



Aineisto laitoksen elinkaaren riskianalyysi- ja prosessiturvallisuuskoulutukseen

Toteutettu Työsuojelurahaston tuella.

Julkinen	X	Rekisteröidään VTT:n tutkimusrekisteriin JURE:een	X
Luottamuksellinen	saakka / pysyvästi		
Sisäiseen käyttöön			
Raportin nimi Aineisto laitoksen elinkaaren riskianalyysi- ja prosessiturvallisuuskoulutukseen			
Toimeksiantaja/rahoittaja ja tilaus pvm/nro Työsuojelurahasto (päättönumero 101303)		Raportin numero BTUO44-021091	
Projektin nimi Aineisto laitoksen elinkaaren riskianalyysi- ja prosessiturvallisuuskoulutukseen		Suorituksen numero G1SU00792	
Laatija(t) Anna-Mari Heikkilä, Yngve Malmén ja Matti Maskuniitty		Sivujen/ liitesivujen lukumäärä 9 / 6	
Avainsanat ALARP, koulutusaineisto, riskianalyysikoulutus, prosessiturvallisuuskoulutus, prosessikehitys, prosessisuunnittelu, laitoksen käyttöönotto, käyttö ja kunnossapito, turvallisuusjohtaminen, prosessiautomaation turvallisuus			
Tiivistelmä <p>Prosessiteollisuudessa turvallisuusvastuu on nykyisin vahvasti linjaorganisaatiolla. Yrityksiin joudutaan lähivuosina palkkaamaan runsaasti uutta työvoimaa. Heille annettava prosessiturvallisuustieto tulee suurelta osin olemaan vastavalittujen esimiesten vastuulla, sillä nykyisin asiantuntija- ja esimiestehtävissä olevia henkilöitä siirtyy runsaasti joko eläkkeelle tai uusiin tehtäviin organisaatiossa. Suuri osa uusista prosessien kehittäjistä, laitos- ja laitesuunnittelijoista sekä käyttö- ja kunnossapitopäälliköistä on vielä opiskelijoina korkeakoulusamme.</p> <p>Hankkeessa laadittiin prosessiturvallisuutta koskeva koulutusaineisto korkeakoulujen käyttöön. Perinteisistä opetustyyleistä poiketen laaditun kurssiaineiston rakenteeksi on valittu uudenlainen, prosessilaitoksen elinkaareen sidottu ja ongelmanratkaisuun perustuva lähestymistapa. Opetus etenee prosessin kehityksestä laitoksen suunnittelun kautta käyttö- ja kunnossapitotehtäviin asti. Näin saadaan luontevasti mm. riskianalyysimenetelmät ja prosesseihin liittyvät työturvallisuusnäkökulmat mukaan opetukseen. Merkittävänä hyötynä saadaan parannettua Suomen prosessilaitosten turvallisuusjohtamista, koska tulevaisuudessa suurimmalla osalla linjaorganisaatiossa ja muissa keskeisissä tehtävissä toimivilla teknisillä toimihenkilöillä olisi aineiston antamat perustiedot riskianalyyseistä ja prosessiturvallisuudesta.</p> <p>Aineisto testattiin Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa, josta valmistuu sekä prosessi-insinöörejä että automaatio-insinöörejä. ALARP-aineisto on tarkoitettu kaikkien prosessiturvallisuutta opettavien henkilöiden käyttöön.</p>			
Tampere 20.12.2002			
Perttu Heino Tutkimuspäällikkö		Anna-Mari Heikkilä Tutkija	
		Tarkastanut	
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>			

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

 Tekniikankatu 1
 PL 1306, 33101 Tampere

 Puh. (03) 316 3111
 Faksi (03) 316 3282

 etunimi.sukunimi@vtt.fi
 www.vtt.fi/tuo
 Y-tunnus 0244679-4

Alkusanat

Aineisto LAitoksen elinkaaren Riskianalyysi- ja Prosessiturvallisuuskoulutukseen (ALARP) on laadittu vuoden 2002 aikana Työsuojelurahaston rahoittamassa hankkeessa nro 101303. Aineiston laatimisesta vastasi VTT Tuotteet ja tuotanto -yksikön käyttövarmuuden ja riskienhallinnan tutkimusalue. Aineiston pilotointi tapahtui keväällä 2002 Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa.

Aineistossa esitellään prosessilaitoksen turvallisuuden varmistamiseen liittyviä menettelyitä ja toimenpiteitä, joita voidaan käyttää laitoksen elinkaaren eri vaiheissa. Aineisto kattaa laitoksen elinkaaren kemikaalin valmistusprosessin kehitystyöstä ja laitossuunnittelusta kehitetyn prosessin "istuttamiseen" olemassa olevaan tuotantolaitokseen, siinä tarvittavien muutosten suunnitteluun sekä muutetun prosessilaitoksen käyttöön ja kunnossapitoon. ALARP-aineisto on tarkoitettu kaikkien prosessiturvallisuutta opettavien henkilöiden käyttöön. Aineiston perusteella annettavan koulutuksen toivomme parantavan pitkällä tähtäimellä Suomen prosessilaitosten turvallisuusjohtamista.

Hanketta valvoi johtoryhmä, johon kuuluivat

- Hannu Alén, sosiaali- ja terveysministeriö
- Kenneth Johansson, Vahinkovakuutusosakeyhtiö Pohjola
- Aimo Kastinen, Kemianteollisuus ry
- Raija Koivisto, VTT Tuotteet ja tuotanto
- Peter Rehnström, Työsuojelurahasto
- Ilkka Turunen, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu.

Hankkeen sisällöllisen kehityksen tukena toimi ohjausryhmä, johon kuuluivat

- professori Markku Hurme, Teknillinen korkeakoulu
- professori Ilkka Turunen, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu
- professori Seppo Väyrynen, Oulun yliopisto
- operatiivinen päällikkö Antti Vuori, Kemira Oyj.

Kiitämme johtoryhmää ja ohjausryhmää heidän arvokkaista kommentistaan, jotka tukivat hankkeen edistymistä sen eri vaiheissa.

Haluamme myös kiittää kaikkia niitä kollegoita ja yhteistyötahoja, jotka ovat luovuttaneet materiaaliaan käyttöömme. Toteutettu ajatus yhden prosessin seuraamisesta ideasta valmiiksi tehdasprosessiksi ei olisi ollut mahdollista ilman Kemira Fine Chemicals Oy:n käyttöömme antamia prosessi- ja laitostietoja. Lisäksi kiitämme kaikkia niitä opiskelijoita, jotka ovat seuranneet opetusta ja antaneet kannustavaa kritiikkiä aineiston parantamiseksi.

VTT Tuotteet ja tuotannossa erityiskiitokset kuuluvat Jari Schabelille, joka on luonut aineiston ulkonäön ja työstänyt aineiston levitysmuotoonsa, sekä Minna Nissilälle ja Merja Majaselle, jotka ovat oikolukeneet aineiston.

Tampere, 20.12.2002

Tekijät

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Tavoite	4
3	Tehtävät ja menetelmät.....	5
4	Tulokset.....	6
5	Tiedotus ja muu hyödyntäminen	8
6	Pohdinta ja johtopäätökset	9
	Liite 1: ALARP-aineiston sisältö.....	10

1 Johdanto

Turvallisuustarkasteluihin keskittyviä henkilöitä on prosessiteollisuudessa entistä vähemmän mm. siitä syystä, että turvallisuusvastuu on nykyisin vahvasti linjaorganisaatiolla. Oman haasteensa tuo se, että samalla suuri osa nykyisistä prosessiturvallisuuden ammattilaisista lähtee lähivuosina eläkkeelle tai siirtyy konsernien sisällä uusiin tehtäviin. Prosessiteollisuuden joudutaankin lähivuosina palkkaamaan runsaasti uutta työvoimaa myös esimiesasemiin. Esimerkiksi Kemianteollisuus ry esitti vuoden 2000 Kemiapäivillä arvion, että kemianteollisuus tarvitsee noin 15000 uutta koulutettua, osaavaa ammattilaista vuoteen 2010 mennessä. Ääriesimerkkinä Metalliteollisuus ry:n jäsenyrityksistä mainittakoon Outokumpu Zink Oy, jonka Kokkolan tehtaalle joudutaan palkkaamaan jopa 500 uutta työntekijää vuoteen 2010 mennessä. Näin uusien työntekijöiden prosessiturvallisuustietous on suurelta osin vastavaltitujen esimiesten vastuulla. Suuri osa heistä on vielä opiskelijoina korkeakouluissamme.

Prosessiteollisuuden työturvallisuuden parantamiseksi yrityksiin – ja myös esimerkiksi VTT:lle ja oppilaitoksiin – tarvitaan lisää prosessi- ja automaatioinsinöörejä sekä kemistejä, joilla on hyvä prosessiturvallisuusosaaminen. Prosessiturvallisuuteen liittyvä koulutus on kuitenkin Suomessa varsin vähäistä ja hajanaista.

Tapaturmavakuutuslaitostenliiton (TVL) työturvallisuusvaliokunta aloitti esiselvitystyön lähestymällä kirjeitse prosessi-insinöörejä kouluttavien korkeakoulujen rehtoreita. Oppilaitokset olivat Teknillinen korkeakoulu (TKK), Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu (LTKK), Tampereen teknillinen korkeakoulu (TTKK), Oulun yliopisto (OY) ja Åbo Akademi (ÅA). Näistä oppilaitoksista TTKK järjestää ainoana laajasti turvallisuuskoulutusta, mutta sieltä valmistuneilla diplomi-insinööreillä ei yleensä ole riittävää prosessiosaamista, jotta he sijoituisivat prosessiteollisuuden kehitys-, suunnittelu-, käyttö- ja kunnossapitotehtäviin. Peruskoulutuksen ulkopuolella prosessiturvallisuuden eri osa-alueita käsitteleviä koulutustilaisuuksia ovat järjestäneet mm. AEL, vakuutusyhtiöt ja Suomen Riskianalyysiseura. Lisäksi työsuojelupäälliköille on omat kurssinsa, mutta näitä ei ole suunnattu tehtailla muissa tehtävissä toimiville.

Ensimmäiseksi vaiheeksi prosessiturvallisuuden koulutuksen kehittämiseksi toteutettiin uuden prosessiturvallisuuskoulutusaineiston kehittäminen. Aineiston perusteella pidettävä kurssi on tarkoitettu pääasiassa yliopistojen ja korkeakoulujen ylempien vuosikurssien opiskelijoille. Aineisto rakennettiin sellaiseksi, että se pienin muutoksin palvelee myös mahdollisia yritys-edustajille ja ammattikorkeakouluopiskelijoille suunnattuja kursseja. Lisäksi koulutusaineistoa ja siitä saatuja kokemuksia voidaan hyödyntää alempien koulutusasteiden opetuksen kehittämiseksi ja opetushenkilökunnan koulutuksessa.

2 Tavoite

Hankkeen tavoitteena oli laatia prosessiturvallisuutta koskeva koulutusaineisto korkeakoulujen käyttöön. Aineisto testattiin Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa, josta valmistuu sekä prosessi-insinöörejä että automaatioinsinöörejä. Tavoitteena oli prosessiteollisuuden suunnittelu-, käyttö- ja kunnossapitotehtävissä tulevaisuudessa toimivien henkilöiden turvallisuusosaamisen lisääminen kehittämällä korkeakoulujen ja yliopistojen kanssa prosessiturvallisuuden opetusaineisto, joka sisältää myös muut keskeisimmät työturvallisuusasiat.

Merkittävänä hyötynä saadaan parannettua Suomen prosessilaitosten turvallisuusjohtamista, koska tulevaisuudessa suurimmalla osalla linjaorganisaatioissa ja muissa keskeisissä tehtävissä toimivilla teknisillä toimihenkilöillä olisi aineiston antamat perustiedot riskianalyyseistä ja prosessiturvallisuudesta. Turvallisuusjohtamisen paraneminen näkyy onnettomuuksien ja käyttöhäiriöiden vähenemisenä ja laitosten parempana tuottavuutena sekä turvallisuuskulttuurin kohenemisenä. Hanke on näin ollen yksi osa yritysten ”Nolla tapaturmaa”-, ”Jatkuva parantaminen”- ja ”Vastuu huomisesta”-ajattelun toteutusta.

Kehitetyn aineiston perusteella toteutettavaksi aiottu koulutus soveltuu korkeakouluopiskelijoiden lisäksi myös jo valmistuneille kemian, petrokemian, kemiallisen metsäteollisuuden, metallin perusteollisuuden ja elintarviketeollisuuden sekä energiantuotannon palvelukseen aikoville tai palveluksessa jo oleville kemisteille ja diplomi-insinööreille. Kurssin käyneet saavat riittävät tiedot, jotta he yritysten prosessinkehitys-, suunnittelu-, käyttö- ja kunnossapitotehtävissä toimiessaan osaavat ottaa prosessiturvallisuuden huomioon osana jokapäiväistä työtään sekä tehdä tai teettää tarvittavat selvitykset. Kurssin suorittaneilla on myös hyvät valmiudet kehittyä turvallisuustarkastelujen ammattilaisiksi esim. vakuutuslaitoksissa, konsulttiyrityksissä tai tutkimuslaitoksissa. Kurssin tarkoituksena ei kuitenkaan ole kouluttaa valmiita riskienhallinnan ammattilaisia.

Jokainen aineistoa käyttävä kouluttaja voi joko sisällyttää ALARP-aineistoon perustuvan kurssin osaksi opetusohjelmaansa tai toteuttaa sen ylimääräisenä kurssina. Korkeatasoisen kurssiaineiston avulla on kurssista tehty niin houkutteleva ja kiinnostava opiskelijoille, että he valitsevat sen ylimääräisenä samaan tapaan kuin esim. kielikursseja. Onnistuessaan kurssin suorittamisesta tulee olemaan hyötyä ja kilpailuetua myöhemmin työelämässä.

3 Tehtävät ja menetelmät

Perinteisistä opetustyyleistä poiketen laaditun kurssiaineiston rakenteeksi on valittu uudenlainen, prosessilaitoksen elinkaareen sidottu ja ongelmanratkaisuun perustuva lähestymistapa. Opetus etenee prosessin kehityksestä laitoksen suunnittelun kautta käyttö- ja kunnossapitotehtäviin asti. Näin saadaan luontevasti mm. riskianalyysimenetelmät ja prosesseihin liittyvät työturvallisuuskäsitteet mukaan opetukseen.

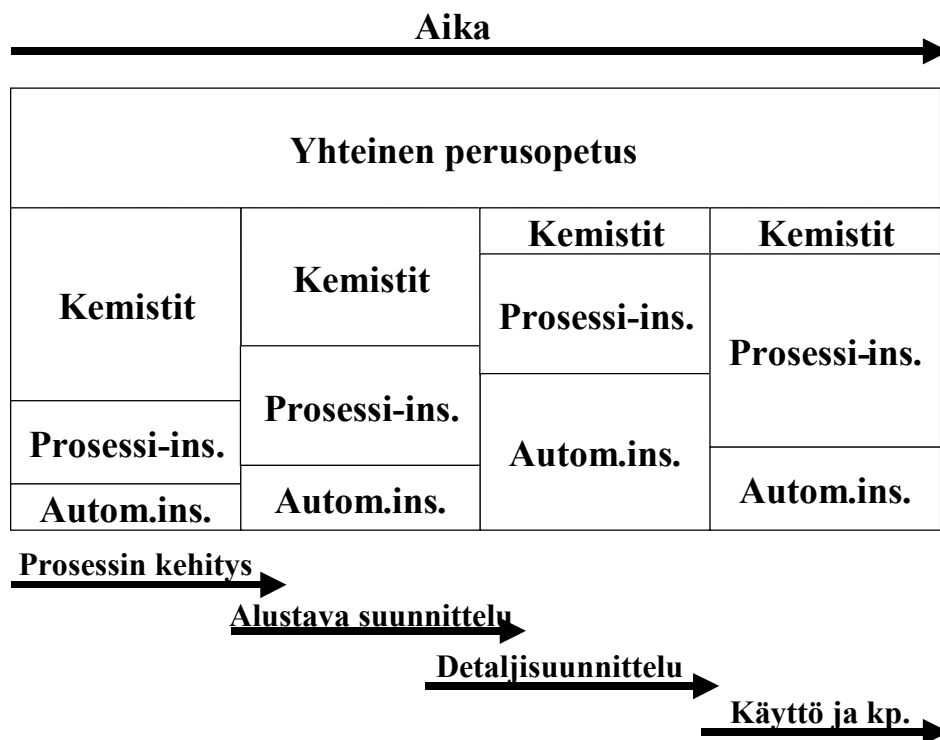
Kurssin aikana seurattiin erään kemikaalin valmistusprosessin kehitystyötä, kehitetyn prosessin ”istuttamista” olemassa olevaan tuotantolaitokseen ja siinä tarvittavien muutosten suunnittelua sekä muutetun prosessilaitoksen käyttöä ja kunnossapitoa. Esimerkkiprozessina käytettiin erään orgaanisen yhdisteen valmistusta. Ryhmätöistä ja kotitehtävistä käytetyt tiedot perustuvat Kemira Fine Chemicals Oy:n tutkimukseen sekä avoimeen kirjallisuuteen. Yritykseltä saadut tiedot ovat vapaasti käytettävissä vain osana ALARP-opetusta.

Opetukseen osallistui sekä kemiaa, prosessitekniikkaa että säätötekniikkaa opiskelevia henkilöitä. Tämä mahdollisti sen, että koulutukseen liittyvät ryhmätyöt voitiin toteuttaa ryhmissä, jotka koostumukseltaan vastasivat esim. teollisuuden projekti- tai turvallisuusanalyysiryhmiä. Samalla opiskelijoille annettiin mahdollisimman todenmukainen kuva poikkitieteellisestä projektityöskentelystä teollisuudessa. Ryhmätyöt ja kotitehtävät suunniteltiin siten, että edellisissä osioissa kerätystä tiedosta osa hyödynnetään myöhemmin. Myös teollisuuden palveluksessa olevia henkilöitä oli mukana kurssilla.

Hankkeen alussa kehitettiin tarvittava opetusaineisto, jonka runko perustui tyypilliseen prosessikehitys- ja laitossuunnitteluprojektiin sekä kemian tehtaan käyttöön ja kunnossapitoon liittyvien turvallisuustarkastelujen läpikäyntiin. Myös rinnakkaisen suunnittelun (concurrent engineering) etuja ja ongelmakohtia käsiteltiin kursseilla, vaikka kurssi opetusteknisistä syistä perustuikin peräkkäisen suunnittelun periaatteisiin. Luentoaineisto laadittiin yhtenäiseksi kalvosarjaksi, jota testattiin Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa. Havaitut puutteet korjattiin luento- ja harjoituskertojen välillä sekä testauksen päätteeksi. Kehitystyöstä vastasivat VTT:n tutkijat yhteistyössä korkeakoulujen professorien ja hankkeen ohjausryhmän kanssa. VTT:n tutkijat toimivat myös luennoitsijoina ja ryhmätöiden vetäjinä.

4 Tulokset

Aineistossa LAitoksen elinkaaren Riskianalyysi- ja Prosessiturvallisuuskoulutukseen (ALARP) esitellään prosessilaitoksen turvallisuuden varmistamiseen liittyviä menettelyitä ja toimenpiteitä, joita voidaan käyttää laitoksen elinkaaren eri vaiheissa. Aineisto kattaa laitoksen elinkaaren kemikaalin valmistusprosessin kehitystyöstä ja laitossuunnittelusta kehitetyn prosessin "istuttamiseen" olemassa olevaan tuotantolaitokseen, siinä tarvittavien muutosten suunnitteluun sekä muutetun prosessilaitoksen käyttöön ja kunnossapitoon. Prosessin elinkaariajattelun mukaisesti (Kuva 1) kurssin alussa on eniten opetusta kemiaa opiskeleville, kun taas säätö- ja automaatiotekniikkaa opiskeleville annetaan eniten opetusta kurssin puolenvälin jälkeen. Ryhmätyöt jatkuvat koko kurssin ajan. Näissäkin kemiaa opiskelevilla on keskeinen rooli alussa ja sen jälkeen vastuu ryhmätyöstä siirtyy vähitellen teekkareille.



Kuva 1. ALARP- prosessiturvallisuuskurssin rakenne.

Aineiston tavoitteena on antaa riittävä käsitys prosessien ja prosessilaitosten suunnittelun ja käytön aikaisista moninaisista prosessiturvallisuusasioista. Aineiston avulla selviää, miten tämä työ jakautuu eri tehtävissä toimivien henkilöiden kesken. Tavoitteena on antaa tietoa tur

vallisuusasioista myös niille, jotka muun työnsä osana joutuvat ottamaan kantaa turvallisuusasioihin. Tämä aineisto ei yksinään pätevöitä prosessiturvallisuusasiantuntijaksi.

Aineisto koostuu 13 luentokokonaisuudesta sekä niihin liittyvistä ryhmä- ja kotitöistä. Aineistoa voi käyttää sellaisenaan, jolloin se muodostaa noin 3 opintoviikon kokonaisuuden. Opintokokonaisuudet kuitenkin vaihtelevat eri oppilaitoksissa. Siksi aineisto onkin pyritty tekemään sellaiseksi, että siitä voidaan erottaa erilaisia opintokokonaisuuksia tarvittavan painotuksen mukaan. Aineistoa voidaan myös käyttää täydentämään olemassa olevaa opintomateriaalia.

Ryhmä- ja kotityöt on laadittu roolipelin malliin. Ryhmän jokaiselle jäsenelle annetaan oma roolinsa. Ryhmätöissä simuloidaan yrityksissä käytössä olevia projektiryhmiä. Näin kaikki ryhmän jäsenet eivät osallistu kaikkiin ryhmätöihin vaan työmäärä vaihtelee projektin edistymisen myötä (Kuva 2). Ideaalissa ryhmässä on seitsemän jäsentä, jolloin jokaisen työmäärä pysyy kohtuullisena. Osa ryhmätöistä tehdään luokassa, mutta suurin työmäärä koostuu koti-tehtävistä.

Rooli	Ryhmätöyt ja kotitehtävät											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Informatikko	+++	+++	++		+	+	+			+		
Prosessikehittäjä	++	++	++	++	+	+	+		+	+		
Prosessisuunnittelija	+	+	+	++	++	++	++	+	++			+
Laite- ja laitos-suunnittelija				+	++	++	+++	++	+	++	+	
Autom.- ja instr.-suunnittelija				+		+	++	+	+++		+	+
Kunnossapito- ja suojelupäällikkö		+	+		++			++		++	++	+++
Käyttöpäällikkö	+			+	+	+	+	++	++	+++	++	+

Kuva 2. Ryhmätöiden työmäärän vaihtelut rooleittain.

Aineisto perustuu lähtöajatukselle, että turvallisuuteen voidaan tehokkaimmin ja taloudellissimmin vaikuttaa prosessikehityksen ja –suunnittelun varhaisissa vaiheissa. Muutosten tekeminen esimerkiksi kun laitehankinnat on tehty tai valmiilla laitoksella on monesti vaikeaa ja kallista. Aineisto on jaettu kolmeen aihealueeseen eli moduuliin:

1. Turvallisuus prosessin valinnassa ja skaalauksessa
2. Turvallisuus prosessilaitoksen suunnittelussa
3. Turvallisuus kemiantehtaan käyttöönotossa, käytössä ja kunnossapidossa

Moduulissa 1 keskitytään halutun kemikaalin valmistusprosessin kehitystyöhön. Tämän moduulin tarkoituksena on antaa kokonaiskuva niistä toimenpiteistä, joilla kemisti ja muut prosessikehittäjät voivat ottaa eri turvallisuusnäkökohdat huomioon työssään. Tämä vaatii kemikaalien ominaisuuksien ja yhteisvaikutusten sekä kriittisten prosessiparametrien tunnistamista. Prosessivaihtoehtoa valittaessa tulee arvioida näiden tekijöiden turvallisuusvaikutuksia. Turvallisuusnäkökohtia tulee tarkastella myös muutettaessa prosessia laboratoriomittakavasta isompaan.

Moduulissa 2 käsitellään prosessilaitoksen suunnittelua ja sen aikana tehtäviä turvallisuustarkasteluja. Tämän moduulin tarkoituksena on opettaa ymmärtämään eri laite- ja laitosratkaisujen vaikutusta laitoksen kokonaisturvallisuuteen. Suunniteltavaa prosessilaitosta käsitellään nk. sosioteknisenä kokonaisuutena. Suunnittelun aikana voidaan parhaiten vaikuttaa laitoksen käytettävyyteen ja ohjattavuuteen. Tämä vaatii koko suunnitteluprojektin systemaattista hallintaa mm. tiedonkulun oikea-aikaisuuden varmistamiseksi. Tässä moduulissa esitellään myös riskien hallintaan liittyvää käsitteistöä.

Moduulissa 3 käsitellään turvallisuuden varmistamista laitoksen rakentamisessa, käyttöönotossa ja käyväällä laitoksella. Moduulin tarkoituksena on opettaa virheiden ennaltaehkäisyä ja seurauksiin varautumista. Yhteiset pelisäännöt luovat perustan mm. huolto- ja kunnossapitotöiden turvalliselle suorittamiselle käyväällä laitoksella. Myös useampien yritysten toiminta samalla tehdasalueella tuo haasteita turvallisuuden varmistamiselle. Aineistossa korostetaan edellytysten luomista turvallisille työtavoille sekä johdon ja koko henkilöstön sitoutumista niihin.

Luento- ja harjoitustehtävien sisällöt on esitetty liitteessä 1.

5 Tiedotus ja muu hyödyntäminen

ALARP-aineisto on tarkoitettu kaikkien prosessiturvallisuutta opettavien henkilöiden käyttöön. Laadittu kurssiaineisto on kaikkien hankkeeseen osallistuneiden vapaassa käytössä. Jokainen korkeakoulu päättää itse aineiston perusteella pidettävien kurssien järjestämisestä. VTT voi hyödyntää aineistoa prosessiteollisuudelle tekemissään hankkeissa. Osa aineistosta tullaan julkaisemaan internetissä.

Opetusta pyritään laajentamaan ammattikorkeakouluihin. Lisäksi koulutusaineistoa voidaan hyödyntää alempien koulutusasteiden opetuksen kehittämisessä ja opetushenkilöstön koulutuksessa. Tavoitteena on myös, että laadittu aineisto pienin muutoksin palvelee mahdollisia yritysedustajille suunnattuja kursseja. Tätä edesauttaa aineiston valmistelussa mukana olleiden oppilaitosten sijoittuminen eri puolille Suomea.

6 Pohdinta ja johtopäätökset

Palautetta kurssista saatiin viimeisen luennon päätteeksi käydyssä keskustelussa, jossa myös johtoryhmän jäsenet olivat paikalla. Kirjallisia palautteita saatiin vain yksi. Kokonaisuutena kurssi ja sen aineisto koettiin selkeäksi ja opetusta tukevaksi. Palautteessa myös kiitettiin aineiston saatavuutta mm. internetin välityksellä.

Kevään kokemuksista viisastuneena todettiin, että opetuksessa tulee tarkentaa sitä, mille työryhmän roolille mikin kotitehtävä kuuluu. Lopulliseen aineistoon liitettiin kouluttajille tietoa esimerkkituloksista sekä ohjeet toimivan roolijaon perustaksi.

Materiaali sisältää tietoa suunnittelijan vastuusta. Monesti unohdetaan, että suunnittelijan velvollisuus on ottaa selvää asioista. Suunnittelija on aina vastuullisessa asemassa. Materiaalissa myös painotetaan, että työturvallisuusvastuuta ei voi ulkoistaa vaikka toimintoja ulkoistettaisiin. Kaiken kaikkiaan on jokaisen kouluttajan vastuulla, että he selvittävät kulloinkin voimassa olevan lainsäädännön ja siihen tehdyt lisäykset ja muutokset.

Todettiin, että kaikki kurssille osallistuneet opiskelijat eivät omanneet riittävää tietotasoa. Kurssia voisikin suositella opintojen loppuvaiheessa oleville. Toisaalta kurssilla opittuja menetelmiä voisi soveltaa 4. vuosikurssilla tehtaansuunnittelussa. Kurssin sijoittuminen opetusohjelmaan tulee selvittää ja kurssikokonaisuus suunnitella sen mukaan.

Ulkopuoliset kurssilaiset olivat hyvin heterogeenistä joukkoa. Konepuolen osaajille kemia tuotti vaikeuksia. Työelämässä oleville viikoittaiset luennot aiheuttivat myös aikatauluvaikeuksia. Kurssin toteuttaminen yhdessä tai kahdessa periodissa koettiin toimivammaksi ratkaisuksi täydennys- ja jatko-opiskelijoille. Yhtenä vaihtoehtona pohdittiin myös nettiopetusta. Siinä on kuitenkin varmistettava riittävä kommunikointi oppilaiden ja opettajien välillä. Yleisesti sekakurssiin oltiin tyytyväisiä kurssiin, jolla oli sekä opiskelijoita että jo työelämässä olevia. Molemmat osapuolet oppivat toisiltaan.

Kohderyhmän tarkentamisen suhteen todettiin, että olisi tarkoituksenmukaista saada teollisuuden eri organisaatiotasot laajasti mukaan. Tarkoituksena ei ole kouluttaa turvallisuuseksperettejä vaan opettaa kysymään oikeita kysymyksiä.

Kurssin järjestämiseksi jatkossa tulee pohtia korkeakoulujen välistä yhteistyötä. Korkeakoulut voisivat myös pohtia oman henkilökuntansa pätevoittämistä esim. toimimaan harjoitustöiden ohjaajina.

Liite 1: ALARP-aineiston sisältö

Moduuli 1: Turvallisuus prosessin valinnassa ja skaalauksessa

Luento 1: Turvallisuus mahdollisten valmistusreittien alkukarsinnassa

- Luennon aiheesta yleistä
- Käsiteltävät kemikaalit
- Tuotantomäärät
- Olemassa oleva tehdasympäristö

Ryhmätyö 1: Tuotantoreittien selvittäminen ja alustava turvallisuuden arviointi

- Kemikaalien turvallisuuteen vaikuttavat ominaisuudet käyttöturvallisuustiedotteissa
- Kemikaalin valmistusvaihtoehtojen vertailu turvallisuuden kannalta
- Menetelmä 1: Asiantuntija-arviointi

Kotitehtävä 1: Turvallisimpien valmistusreittivaihtoehtojen valinta

- Aineominaisuustietojen hakeminen kirjallisuudesta
- Arviointi menetelmällä 1
- Kahden parhaimman valmistusreittivaihtoehdon valinta
- EINECS- ja ELINCS-aineet

Luento 2: Optimoitavan valmistusreitin valinta

- Luennon aiheesta yleistä
- Vaihtoehtoja koskeva historiatieto
- Raaka-aineet
- Välituotteet
- Sivutuotteet ja jätteet
- Prosessin skaalaus

Ryhmätyö 2: Tuotantoreitin valinta

- Lohkokaavion piirtäminen kahdelle tuotantoreitille
- Reaktiomatriisin laatiminen
- Menetelmä 2: Reaktiomatriisi

Kotitehtävä 2: Optimoitavan valmistusreitin valinta

- Reaktiomatriisin laatiminen
- Raportin laatiminen

Luento 3: Kokeellinen turvallisuustestaus laboratoriovaiheessa

- Luennon aiheesta yleistä
- Kokeellinen turvallisuustieto
- Asiantuntijat Suomessa ja Euroopassa
- Reaktion karkaaminen: riskin arviointi

Ryhmätyö 3: Tuotantoreitin lohkojen turvallisuusvertailu

- Valitun tuotantoreitin lohkojen riskien karkea arviointi
- Menetelmä 3: Rapid ISHE Screening Index

Kotitehtävä 3: Kokeellinen turvallisuustestaus laboratoriovaiheessa

- Luontaisesti turvallisempien ratkaisujen ehdottaminen
- Happitasapainoarvojen laskeminen prosessin orgaanisille kemikaaleille
- Ehdotus aineista, joiden räjähdysominaisuudet tulisi testata

Luento 4: Turvallisuuteen vaikuttavat perusilmiöt siirrettäessä prosessia tehdasmittakaavaan

- Luennon aiheesta yleistä
- Tehdaskemia
- Aineen- ja lämmönsiirto
- Läpimenoaika / inventaario / aikataulut
- Panosprosessi, puolipanosprosessi vaiko jatkuvatoiminen prosessi
- Rakennemateriaalit

Ryhmätyö 4: Muutos laboratorion pilotmittakaavaan

- Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA) pilotmittakaavaan sovitettuna alustavan prosessikuvauksen ja kemikaalitietojen perusteella
- Menetelmä 4: Potentiaalisten ongelmien analyysi

Kotitehtävä 4: Turvallisuuteen vaikuttavat perusilmiöt siirrettäessä prosessia tehdasmittakaavaan

- Muutosanalyysi prosessin siirtämisestä laboratorion pilottehtaaseen.

Luento 5: Käytännön ratkaisujen vaikutukset turvallisuuteen tehdasmittakaavaan siirryttäessä

- Pilot-laitoksen erityisongelmat
- Luennon aiheesta yleistä
- Laiteratkaisut ja kemikaalivuodot
- Laiteratkaisut ja kokonaisturvallisuus

Ryhmätyö 5: Dow Fire & Explosion Indeksien käyttö esisuunnittelussa

- Esimerkkiprosessin arviointi Dow Fire & Explosion Hazard Indeksien avulla
- Indeksien käyttö NMEP-tuotantolaitoksen suunnittelun yhteydessä
- Menetelmä 5: Dow Fire & Explosion Hazard Index

Kotitehtävä 5: Seurausanalyysin hyödyntäminen alustavassa tehtaan sijoittelussa

- Sijoituspäätöksen tekeminen seurausanalyysin antamien tietojen perusteella
- Turvallisempien ratkaisuvaihtoehtojen esittäminen
- Esitettyjen ratkaisuvaihtoehtojen riskiä lisäävät ja vähentävät tekijät.

Moduuli 2: Turvallisuus prosessilaitoksen suunnittelussa

Luento 6: Yksinkertainen prosessikaavio ja sen perusteella tehtävä turvallisuustarkastelu

- Luennon aiheesta yleistä
- Riskin käsite ja varautumistasot
- Prosessin tarkastelutasot
- Turvallisuus ja perussuunnittelu

Ryhmätyö 6: Alustava vaarojen kartoitus perussuunnittelun alkuvaiheissa

- Annetun prosessikuvauksen ja virtauskaavion perusteella laaditaan alustava vaarojen kartoitus.
- Vaarojen kartoitukseen käytetään HAZSCAN-analyysiä.
- Menetelmä 6: HAZSCAN-analyysi

Kotitehtävä 6: Turvallisuustarkastelu yksinkertaisen prosessikaavion perusteella

- Arvioidaan toimenpide-ehdotusten toteutuskelpoisuutta ja niiden vaikutusta riskitasoon.

Luento 7: PI-kaavio poikkeamatarkastelun pohjana

- Luennon aiheesta yleistä
- Putkisto- ja instrumentointikaavio
- Poikkeamatarkastelu

Ryhmätyö 7: Prosessilinjien lisääminen annettuun PI-kaavioon ohjeiden mukaisesti

- Uusien putkistojen lisääminen vanhaan tuotantolaitokseen
- Laitteiston poikkeamatarkastelun tekeminen
- Menetelmä 7: Poikkeamatarkastelu (HAZOP)

Kotitehtävä 7: PI-kaavioon lisättyjen linjojen analysointi poikkeamatarkastelua käyttäen

- Lisättyjen linjojen poikkeamatarkastelu

Luento 8: Turvallisuusaspektit laite- ja layout-suunnittelussa

- Luennon aiheesta yleistä
- Laitos- ja laitesuunnittelu
- Kriittiset tekijät
- Layout ja turvallisuus
- Ohjeistuksen merkitys
- Suunnitteluprojektin hallinta osana kokonaisturvallisuutta

Ryhmätyö 8: Kvantitatiivinen riskianalyysi

- Vikapuuanalyysin laatiminen annetulle tilanteelle, jossa kiertovesipumppaamo ei saa vettä sähkökatkon seurauksena.
- Menetelmä 8: Vikapuuanalyysi.

Kotitehtävä 8: Prosessien ja laitteiden sijoittelu prosessilaitoksella

- Kahden sijoitusvaihtoehdon vertailu layout-suositusten pohjalta.

Luento 9: Turvallisuuteen liittyvä automaatio

- Luennon aiheesta yleistä
- Automaation suunnitteluprosessi
- Ryhmätyö: Vaatimusmäärittely
- Ryhmätyö: Toimintojen luokittelu
- Automaation kelpoistaminen

Moduuli 3: Turvallisuus kemiantehtaan käyttöönotossa, käytössä ja kunnossapidossa

Luento 10: Ohjeistus, koulutus ja lainsäädäntö

- Luennon aiheesta yleistä
- Inhimillisen virheen luonne
- Virheen synty monimutkaisissa teknisissä järjestelmissä
- Virheiden ennaltaehkäisy
- Suunnitelmia onnettomuustilanteiden varalle

Ryhmätyö 10: Toimintovirheanalyysi

- Toimintovirheanalyysin laatiminen jaetun prosessikuvauksen pohjalta
- Menetelmä 10: Toimintovirheanalyysi

Kotitehtävä 10: Työohjeiden sisällön suunnittelu ja sille perustelut

Luento 11: Turvallisuus laitoksen rakentamisen, koekäytön ja käyttöönoton yhteydessä

- Luennon aiheesta yleistä
- Turvallisuus verkottuneessa toiminnassa
- Rakentamisen turvallisuus
- Järjestys ja siisteys
- Teollisuuden työympäristön havainnointi

Kotitehtävä 11: Valitun kohteen vaarojen tunnistaminen jaettuina tarkistuslistoina käyttäen

- Mitä parantaisitte valitsemassanne kohteessa turvallisuuden suhteen ja miten?
- Menetelmä 11: Tarkistuslistat

Luento 12: Prosessilaitoksen käytön ja kunnossapidon keskeisiä turvallisuusnäkökohtia

- Luennon aiheesta yleistä
- Esimerkkejä sattuneista vahingoista
- Turvallisesta käytöstä
- Kunnossapitoa turvallisesti
- Vahinkokäynnistysten estäminen

Kotitehtävä 12: Vikamahdollisuuksien tunnistaminen

- Esimerkkitapauksen tarkastelu KÄYHÄN! -menetelmällä.
- Mitä muita vikamahdollisuuksia tapaukseen voisi liittyä?
- Mitä parannusehdotuksia ehdottaisitte?
- Menetelmä 12: KÄYHÄN!

Luento 13: Turvallisuusjohtaminen

- Luennon aiheesta yleistä
- Turvallisuusjohtaminen turvallisuusselvityksessä
- Turvallisuusjohtaminen BS 8800 mukaan
- Turvallisuuskulttuuri
- Responsible Care -ohjelma