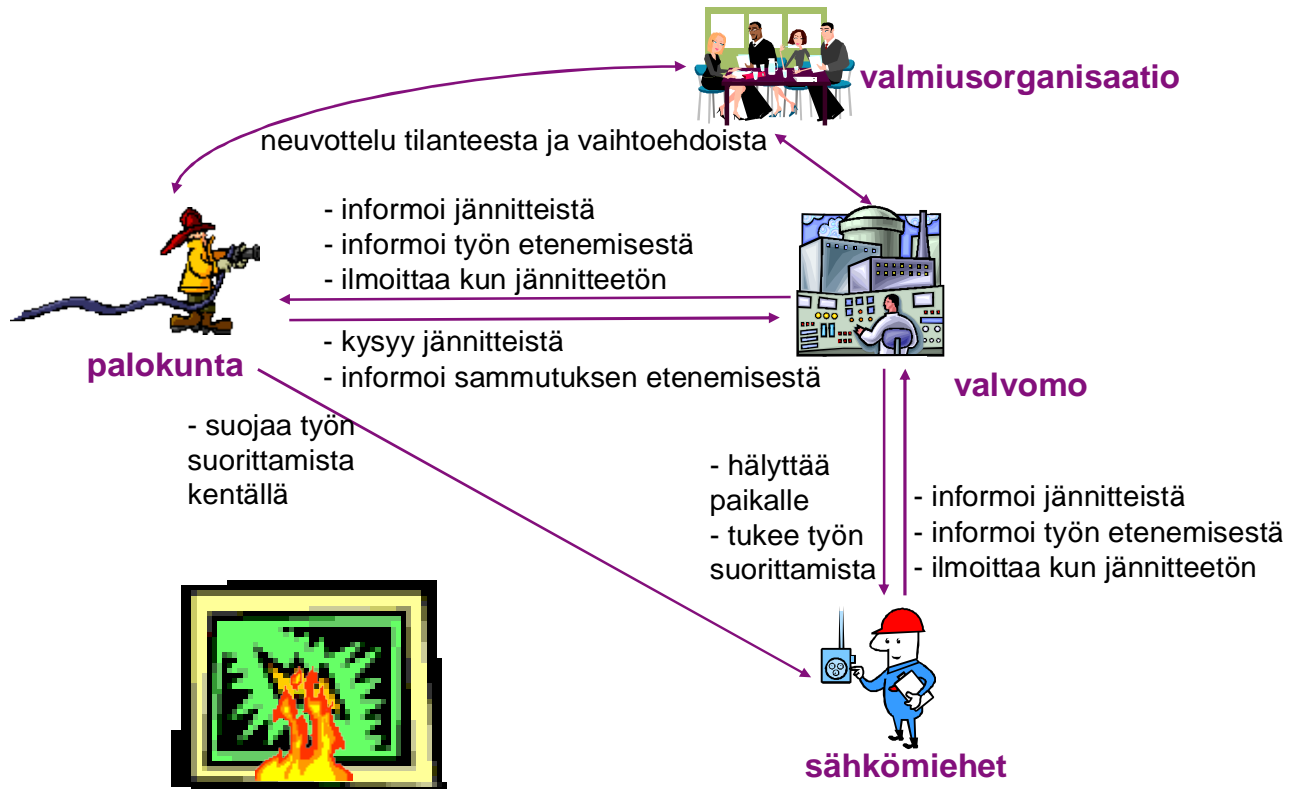
Suoritusvaiheet

- päätös jännitteettömäksi tekemisestä
- jännitteettömäksi tekeminen
- jännitteettömyyden varmistaminen
- mahdollinen laajempi erotus jännitteettömyyden takaamiseksi
- jatkotoimenpiteet jos jännitteettömyyttä ei pystytä takaamaan

Osapuolten yhteistoiminnalliset tehtävät

- palokunta
 - kysyy valvomolta palokohteen jännitteistä
 - arvioi sammutusvaihtoehtoja
- valvomo
 - selvittää palokohteen jännitteellisyuden
 - informoi palokuntaa jännitteistä, asiantuntija-apu
 - arvioi onko mahdollista tehdä jännitteettömäksi
 - hälyttää paikalle sähkömiehet
 - vastaa jännitteettömäksi tekemisen toimenpiteistä
 - informoi palokuntaa tilanteen etenemisestä
 - inrmoi palokuntaa kun huonetila on tehty jännitteettömäksi
- sähkömiehet
 - selvittävät miten sähköerotukset voidaan toteuttaa ja minkä verran siihen menee aikaa
 - toteuttavat ja varmentavat sähköerotukset ja informoivat muita tahoja tehtyään työn
- valmiusorganisaatio
 - neuvottelee tilanteesta ja vaihtoehtoista
 - antaa asiantuntija-apua

Kuva 3 havainnollistaa osapuolten tehtävien muodostamaa verkostosta hallintatehtävän 2 suorittamisessa.



KUVA 3. Palokohteen jännitteettömäksi tekeminen: osapuolten yhteistoiminta.

Mistä saatava käsitys

- onko jännitteettömäksi tekeminen tarpeellista?
 - mitä ohjeet sanovat?
 - mitä jännitteitä huonetilassa on?
 - millä tavoin palo voidaan sammuttaa?
 - mitä vaikutuksia jännitteettömäksi tekemisellä on prosessinhallinnan kannalta?
- voidaanko jännitteettömyys toteuttaa?
 - ketkä osaavat tehdä sen?
 - onko henkilöresursseja käytävissä?
 - onko riittävästi aikaa toteuttamiseen?
- voidaanko varmistua riittävästä jännitteettömyydestä?
 - miten varmistutaan?
 - onko kaapelireiteistä riittävästi tietoa saatavilla?
- mitkä ovat vaihtoehdot jos ei voida varmistua?
 - minkälaiset sammutusmahdollisuudet ovat? millä aineella ja menetelmällä?
 - voiko antaa palaa? rakenteiden kestävyys? prosessivaikutukset?

Mahdollisia vaikeuksia ja uhkakuvia

Tilannekäsityksen muodostumista vaikeuttavia seikkoja:

- ei ole välttämättä tietoa jännitetasoista eikä kaikista laitteista, puhumattakaan huoneessa olevista kaapeleista (valvomolla ei ole tietoa, sähkömiehet voivat selvittää viiveellä)
- tiedon saaminen kaapelireiteistä voi olla vaikeaa
 - tieto voi olla muodossa joka ei ole käyttökelpoista kenttäoloissa (Loviisa)
 - on olemassa kaapelitekanta mutta sen käyttäminen tähän tarkoitukseen vie aikaa

- kaikki eivät osaa käyttää kaapelitietokantaa
- jännitteettömyyden varmentaminen voi olla vaikeaa, voidaan antaa väärä tieto palokunnalle
- vedellä sammuttamiseen liittyvää henkilöriskiä vaikea arvioida (turvaetäisyyden kriteerit)
- laitosturvallisuusriskiä voi olla vaikea arvioida
 - jos ei sammuteta laitosturvallisuusriski kasvaa
 - palon pitkittyminen uhkaa rakenteita ja järjestelmiä

Operatiivisten tehtävien suorittamista vaikeuttavia seikkoja:

- ohjeistuksen mukainen jännitteettömäksi tekeminen voi viedä paljon aikaa sähkömiehiltä
- palo voi vaikeuttaa sähkömiesten työskentelyä jolloin vie enemmän aikaa
- sähkömiehiä ei ole välttämättä paikalla vaan pitää hälyttää paikalle, aikaa kuluu ajankohdasta riippuen
- jännitteettömäksi tekeminen
 - vie paljon aikaa
 - vie järjestelmiä, joita tarvitaan laitoksen saattamisessa turvalliseen tilaan tai turvallisessa tilassa pysyttämisessä
- jos tehtävä laajempi erotus
 - sähkömiesten työmäärä lisääntyy jolloin menee enemmän aikaa
 - menetetään ylimääräisiä prosessinhallintalaitteita
- palo aiheuttaa oikosulkuja, jotka ajavat laitteita epäedulliseen tilaan

4.4 Alustavia huomioita analyysien pohjalta

Edellä (luku 4.3.2) esitettyjen kuvausten perusteella on ilmeistä, että sen lisäksi, että analysoitaviksi valitut hallintatehtävät ovat yhteistoimintaa edellyttäviä, ne ovat myös yhteistoiminnallisesti vaativia. Monet hallintaan liittyvät ongelmat liittyvät asioihin, joissa on tavalla tai toisella kysymys hallinnan osapuolten välisestä vuorovaikutuksesta.

Hallintatehtävien tarkastelu yhteistoiminnallisina kokonaisuuksina havainnollistaa sitä, että toimijaverkko on laajempi kuin tahot, jotka ensimmäisinä tulevat mieleen hallinnan osapuolina. Esimerkiksi sähkömiehillä oleva asiantuntemus ja heidän tekemänsä operatiiviset toimenpiteet vaikuttavat olennaisella tavalla jännitteettömäksi tekemiseen, ja tavalla, jolla silminnäkijä kuvaa palokohdetta, voi olla suuri merkitys palon edellyttämien turvallisuustoimintojen käynnistämisen kannalta. Tahot toisaalta tarvitsevat ja toisaalta tukevat toisiaan, koska niiden tehtävien kytkeytyminen aiheuttaa tiedollisia ja ajallisia riippuvuuksia toimijoiden välille.

Palotilanteet voivat olla äärimmäisen hankalia tilanteen tulkitsemisen ja operatiivisen päätöksenteon kannalta, mikä asettaa suuria vaatimuksia yhteistoiminnalle. Erilaista asiantuntemusta edustavien osapuolten tehtävärajapinnat ovat kohtia, joihin voi liittyä turvallisuutta potentiaalisesti vaarantavia tekijöitä. Tämä johtuu mm. siitä, että osapuolten tietämys, ajattelutavat ja työkäytännöt eroavat toisistaan. Osapuolet ovat tottuneet hahmottamaan hallintaa vain omasta näkökulmastaan, mutta riskitietoinen yhteistoiminta edellyttäisi parempaa kokonaisuuden ymmärtämistä. Turvallisuuden varmistamiseksi tarvitaan systeemistä tietoa eli tietoa toimintakokonaisuuksista ja niihin sisältyvistä toiminnallisista ja yhteistoiminnallisista riippuvuuksista, koska niiden hahmottaminen helpottaa omien hallinta- ja yhteistoimintatapojen turvallisuusmerkityksen ymmärtämistä.

Yhteistoiminnan tukeminen tarjoamalla systeemistä tietoa ei kuitenkaan vielä riitä. Tarkoituksenmukaisen tuen kehittäminen edellyttää myös, että laitoksilla on tietoa tilanteen hallittavuutta vaikeuttavista tekijöistä, koska niiden tunnistaminen mahdollistaa realistisen käsityksen saamisen osapuolten toimintaedellytyksistä.

Hallintatehtävien 1 ja 2 hallittavuudesta saadaan alustava käsitys ryhmittelemällä niitä koskevat hallintaa vaikeuttavat tekijät erilaisiin tekijätyyppisiin:

Tilannekäsityksen muodostettavuus

- tietämys, joka osapuolella on ennestään (esim. valvomolla kaapelireiteistä)
- tarvittavan tiedon saatavuus palotilanteen aikana (esim. silminnäkijältä, sähkömiehiltä jne.)
- kommunikointivälineiden toimivuus
- tiedon välittyminen eri puolille, moniulotteinen viestintä, toiminnan ja päätöksenteon hajautuneisuus
- tilanteen aikana saadun tiedon
 - riittävyys
 - oikea-aikaisuus
 - luotettavuus
- henkilöturvallisuuteen ja laitosturvallisuuteen liittyvien riskien arvioinnin vaikeus
 - ennusteet tilanteen kehittymisestä

Operatiivisten toimenpiteiden suoritettavuus

- käytävissä oleva aika
- laitteiden ja järjestelmien käytettävyys
- henkilöressurssien riittävyys
- ulkopuolisen avun saatavuus (esim. sähkömiehet)
- opastuksen saatavuus kohteeseen menoa varten
- palokohteen saavutettavuus
- fyysiset olosuhteet suoritettaessa toimenpiteitä palokohteessa (työturvallisuusnäkökulma)

Jatkossa tarvitaan osapuolten toimintaedellytysten perusteellisempaa analysointia kaikkien tärkeimpien hallintatehtävien ja myös hallintatehtävien muodostaman kokonaisuuden osalta. Tämän pohjalta on mahdollista saada kokonaiskuva hallittavuudesta yhteistoiminnallisena kokonaisuutena, mikä puolestaan mahdollistaa kaikkia osapuolia koskevan hallinnan integroidun tuen kehittämisen laitoksilla.

5 Tulosten tarkastelu

5.1 Tulosten käyttökelpoisuus

Tutkimuksessa kehitettiin tapa, jolla voidaan analysoida palotilanteen hallintaa yhteistoiminnallisena kokonaisuutena riskin näkökulmasta. Analysointitapaa sovellettiin kummallekin laitokselle perustetuissa asiantuntijatyöryhmissä. Ryhmätyön pohjalta tunnistettiin hallintatehtäviksi kutsutut laitoksen turvallisuuden ylläpitämisen kannalta tärkeimmät operatiiviset tehtäväkokonaisuudet, jotka edellyttävät hallintaan osallistuvien osapuolten yhteistoimintaa. Lisäksi tarkasteltiin hallintatehtävien suorittamista yhteistoiminnan ja hallintaan liittyvien mahdollisten ongelmien näkökulmasta. Tarkastelun

perusteella tehtiin alustavia huomioita hallintaa yhteistoiminnallisena kokonaisuutena vaikeuttavista tekijöistä.

Kehitetty analysointitapa näyttäisi olevan tarkoitukseensa soveltuva, koska se

- ottaa huomioon palotilanteen hallinnan yhteistoiminnallisen luonteen tarkastelemalla hallintaa systeemisesti osapuolten vuorovaikutukseen perustuvana kokonaisuutena
- helpottaa tämän kokonaisuuden tarkastelua ottamalla analyysiyksiköiksi keskeiset yhteistoimintaa edellyttävät hallintatehtävät
- mahdollistaa hallintatehtävien suorittamiseen liittyvien turvallisuutta vaarantavien tekijöiden tunnistamisen
- vähentää käsitteen ”palotilanteen riskitietoinen hallinta” abstraktisuutta
 - määrittelemällä riskitietoisuuden hallinta- ja yhteistoimintatapojen turvallisuusmerkityksen ymmärtämiseksi
 - konkretisoimalla ja havainnollistamalla tämän merkityksen laitoksen turvallisuuden ylläpitoon perustuvan vaatimushierarkian ja osapuolten tehtävärajapintoihin liittyvien toiminnallisten riippuvuuksien avulla
- hyödyntää parasta eli laitoksilla olevaa omaa monialaista asiantuntemusta
- edistää asiantuntijoiden yhteistyötä laitoksilla

Ryhmätyö, jonka hyödyntämiseen tutkimus paljolti perustui, tuntui myös täyttävän hyvin tarkoituksensa. Laitoksilla toimineissa palotyöryhmissä nousi esiin asioita, jotka lisäsivät asiantuntijoiden tietoa oman alansa ulkopuolisista asioista, esim. valvomon edustajien tietoa palo-organisaation työtehtäviin liittyvistä reunaehdoista, ja päinvastoin. Myös ryhmätyöskentelyn päätteeksi järjestetty laitosten yhteinen seminaari, jossa keskusteltiin hallinnan ongelmista ja kehittämistarpeista, lisäsi tietoa palotilanteen hallinnasta kokonaisuutena. Seminaari koettiin tarpeelliseksi ja mielenkiintoiseksi ja vaikutelmaksi jäi, että osallistujien mielestä yhteistoimintaan kannattaisi kiinnittää enemmän huomiota laitoksilla.

5.2 Tulosten sovellettavuus laitoksilla

Koska yhteistoiminnalliset tekijät vaikuttavat palotilanteen hallittavuuteen ja ovat sen myötä potentiaalisia hallinnan riskejä lisääviä tekijöitä, olisi tärkeää, että niihin kiinnitettäisiin laitoksilla enemmän huomiota. Kummallakin laitoksella kannattaisi kehittää palotilanteen hallintaa koskeva konsepti, joka perustuisi laitoksen asiantuntijoiden yhteiseen käsitykseen hallinnan keskeisistä vaatimuksista ja toimintatapojen vaikutuksesta riskin muodostumiseen.

Kehitetty analysointitapa tarjoaa lähtökohdan *laitoskohtaisen turvallisuuskonseptin* kehittämiseksi. Analysoinnissa käytettyjen operatiivista toimintaa koskevien käsitteiden ”palotilanteen hallinnan yleiset turvallisuustoiminnot” ja ”keskeiset hallintatehtävät” samankaltaisuus prosessinhallintapuolen käsitteistöön nähden helpottaa konseptin kehittämistä.

Laitoskohtaisen turvallisuuskonseptin luominen tukee myös laitosten välistä yhteistyötä, koska palotilanteen hallintaa koskevat ongelmat ovat niissä pitkälti samankaltaisia ja konsepteja vertaamalla voidaan löytää uusia näkökohtia oman konseptin arviointiin ja kehittämiseen. Tämän lisäksi turvallisuuskonsepti helpottaa laitoksen ja viranomaisen vuorovaikutusta palotilanteiden hallintaan liittyvissä asioissa, koska se tarjoaa yhteisen käsitteellisen välineen turvallisuuskäsitteiden tarkasteluun.

Yhteisellä laitoskohtaisella konseptilla on merkitystä myös paloriskianalyyseihin (PSA) liittyville ihmisen toiminnan luotettavuuden arvioinneille (HRA), koska se luo sillan hallinnan ja sitä koskevien luotettavuustarkastelujen välille. Lähestymistavan soveltamista tälle alueelle on käsitelty alustavasti muussa yhteydessä (Holmberg & Hukki 2005).

Hallintaa vaikeuttavien yhteistoiminnallisten tekijöiden tunnistamisen ja vähentämisen edellytyksenä on, että hallintaa tuetaan kokonaisuuden näkökulmasta. Yhteinen turvallisuuskonsepti ottaa huomioon hallinnan yhteistoiminnallisen luonteen ja auttaa tunnistamaan yhteistoimintaan liittyviä kehittämistarpeita. Se luo perustan *hallinnan integroidun tuen* kehittämiseksi. Tämä tarkoittaa eri osapuolien ohjeistuksen ja koulutuksen riittävää päällekkäisyyttä ja työnjaon ja paloilmoitinjärjestelmän kehittämistä tavalla, joka tukee yhteistoimintaa. Yhteiseen turvallisuuskonseptiin perustuva integroitu tuki auttaa hallintaan osallistuvia ymmärtämään paremmin toimintatapojensa turvallisuusmerkityksen osana kokonaisuutta.

5.3 Jatkotutkimuksen suuntaaminen

Tässä raportissa kuvatus osatutkimuksen puitteissa oli mahdollista muodostaa vasta alustava käsitys palotilanteen hallittavuutta vaikeuttavista tekijöistä. Tutkimuksen pitkän tähtäimen tavoitteena on kehittää palotilanteiden hallinnan ryhmätyömenetelmää varten uusia käsitteellisiä välineitä, *geneerisiä referenssimalleja*, joiden tarkoitus on kuvata hallintaa yhteistoiminnallisena kokonaisuutena. Osatutkimuksessa kehitetty analysointitapa on ensimmäinen askel tällaisten mallien kehittämisessä.

Referenssimallien kehittäminen edellyttäisi asiantuntijoiden ryhmätyön jatkamista laitoksilla. Tässä raportissa esitellyssä osatutkimuksessa luodut taulukot (luottamuksellinen aineisto 2005) ovat käytettävissä ryhmätyön lähtökohtana ja tausta-aineistona. Hallintatehtävien tarkastelua yhteistoiminnallisina kokonaisuuksina voidaan kehittää pitemmälle muodostamalla kokonaisvaltainen käsitys hallittavuuden erityyppisistä edellytyksistä. Yhteistoimintaa voidaan analysoida tarkemmin tunnistamalla oleelliset päätöksenteko- ja kommunikointipisteet hallintatehtävien suorittamisessa ja tarkastelemalla näissä pisteissä tilannekäsityksen muodostamiseen ja operatiivisten toimenpiteiden suorittamiseen liittyviä esteitä ja rajoituksia. Näiden tarkastelujen avulla voidaan muodostaa käsitys hallittavuutta vaikeuttavien tekijöiden vaikutuksesta riskin muodostumiseen. Tämän pohjalta voidaan määritellä kriteereitä valvomon, palo-organisaation ja muiden tahojen toimintaedellytyksiä parantavan ja osapuolten toimintatapoja yhtenäistävän hallinnan tuen kehittämiseksi.

Referenssimallien kehittämisessä kannattaa luoda ensin hallintatehtäväkohtaiset mallit. Niiden keskinäisiä yhteyksiä tarkastelemalla voidaan kehittää yleisempi, hallintatehtävien muodostama kokonaisuutta koskeva malli. Nämä eritasoiset mallit luovat perustan laitoskohtaisen turvallisuuskonseptin kehittämiseksi.

Lähdeviitteet

Corcoran, W.R., Porter, N.J., Church, J.F., Cross, M.T. The Critical Safety Functions and Plant Operation. Nuclear Technology, Vol. 55, December 1981.

Harms-Ringdahl, L. 1999. Beskrivningar och modeller av säkerhetsfunktioner – en förstudie. SKI Rapport 99:35, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm, 36 s.

Holmberg, J., Hukki, K. Interdisciplinary Expert Collaboration Method (IECM) for Supporting Human Reliability Analysis in Fire PSA. In Proc. of International Topical Meeting on Probabilistic Safety Analysis (PSA 05), September 11-15, 2005, San Fransisco, California, American Nuclear Society, Inc., La Grange Park, Illinois, USA, 2005, ISBN 0-89448-690-X.

Hukki, K. 2002. Ydinvoimalaitosten palotilanteiden hallinta. Päätöksenteon ja yhteistoiminnan ongelmiin liittyviä näkökohtia. Hastattelututkimuksen työraportti TAU A010, VTT Automaatio, Espoo, 31s. + liite 6s.

Hukki, K., Holmberg, J.-E. 2003. Palotilanteiden hallinta ydinvoimalaitoksella. Valvomon toimintaedellytysten kehittämistä tukeva analysointi- ja arviointimenetelmä. Tutkimusraportti BTUO62-021090, VTT Tuotteet ja tuotanto, Espoo, 28 s. + liite 15 s.

Hukki, K., Holmberg, J.-E. 2004a. Palotilanteiden hallinta ydinvoimalaitoksella. Hallinnan analysointi- ja arviointimenetelmän soveltaminen uuteen paloskenaarioon. Tutkimusraportti BTUO62-041214, VTT Tuotteet ja tuotanto, Espoo, 17 s. + liite 14 s.

Hukki, K., Holmberg, J.-E. 2004b. Development of Management of Nuclear Power Plant Fire Situations. In C. Spitzer, U. Schmocker, V.N. Dang (eds.), Probabilistic Safety Assessment and Management 2004. Proceedings of the Probabilistic Safety Assessment and Management Conference PSAM 7 – ESREL '04, Berlin, Germany, June 14-18, 2004, Springer-Verlag London Ltd. 7 p.

Hukki, K., Holmberg, J.-E. 2005 Palotilanteiden hallinnan riskitietoinen kehittäminen. Hallinnan analysointi- ja arviointimenetelmän soveltaminen Olkiluodon laitoksella. Luottamuksellinen tutkimusraportti TUO62-055305, VTT Tuotteet ja tuotanto, Espoo, 32s. + liite 20s.

Yhteistoimintaa edellyttävät hallintatehtävät palotilanteen hallinnassa, Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten palotyöryhmien käyttöön tarkoitettu luottamuksellinen aineisto, 2005.

YVL-1.0. 1996. Ydinvoimalaitosten suunnittelussa käytettävät turvallisuusperiaatteet. Säteilyturvakeskus, Helsinki.