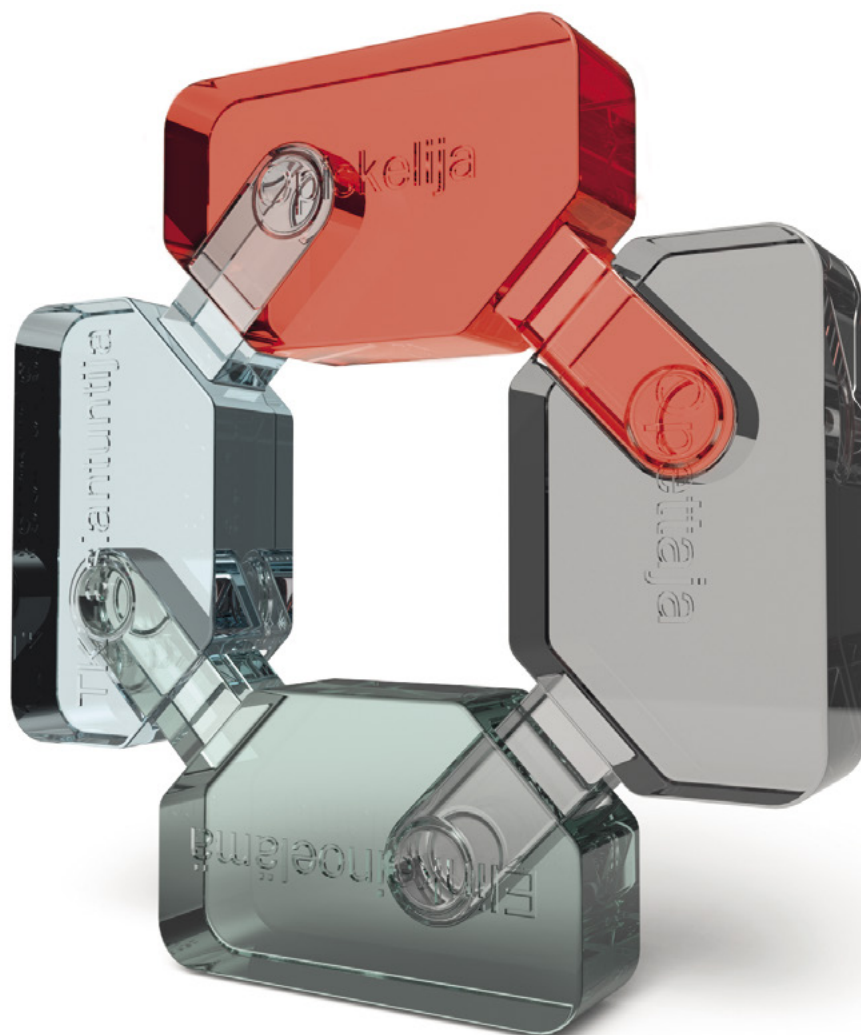


# Mobiilisovellus käynnissäpidon tarpeisiin

Oppilasprojekti teollisuuteen





**MobiilISOvellus käynnissäpidon tarpeisiin**



Aslak Siimes (toim.)

# **Mobiilisovellus käynnissäpidon tarpeisiin**

Oppilasprojekti teollisuuteen

Sarja B. Raportit ja selvitykset 37/2014

© Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-316-068-2 (nid.)  
ISSN 2342-2483 (painettu)  
ISBN 978-952-316-069-9 (pdf)  
ISSN 2342-2491 (verkkojulkaisu)

Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja  
Sarja B. Raportit ja selvitykset 37/2014

Toimittaja: Aslak Siimes  
Kansikuva: Freelance designer ASLAK SIIMES (Jr)

Lapin ammattikorkeakoulu  
Jokiväylä 11 C  
96300 Rovaniemi

Puh. 020 798 6000  
[www.lapinamk.fi/julkaisut](http://www.lapinamk.fi/julkaisut)



Lapin korkeakoulukonserni LUC  
on yliopiston ja ammattikorkeakoulun strateginen yhteenliittymä.  
Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto  
ja Lapin ammattikorkeakoulu.  
[www.luc.fi](http://www.luc.fi)

# Sisällys

Aslak Siimes <b>ESIPUHE</b> . . . . .	7
Sami Pengerkoski <b>AJATUKSIA TEOLLISUUDESTA.</b> . . . . .	9
Sami Oinas, Juha Könönen, Jesse Vähänen & Jaana Tarvainen <b>MOBIILILAITTEEN SOVELTAMINEN KUNNONVALVONTAAN – CASE METSÄ FIBRE</b> . . . . .	10
Antti Lamsijärvi, Ville Ojala, Ari Välimäki & Arja Kotkansalo <b>KUNNONVALVONTAKIERROS – CASE STORA ENSO VEITSILUODON TEHTAAT</b> . . . . .	17
Heli Svenn, Tuomas Mokko, Samuel Riekkö, Lari Liikamaa & Ville Rauhala <b>MOBIILISOVELLUKSEN HYÖDYNTÄMINEN KUNNONVALVONNASSA – CASE OUTOKUMPU TORNIO WORKS.</b> . . . . .	25
Matias Leppänen, Matias Pisiä, Miikka Torkell & Leena Parkkila <b>KUNNONVALVONTAKIERROS MOBIILILAITTEELLE - CASE SSAB RAAHEN TEHDAS</b> . . . . .	31
Aslak Siimes <b>POHDINTA.</b> . . . . .	41
<b>KIRJOITTAJAT</b> . . . . .	42





## Esipuhe

Aslak Siimes

Lapin ammattikorkeakoulu määrittelee tehtäväkseen yksilön elinikäisen oppimisen, joustavien opintopolkujen ja ammatillisen kasvun mahdollistamisen ja saavuttaakseen sen se tarjoaa opetusta kaikille iästä ja koulutustasusta riippumatta. AMKin toiminta, strategiaa lainaten, perustuu opiskelijoiden ja työelämän tarpeiden huomioimiseen, luottamukseen ja kumppanuuteen. Alueelliseksi tehtäväkseen Lapin AMK haluaa korostaa pohjoisten toimijoiden tarpeisiin vastaamisen. Pyrkimys on toimia muutoskykyisesti, innovatiivisesti, oppien, kehittyen ja kehittämällä.

Jotta toiminta näkyisi yllä olevan ammatillisen ja yksilöllisen kasvun tukemisena, pitää pysyä luomaan ja kehittämään joustavia opintopolkuja ja oppimisympäristöjä. Yhteisöllisellä ja vuorovaikutteisella toiminnalla edistetään avoimen, luottamuksellisen ja kehittävän ilmapiirin muodostumista. Erilaisilla oppimismalleilla tähdätään niihin vuorovaikutteisiin toimintoihin, johon strategian tavoitteissa viitataan. Oppimismalleilla tavoitellaan myös opettajia aktivoivien opetusmenetelmien käytön lisäämistä sekä eri opetusalojen yhteistyön lisäämistä. Tavoitteena on myös kannustaa yhteisopettajuuteen, jolla tarkoitetaan opintojakson suunnittelua ja – toteutusta yhdessä eri toimijoiden kanssa.

Lapin ammattikorkeakoulun Teollisuuden ja Luonnonvarojen kone- ja tuotantotekniikan opetussuunnitelmaan kuuluva ”Teollisuuden kunnossapito –projekti 2” suuntaavana kurssin toteutettiin AMK:n TKI osaston Käynnissäpidon tutkimusryhmän voimin. Opintojakso suunniteltiin tiimin toimesta ja jo alun perin tavoiteltiin kokonaisuutta, jossa oli vahva liityntä teollisuuteen. Opintojakson toteutukselle tärkeät aiemmat kurssit ”3K7604 Kunnossapitotoiminta” ja ”3K7608 Projekti teollisuuden kunnossapito 1” oli suoritettava edeltävinä ohjaavina osakokonaisuuksina.

Projekti 2 -opintojakson tavoitteena oli toteuttaa pienryhmätoimintana teollisuuden kunnossapitoon liittyvä toimenpidesuunnitelma todelliseen ympäristöön. Asetetun tavoitteen mukaisesti sen oli tapahduttava yhteistyössä paikallisen teollisuuden kanssa. TKIn Käynnissäpitotiimillä oli meneillään samaan aikaan TEKES rahoitettu O&M –kehitysprojekti, jossa mukana oli suurteollisuutta lähialueelta. Mukana olleet Stora Enso Oyj Veitsiluodon tehtaat, Metsä Fibre Kemin tehtaat, Outokumpu Tornion tehtaat ja SSAB Europe Oy Raahen tehtaat (ent. Rautaruukki) olivat luonnollisia kumppaneita toteutusta suunniteltaessa. Kaikki ajatellut osapuolet lähtivät mukaan antaen tuotantoprosesseistaan rajatun kokonaisuuden opiskelijoille tavoitteen mukaisen toteutuksen pohjaksi sekä yhdyshenkilön tarkempien teknisten tietojen selvittämiseksi.

Toteutuksessa opiskelijat valitsivat itsenäisesti oman ryhmänsä kokoonpanon, jolla saavutettiin se, että ryhmässä oli aina joku henkilö, joka oli ollut kohdeyrityksessä töissä. Edellä mainitulla saavutettiin nopea sisäistyminen kohdeyrityksen tapoihin ja toiminnan ohjaukseen. Käynnissäpitotiimistä jokaiselle ryhmälle nimitettiin ohjaava henkilö, jotta ohjaus olisi tarkemmin kohdentuvaa ja yksilöllistä. Lisäksi O&M –projektin kehitystyön tavoitteita sisällytettiin ryhmän tekemisiin, jolloin saavutettiin monen funktion kokonaisuus. Oppimisympäristön näin rakentuessa, opiskelija, opettaja, elinkeinoelämä ja TKI-asiantuntijat toimivat yhdessä tavoitteellisesti, kokonaisuutena noudattaen erinomaisen hyvän Lapin AMKin strategisia tavoitteita.

Projektin suunnitteluvaiheessa päätettiin, että tästä ensimmäisestä tällä tavalla rakennetusta opintojaksosta tuotetaan julkaisu, jossa kuvataan opiskelijoiden tekemät yrityscaiset ja saadut tulokset. Lopputuloksena on siis tämä dokumentti ja sen lisäksi runsaasti kokemusta tämän tyyppisestä oppimisympäristöstä. Lop-

pupäätelmänä voidaan todeta, että kehitettävää toki vielä on, mutta suunta on allekirjoittaneen mielestä oikea.

Lopuksi on kiitettävä osallistuneita yrityksiä ja siellä kärsivällisiä yhdyshenkilöitä Sami Kortelaista (Stora Enso), Sami Majuria (Outokumpu), Jorma Koskelaa (Metsä) ja Sami Pengerkoskea (SSAB/Rautaruukki) sekä Ramentorin Timo Lehtistä ja Turkka Lehtistä unohtamatta omaa Käynnissäpitotiimiä. Eri-tyiset kiitokset ennen kaikkea opiskelijoille, jotka hankalinakin hetkinä jaksoivat puurtaa oppituntien ulkopuolella ja usein epämääräisten ohjeitteni pohjalta.

Aslak Siimes

Projektipäällikkö  
Kunnossapidon sivutoiminen tuntiopettaja  
Teollisuus ja luonnonvarojen osaamisala,  
Tekniikka TKI, Kemi

## Ajatuksia teollisuudesta

Sami Pengerkoski

O & M, Käynnissäpitotöiden organisointi ja toimintamallit – projektin toteutus; SSAB Europe Oy

Lapin AMK:n Teollisuuden ja Luonnonvarojen Kemin tekniikan yksiköstä ryhmä opiskelijoita teki opiskeluunsa liittyen SSAB Europe Oy:n Raahen terästehtaalla aihiontoimituksen - osastolle kunnossapidon kehitystoimintaan liittyvän case -tutkimuksen. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää käyttäjien suorittamat aihion leikkauslaitteisiin liittyvät huoltotoimet sekä kunnossapidon ennakkohuoltokierrosten kohteet ja rakentaa näin kannettavalle laitteelle käyttäjäkunnossapidon tarkastuskierrokset sekä kunnossapitäjille ennakkohuoltokierrokset.

Opiskelun sisältöön suoraan liittyen tämänkaltaiset teollisuuden kanssa tehtävät todelliset caset tarjoavat opiskelijoille mielenkiintoisen ja autenttisen tavan tutustua erilaisiin kohteisiin. Kouluttautumisen näkökulmasta ajatellen opiskelijat saavat todellisen kuvan suuren teollisuuslaitoksen toiminnasta ja siitä kentästä missä he tulevat opiskelunsa jälkeen työskentelemään. Opiskelijoiden on ollut mahdollista tutustua alalla työskenteleviin ihmisiin ja luoda verkostoja myös tulevaisuuden harjoittelu- ja työmahdollisuuksien kanalta.

Yritys, SSAB, tarjosi kyseisille opiskelijoille mahdollisuuden tutustua teräksen valmistuksen terässulatolla ja erityisesti teräksen valmistuksen yhteen osa-alueeseen eli aihion toimitukseen ja siellä teräsaihiolle toteuttaviin prosesseihin ennen aihion valssausta.

Tuloksena SSAB:llä saatiin järjestettyä koetilanne jossa prosessi- ja kunnossapidon työntekijät saatiin yhdessä työskentelemään käyttäjäkunnossapidon toimintamallien mukaisesti. Tehtaan perinteisiin työskentelymalleihin nähden uudet kokeillut menetelmät otettiin vastaan positiivisin mielin ja kierrosten paran-

tamiseen osallistuttiin odotettua innokkaammin.

Yhteistyö Lapin AMKin kanssa on toiminut hyvin ja sitä tullaan jatkamaan ja kehittämään tulevina vuosina sekä erilaisissa kehityshankkeissa että opiskeluun liittyvissä case -hankkeissa.

Sami Pengerkoski  
Käyttövarmuusinsinööri  
SSAB Europe Oy, Raahen

## Mobiililaitteen soveltaminen kunnonvalvontaan- case Metsä Fibre

Sami Oinas<sup>1</sup>, Juha Könönen<sup>2</sup>, Jesse Vähänen<sup>3</sup>, Jaana Tarvainen<sup>4</sup>

Lapin ammattikorkeakoulu, Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisala, Kemi, <http://www.lapinamk.fi>

<sup>1</sup> [sami.oinas@edu.lapinamk.fi](mailto:sami.oinas@edu.lapinamk.fi)

<sup>2</sup> [juha.kononen@edu.lapinamk.fi](mailto:juha.kononen@edu.lapinamk.fi)

<sup>3</sup> [jesse.vahanen@edu.lapinamk.fi](mailto:jesse.vahanen@edu.lapinamk.fi)

<sup>4</sup> [jaana.tarvainen@lapinamk.fi](mailto:jaana.tarvainen@lapinamk.fi)

Asiasanat: ennakkohuolto, kunnonvalvonta, kunnossapito, mobiililaite, Metsä Fibre, riskianalyysi

### Tiivistelmä

Tehtävänäimme oli selvittää, miten ammattikorkeakoulun suunnittelemaa mobiililaitesovellusta voidaan hyödyntää teollisuuden kunnossapidon valvonnassa. Valitsimme projektissa mukana olevaksi yritykseksi Metsä Fibren, mistä meille osoitettiin kohteeksi happivaihe 1. Kävimme monilla yritysvierailuilla Metsä Fibrellä projektin aikana, jotta saimme kerättyä tarpeeksi tietoa mobiililaitteen suunnitteluun ja hyödyntämiseen kyseisessä yrityksessä. Laite on ollut jo kesällä 2014 koe-käytössä ja sen käytöstä on saatu tärkeää palautetta laitteen jatkokehitystä varten.

### Johdanto

Teollisuuden kunnossapidosta suuri osa koostuu ennakkohuolloista ja kunnonvalvonnasta. Ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan tavoitteena on ehkäistä suunnittelemtomia seisokkeja ja parantaa nykyisten laitteiden käyttöikä. Pienten huoltojen ja aistinvaraisen tarkastelun pitäisi olla koko yrityksen yhtenäisenä toimintona muuhun kunnossapitoon ja laitteiden käyttöön liittyvissä asioissa. Kuitenkin tarkempia ennakkohuoltokierroksia pitää tehdä tiettyjen aikajaksojen välein, riippuen laitteen kriittisyydestä tai viranomaisen määräyksestä. Tiedonkeruu on ennakkohuolloissa erittäin tärkeä asia. Tiedonkeruussa pitää kirjata toimintaan vaikuttavat tiedot, joten kierroksen tekijällä tulee olla vankka kokemus laitteiden mekaniikasta ja toiminnasta. Tietojenkeruu ja niiden syöttäminen kunnonvalvon-

tajärjestelmään pitäisi olla mahdollisimman yksinkertaista ja käyttäjäystävällistä.

Jaettavana oli useampi case-yritys. Ryhmän case yritykseksi valittiin Kemin Metsä Fibren ja sieltä case-kohteeksi valkaisu 2:sen happivaihe. Metsä Fibre on maailman johtavia havusellun tuottajia korkealaatuisen paperin, kartongin ja pehmopaperin valmistajille Euroopassa ja Kaukoidässä.

Projektin tarkoituksena oli selvittää happivaiheen tiettyjen laitteiden vaikutus koko massan valmistusprosessiin. Kyseisestä case-kohteesta Metsä Fibren yhteyshenkilö valitsi tietyt laitteet, joista tarkasteltiin kriittisyyttä ja vikaantumisherkkyyttä. Valitut laitteet tiedettiin jo ennalta kriittisiksi, mutta niitä oli tarkoitus tarkastella ja analysoida tarkemmin. Laitteiden tiedot syötettiin ELMAS-ohjelmistoon, jonka avulla vika- ja kriittisyysvaikutuksia lasketaan. ELMAS-ohjelmistossa laitteet sijoitetaan vikapuuanalyysiin. Projektiin kuuluvat laitteet katsottiin yksitellen läpi ja jokaisesta laitteesta selvitettiin niiden kaikki mahdollisesti ilmenevät viat. Kun kaikki viat laitteista oli selvitetty, saatiin tietää miten tietty vika tai laitteen hajoaminen vaikuttaa prosessin kulkuun.

Lapin AMKin käynnissäpidon tutkimusryhmän O&M (Operation & Maintenance) projektissa on kehitetty mobiilisovellusta kunnonvalvontakierroksen tekemiseen, jonka tarkoituksena on yksinkertaistaa kunnonvalvontatietojen keräämistä ja niiden käsittelyä. Sovelluksen tulee toimia laitteessa, jota voi kuljettaa mu-

kana esim. koko kunnonvalvontakierrosten ajan. Siihen tehtävien huomioiden kirjaaminen tulee olla helppoa. Näin kunnonvalvontakierrosten tekemistä ja datan keräämistä nopeutetaan ja helpotetaan, kunnossapitodataa saadaan kerättyä mahdollisimman paljon, eikä tärkeää tietoa jää piiloon. Kun kaikki tiedot menevät suoraan kunnonvalvontajärjestelmään, datan analysointi helpottuu huomattavasti ja historiatietoihin ei tule aukkoja.

Tavoitteena oli selvittää kaikkien projektiin kuuluvien laitteiden yleisimmät viat sekä löytää uusia menetelmiä määriteltyjen laitteiden vikojen ennaltaehkäisemiseen. Tavoitteena oli myös selvittää mobiililaitteen käyttömahdollisuuksia Metsä Fibren tehdasympäristössä.

## **Menetelmät**

### **Kriittisyysanalyysi**

Riskianalyysien avulla saadaan tietoa tuotannon turvallisuuden ja käyttövarmuuden arvioimisesta. Riskianalyysia on erilaisia ja niiden sovelluskohteet riippuvat siitä mitä riskianalyysia käytetään. Kaikki tässä raportissa olevat riskianalyysit ovat laadullisia eli kvalitatiivisia. Riskianalyysi menetelmät jaetaan vaarojen tunnistamismenetelmiin, onnettomuuksien mallintamismenetelmiin sekä seurausanalyysiin. Vaarojen tunnistamismenetelmällä voidaan kuvata rajattuja kohteita yksityiskohtaisesti. Onnettomuus mallintamismenetelmällä kuvataan yksityiskohtaisesti tapahtuman kulkua ja sen avulla arvioidaan onnettomuuden todennäköisyyttä. Seurausanalyysillä arvioidaan onnettomuuksien välttämättömiä seurauksia. Kun prosessin poikkeamat on selvitetty, voidaan määrittellä riskien syyt ja seuraukset. Riskien syiden ja seurauksien avulla määritellään niiden suuruudet. Näiden avulla saadaan selville kuinka todennäköinen tapahtuma on ja kuinka vakavat seuraukset sillä on. (Ramentor Oy 2011)

### **ELMAS**

ELMAS (EventLogicModeling and Analysis Software) ohjelmiston kehitys aloitettiin Tampereen teknillisen yliopiston TEKES-tutkimusprojektina ja ohjelmiston tuoteistus jatkui Artek Oy:n koordinoimissa kehitys-

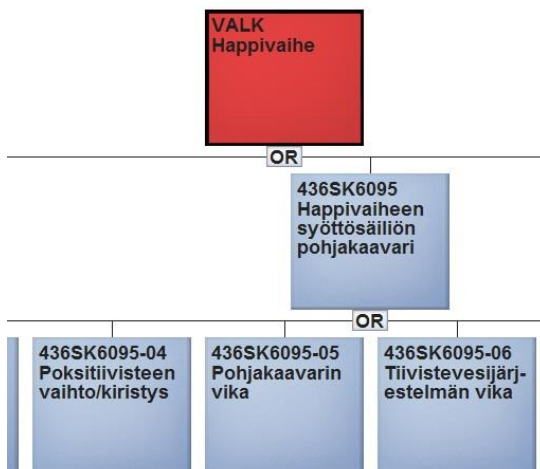
projekteissa. Vuoden 2006 alussa ELMAS/RAM-kehitysprojekti yhtiöitettiin Ramentor Oy:ksi, joka jatkaa itsenäisenä yrityksenä käyttövarmuusohjelmistojen kehittämistä. (Ramentor Oy 2014.)

ELMAS on tapahtumalogiikan eli tapahtumien välisten loogisten suhteiden, mallinnuksen ja analysoinnin ohjelmisto. Tapahtumalla voidaan tarkoittaa mitä tahansa asian tai tilanteen muutosta. Tapahtumien suhteiden lisäksi voidaan mallintaa muita tapahtumiin liittyviä ominaisuuksia useilla eri menetelmillä. Luotua mallia voidaan käyttää ymmärryksen parantamiseen ja tiedon jäsentämiseen sekä dokumentointiin. Lisäksi se soveltuu lähtötiedoksi stokastiseen simulointiin perustuvaan analysointiin. (Ramentor Oy 2014)

ELMAS-ohjelmisto tarjoaa kolme erilaista mallityyppiä, joita yhdistelemällä ja hienosäätämällä pystytään mallintamaan hyvin monimutkaisia tapahtumaketjuja: vikapuu (FaultTree Analysis, FTA), syy-seurauspuu (Cause Consequence Analysis, CCA) ja luotettavuuslohkokaavio (ReliabilityBlockDiagram, RBD). ELMAS-ohjelmiston mallinnuksessa otetaan huomioon koko järjestelmän toiminnallisuus, tunnistetaan kriittisimmät kohteet, arvioidaan riskit ja kohdistetaan kunnossapito- ja/tai suunnittelutoimenpiteet vastaavasti. (Ramentor Oy 2014)

### **Vikapuuanalyysi (Fault Tree Analysis, FTA)**

Vikapuuanalyysillä on monia käyttötarkoituksia. Sillä voidaan hakea prosessista heikkoja lenkkejä ja samalla tiedetään prosessin vikojen sietotilaa. Vikapuu analyysillä voidaan myös parantaa prosessin laitteiden käytettävyyttä ja prosessin kustannustehokkuutta. Tiedetään myös täyttääkö prosessi sille annettu turvamääräykset ja saadaan apua kunnossapidon- ja käyttöohjeistuksien kirjoittamiseen. Vikapuuanalyysi on ylhäältä alastyypinen menetelmä. Siinä lähdetään liikkeelle lopputuloksesta, jossa lähdetään selvittämään vikaantumista vikapuusta taaksepäin. Niin sanottu huipputapahtuma on puun juuri ja siitä lähdetään liikkumaan puun juuria pitkin jotta päästään perustilanteeseen.



Kuva 1. Elmas vikapuu

Vikapuun laadinnassa määritellään prosessin oletus ja reunaehdot. Yksinkertaistetaan monimutkainen prosessi siten, että sitä on helppo ymmärtää. Etsitään kaikki mahdolliset huipputapahtumat ja yritetään saada vikapuu mahdollisimman yksityiskohtaiseksi vikaantumisen tapahduttua. Vikapuun rakennetta analysoidaan ja ymmärretään vikapuun logiikkaa. Näiden avulla pitäisi saada ymmärrys prosessin yksittäisten laitteiden vioista ja määrittää tarpeelliset korjaavat toimenpiteet. Kuvassa 1 on näkymä Elmas vikapuu mallista. (Ramentor Oy 2014)

### VVA ja VVKA

VVA eli vika- vaikutus analyysi ja VVKA eli vika-, vaikutus-, kriittisyysanalyysi ovat toimintavarmuuden tarkasteluun kehitettyjä menetelmiä, joilla voidaan analysoida ja seurata tapahtumia, mitkä voivat johtaa erilaisiin seurauksiin eri kriittisyystasoilla. Analyysissä pyritään ottamaan huomioon kaikki vikaantumistavat ja -mahdollisuudet eli vikamuodot ja niiden aiheuttamat riskit järjestelmän eri tasoilla. Analyysin tavoitteena on edistää vikamuotojen paikantamista ja täten ennaltaehkäistä laitteen vikaantumista. Menetelmät ovat käytettävissä koko elinkaaren, aivan prosessin suunnittelusta, käynnissä olevan prosessin kehittämiseen asti. (Ramentor Oy 2014b)

### HAZOP- Analyysi

HAZOP (Hazard and Operability) poikkeamatarkastelua käytetään tunnistamismenetelmistä eniten prosessiteollisuudessa. Poikkeama-

tarkastelu on hyvä menetelmä prosessijärjestelmien vaaratekijöiden tunnistamiseen. Jos poikkeamatarkastelu tehdään PI-kaavion perusteella, tarvitaan suuret resurssitarpeet eikä se kata kaikkia riskityyppejä. Tarkastelua tehtäessä järjestelmästä etsitään tilanteet, joissa toimintasuureet poikkeavat normaalitilanteesta. Toimintasuureiden esimerkiksi virtaus, johtokyky, paine, lämpötila, pinnan muuttuminen ja avainsanojen avulla suoritetaan tarkastelu (Uusitalo 2014).

### Projektin kulku

Ennen varsinaisen projektin alkua, perehdyttiin erilaisiin riskianalyysiin (Hazop, VVA, VVKA ja vikapuuanalyysi). Tämä perehtyminen viittasi jo paljon tehtäviin, mitä tullaan tekemään projektin edetessä. Ryhmät saivat päättää, mille case yritykselle projektia aloitettaisiin tekemään. Case-yritykseksi ryhmälle valikoitui Metsä fibre Kemin tehdas, siellä projektikohteeksi valkaisu 2:n happivaihe. Tämän jälkeen alettiin pitämään yhteyttä ja sovittiin vierailuja case yritykseen. Nämä vierailut olivat suuri ja tärkeä osa projektin etenemisessä ja siihen käytettävän tiedon keräämisessä.

Ensimmäisellä vierailulla 29.01.2014 tarkoituksena oli esitellä oppilasprojektia ja Elmaksella tehtävää vikapuumallia Metsä Fibren käyttöpäällikölle Jorma Koskelalle. Vierailulla mukana oli opettaja Aslak Siimes ja ryhmän ohjaaja Jaana Tarvainen sekä Ramentor Oy:stä Turkka Lehtinen. Turkka mallinsi kohteen laitteet Elmaksen vikapuumalliin ja kohteiden alle listattiin niiden yleisimmät viat, mitkä poimittiin SAP:n vikailmoituksista. Projektia varten selvisi prosessin laitehierarkia ja saatiin yleinen käsitys kohteen laitteista. Palaverissa keskusteltiin vikojen vakavuuksista ja niiden seuraamuksista sekä mahdollisista laitteiden ohittamisista prosessia pysäyttämättä, laadun pysyessä kohtuullisena. Näiden asioiden rinnalla kulki kokoajan ajatus prosessin toipumisesta. Lopuksi päästiin tutustumaan paikan päällä laitteisiin, joiden vikaantumiskohteita tutkittiin ja kirjattiin ylös. Tehtäväksi jäi vielä tarkastaa DD- (Drum Displacer) pesurin yleisimmät vikakohteet ja merkitä ne itsenäisesti vikapuuun.

Toinen yritysvierailu case kohteeseen tapahtui 10.02.2014. Tapaamisessa, projektiin osallistuvat oppilaat, jotka haastattelivat mekaanisen puolen asentajaa, automaatioasentajaa ja käytön henkilöä. Haastattelun tarkoituksena oli ottaa selvää kunnonvalvontakierrokseen kuuluvien laitteiden yleisimmistä vioista ja kuinka vikaantuva laite vaikuttaa prosessin kulkuun ja tuotteen laatuun. Tuloksena vierailusta saatiin tehtyä hyvä tiivistelmä laitteiden yleisimmistä vioista.

Kolmannessa haastattelussa 03.03.2014 asia keskittyi suurilta osin vikaantumisista seuraneisiin kustannuksiin. Ryhmä haastatteli ohjaajan johdolla Metsä Fibren käyttöpäällikköä laitteiden vikaantumisesta aiheutuvista tuotannon menetyksistä ja kemikaalikustannuksista. Samalla käytiin läpi oppilas-case alueella olevien laitteiden kriittisyysluokittelu. Luokittelu 1-3, mistä 1 on kriittisin. Kriittisyysluokan 1 laitteelle on varaosat löydettävä varastosta. Nykyään kaikki viat kirjataan SAP:iin, eikä pelkästään vuoropäiväkirjaan. Toki myös vuoropäiväkirjaan saa kirjata vikoja, kunhan ne merkitään myös SAP:iin. Tulevaisuudessa on ajateltu Metso DNA:n käyttöä häiriöilmoitusten tekoon ja kuinka häiriöilmoitusten teko olisi käyttäjäystävällisempää. Vierailun loppupuolella käytiin valokuvaamassa projektin alueelle kuuluvat laitteet. Näiden tietojen pohjalta aloitettiin kokoamaan case kohteelta saatuja tietoja yhteen. Kunnonvalvontakierrokseen liittyvät laitteet ja niiden yksilöidyt viat listattiin Excel taulukkoon siten, että mobiilisovelluksen ohjelmoijalla oli helppo viedä tiedot mobiililaitteelle.

Tehdasvierailulla 17.04.2014 tarkoituksena oli esitellä tämänhetkinen demo-versio mobiililaitteesta ja saada siihen liittyen palautetta sekä kommentteja loppukäyttäjiltä. Metsä Fibrellä operaattorit tekevät ennakkohuoltokierroksia aina vuoroissa. Nykyään he tulostavat ns. reittiyölistan, jonka mukaan kiertävät alueen. Tämän jälkeen operaattorit palaavat valvomoon ja tekevät kuittauksen SAP:iin. Jos kaikki on OK, on kuittaus kahden napinpainalluksen takana. Jos jotain ilmeni, SAPiin tehdään häiriö-/vikailmoitus. Edellä mainitun vierailun tärkein anti oli mobiililaitteen testaus

operaattoreilla. Heiltä saatiin hyviä kommentteja ja palautteita. Se mikä testauksessakin kävi ilmi, on muistettava, että on yhtä monta mielipidettä, kuin käyttäjää. Operaattoreiden mielestä laitteen lisäarvo kasvaa, jos siihen saataisiin SAP yhteys, trendiviiva esimerkiksi lämpötilasta ja rakennekuva itse laitteesta.

Palaverissa 14.05.2014 esiteltiin sen hetkinen demo-versio mobiililaitteen käyttöliittymästä ja toiminnallisuudesta ja saatiin siihen palautetta ja kommentteja. Käyttöpäällikkö ei ollut vielä nähnyt käyttöliittymää, joten hän pääsi kokeilemaan sitä heti töikseen. Tämän palaverin tärkeimpänä antina jäi käyttöliittymän ja toiminnallisuuden testaus paikan päällä. Kävi ilmi, että mielipiteitä on taas yhtä monta kuin käyttäjääkin, mutta yleiskuva jäi kuitenkin positiiviseksi. Lopputuloksena tästä sovittiin, että laite viedään Metsä Fibrelle noin 2 viikoksi käyttöön. Sovittiin, että opiskelija Vähänen käy hakemassa laitteen ja toimii sen käytön opastajana tarrvittaessa. Tällä tehtaalla olevat operaattorit ovat moniosajia, jotka kiertävät laitteen kanssa kunnonvalvontakierrokselle määritetyt kohteet, jotka ovat tehty mobiililaitteelle. Fibrellä moniosajakoulutuksen käyneet tekevät kunnonvalvontakierroksia. Kierrokset tehdään kahden viikon välein. Mobiililaitteen testaus tehdasympäristössä toteutettiin kesällä.

### **Laitteet ja kunnonvalvontakierros**

Metsä Fibrellä on käytössä SAP-tietojärjestelmä johon on lisätty kaikki tehtaan laitteet hierarkian mukaan. Tehtaan käytettävyyden parantamiseksi käytössä on ennakkohuolto-ohjelma. Ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluvat massatehtaan kaikki pumput, sekoittimet sekä muut suuremmat laitteet, ruuveja myöten. Ennakkohuolto kohteet on jaettu eri työvuorojen kesken (1-5 vuorot). Jokainen laite tarkastetaan vähintään kahdeksan viikon välein. Prosessinohitaja lataa SAP:sta vähintään kerran viikossa reittiyölistan jossa ovat kaikki sillä viikolla tarkastettavat laitteet.

### **Ennakkohuolto toimenpiteet**

Prosessinohitaja suorittaa tarvittavat ennakkohuoltotoimenpiteet tarkastettaville laitteille ohjeiden mukaan.

### **Sekoitin**

- Tarkasta sekoittimen toiminta ja mekaaninen kiinnitys
- Huomio laakerien lämpötila, sivuäännet, värähtelyt ja värähtelyt
- Tarkista moottorin toiminta, lämpötila, jäähdytyksen toiminta
- Varmista jäähdytyksen vapaa toiminta
- Puhdista ilmanottoaukko ja rivat tarvittaessa
- Huomio moottorin värähtely ja ääni
- Kiilahihnojen tarkistus silmämääräisesti, ei löysiä tai kääntyneitä hihnoja, tarkista hihnojen määrä
- Tarkista vaihteiston öljymäärä ja huomio mahdolliset apulaitteet
- Tarkista tiivisteveden ja voiteluautomaattien toiminta ja kunto

### **Pumppu**

- Tarkista pumpun toiminta ja mekaaninen kiinnitys
- Varmista suojen kiinnitys ja toimivuus (tippasuoja, kytkinsuoja)
- Tarkista poksien tiiveys
- Tarkista laakerien lämpötila, huomio sivuäännet ja värähtelyt
- Tarkista myös pumpun imu- ja painepuolen sulkuventtiilien ja kunto
- Tarkista moottorin toiminta, huomio sivuäännet, lämpötila ja värähtelyt
- Varmista jäähdytyksen vapaa toiminta, puhdista ilmanottoaukko ja rivat tarvittaessa
- Tarkista kytkimen kunto ettei suojan sisällä ole kytkinkumin palasia.
- Tarkista tiivisteveden ja voiteluautomaattien toiminta ja kunto

### **Tarkastettavat laitteet**

Kunnonvalvontakierrokselle määritellyt laitteet ovat kerrottuna alla.

#### **Happireaktorin syötin**

Syöttää eli kuljettaa massaa happireaktoriin, jossa massaan syötetään puhdasta happea. Häiriötilanteessa syötin voidaan sammuttaa ja samalla ohitetaan koko happireaktori. Jos happireaktori ohitetaan on muissa valkaisu vaiheissa käytettävä enemmän kemikaaleja

jonka vuoksi kemikaali kustannukset kasvavat.

#### **Höyrysekoitin**

Höyrysekoitin sijaitsee suotimen ja massapumpun välissä. Sekoittimen tehtävä on siirtää massaa suotimelta massapumpulle ja poistaa turha ilma massasta höyryn avulla. Höyrysekoittimia on jokaisen suotimen jälkeisessä pudotusputkessa yksi kappale. Jos höyrysekoittimeen tulee häiriö, joudutaan koko valkaisuajon ajamaan alas.

#### **Hönläpöpuhallin**

Hönläpöpuhallin puhalttaa kaikki höyryt pois tietyistä kohtaa prosessia. Hönläpöpuhallin hajotessa ei ole vaikutusta prosessin kulkuun.

#### **Happivaiheen syöttösäiliön sekoitin**

Sekoittajan tehtävä on tehdä massasta ilmapampaa jotta kemikaalit tarttuvat massan kuituihin paremmin. Sekoittimen hajotessa pitää happivaihe ajaa alas ja ohittaa.

#### **Happireaktorin purkain**

Purkaimen tehtävänä on purkaa massa pois tasaisesti reaktorista seuraavaan vaiheeseen. Purkaimen hajotessa pitää happivaihe ajaa alas ja ohittaa.

#### **DD-Pesuri**

DD-pesurin on rumpupesuri. Massa kulkee rumpun kehällä olevissa sihtipohjaisissa lokeroissa. Yleensä dd-pesuri joudutaan ajamaan alas, koska lokeroiden ilmaukset menevät tukkoon ja tämän vuoksi massarata katkeaa. DD-pesuri voidaan ohittaa, jonka seurauksena kemikaalikustannukset nousevat.

#### **Happireaktorin massasekoitin**

Massasekoittimen tarkoituksena on sekoittaa massa, johon on lisätty kemikaalit. Massaa sekoitetaan, jotta kemikaalit sekoittuvat massaan tasaisesti. Massasekoitin voidaan ohittaa, jonka seurauksena kemikaalikustannukset nousevat.

#### **Mobiililaitte**

Mobiililaitteella tarkoitetaan kevyellä käyttöjärjestelmällä toimivaa kannettavaa laitetta. Näi-



tä laitteita voi käyttää moniin eri tarkoituksiin, niin vihteeseen kuin työskentelyynkin. Tässä projektissa mobiililaitetta on lähdetty viemään teolliseen hyötykäyttöön. Tietojen keruu ja niiden syöttäminen kunnonvalvontajärjestelmään pitäisi olla mahdollisimman yksinkertaista ja käyttäjäystävällistä. Mobiililaitteella tietojen keruu, niiden syöttäminen ja lukeminen helpottuu huomattavasti, verrattuna käsin kuitattaviin tietoihin. Tähän vaikuttaa erittäin paljon myös laitteessa käytettävä sovellus, mitä juuri tällä hetkellä Lapin ammattikorkeakoulu kehittää. Sovellus toimii yksinkertaisuudessaan siten, että kun kunnonvalvontakierrosta tehdään, näkyy kohteena olevan laitteen kuva mobiililaitteessa, mikä tarkastetaan ohjeiden mukaisesti. Mikäli kohde on kunnossa painetaan laitteesta OK painiketta ja jos kohteessa on jotain vikaa, painetaan EI OK painiketta. Erittäin hyvä kehityskohde mobiililaitteelle olisi suora yhteys tehtaalla olevaan kunnossapidon tietojärjestelmään, mihin kaikki tulokset menisi viiveettä. Näin kaikki tärkeä informaatio jäisi talteen ja historiatiedot tallentuisivat aukottomasti.

Käynnissäpitoryhmän mobiililaitteesta tekemä demoversio on ollut kenttätestauksessa ensimmäisen kerran Metsä Fibrellä kesällä 2014. Työntekijät antoivat positiivista palautetta laitteesta sekä todella hyviä parannusehdotuksia. Seuraavissa mobiililaitteen versioissa mobiililaitte osaa lukea dataa eli tietoa suoraan laitteesta kunhan mobiililaitte on tarpeeksi lähellä tarkasteltavaa kohdetta. Esimerkiksi pumppuun ja pumpun moottoriin asennetaan lämpötila- ja värähtelyanturit, jotka lähettävät tietoa reaaliajassa mobiililaitteeseen.



Kuva 2. mobiilisovellus kunnonvalvontakierroksesta

### Yhteenveto

Tehtävänäme oli olla apuna kehittämässä teollisuuden kunnonvalvontaan tarkoitettua mobiililaitetta, perehtymällä Metsä Fibren valkaisu 2:n happivaiheeseen. Tavoitteenamme oli löytää uusia menetelmiä laitteiden vikojen ennaltaehkäisemiseen sekä testata mobiililaitetta oikeassa tehdasympäristössä. Pienenä ongelmana alussa oli tietämättömyys prosessista ja laitteista, mutta vierailut yrityksessä auttoivat ymmärtämään niitä mukavasti.

Metsä Fibrellä käydyistä palavereista saimme kasaan tärkeää tietoa ja materiaalia, millä saimme vietyä projektia eteenpäin. Erityisesti vikapuuanalyysi selvensi erittäin hyvin prosessin laitehierarkiaa ja eri laitteiden viat ja vikaantumisista aiheutuvat seuraukset kävivät hyvin ilmi. Metsä Fibrelle voidaan antaa suuret kiitokset siitä, että olemme saaneet kaiken tarvittavan materiaalin helposti vain kysymällä.

Omatoiminen työskentely on keskittynyt paljolti kouluviikkojen alkupäähän 3K7608 Projektin teollisuuden kunnossapito 1 kurssin tunneille. Opeteltavaa on ollut paljon liittyen kunnossapidon toimintavarmuuden tarkasteluun käytettävissä menetelmissä.

Tiedot ja niistä saatavat tulokset saatiin järkevästi mobiililaitteeseen käyttäen mallina Metsä Fibreltä saatua kunnonvalvontakierroksen reittiä, minkä muotoilimme Excel:llä

---

mobiilisovelluksen ohjelmoijalle sopivaan muotoon ja siten kokeiluun teollisuuteen.

Olemme saaneet todella arvokasta tietoa mobiililaitteen käytöstä teollisuudessa. Olemme saaneet myös selville minkälainen työ on saada mobiililaitte osaksi ennakkohuolto-ohjelmaa ja minkälaisia resursseja se vaatii tehtaalta, koululta ja ohjaajalta sekä mobiilisovelluksen ohjelmoijalta. Tehdas on ottanut mobiililaitteen vastaan todella hyvin sekä muutenkin tukenut projektiamme kiitettävästi.

### **Lähteet**

Ramentor Oy. 2011. ELMAS 4 – Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi. Viitattu 13.11.2014 <http://ramentor-com-bin.aldone.fi/@Bin/668816fb09b127533e8505d932e38535/1418379801/application/pdf/1583477/ELMAS%204%20-%20FMEA.pdf>

Ramentor Oy. 2014. ELMAS - Tapahtumalogiikan mallinnus ja analysointi. Viitattu 13.11.2014 <http://www.ramentor.com/etusivu/tuotteet/elmas/>

Uusitalo, T. 2014. Poikkeamatarkastelu (HA-ZOP) - Menetelmän kuvaus, Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Viitattu 13.11.2014 <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/s-2-s/s2s-workshop120905.pdf>

---

## Kunnonvalvontakierros -Case Stora Enso Veitsiluodon tehtaat

Antti Lamsijärvi<sup>1</sup>, Ville Ojala<sup>2</sup>, Ari Välimäki<sup>3</sup>, Arja Kotkansalo<sup>4</sup>

Lapin ammattikorkeakoulu Teollisuuden ja Luonnonvarojen osaamisala, Kemi. [www.lapinamk.fi](http://www.lapinamk.fi)

<sup>1</sup>antti.lamsijarvi@edu.lapinamk.fi

<sup>2</sup>ville.ojala@edu.lapinamk.fi

<sup>3</sup>ari.valimaki@edu.lapinamk.fi

<sup>4</sup>arja.kotkansalo@lapinamk.fi

Asiasanat: kunnossapito, VVKA, käynnissäpito, kunnonvalvontakierros, mobiililaite

---

### Johdanto

Teollisuuden kunnossapito–projektin yhtenä tavoitteena on saada opiskelijat käytännön läheiseen yhteistyöhön yrityksen ja yritysmaailman kanssa, Lapin AMKin ja sen TKI:n käynnissäpitoryhmän opastamana. Projektin case-kohteeksi valikoitui Stora Enso Veitsiluodon tehtaalla paperikone 2:n lyhyt kierto, johon sovellettiin opiskelijatyönä kunnonvalvontakierrosta. Tavoitteena on myös projektin aiheen tuomien ongelmien selvittäminen ja sitä kautta kunnonvalvontakierroksen parantaminen. Ratkaistava haaste Stora Enson kunnonvalvontakierroksessa oli mm. se, että tarkastuskierrokset ovat hieman puutteellisia ja vikojen raportointi ei ole luotettavaa. Myös vikahistoriaa on vaikea tulkita, koska raportointi on epäselvää.

Ennen varsinaisen projektin aloittamista perehdyttiin erilaisiin kunnossapidon riskianalyyseihin ja -ohjelmiin. Riskianalyyesityökaluja apuna käyttäen saatiin listattua case-kohteen yleisimmät viat ja niitä verrattiin kohteessa jo käytössä oleviin ennakkohuoltokierroksiin ja -suunnitelmiin.

Ennakoivan kunnossapidon tueksi, on Lapin AMKissa käynnissäpidon tutkimusryhmässä kehitetty kunnonvalvontakierroksen avuksi mobiilisovellus, jolla saadaan luotettavaa tietoa kunnonvalvontakierroksien kriittisimmistä laitteista. Mobiililaite vietiin testattavaksi Stora Enso Veitsiluodon tehtaalle PK2:sen osastolle. Tällöin voidaan esim. ennakoita tulevien seisokkien kunnossapitotoimet.

### Riskianalyyssimenetelmät

VVA, VVKA, HAZOP ja vikapuuanalyysi ovat kunnossapitotoiminnan työkaluja, joiden avulla tarkkaillaan ja tutkitaan järjestelmän laitteissa esiintyviä vikoja ja pyritään ennaltaehkäisemään niitä. Näiden työkalujen tehtävänä on auttaa kunnossapidon tehostamisessa ja parantaa sen hallittavuutta. Näin parannetaan laitosten- ja prosessien toimivuutta ja tätä kautta tuottavuutta, kun tiedetään laitteiden ja niiden osien käyttöiät ja yleisimmät viat.

#### VVA

VVA eli vika- ja vaikutusanalyysi on SFS 5438 standardin mukaan luotettavuusanalyyssimenetelmä. Se on järjestelmällinen tapa tunnistaa tapoja ja menetelmiä, joita voi tulla laitteelle tai tuotantoprosessiin. Tällä tavalla pyritään ennaltaehkäisemään vikoja ja tunnistamaan ne ennen kuin ne ovat tapahtuneet. VVA myös helpottaa ymmärtämään tuotantoprosessin kokonaisuutta, sen laitteiden merkitystä prosessissa ja komponenttien vaikutusta laitteille. (Kuusimäki 2012, 34.)

Kun tarkastellaan laitteiden toimintavarmuutta VVA:lla, niin silloin pyritään ennaltaehkäisemään viat ja samalla arvioidaan niiden vaikutusta tuotantoon. Tällä haetaan sitä, että voidaan luokitella kohteet merkittävimpien vikojen seurauksien perusteella. Kohteiden (laitteiden) vioilla tulee rajata vika- ja vaikutusanalyysi. Kun tätä tehdään, niin pitää miettiä kohteiden todennäköisyyttä altistua vioille. Eli jos nähdään, että laite ei todennäköisesti altistu vioille, niin se voidaan jättää kokonaan pois analyysistä. (Kuusimäki 2012, 34.)

### VVKA

SFS 5438 standardin mukaan VVA:n looginen laajennus on vioittumistapojen kriittisyyden ja esiintymistodennäköisyyden arviointi eli VVKA (Vika-, vaikutus-, ja kriittisyysanalyysi). Se on systemaattinen toimintavarmuuden tarkastelun ja seurannan menetelmä. Sillä pyritään tunnistamaan ja analysoimaan ajoissa kriittisesti erilaisia vikoja, eli vian seurausten vakavuutta kuvataan kriittisyydellä. Kunnossapidossa käytetään yleisimmin kotimaista standardia PSK 6800, joka kuvaa laitteiden kriittisyyskartoitusta. (SFS 5438; PSK6800)

VVKA:ssa pyritään tutkimaan järjestelmän kaikkia vikamuotoja ja niiden vaikutuksia. Analyysin tavoitteena on löytää ratkaisuja kriittisten vikojen riskien minimoimiseksi ja vikamuotojen tunnistamiseksi. (Ramentor Oy 2011, 3.)

### HAZOP

Vaarojen tunnistamismenetelmiin kuuluvan HAZOP:n (Hazard and operability study) eli poikkeamatarkastelun tavoitteena on löytää prosessin häiriöstä aiheutuvat vaarat. Periaatteena on löytää prosessiparametrien muutosten pohjalta havaittavia prosessihäiriöihin johtavia onnettomuustekijöitä ja vaaratilanteita. Käyttökohteina ovat mm. kemialliset prosessit ja materiaaliavirtojen tarkastelu. (SFS-IEC 60300-3-9/liite 1)

Poikkeamatarkastelun toteutus vaatii selkeän resursoinnin, jossa huomioidaan kohteen laajuus ja monimutkaisuus. Hyvän ammattitaidon ja suuren työpanoksen avulla tarkastelu tuottaa luotettavia tuloksia ja parantaa prosessilaitoksen turvallisuutta ja käyttövarmuutta. HAZOP:n luomisen perustana käytetään mm. virtauskaavioita, PI-kaavioita, sijoituspiirustuksia, teknisiä erittelyjä sekä käyttö- ja toimintaohjeita. Laitos jaetaan laitteiden tarkoituksen mukaisesti toiminnallisiin yksiköihin, jotka analysoidaan erikseen. HAZOP-tarkastelu soveltuu kuitenkin huonosti Standardoituihin järjestelmiin. (VTT 2014)

### Vikapuu

Vikapuuanalyysi kuvaa graafisesti järjestelmän vikaantumista. Vikapuuanalyysi on tehokas ylhäältä-alas lähestymistapa, jossa ylimmäksi asetetaan epätoivottu tapahtuma, joka nimetään huipuksi. Huipputapahtumaan vaikuttavat tekijät ovat yleensä osien vikaantumisia ja ihmisten tekemiä virheitä, mutta menetelmä mahdollistaa myös monipuolisesti huipputapahtumaan vaikuttavien tekijöiden huomioimisen. Tapahtuman porttiehdon ja todennäköisyyssehdon avulla määritellään tapahtuman toteutuminen. Porttiehtoja varten tilanteelle määritellään syötteet, mitkä ovat vikapuun muut tapahtumat, jotka vaikuttavat tapahtuman toteutumiseen. (Ramentor Oy 2014b)

Vikapuun porttiehtona on tarkastella, että tapahtuman todennäköisyyssehto on todennäköisyysarvo siitä, millä todennäköisyydellä tapahtuma toteutuu, mikäli porttiehto on toteutunut. Tapahtuma toteutuu, jos molemmat porttiehto ja todennäköisyyssehto toteutuvat. Tapahtuma voidaan esittää myös vektorina, joka toteuttaa alla olevassa kaavassa 1. (Ramentor Oy 2014b)

$$(ID, a, b, P, i_1 i_2, \dots, i_n)^T \quad (\text{Kaava 1})$$

Kaavassa 1:

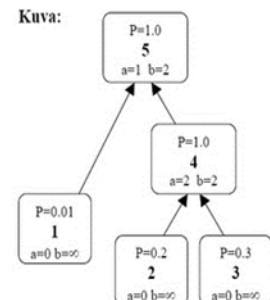
- ID on tapahtuman tunnus
- a on tapahtuman porttiehdon vähintään –arvo.
- b on tapahtuman porttiehdon enintään –arvo.
- P on tapahtuman toteutumisen todennäköisyys, jos porttiehto on voimassa.
- ik on tapahtuman syötteen k tunnus.

(Ramentor Oy 2014b)

Matriisi:

(ID)	1	2	3	4	5
a	0	0	0	2	1
b	∞	∞	∞	2	2
P	0.01	0.2	0.3	1.0	1.0
i <sub>1</sub>	.	.	.	2	1
i <sub>2</sub>	.	.	.	3	4

Kuva:



Kuva 3. Esimerkki teoreettisesta vikapuusta (Ramentor Oy 2014b)

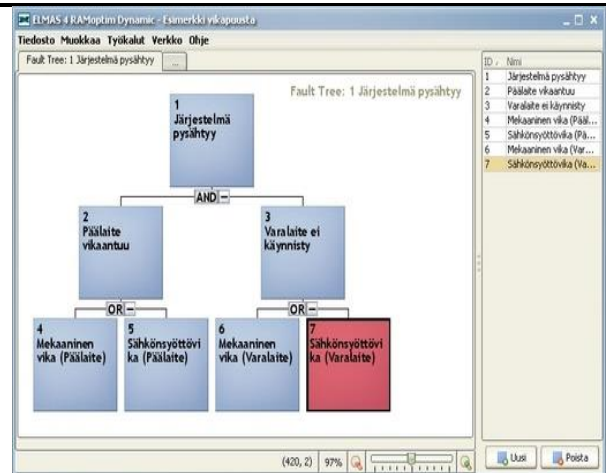
Kohteen vikaantumisen tutkimiseen ja dokumentointiin vikapuu on hyvin monipuolinen ja tehokas menetelmä. Vikapuun piirtäminen vaatii asianmukaisen työkalun. Vikalogiikan dokumentointi on toistava prosessi, jonka tavoitteena on selkeän ja mahdollisimman tarkan lopputuloksen saavuttaminen. Vikapuutyökalun avulla voi rakentaa mallin, joka on helposti muokattavissa. Vikapuutyökalun pitää pystyä tarjoamaan dokumentointia tukevia tehokeinoja ja myös analysointiominaisuuksia. (Ramentor Oy 2014b)

## ELMAS

ELMAS (Event Logic Modeling and Analysis Software) on Ramentor Oy yrityksen luoma tapahtumalogiikkaan perustuva ohjelmisto. Kaikille tapahtumille voidaan ELMAS ohjelmistossa tarkoittaa mitä tahansa asian tai tilanteen muutosta. ELMAS auttaa käyttäjää esim. tapahtuman mallin ymmärtämisen parantamisessa, tietojen jäsentelyssä ja dokumentoinnissa. (Ramentor Oy 2014a)

ELMAS ohjelmiston pystytään mallintamaan melkein pä minkä tahansa kohteen tai kohteita ja sillä voidaan joustavasti luoda muiden tapahtumien syy-seuraussuhteiden kuvaamista ja analyysia. Saatavana on kolme eri mallintustyyppiä: vikapuu, syy-seurauspuu ja luotettavuuslohkokaavio. Näitä tyyppiä voidaan käyttää joustavasti keskenään ja silloin voidaan mallintaa monimutkaisia tapahtumaketjuja. (Ramentor Oy 2014a)

Vikapuu ELMAS:ssa on pyritty luomaan mahdollisimman selkeäksi. Kaikki juuret ja portit on luotu samannäköisiksi laatikoiksi. Solmuissa on paljon tilaa, jolloin voidaan tehdä pitempi kuvaus solmusta ja erikseen oleva ID-tunnuksella voidaan täydentää solmun tietoja. Myös porttityypit on korvattu sitä tarkoittavalla tekstillä. Tällöin ei tarvitse erikseen opetella vikapuunsymboleitten tunnuksia ja nämä helpottavat ohjelmiston käyttöönottoa. (Ramentor Oy 2014c)



Kuva 4. esittää ELMAS vikapuutyökalulla tehtyä esimerkkiä vikapuusta (Ramentor Oy, 2014c)

ELMAS ohjelmalla luotiin Stora Enson PK2:sen lyhyestä kierroksesta vikapuuanalyysi, johon laitettiin kymmenen tärkeintä laitekantaa ja niiden alle tehtiin omat vikaluettelot. Näiden jälkeen karsittiin laitekantaa kuuteen.

## Teollisuuden kunnossapito- projektin kulku

Tammikuussa 2014 alkaneen projektikurssin ensimmäisellä tunnilla työnohjaaja kertoi projektista, kurssin tarkoituksesta ja mihin yritys siin ne tehdään. Projekti lähti liikkeelle jakamalla kurssin osallistujat työryhmiin. Ryhmittä nopeimmat saivat valita yrityksen, mihin halusivat projektin tehdä. Ryhmän yritykseksi valikoitui Stora Enso, koska se on kansainvälinen yhtiö, jolla on pitkä historia ja sillä on myös todella iso osa Kemian historiaa. Haluttiin myös nähdä opiskelijoina uusia yhtiöitä, koska tällaisessa projektissa se on mahdollista, mikä on opiskelun kannalta parasta.

Ryhmän ensimmäisenä tehtävänä oli käydä läpi VVA, VVKA, HAZOP ja vikapuuanalyysi. Näistä kirjoitettiin tutkielmaraportti. Kurssilla tutustuttiin ja käytettiin erilaisia riskianalyysimenetelmiä, joilla voitiin luoda laitekantoja alueesta ja miettiä niiden vaikutuksia sekä kriittisyyttä tuotantoon.

Analyysien käsittelyn jälkeen päästiin aloittamaan itse projekti, joka oli ryhmän kohdalla

Stora Ensolla, Veitsiluodon yksikössä olevan Paperikone 2:sen lyhyt kierto. Case kohteen laitteet oli määritelty jo etukäteen Stora Enson yhteyshenkilön Sami Kortelainen toimesta. Lyhyestä kierrosta saatiin prosessikaavio, jonka toiminta tuli selvittää ja tehdä siitä Artturi-kunnossapitojärjestelmään laitepaikat ja -kortit. Lyhyen kierron laitteista saatiin myös vikalistat. Stora Enson määrittelemä alkuperäinen laitekantakokonaisuus PK2:sen pyörrepuhdistuslaitoksen (Pp) lyhyellä kierrolla oli:

- Pp-laitos 1. vaihe syöttöpumppu
- Pp-laitos 2. vaihe syöttöpumppu
- Pp-laitos 3. vaihe syöttöpumppu
- Pp-laitos 4. vaihe syöttöpumppu
- Pp-laitos 5. vaihe syöttöpumppu
- Pp-laitos 6. vaihe syöttöpumppu
- Perän syöttöpumppu
- Konesihtti 1 ja 2
- Rejektisihti

Ja varalta mukaan otettiin laimennuspuolelta laitteet:

- Laimennuskierron syöttöpumppu
- Laimennusperän syöttöpumppu
- Laimennusvesisihti.

Kun Artturi-kunnossapitojärjestelmään luotiin laitepaikat ja -kortit, niin samalla tehtiin listaa PK2:sen lyhyen kierroksen laitteiden yleisimmistä vioista, jotka olivat havaittu viimeiseltä 10 vuodelta. Artturi-ohjelman jälkeen esiteltiin ELMAS-vikapuuanalyysiohjelma, johon ryhmän tulisi tehdä tehtaalta saatujen vikatietojen pohjalta oikeanlainen vikapuuanalyysi.

### **Vierailut Case kohteessa**

Ensimmäinen tehdasvierailu Stora Enson Veitsiluodon PK2:lla tapahtui talvella 2014. Ryhmän lisäksi vierailulla oli mukana vastuopettaja Aslak Siimes ja ryhmää ohjaava projekti-insinööri Arja Kotkansalo Lapin ammattikorkeakoulusta. Heidän lisäksi mukana oli myös ELMAS-ohjelman asiantuntija Turkka Lehtinen Ramentor Oy:stä.

Vierailun tarkoituksena oli esitellä PK2:n johdonhenkilöstölle projektin aihe ja laitehierarkian perusteella ELMAS-ohjelmalla tehty vikapuuanalyysi. Palaverissa Turkka Lehtinen täydensi myös kunnossapitokierrokselle kuuluvaa laitteistoa sekä niiden vikoja ELMAS-

ohjelmaan. Vierailun jälkeisillä tunneilla täydennettiin ja tarkennettiin ELMAS – vikapuu-ta, jonka Turkka sähköpostitse lähetti ryhmälle.

Tiedonkulku hidastui ELMAS- ohjelman käytön jälkeen ja projektin etenemiseen tuli tauko tiedonpuutteen vuoksi. Ryhmä käytti hiljaisen ajan, joka kesti yli kuukauden, projektisuunnitelman sekä raporttien ja muistion kirjoittamiseen. Lopulta ryhmä sai uutta tietoa projektin kulusta ja kävi ilmi, että projektin alkuperäinen suunnitelma oli vaihtunut. Projektin toimeksianto ymmärrettiin alun perin siten, että ryhmän tehtävänä oli parantaa jo PK2:lla käytössä olevaa SAP- kunnossapitojärjestelmää, käyttäen apuna Artturi- ja ELMAS- ohjelmia. Oikea tehtävänanto oli kuitenkin luoda PK2:n määrätuille laitteille uusi kunnonvalvontakierros, joka tulotisiin suorittamaan käyttäen apuna mobiililaitetta. Kunnonvalvontakierroksen kuvaus selitetään kappaleessa "kierroksen suunnittelu mobiililaitteelle".

Kunnonvalvontakierrosta varten käytiin uudella tehdasvierailulla, jossa kuvattiin lyhyen kierron laitteet sekä hieman suunniteltiin järkevää kierrossuunnitelmaa kunnonvalvonnalle (kuva 3). Koululla todettiin, että otetut laitekuvat eivät sovi suunniteltuun kunnonvalvontaohjelmaan, sillä laitteet olivat kuvien otto hetkellä massan peitossa tai muuten liian likaisia. Sopivia kuvia kunnonvalvontaohjelmaan päätettiin etsiä internetistä.



Kuva 5. Antti Lamsijärvi ja Ville Ojala ovat tarkastelemassa ennakkohuoltokierrokseen kuuluvaa moottoria.

Koululla tutustuttiin käynnissäpidon tutkimusryhmässä luotuun kunnonvalvontasovellukseen, johon ryhmä ehdotti pieniä muutoksia. Muutoksien jälkeen lähdettiin kevään viimeiselle tehdasvierailulle, josta kerrotaan myöhemmin.

Viimeisenä tehtävänä kirjoitettiin kurssista yhteenveto ja muistio viimeisestä vierailusta Stora Ensolta. Yhteenvedossa käsiteltiin myös kurssin etenemistä sekä mahdollisia parannusehdotuksia. Kurssin eteneminen oli kohtalaisen hyvä ottaen huomioon hitaan tiedonkulun ja alkuperäisen tehtävän vaihtumisen.



Kuva 6. Ari Välimäki tarkastamassa moottorin kilpitietoja.

### **PK2:n lyhyen kierron laitekohtaiset viat**

17.3.2014 vierailun aikana esitettiin myös PK2:n lyhyen kierron kunnossapitoon liittyviä kysymyksiä. Pyörrepuhdistuksen pumput ja moottorit vaihdetaan vikaantuessaan kokonaisuina. Apuna käytetään kattoon asennettuja kiskoja ja siirron esteenä olevat laitteistot ja

putkistot puretaan tieltä. Suunniteltu vaihtoaika on n. 8 tuntia eli vaihdon pitäisi onnistua suunnitellussa kunnossapitoseisokissa. Laitteiden ollessa suuria ja prosessin kannalta kriittisiä, on ennakkohuolto erittäin tärkeässä roolissa. Suurempien laitteiden vikaantumisaika on yli 10 vuotta.

Pienemmät pumput vaihdetaan kokonaisina. Vaihtoon menee aikaa maksimissaan kahdeksan tuntia, mutta vikaantumisväli on lyhyempi. Lisäksi ne pystytään ohittamaan ja ajamaan suunniteltuun kunnossapitoseisokkiin asti, jolloin tehdään tarvittavat toimenpiteet. Pumppujen ja niiden moottoreiden päälle kertyvä paperimassa tai muu epäpuhtaus voi nostaa niiden lämpöjä ja näin vaikuttaa kestävyYTEEN.

Prosessin sihtien kuluneisuutta ja kuntoa tarkkaillaan aukaisemalla ja tarkistamalla ne kerran tai kaksi vuodessa. Joskus sihteissä havaitaan vuotoja, jotka ovat yleensä liitoksissa. Vuodot eivät keskeytä tuotantoa, vaan ne korjataan kunnossapitoseisokeissa.

Kunnossapitoa on jaettu perusmittausten osalta myös prosessinhoitajille, mutta ennakkohuolto ja kunnossapito-organisaatio tekevät tarkemmat mittaukset ja yleensä suurimmat työt tehdään kunnossapitoseisokeissa. Ennakkohuolto suorittaa mittauksia 1-2 viikon välein. Kunnossapitoseisokit tehdään ja ajoitetaan saatujen mittauksien perusteella.

### **Kierrosten suunnittelu mobiililaitteelle**

Uuden kunnonvalvontakierroksen työkaluna käytettävälle mobiililaitteelle suunnitellaan PK2:n lyhyen kierron laitteista kolme lyhyttä tarkastuskierrosta, johon valitaan muutamia laitteita. Kierroksien laitteet ovat pääasiassa pumppuja ja niitä pyörittäviä sähkömoottoreita. Osa laitteista on tuotannon kannalta erittäin kriittisiä, mutta toiset pystyy ohittamaan niiden vikaantuessa.

Mobiililaitetta kokeillaan aluksi vain muutamalla kierroksella, jonka jälkeen voidaan tarkemmin sanoa onko se toimiva ja mitä muu-

toksia se vaatii. PK2 Lyhyt kierto kunnonvalvontakierros:

*Ensimmäisen alueen kohteet*

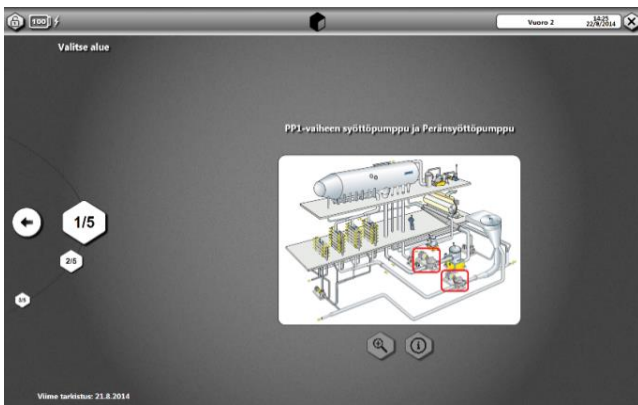
- VL-2215205 PP 1-vaiheen syöttöpumppu
- VL-2215603 Rejektisihti

*Toisen alueen kohteet*

- VL-2215210 Perän syöttöpumppu

*Kolmannen alueen kohteet*

- VL-2215601 Konesihtti 1
- VL-2215602 Konesihtti 2



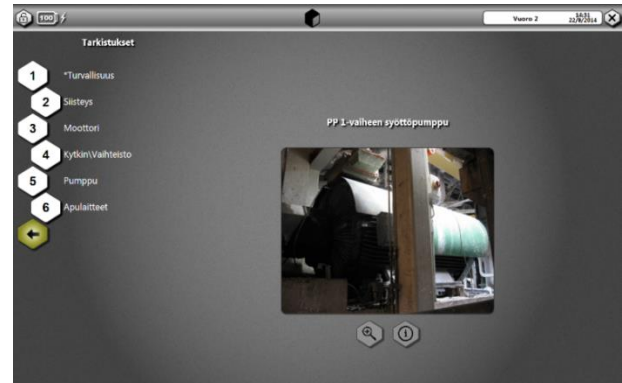
*Kuva 7. Mobiililaitteen näkymä ensimmäisen ja toisen alueen laitteilta*

Mobiililaitteen näkymässä (Kuva 7), Pp1-vaiheen syöttöpumppu ja peränsyöttöpumpun tarkastuskierros on alkamassa. Näytön vasemmassa laidassa näkyvät alueet. Info- napista on mahdollisuus saada lisätietoja, kuten tarkempi selostus sijainnista. Tarvittaessa lisätietoja voi ohjelmoida lisää.



*Kuva 8. Ensimmäinen alue: Pp 1:n pumpun moottori*

Alueen valitsemisen jälkeen laite esittää tarkastettavat kohteet (Kuva 8.) kuvineen. Vasemmalla näkyy tarkastettavien laitteiden lukumäärä ja info -kohdasta saa jälleen tarkemmat tiedot laitteesta.



*Kuva 9. Pp 1:n syöttöpumpun moottorin tarkistuspaikat*

Kuva tarkistettavasta laitteesta ja näkymässä (Kuva 9.) vasemmalla sen tarkistuspaikat, joista jokaisen laitteen kohdalla on oletuksena turvallisuus ja siisteys. Lisäksi laite kysyy mm. seuraavia asioita:

*Moottori*

- Tarkista mekaaninen kiinnitys
- Mittaa lämpötila laserlämpömittarilla
- Mittaa värähtelyt värähtelymittarilla
- Tarkista jäähdytyksen toiminta
- Kuuluuko laitteesta sivuääniä?

*Pumppu*

- Tarkista pumpun mekaaninen kiinnitys
- Tarkista poksien tiiveys
- Varmista tippasuojan toimivuus
- Tarkista pumpun imupuolen sulkuventtiilien kunto
- Tarkista pumpun painepuolen sulkuventtiilien kunto
- Tarkista tiivisteveden toiminta

*Kytkin/vaihteisto*

- Mittaa värähtelyt värähtelymittarilla
- Mittaa lämpötila laserlämpömittarilla
- Kuuluuko laitteesta sivuääniä?

*Apulaitteet*

- Tarkista voiteluautomaattien toiminta



## **Prototyypin esittely prosessityöntekijöille**

Kevään viimeisellä opiskelijoiden vierailulla mobiililaitte esiteltiin käyttöpuolen henkilölle, joka havaitsi ohjelman varsin toimivaksi ja ehdotti siihen vielä pieniä muutoksia.

Mobiililaitteen prototyyppiä testattiin operaattoritasolla prosessityöntekijöiden toimesta 23.5.2014. Työntekijöiden kommenttien mukaan laite on käyttäjäystävällinen sekä käytettävyyden on hyvä ja ymmärtäminen on helppoa.

### **Kehitysehdotukset**

Mittauspisteitä tehtaalla on nyt 400-500kpl, joten on mietittävä, mitkä mittauskohdat otetaan mukaan. Harvoissa laitteissa pystytään kuulotarkastusta ottamaan mukaan, sillä tarkastuskohteissa on yleensä kova melu ja tarkastajalla kuulosuojaimet korvilla. Kohdat, jotka havaitaan turhiksi, poistetaan tarkastuslistalta, jotta tarkastus olisi mahdollisimman yksinkertainen ja se tulisi tehtyä oikein.

Kunnonvalvonnassa on aiemmin ollut tietojen purkamisen kanssa ongelmia, jotka ovat joutuneet palvelimen yhteysongelmista. Jos Marlin-mittauksissa on ongelmia tai poikkeamia korjaustoimenpiteet tehdään Kemissä ennakkokuulutoimintaryhmän toimesta. Kaikki kunnossapidosta saatu tieto käsitellään SAP:ssa välittömästi, jotta tieto jää historiaan.

Kehitysideoita on tullut mm. mobiililaitteen symboleista. Esimerkiksi: mittauksen tulos kohdassa  $x$  tai  $\sqrt{\quad}$  olisi vain yksi tapa hyväksyä mittaus: OK tai tee uusi mittaus.  $X$  voi tarkoittaa, että mittaus hylätään eli on epäselvä kohta. Lisäksi on ehdotettu "return" näppäintä joka vilkkuu. Mittauksen jälkeen syttyisi vihreä alue ylhäällä näytössä, jonka sisällä on luku, joka on rajojen sisällä tai vastaavasti punainen alhaalla, joka kertoo jos raja on ylitetty. Näiden lisäksi on oltava esimerkiksi valkoinen lukumittausnappula josta pääsee mittaamaan uudelleen. Arvon mennessä rajojen ulkopuolelle laite pakottaa mittaamaan uudestaan. Jos uudella mittauksella tulee hyväksyttävä arvo, suodatetaan edellinen poikkeava

arvo pois, jottei se vaikuta keskiarvoon ja oletetaan sen olevan ns. "hullu arvo". Kierroksen ollessa valmis laite kytketään telakkaan jolloin se varmistaa kysymällä uudestaan, mistä asioista tehdään ilmoitus.

### **Johtopäätökset**

Projekti antoi opiskelijoille käytännönläheisen kokemuksen oikeasta projektityöskentelystä työympäristössä yrityksessä. Opiskelijan käsitys projektin etenemisestä aina aikataulutuksesta itse projektin valmistumiseen ei ollut niin yksiselitteinen, mitä alun perin saatettiin olettaa.

Jo alkuvaiheissa ryhmä sai perehtyä syvästi kohteen toimintamalliin ja laitteisiin. Ryhmän ollessa opiskelijoita, tiedon kulun oletettiin tulevan opettajilta ja tehtaalta aina ryhmän tietoisuuteen, mutta nopeasti tämän käsityksen huomattiin olevan väärä. Projektityöskentelyssä painottui oma-aloitteisuus, jolla saatiin sovittua tehdasvierailuja sekä pyydettyä tarkempia tietoja projektin valvojilta ja tehtaalta. Huomattiin myös, että ryhmän on joustettava tehdasvierailuissa yrityksen aikataulujen mukaan, sillä onhan selvää, että tuotannon käynnissä pysyminen on tärkeintä.

Tiedonkulun tärkeys tuli todella hyvin esille projektin edetessä. Oma-aloitteinen tiedon hankkiminen on erittäin tärkeää projektin viemiseksi eteenpäin.

Opiskelijatyöskentelyn kannalta olisi hyödyllistä vaihdella projektipäällikköä, sillä vastaavanlaisiin tehtäviin jokainen ryhmän jäsen opiskelee. Työkohdetta varten tulisi olla kuitenkin yksi ja sama kontaktihenkilö, joka hoitaisi projektin etenemisestä tiedottamisen. Tällöin koulunympäristössä voitaisiin vaihtaa projektipäällikköä opetusmielisesti ilman, että se aiheuttaisi sekaannuksia kohderyhmässä.

Yksi keskeisiä asioita, joka tuli esille myös projektin edetessä oli, että projekti ei kulje yritysmaailmassa tasaisesti eteenpäin. Siinä ilmenee alkuvaihe, jolloin työ lähtee liikkeelle ja niin työryhmä kuin yhteyshenkilökin on tiiviisti yhteydessä toisiinsa. Alkuvaiheen jäl-

keen seuraa hiljainen aika, jolloin työryhmä käsittelee saamiensa tietoja ja kehittää projektia sen pohjalta. Pitkä yhteyskatkos kuitenkin johtaa epävarmuuteen siitä, onko projekti vielä käynnissä vai ei. Uutta kipinää projektiin luodaan ottamalla yhteyttä kontaktihenkilöön ja käydään läpi, mitä on saatu aikaiseksi ja tulee kehittää. Kehitysaiheita haetaan käyttökennkilökunnalta, joka tulee käsittelemään mobiililaitetta.

Erilaiset kunnossapito-ohjelmistot ja niiden käyttäminen tuli esille projektissa. Niiden hyödyt ja kehittäminen apuvälineinä kunnossapito-ongelmien ratkaisemisessa oli korvaamaton.

### **Kiitokset**

Kiitämme Stora Enso Veitsiluodon tehtaan tuotantoinsinööri Sami Kortelaista casekohteen saamisesta ja käyttövarmuusasiantuntija Turkka Lehtistä ELMAS ohjelmistoon perehdyttämisestä sekä toimitusjohtaja Timo Lehtistä Ramentor Oy:stä ohjelmiston käyttöoikeudesta. Lisäksi kiitämme opettajaamme Aslak Siimestä ja ohjaajaa projekti-insinööri Arja Kotkansalooa ryhmämme ohjauksesta.

### **Lähteet**

Kuusimäki K., 2012. Kunnossapito-ohjelman käyttöönotto, Vika- ja vaikutusanalyysi. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö. Opinnäytetyö.

Ramentor Oy. 2011. ELMAS 4 Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi Versio 1.0. Viitattu 19.11.2014 <http://ramentor-com-bin.aldone.fi/@Bin/668816fb09b127533e8505d932e38535/1418379801/application/pdf/1583477/ELMAS%204%20-%20FMEA.pdf>

Ramentor Oy, 2014a. ELMAS - Tapahtumalogiikan mallinnus ja analysointi. Viitattu 19.11.2014 <http://www.ramentor.com/etusivu/tuotteet/elmas/>

Ramentor Oy, 2014b. Vikapuu- Tuotteet. Viitattu 19.11.2014 <http://www.ramentor.com/etusivu/tuotteet/elmas/vikapuu/>

Ramentor Oy, 2014c. Vikapuu – Teoria. Viitattu 19.11.2014 <http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/vikapuu/>

PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. 13 painos. Helsinki PSK Standardisointi.

SFS 5438. 1988. Järjestelmän luotettavuuden analysointimenetelmät. Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA). Suomen Standardisointiliitto SFS ry.

VTT. 2014. Poikkeamatarkastelu (HAZOP) - Menetelmän kuvaus. Viitattu 19.11.2014 [http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_poikkeamatarkastelu\\_hazop.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_poikkeamatarkastelu_hazop.jsp)

---

# Mobiilisovelluksen hyödyntäminen kunnonvalvonnassa – case Outokumpu Tornio Works

Heli S venn<sup>1</sup>, Tuomas Mokko<sup>2</sup>, Samuel Riekk i<sup>3</sup>, Lari Liikamaa<sup>4</sup>, Ville Rauhala<sup>5</sup>

Lapin ammattikorkeakoulu, Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisala, Kemi. [www.lapinamk.fi](http://www.lapinamk.fi)

<sup>1</sup>[heli.svenn@edu.lapinamk.fi](mailto:heli.svenn@edu.lapinamk.fi)

<sup>2</sup>[tuomas.mokko@edu.lapinamk.fi](mailto:tuomas.mokko@edu.lapinamk.fi)

<sup>3</sup>[samuel.riekki@edu.lapinamk.fi](mailto:samuel.riekki@edu.lapinamk.fi)

<sup>4</sup>[lari.liikamaa@edu.lapinamk.fi](mailto:lari.liikamaa@edu.lapinamk.fi)

<sup>5</sup>[ville.rauhala@lapinamk.fi](mailto:ville.rauhala@lapinamk.fi)

Asiasanat: kunnossapito, tarkastuskierros, ennakkohuolto, kunnonvalvonta

---

## ***Tiivistelmä***

Projektin toimeksiantaja oli Outokumpu Tornio Works:in terästehdas. Tarkoituksena projektissa oli teollisuuden kunnossapitoon tutustuminen ja mahdollisten kehityskohteiden etsiminen. Projektin tekemisen yhteydessä tutustuttiin moniin eri kunnossapidon työkaluihin ja mietittiin ratkaisuja kuinka isojen yritysten kunnossapitoa voitaisiin helpottaa, nopeuttaa ja yleensäkin tehdä tehokkaammaksi. Tässä julkaisussa kerrotaan näistä työkaluista ja niiden käytöstä kunnossapidon kehittämiseksi.

## ***Johdanto***

Projekti tehtiin yhteistyössä Lapin ammattikorkeakoulun ja Outokumpu Tornio Worksin kanssa. Aihe sijoittuu Outokummun kuuma- valssaamon loppupäähän.

Projektissa käytiin läpi kohdealueella olevien laitteiden vikatietoja, jotka ovat peräisin kunnossapidon tietojärjestelmästä. Vikatietojen avulla tehtiin lista kymmenestä yleisimmästä viasta. Listauksen avulla pystyttiin vertailemaan yleisimpiä vikoja jo olemassa oleviin ennakkohuoltosuunnitelmiin ja ehdottamaan mahdollisia parannuksia. Projektin olennaisena osana oli myös ennakoivan kunnossapidon parantaminen. Tähän tarkoitukseen Lapin ammattikorkeakoulu on kehittänyt mobiililaitteen, joka vietiin testattavaksi kohdeorganisaatioon.

Kuumavalssauksessa jatkuvavalukoneilla tehdyt aihiot valssataan nauhaksi. Kun aihiot tulevat sulatolta, siirretään ne askelpalkkiuuniin. Siellä aihiot lämmitetään 1 100 – 1260°C:seen, riippuen valssattavasta teräslaadusta. Tämän jälkeen aihiota valssataan etuvalssaimella niin kauan, että aihio on ohentunut tarpeeksi ja sen pituus on kasvanut huomattavasti. Tällöin aihio muuttuu siis esinauhaksi. Esinauhaa kuitenkin ohennetaan vielä huomattavasti valssaamalla sitä Steckel – ja Tandem-valssaimilla. Ennen kelausta nauha vielä jäähdytetään jäähdytyslaitteistossa, mikäli teräslaatu sen vaatii. Kelauksen jälkeen rulla punnitaan, merkataan, sidotaan ja viedään askelpalkkeja pitkin jäähdytyspaikoille. Jäähdytyspaikkoja ovat vesialtaat sekä kuivajäähdytyspaikat. Jäähdytyksen jälkeen suurin osa rullista kuljetetaan kylmävalssaamolle ja osa myydään mustana nauhana suoraan asiakkaalle.

Projektissa keskitytään kelauksen jälkeisiin tapahtumiin. Eli kun rulla nostetaan kelaime lta rullahissillä askelpalkkikuljetin ykköselle, joka kuljettaa sen joko askelpalkkikuljetin kakkoselle tai kolmoselle. Tähän kuuluu myös kääntövaunu, joka kääntää rullan riippuen siitä kumman askelpalkkikuljettimen kautta rulla kulkee. Eräs huomioon otettava seikka oli se, että kaikki rullat kulkevat askelpalkkikuljettimen yksi kautta ja jakaantuvat siitä puoleksi kahdelle muulle askelpalkkikuljettimelle. Näin ollen askelpalkkikuljetin ykkösen rasitus on huomattavasti suurempi.

## **Projektin kulku**

Projektin tekeminen aloitettiin heti ensimmäisellä kouluviikolla tammikuun alussa. Opiskeliijoista muodostettiin työryhmiä heidän toiveidensa mukaisesti ja kukin ryhmä valitsi projektille aiheen vaihtoehdoista, jotka tulivat eri teollisuus-laitoksista. Tämän julkaisun kirjoittanut ryhmä valitsi Outokumpu Tornio Worksin sen pohjalta, että yhtä jäsentä lukuun ottamatta he olivat työskennelleet siellä edellisinä kesinä. Ensimmäiset viikot kuuluivat melkein kokonaan aiheeseen tutustussa ja toimeksiantajan lähettämiin kuviin tutustussa. Tammikuun puolessavälissä Turkkalehtinen Ramentor Oy:stä kävi pitämässä ELMAS-koulutuksen ja tammikuun loppupuolella päästiin tutustumaan alueeseen paikan päälle. Siellä sovittiin lisätiedoista, joita toimeksiantaja myöhemmin lähetti. Outokummulla käytiin myös helmikuun alussa, jolloin Lehtinen oli mukana. Silloin tehtiin ELMAS-ohjelmistoon vikaupuhja, johon oli tehtävänä kohdentaa vikatiedot oikein. Hiihtolomaan asti käytiin läpi vikatietoja; sieltä poistettiin kaikki turha tieto ja viat kohdistettiin oikein. Tämän jälkeen vioista tehtiin TOP 10-listaus.

Hiihtoloman jälkeen projektissa oli pieni suvantovaihe. Tarkoituksena oli ollut päästä haastattelemaan operaattoreita ja kunnossapito-asentajia, mutta Outokummulla olevien kiireiden vuoksi siellä ei päästy käymään. Ratkaisuna tähän toimeksiantajalle, Outokummun kunnossapidon kehitysinsinööri Sami Majurille, lähetettiin ELMAS-ohjelmiston pohjalta tehty Excel-taulukko, jonka avulla saatiin kriittisyysarvot laitteille kriittisyysluokittelun tekemistä varten. Huhtikuun aikana suunniteltiin myös pohja mobiililaitteelle, joka kuului osaksi projektia. Myös tästä asiasta keskusteltiin toimeksiantajan kanssa ja hän ehdotti muutamia parannusehdotuksia mobiililaitteelle ennen sen testaamista kohdeorganisaatiossa.

## **ELMAS**

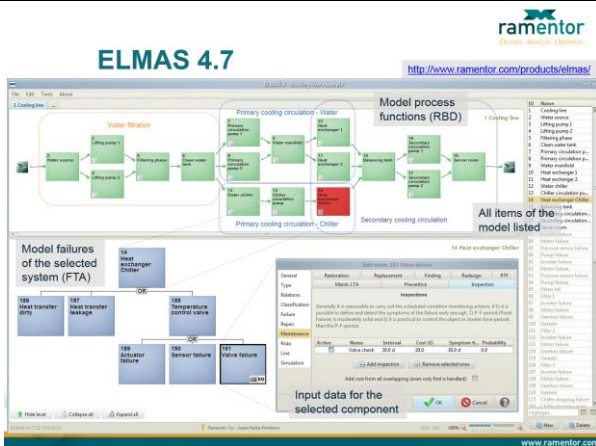
ELMAS (Event Logic Modeling and Analysis Software) on nykyisin Ramentor Oy:n kehittä-

tämä käyttövarmuusohjelmisto prosessien käyttövarmuuden parantamiseen. ELMAS-ohjelmiston kehitys on saanut alkunsa vuonna 1996 Tampereen teknillisen yliopiston TEKES-tutkimusprojektina. Ohjelmiston tuoteistus jatkui Artekus Oy:n toimesta, kunnes vuoden 2006 alussa ELMAS/RAM-kehitysprojekti yhtiöitettiin Ramentor Oy:ksi. (Ramentorin www-sivut 2011, hakupäivä 2.10.2014.)

## **Käyttötarkoitus**

ELMAS on tarkoitettu tapahtumalogiikan mallinnukseen ja analysointiin. Tapahtumalogiikalla tarkoitetaan kaikenlaisten tapahtumien ja tilanteiden välisiä loogisia suhteita. ELMAS-ohjelmisto tarjoaa erityyppisiä mallinnustyökaluja, kuten vikapuu, syy-seurauspuu ja luotettavuuslohkokaavio. Näillä työkaluilla luotuja malleja voidaan käyttää ymmärryksen parantamiseen erilaisten prosessien tapahtumista, sekä tiedon jäsentämiseen ja dokumentointiin (kuva 10). Lisäksi ELMAS-ohjelmistolla on mahdollista suorittaa simuloituja edellä mainittuihin työkaluihin syötettyjen tietojen pohjalta. (Ramentor Oy 2011a)

ELMAS soveltuu lähes minkä tahansa kohteen mallintamiseen. Tyypillisesti ELMAS-ohjelmistoa käytetään, kun halutaan tietoa jonkin laitteen, järjestelmän, prosessin tai muun kohteen vikaantumista. Ohjelmiston avulla pystytään selvittämään erilaisten tapahtumien syy-seuraussuhteita sekä analysoimaan niitä. Analysointiin on tarjolla tehokkaat työkalut, kuten RCM, FMEA ja LCC menetelmät. Projektissa keskityttiin ELMAS:n osalta prosessin mallinnukseen, joten analysointityökaluja ei enempää käsitellä tässä julkaisussa. (Ramentor Oy 2011a)



Kuva 10. ELMAS:n työpohjanäkymä (Ramentor Oy 2011a)

### ELMAS:n käyttö projektissa

Projektin tarkoitus oli kehittää Outokummun kuumavalssaamon nauhakelaimen alueen kunnossapitoa. Projekti aloitettiin käymällä läpi laitteiden vikaistoria. Kun turhat tiedot oli karsittu, vikatapahtumille tehtiin alustava luokittelu. Luokittelun pohjalta rakennettiin ensimmäisen ELMAS-malli. Mallin runko luotiin kuumavalssaamon nauhakelaimen alueen laitehierarkian pohjalta, johon lisättiin kunkin laitteen alle mahdolliset vikakohteet vikaistoriasta tehdyn luokittelun mukaan.

Vierailusta projektin kohteena olevalle prosessin osalle kuumavalssaamolla oli paljon apua projektin tekemisessä. Tämän vierailun aikana ELMAS-mallia hiottiin paremmaksi Outokummun toimeksiantajan opastamana lähinnä vikakohteiden nimityksien osalta. Lisäksi malliin lisättiin muutamia ilmeisiä vikakohteita, joita ei käytössämme olleesta vikadatasta tullut esiin. Kun ELMAS-malli saatiin projektin tilaajalle kelpaavaan kuntoon, lopullisen vikamuotoiluokittelun tekeminen oli mahdollista ELMAS-mallista saatujen ID-numerojen avulla. Vikatapahtumat luokiteltiin syöttämällä kuhunkin vikatapahtumaan vastaavan vikamuodon ID. Tämä Excel-tiedosto oli mahdollista ajaa ELMAS-ohjelmistoon, jolloin ELMAS ajoi kaikki vikatapahtumat suoraan oikean vikakohteen alle.

ELMAS-ohjelmistolla suoritettiin myös simuloituja, mutta niiden tulokset eivät antaneet lisäarvoa verrattuna aikaisemmin Excel:ssä tehtyyn TOP 10-listaukseen. Syynä tähän on,

että vikaistoriassa ei ollut korjausajkoja ja muuta oleellista tietoa simuloinnin kannalta, jolloin laitteen kriittisyys perustuu käytännössä vain vikaantumistaajuuteen. Jokaisen vikatapahtuman korjausajaksi oli syötetty yksi tunti. Vikakohteille tehdyllä kriittisyysluokittelulla ei tuntunut olevan vaikutusta simulointiin.

Tässä projektissa suurin apu ELMAS-ohjelmistosta oli tietojen jäsentelyn ja dokumentoinnin osalta. Kuten aiemmin on jo mainittu, kokonaisvaltaisen simuloinnin teko olisi vaatinut huomattavasti laajempia lähtötietoja. Käytössä olleesta vikaistoriasta sai selville vain vikatapahtuman ajankohdan, kohteen ja vapaamuotoisen kuvauksen, sekä laskennallisesti vikaantumisvälin. Kattavien lähtötietojen kerääminen olisi vaatinut paljon aikaa ja käytännössä projektin työstämistä paikan päällä Outokummun tehtaalla.

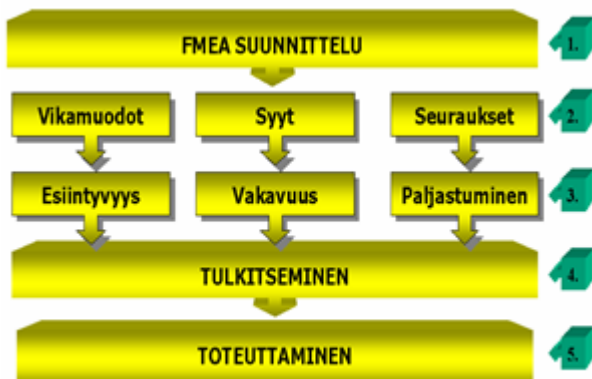
### Riskien arviontimenetelmät

Riskianalyysimenetelmiä ovat esimerkiksi VVA, VVKA, vikapuuanalyysi ja HAZOP (Hazard and Operability Study) eli poikkeamatarkastelu. Ne ovat perustyökaluja käytettävyyden parantamiseksi eri olosuhteissa.

#### VVA

VVA eli vika- ja vaikutusanalyysi on menetelmä, jolla tarkastellaan laitteen tai suorituksen toimintavarmuutta systemaattisesti. Se on kvalitatiivinen eli laadullinen analyysi. Sen avulla pyritään tunnistamaan yksittäiset laiteviat, analysoimaan ne, ja arvioimaan niiden vaikutusta järjestelmään. Laitevikojen pohjalta suunnitellaan ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. Pääasiassa VV-analyysi ei ratkaise ongelmia, vaan nostaa ne esille ja yhdessä ongelmanratkaisumenetelmien kanssa löydetään korjaavat ja ehkäisevät toimenpiteet. VV-analyysissa tarkasteltava järjestelmä jaetaan komponentteihin, joista jokaisen komponentin vikamuodot ja niiden aiheuttamat järjestelmäviat ja vaarat tunnistetaan. Prosessien toiminnassa tarkastellaan kunkin prosessivaiheen mahdollisia vikaantumisia ja tunnistetaan kriittisimmät vaaratekijät. Sitä voidaan soveltaa teknisissä aloissa, sekä ohjelmistojen ja inhimillisten tekijöiden tutkimiseen (kuva 11). VV-analyysista on hyötyä

monella eri tavalla. Sen avulla tunnistetaan systemaattisesti muutostarpeita, vähennetään prosessin hukkatekijöitä sekä lisätään työturvallisuutta vikaantumistapoja ennakoimalla ja ehkäisemällä. Tämä menetelmä ei sovi kuitenkaan koko laitoksen tutkimiseen. Vikakombinaatioita eli niin sanottuja yhteisvikoja on myös erittäin vaikea tarkastella, tämän vuoksi vikoja tarkastellaan toisistaan riippumattomina. (Ramentor Oy, 2011b)



Kuva 11. VVA:n suunnittelukaavio

### VVKA

VVKA eli vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi on käytännössä täysin sama asia kuin VVA, mutta VVKA pyrkii arvioimaan vioittumistapojen kriittisyyttä ja esiintymistodennäköisyyttä. Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi on systemaattinen toimintavarmuuden tarkastelun menetelmä, jolla tähdätään tunnistamaan ja analysoimaan tapahtumia, jotka voivat johtaa kriittisiin seurauksiin. Analyysi tähtää löytämään ratkaisuja kriittisten vikamuotojen riskien pienentämiseksi ja havaitsemisen edistämiseksi. (Ramentor Oy 2011b)

Tässä projektissa tehtiin VVK-analyysi tarkastelun kohteina oleville laitteille ELMAS-ohjelmiston oman kriittisyysluokittelun pohjalta. Luokittelu ottaa huomioon turvallisuus- ja ympäristöriskit, tuotannon painoarvon, tuotannon menetyksen, laatu- ja kustannukset, korjaus- tai seurauskustannukset sekä vikaantumisvälin. Toimeksiantaja antoi luokitteluun kaikki muut arvot, mutta vikaantumisväli laskettiin suoraan laitteiden vikaistoriasta. Kriittisyysluokittelu ei kuitenkaan paljoa poikennut TOP 10-listauksesta, koska ei ollut tietoa kuinka kauan kunkin vian korjaamiseen kuluu

aikaa. Ajan määrittämiseen olisi tarvittu kunnossapitotyöntekijöiden arviota, mutta kiireiden vuoksi he eivät ehtineet niitä alkaa arvioimaan. Näin ollen kaikille vioille annettiin korjaamisajaksi sama arvo, koska tarvittavan ajan arvioiminen riittävällä tarkkuudella on vaikeaa ilman omaa kokemusta kohteen kunnossapitotöistä.

### TOP 10-listaus

Projektin alussa toimeksiantajalta saatiin kuumavalssaamon loppupään laitteiden (rullahissi, kääntövaunu, rullavaaka, merkkiautobotti ja askelpalkkikuljettimet 1, 2 ja 3) vikalistaus. Ensisijainen tehtävä oli käydä kaikki viat läpi ja pyrkiä kohdistamaan ne oikein ELMAS-ohjelmaan tehdyn vika ID:n mukaan. Yksi kunnossapidon ongelma onkin, että vika kohdistetaan väärin eikä se näin ollen jää oikein tietokantaan. Tällaisia tapauksia löydettiin ja ilman korjaamista olisi loppujen lopuksi saatu listaus voinut olla erilainen. Tämä voi johtaa siihen, että verrattaessa vikoja ennakkohuoltosuunnitelmiin voidaan niihin tehdä vääränlaisia muutoksia ja mahdollisesti turhaa työtä kunnossapito-työntekijöiden toimesta.

Outokummun vikatieto-kanta alkoi 2006 vuodesta aina projektin aloittamispäivään saakka (kevät 2014). Vikatietoja sisältävässä Excel-tiedossa oli tuhansia rivejä, mutta se sisälsi myös esimerkiksi tarkastuksia, joten dataa pystyi karsimaan jonkin verran. Vikahistoria on tarpeeksi pitkä, jotta saatuja tuloksia voi pitää luotettavina. Viat kerättiin yhteen listaan, josta rajattiin 10 kriittisintä vikaa toimeksiantajan toiveiden mukaisesti (kuva 12). Tämän jälkeen peilattiin kriittisimpiä laitteita ja niihin suoritettavia ennakkohuoltotoimia sekä pohdittiin pitäisikö ennakkohuoltosuunnitelmiin tehdä muutoksia.

TOP-lista	
Vika ID	Määrä
19	226
13	100
15	49
17	45
61	30
25	19
56	18
47	17
18	14
51	14

Kuva 12. Vikamuotojen TOP 10-lista

### **Ennakkohuoltosuunnitelman muutokset**

Tehtävänä oli tutustua kohteen ennakkohuoltosuunnitelmaan. TOP 10-listauksen vikoja ja vikaantumisvälejä verrattiin ennakkohuoltosuunnitelman tarkastuskierrokseen ja niiden tarkastusväleihin.

Saatuja vikaantumistietoja, sekä tarkastusvälejä verrattiin ennakkohuoltosuunnitelmaan ja todettiin ennakkohuoltosuunnitelman vastavan saatuja vikaantumistietoja ja -välejä erittäin hyvin. Ainoana poikkeuksena vikaantumistietojen ja ennakkohuoltosuunnitelman välillä oli askelpalkkikuljettimen yhdyskorvakoiden tiheähkö vikaantuminen. Ennakkohuoltosuunnitelmassa yhdyskorvakoille ei ollut suunniteltu huoltoväliä, mutta se lisättiin mobiililaitteen tarkastuskierroksen tarkastuskohteisiin.

### **Mobiililaitte**

Mobiililaitte on multimedialaitte, jonka tarkoituksena on olla osana nykyaikaisen kunnossapidon kehittämistä. Laitetta voidaan käyttää monenlaisissa ympäristöissä, kuten esimerkiksi suur- ja pienteollisuudessa ja konepaikoissa. Laitteen tarkastuskierrossovelluksen tarkoituksena on saada päivitettyä tietoa laitteistojen ja laitteenosien kunnosta, turvallisuudesta ja siisteydestä. Nämä tiedot pyritään mahdollisimman hyvin integroimaan

erilaisiin ympäristön käyttämiin kunnossapidon tietojärjestelmiin.

Mobiililaitteen tulee olla rakenteeltaan, kestävyydeltään ja käytettävyydeltään käyttäjäystävällinen. Laitteen tulee mukautua erilaisten työympäristöjen mukaan. Ympäristön asettamia kriteerejä voivat olla mm. pölytiiviyys, roiskevesisuojaus, iskunkestävyys, kemikaalien kestävyys ja kompakti koko.

Tässä kunnossapidon projektissa keskityttiin demonstroimaan mobiililaitetta kuumavalsaa-molle Outokummun Tornion tehtaille osana jokapäiväistä kunnossapitoa. Tarkoituksena oli demonstroida laitetta kunnossapito- ja käyttöhenkilöstön käytössä. Laitteen avulla voidaan tarkistuskierroksen aikana kerätä tietoa tarkistettavien laitteiden ja laitteenosien, sekä niiden ympäristön kunnosta, turvallisuudesta ja siisteydestä. Nämä tiedot pyritään yhdistämään esimerkiksi Outokummun oman tietojärjestelmän KUTI:n kanssa. Käyttö- tai kunnossapitohenkilön havaitsema vika tai puute kohteessa merkataan mobiililaitteen sovellukseen EI OK symbolilla ja tarvittaessa voidaan lisätä informaatiota havaitusta puutteesta. Vastaavasti laitteen tai laitteenosan ollessa turvallinen ja kunnossa merkitään se sovellukseen OK symbolilla, jonka jälkeen päästään jatkamaan kierrosta eteenpäin. Sovelluksesta informaatio siirtyy yhtiön käyttämään kunnossapitosovellukseen esimiehen käsiteltäväksi ja sitä kautta kunnossapito-henkilöstölle.

Mobiililaitteen avulla käyttäjä kykenee kohdentamaan tarkasti vian sijainnin ja näin ollen kunnossapitotyön aloittamisessa säästetään aikaa. Tarkastuskierroksen tekijä ei suurella todennäköisyydellä itse suorita kunnossapitotyötä vaan sen suorittaa yrityksessä alueella toimiva kunnossapitotyöntekijä tai aliorakoitsija. Tarkastuskierroksen tekijä voi myös vian kohdentamisen yhteydessä lisätä informaatiota tarvittavista työkaluista, sekä varaosista ja näin ollen myös varastojen reaaliaikainen hallitseminen paranee. Tarkastuskierroksen sisältämä informaatio saadaan suoraan ilman välikäsiä eteenpäin ja sen ansiosta informaat-ion kulku ja laatu paranee huomattavasti.

Kuvassa 13 on esitettyä mobiilisovelluksen tarkastuskierroksen alkunäkymä.



Kuva 13. Mobiililaitesovelluksen tarkastuskierrösnäkymä

Mobiililaitteen integroiminen tehtaan olemassa oleviin kunnossapitojärjestelmiin voi kuitenkin olla vaikeaa yrityksen oman tietoturvajärjestelmän vuoksi. Mikäli se kuitenkin onnistuisi, ei sen käyttöönotto vaatisi kovinkaan suuria resursseja itse yritykseltä. Tähän hommaan tarvittaisiin vain muutaman hengen kehitysryhmä, joka perehtyisi mobiililaitteeseen, sen käyttöönottamiseen sekä mahdollisiin parannuskeinoihin.

### **Yhteenveto ja pohdinta**

Saimme projektia tehdessämme hyvän käsityksen kohteena olleen prosessin osan tapahtumista. Alussa prosessin toimintaa oli vaikeaa hahmottaa pelkän vikahistorian perusteella varsinkin, jos ei ole aikaisempaa työkokemusta Outokummulla. Vierailu kuumavälisaamolla selvensi asiaa paljon ja projektin toteuttaminen pääsi kunnolla vauhtiin.

Suodatimme vikahistoriasta projektin kannalta turhan tiedon ja kohdistimme viat löytämiemme vikamuotojen mukaan. Saimme selville projektin ehkä tärkeimmän päämäärän, vikamuotojen TOP 10-listauksen. Rakensimme ELMAS-ohjelmistoon vikapuun, josta oli suuri hyöty tietojen jäsentelyssä. Suoritimme myös jonkinlaista VVK-analyysia, mutta emme saaneet kunnollisia tuloksia, koska lähtötiedot olivat hieman puutteelliset. Projektin ohessa kehitettiin myös mobiililaitetta kunnossapidon apuvälineeksi. Projektissa saadun tiedon pohjalta mobiililaitteelle pystyttiin

luomaan tarpeelliset tarkistuskohteet valmiita Outokummun ennakkohuoltosuunnitelmia apuna käyttäen.

Projektin teko onnistui hyvin ja saavutimme sille asetetut tavoitteet, joista tärkeimpänä TOP 10-listaus. Vikahistorian pohjalta luodut vikamuodot mahdollistavat jatkossa paljon tarkemman vikojen kohdistamisen vikailmoitusta tehdessä. Mobiililaitte tuli projektiin mukaan myöhemmässä vaiheessa, eikä sitä ollut tarkoituskaan saada vielä valmiiksi tuotteeksi. Emme myöskään ehtineet saada sitä testaukseen projektin aikataulun puitteissa Outokummulla olleiden kiireiden vuoksi. Päämääränä oli kokeilla, että olisiko mobiilisovellukselle tarvetta ja halua ottaa sellaista käyttöön. Teollisuudesta saatu palaute on kuitenkin ollut positiivista, joten mobiililaitteen kehitystä tullaan jatkamaan.

### **Kiitokset**

Haluamme kiittää Outokummun kunnossapidon kehitysinsinööri Sami Majuria casekohteen tarjoamisesta ja Turkka Lehtistä Ramentorilta käyttövarmuusohjelmisto ELMAS:iin perehdyttämisestä. Erityiskiitokset kuuluvat myös vastuuopettaja Aslak Siimeselle sekä ryhmämme ohjaajalle, projektiinsinööri Ville Rauhalalle, jotka ovat avustaneet meitä koko projektin ajan.

### **Lähteet**

Ramentorin www-sivut 2011. ELMAS - Taapahtumalogiikan mallinnus ja analysointi. Hakupäivä 2.10.2014.

<http://www.ramentor.com/etusivu/tuotteet/elmas/>

Ramentorin www-sivut 2011b. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) - Vika- ja vaikutusanalyysi. Hakupäivä 2.10.2014.

<http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/fmea/>



---

## Kunnonvalvontakierros mobiililaitteelle - Case SSAB Raahen tehdas

Matias Leppänen<sup>1</sup>, Matias Pisilä<sup>2</sup>, Miikka Torkell<sup>3</sup>, Leena Parkkila<sup>4</sup>

Lapin ammattikorkeakoulu Teollisuuden ja Luonnonvarojen osaamisala, Kemi. [www.lapinamk.fi/fi](http://www.lapinamk.fi/fi)

<sup>1</sup>matias.leppanen@edu.lapinamk.fi

<sup>2</sup>matias.pisila@edu.lapinamk.fi

<sup>3</sup>miikka.torkell@edu.lapinamk.fi

<sup>4</sup>leena.parkkila@lapinamk.fi

Asiasanat: kunnossapito, kunnonvalvonta, käytettävyys, riskianalyysi, mobiililaitteet

---

### **Johdanto**

Projektin toimeksiantajana toimi SSAB Europe Oy:n Raahen terästehdas (aik. Ruukki Metals Oy). Tarkoituksena oli tarkastella vika-analyysin avulla Rautaruukki Metalsin Messer Griesheim aihion polttoleikkauskoneen vika-analyysin avulla tutkitaan polttoleikkauskoneen vikaantumisen syitä, vikaantumisväliä ja mahdollisia kunnossapidollisia parannuksia. Vika-analyysi luodaan ELMAS-ohjelmistolla. ELMAS (Event Logic Modeling and Analysis Software) on tapahtumalogiikan ohjelmisto eli tapahtumien välisten loogisten suhteiden, mallinnukseen ja analysointiin. Projektin tavoitteena on luoda loogisempi laiterakenne Messer Griesheim aihion polttoleikkauskoneelle ELMAS-ohjelmiston avulla.

Projektin tavoitteena oli myös tehdä kunnonvalvontakierros SSAB:n Raahen tehtaalla Messer Griesheim aihion polttoleikkauskoneelle. Suunniteltu kunnonvalvontakierros siirrettiin mobiililaitteelle, joka on kehitetty Lapin AMKin teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalan TKI:ssä. Tavoitteena oli, että prosessin käyttöhenkilöt saisivat mobiililaitteen testaukseen. Laitteen käytöstä saataisiin käyttökokemustietoa, jolloin laitetta voidaan kehittää entistä käyttökäyttöisempään suuntaan. Mobiililaitteen käyttöliittymän suunnittelussa on tärkeää, että huomioidaan laitteen käytettävyys.

Kunnonvalvontakierroksen tekeminen on entistä helpompaa mobiililaitetta apuna käyttä-

en. Tarkoituksena olisi, että laitteella voitaisiin tehdä vikailmoitus välittömästi, jolloin tieto menisi kunnossapidon tietojärjestelmään. Kunnossapitäjä saisi vikailmoituksen tietojärjestelmän kautta ja hän ehtisi huoltamaan koneen ennen kuin laite vikaantuu ja aiheuttaa suunnittele mattoman seisokin. Suunnittele mattomien seisokkien aiheuttamat korjauskustannukset ja tuotannonmenetykset voivat nousta VTT:n selvityksen ”Teollisuuden käynnissäpidon prognostiikka” ja hankkeessa mukana olevien yritysten arvioiden mukaan esimerkiksi sellu- ja paperiteollisuudessa, terästeollisuudessa tai kaivoksessa jopa 100 000-200 000 euroon vuorokaudessa. (Helle 2005, 8)

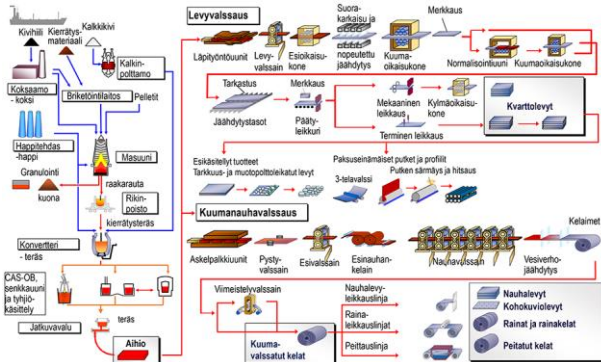
### **SSAB Europe Oy – Rautaruukki Oyj**

Rautaruukki Oyj on nykyään osa SSAB:tä. Yhdessä Ruukki ja SSAB muodostavat maailmanlaajuisesti toimivan pohjoismaisen ja yhdysvaltalaisen teräsyhtiön, joka on johtava pitkälle kehitettyjen lujien terästen ja nuortusterästen sekä nauha-, levy- ja putkituotteiden sekä rakentamisen ratkaisujen tuottaja. (SSAB Europe Oy 2014)

### **Raahen tehdas**

SSAB:n Raahen tehtaalla rakentaminen aloitettiin vuonna 1961 ja rautatuotanto alkoi vuonna 1964 yhdellä masuunilla. Nykyään Raahen tehtaalla tuotanto kattaa standardituotteista aina vaativimpiin erikoisteräksiin. Teräs valmistetaan Raahen tehtaalla tarvittavista raaka-aineista ja kierrätysmateriaaleista. Raahen tehtaalla valmistettavat lopputuotteet

ovat kuumavalssatut nauhatuotteet, kuumavalssatut levytuotteet ja erilaiset teräksen valmistuksen yhteydessä sivutuotteena valmistettavat mineraalituotteet. Kuvassa 14 näkyy SSAB:n Raahen tehtaan prosessikaavio. (Harju 2013, 8-9)

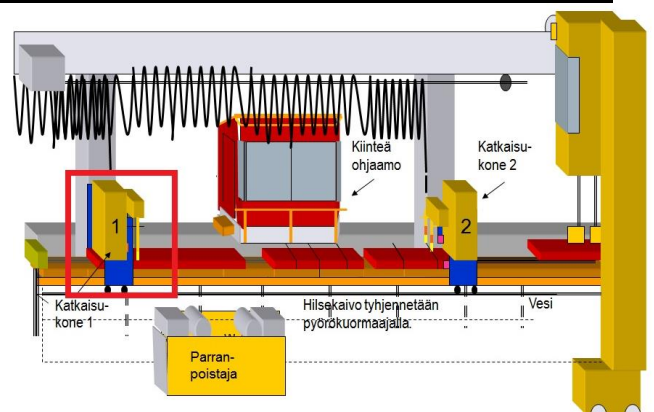


Kuva 14. Raahen tehtaan prosessikaavio

SSAB:n Raahen tehtaan Terässulatolla raakauradasta muodostetaan teräsaihioita. Teräsaihiot valssataan kuumavalssaamalla levyvalssaus- ja kuumanauhavalssauslinjoilla. Ennen kuin aihiot voidaan levyvalssata, ne täytyy leikata sopivan kokoisiksi asiakastarpeen määräämiin mittoihin. SSAB hoitaa aihioiden leikkauksen Messer Griesheim polttoleikkauksella. Konetta käyttää erillisestä ohjaamosta yksi käyttökone ja lisäksi puolipukkinosturille on oma käyttäjä.

Messer Griesheim aihioiden polttoleikkaukseen kuuluu kuvassa 15 esitetyt osat:

- polttokone 1 (katkaisukone 1)
- polttokone 2 (katkaisukone 2)
- polttoleikkauksalustat ja runkorakenne
- pölynpoistolaitteisto
- parranpoistaja
- magneettinen puolipukkinosturi
- hilsekaivo
- ohjaamo



Kuva 15 Messer Griesheim aihioiden polttoleikkauks-kone

### Projektin kulku

SSAB:n Raahen tehtaan toimeksianto aloitettiin tammikuussa 2014 projektipäällikön valinnalla. Ryhmän projektipäälliköksi valittiin Matias Pisilä ja jäseniksi Matias Leppänen ja Miikka Torkell. Ohjaajana toimi projektinsinööri Leena Parkkila. Projekti aloitettiin perehtymällä neljään eri riskianalyysimenetelmään (VVA, VVKA, Vikapuuanalyysi ja Hazop) ja niistä tehtiin yhteenveto Word-dokumentille.

Riskianalyysimenetelmiä käytetään teollisuudessa eri tuotantomenetelmien vaiheiden riskien analysoinnissa. Se koostuu uhkien tunnistamisesta, riskien suuruuden ja merkityksen arvioinnista, sekä riskien valvonnasta. Riskianalyysimenetelmiin perehtymällä saatiin ymmärrystä, mitä projektilla haetaan. (Meriläinen 2003, 1-3)

Projektin aloitukseen kuului projektisuunitelman laadinta, joka sisälsi projektin kuvaukset, tavoitteet, rajaukset, tehtävät, aikataulut, riskienhallinnat, tulosten seurannat ja resurssit. Projektisuunitelma ohjaa projektin toteuttamista ja se auttaa tulosten arvioinnissa.

### Vikahistorian tarkastelu

SSAB:ltä aineistoksi saatiin polttoleikkaukseen piirustuksia, laiterakenneluettelo ja vikahistoriatietoja vuodesta 2004 lähtien. SSAB:illä käytetään Solteq Oyj:n Arttu-kunnossapitojärjestelmää, jonka avulla käyttäjät ylläpitävät laitekorttikantaa ja hallitsevat en-

nakkohuoltotöiden järjestelyä. Polttoleikkaukoneen vikatietoja käytiin läpi Excelissä.

Vikatiedot lajiteltiin eri väreihin seuraavasti:

- Häiriö kohdistettavissa jossain määrin.
- Tietoa häiriöstä, mutta ei kohdistettavissa.
- Ei tietoa häiriöstä eikä kohdistettavissa.
- Suunniteltuja huoltoja tai muita toimenpiteitä.
- Ei merkityksellisiä käyttövarmuuden kannalta.

Kaikki laitteet on suunniteltu niin, ettei vikoja syntyisi. Vikatiloja kuitenkin tulee, mutta ne eivät synny tyhjästä. Laitteen vaurioitumista voidaan vähentää merkittävästi, jos vika huomataan jo varhaisessa vaiheessa. Näin voidaan korjaukset ajoittaa järkevästi. (Suortti 2014, 26)

Tarkoituksena oli tehdä polttoleikkaukoneelle vika- ja vaikutusanalyysi vikahistoriatietojen avulla. Vika- ja vaikutusanalyysi (Failure modes and Effects Analysis) on toimintavarmuuden analysointimenetelmä. VVA:lla pyritään tunnistamaan vikoja, joiden seurauksilla on suuri vaikutus kohteen suorituskykyyn. Analyysillä selvitetään myös, mitä vaikutuksia ja seurauksia vioilla on sekä niiden todennäköisyyksiä. Jos vikaantuminen on epätodennäköistä, se voidaan rajata pois analyysistä. Viat pyritään tunnistamaan ennen niiden ilmentymistä. Analyysin avulla helpotetaan ymmärtämään laitteen kokonaisuutta ja komponenttien merkitystä laitteelle.

Vikahistoriaa lajiteltaessa huomattiin, että polttoleikkaukoneen vikakirjaukset olivat suurimmaksi osaksi kohdistettu laiterakenteen ylimmälle tasolle, eikä tietylle laitteelle. Vikahistoriasta ei silloin ole hyötyä, koska ei tiedetä, mikä laite tai osa on vikaantunut. Tämän takia oli saatava tietää laitteiden vikojen syitä ja seurauksia, kriittisyyksiä, merkittävyyksiä ja todennäköisyyksiä. Parhaiten laitteen vikaantumista tietävät käyttökäyttäjät ja kunnossapitotyöntekijät, joten heitä oli haastatettava.

SSAB:n Raahan tehtaalle tehtiin vierailu, jossa mukana oli projektiryhmä ja Ramentor

Oy:n ELMAS-ohjelmiston asiantuntija Turku Lehtinen sekä projekti-insinööri Jaana Tarvainen. Vierailulla tutustuttiin Messer Griesheim aihion polttoleikkaukoneeseen, jota esitteli käyttökäyttäjä ja vuoromestari. Projektipalaveri pidettiin SSAB:n yhteyshenkilö käyttövarmuusinsinööri Sami Pengerkosken kanssa. Palaverissa suunniteltiin ja päätettiin siitä, miten projektissa lähdetään eteenpäin. ELMAS-ohjelmistoon päätettiin tehdä aivan uusi laiterakenne polttoleikkaukoneesta. Myös laiterakenteen osajärjestelmät päätettiin. Jokaiselle osalle/komponentille lisätään vikatieto ja kriittisyystarkastelu tehdään polttokone 1:lle.

### **ELMAS**

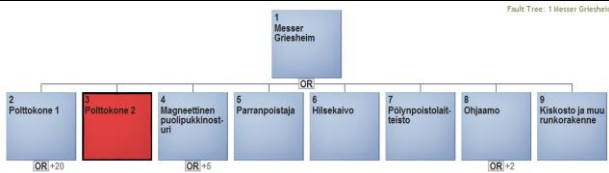
Event Logic Modeling and Analysis Software (ELMAS) on tapahtumalogiikan ohjelmisto. Kyseistä ohjelmistoa käytetään tapahtumien välisten loogisten suhteiden analysointiin ja mallinnukseen. Ohjelman avulla voidaan mallintaa minkä tahansa asian tai tilanteen muutoksen lisäksi muita tapahtumiin liittyviä ominaisuuksia monella eri menetelmällä. Mallia voidaan käyttää ymmärryksen parantamiseen ja tiedon järjestämiseen sekä dokumentointiin. (Ramentor Oy 2014)

ELMAS-ohjelmistolla voidaan mallintaa kolmella erilaisella mallityyppillä: vikapuuanalyysi, syy-seuraus analyysi ja luotettavuuslohko-kaavio. Edellä mainittuja tyyppisiä yhdistelmällä voidaan mallintaa hyvin monimutkaisia tapahtumaketjuja. (Ramentor Oy 2014)

### **Laiterakenteen luonti ja vikojen kirjaus**

SSAB:n Raahan terästehtaan aihioiden polttoleikkaukoneen laiterakenne suunniteltiin selkeämmäksi ELMAS-ohjelmistolla (ks. kuva 16). Ohjelmistolla luotiin laiterakenne, jonka avulla prosessissa tapahtuvien vikojen kohdistaminen on helpompaa. Lisäksi laiterakenteeseen lisättiin magneettinen puolipukkinosturi, jonka häiriöt aiheuttavat automaattisesti seisokkeja polttoleikkaukoneella. Laiterakenteessa polttoleikkaukone jaettiin:

- laite
- osa
- komponentti.



Kuva 16 Aihion polttoleikkauskoneen ELMAS-mallinnus

Arttu-järjestelmän vikaistoriatietojen avulla lisättiin ELMAS-mallinnukseen laitteiden potentiaalisia vikoja. Kunnossapitoasentajat voisivat jatkossa kohdentaa töitä vikatietojen alle.

Toisella vierailukerralla SSAB:lle haastateltiin polttoleikkauskoneen leikkaajaa (käyttöhenkilö) ja tarkastajaa (käyttöhenkilö) sekä lähtettiin kysymyksiä kunnossapitoasentajille. Kysymyslistassa tiedusteltiin laitteiden vikaantumisvälejä, vian korjausajankohtia ja varaosien saatavuutta. Lisäksi tiedusteltiin määräaikaishuolloista, kuukausi- ja vuosihuolloista sekä tehdäänkö polttoleikkauskoneelle kunnonvalvontamittauksia. Vierailulla mukana oli projektiryhmä sekä ohjaaja. Lisätietoja saatiin polttoleikkauskoneen yleisistä vioista, vikaantumisväleistä sekä vahvistus suunniteltuun laiterakenteeseen ja muutamien vikojen korjausajankohdiin.

### **Kriittisyystarkastelu**

Kriittisyysluokittelussa arvioidaan laitteen tai järjestelmän toimintojen kriittisyyksiä. Kriittisyysluokittelun on tarkoitus auttaa kunnossapitoa, suunnittelua ja hankintaa.

Polttoleikkauskone on SSAB:n teräksen valmistusprosessissa kriittinen laite. Jos laite seisoo, seuraavaan prosessivaiheeseen eli levyvalssaukseen, ei saada aihioita. Näin siis koko levyvalssauksen tuotanto seisoo. Se kuinka kauan polttoleikkauskone voi seisoa ilman, että se vaikuttaa muuhun tuotantoon, riippuu levyvalssauksen puskurivaraston ja asiakastilauksien määrästä. Käyttöhenkilön mukaan polttoleikkauskone voi seisoa kymmenen tuntia vaikuttamatta levyvalssauksen tuotannon pysähtymiseen. (Käyttöhenkilö 2014)

Aihoiden polttoleikkauskoneelle tehtiin ELMAS-ohjelmiston avulla kriittisyystarkastelu.

ELMAS-asetuksissa on valmiit pohjat PSK 6800 -standardin mukaisille laitteiden kriittisyysluokittelulle. Kriittisyystarkastelu keskittyi polttoleikkauskoneen toiseen polttokoneeseen. Laitteessa on kaksi polttokonetta, jotka ovat rakenteeltaan samanlaiset. Kaikille vikamuodoille määriteltiin vikaantumisväli (MTTF) ja viasta toipumisajat (MTTR). Kriittisyystarkastelun avulla tarkasteltiin toimintahäiriöistä aiheutuvia tuotantokatkoksia. Toimintahäiriön sattuessa, voidaan leikkausta jatkaa toisella polttokoneella, jos häiriö koskee vain toista konetta. Tästä syystä johtuen aihion polttoleikkauskoneen tuotanto tippuu 50 %.

### **Kunnonvalvonta**

Kunnonvalvontaa käytetään yleisesti ottaen kohteen toimintakunnon määrittämiseen ja kehittymisen arvioimiseen sekä mahdollisten korjaus-, huoltoajankohdan ja vikaantumisajankohdan määrittämiseen. Kunnonvalvontaan kuuluvina toimenpiteinä voidaan pitää mittalaitteilla tehtyjä tarkastuksia ja niistä saatujen mittaustuloksien analysointia. Kunnonvalvonta hyödyntää ehkäisevää kunnossapitoa ja näin ollen kunnonvalvonnasta saatavia lähtötietoja voidaan hyödyntää korjauksien suunnittelussa.

Prosessin laitteiden kriittisyyden arviointi on perusta kunnonvalvonnalle. Jokaiselle prosessiin kuuluvalla laitteella tehdään kokonaiskriittisyysarvio, jonka jälkeen laitteet luokitellaan kriittisyysjärjestykseen. Kriittisimmille laitteille järjestetään kunnonvalvonta ja varataan varaosat varastoon. Valituille laitteille määritellään kunnonvalvontasuunnitelma, jonka tarkoituksena on määrittää valvontamenetelmät ja -tekniikat raja-arvoineen.

Kunnonvalvontaan liittyy aistimukset ja erilaiset mittausten menetelmät. Värähtelyn, lämpötilan, äänen ja venymän mittaamiseen on kehitetty erilaisia mittausten menetelmiä ja laitteita, mutta silti käyttöhenkilön aistit ovat edelleen iso osa kunnonvalvontaa. Kuulo-, haju-, näkö- ja tuntoaisti ovat aisteja, joilla tehdään merkittävä osa kunnossapidon havainnoista. Yleensä havaintojen tekijä on prosessin käyttäjä. Käyttäjä voi haistaa erilaisia vuotoja, nähdä murtumia ja tuntea laakerin tärinän. Kokenut

käyttäjä havaitsee kuuloaistillaan myös koneista kuuluvat epätavalliset äänet ja osaa reagoida niihin asiaan kuuluvalla tavalla.

### **Mobiililaitte kunnonvalvonnassa**

Nykyteknologia on kehittynyt valtavasti tällä vuosituhanalla. Erilaiset kosketusnäytölliset mobiililaitteet ovat yleistyneet ja voidaankin sanoa, että ne ovat täysin arkipäivää suomalaisten elämässä. Mobiililaitteiden kova kehitys on mahdollistanut myös laitteiden ja sovellusten hyödyntämisen teollisuudessa. Mobiililaitteesta on paljon hyötyä, sillä asiat, jotka ennen kirjoitettiin valvomoissa ja konttoreissa jälkeinpäin PC-ohjelmilla, pystytään nykysovelluksien avulla tallentamaan jo kohteissa paikanpäällä.

Mobiililaitteet ovat pienikokoisia, jonka takia niitä on helppo kuljettaa mukana. Laitteiston etuna on myös sen helppokäyttöisyys sekä reaaliaikaisen tiedon saaminen prosessista. Mobiililaitteisiin voidaan asentaa erilaisia sovelluksia kuten esim. etäluettavia mittareita ja antureita. Näin ollen prosessista saatava data on luotettavaa ja siihen päästään helposti käsiksi.

Mobiililaitteen käyttöliittymän käytettävyys on tuotteen ja järjestelmän ominaisuus, joka ottaa huomioon, kuinka edistetään oppimista, lisätään käyttäjätuottavuutta ja tehokkuutta. Käytettävyys voidaan määrittellä ISO-9241-11-standardin mukaan seuraavasti. *”Tuotteen käytettävyys kertoo, kuinka hyvin käyttäjät pystyvät käyttämään tuotetta oikein, tehokkaasti ja miellyttävästi määriteltyjen tavoitteiden saavuttamiseksi tietyssä käyttöympäristössä.”* Käyttöliittymän suunnittelussa on otettava huomioon ihmisen ja mobiililaitteen (tietokoneen) välinen vuorovaikutus. Vuorovaikutuksen päätavoitteena on, että interaktiivisten järjestelmien suunnittelussa on tärkeää auttaa käyttäjää saavuttamaan tietyt tavoitteet. Tämän vuoksi järjestelmien tulee olla käytettäviä. (Laaksonen 2004, 3-9) Käytettävyystestauksen avulla voidaan testata mobiililaitteen käyttöliittymä ja sen ominaisuudet.

Työntekijän mukana oleva mobiililaitte voi olla myös turvallisuutta lisäävä ja kustannuksia laskeva väline. Onnettomuuden tapahtuessa

käyttöhenkilö voidaan helposti paikantaa mobiililaitteen avulla ja näin ollen pelastustyöt onnettomuuden sattuessa nopeutuvat. Teollisuudessa ennakoiva kunnossapito on viime vuosien aikana korostunut huomattavasti. Turhia seisokkeja pyritään välttämään kustannuksien laskemiseksi ja tässä mobiilisovellukset ovat isossa roolissa. (Jääskö 2013, 8)

Mobiilisovelluksiin ladatun datan avulla, voidaan toimilaitteiden käyntihistoriaa tutkia helpommin ja näin ollen seisokit voidaan suunnitella etukäteen. Käyttövarmuudella ja koneiden käynnissäpidon hallinnalla on oleellinen vaikutus yritysten tuottavuuteen ja kilpailukykyyn. Samalla korostuu prosessien ja tuotantoprosessien käynninaikaisen monitoroinnin, diagnostiikan ja prognostiikan lisääntyvä merkitys. (Helle 2005, 8)

Projektissa lähtökohtana oli, että käyttöhenkilöstö osallistuisi kunnonvalvonta- ja tarkastustehtäviin. Tarkastuskierroksia on ollut käytössä tehtaissa jo vuosia, mutta varmuutta ei ole, onko tarkastuskierroksia tehty tai raportoitu sovitusti. Myös tarkastuksien raportointia ei ole voitu pitää luotettavana.

Nykyisen tarkastuskierroksen tekeminen voi tuntua käyttöhenkilöstä liian hankalalta normaalin työvuoroon sisältyvän työn vuoksi. Näillä lähtökohdilla tarkastuskierroksille kehitettiin mobiilisovellusta, jonka avulla tarkastuskierroksen tekemistä pyritään helpottamaan ja varmistamaan, että valvontakierros todella tehdään.

Mobiililaitteena toimi kuvassa 17 näkyvä Android-pohjainen Asuksen tabletti. Tarkastuskierros on tehty SSAB:n Raahen tehtaan aihion polttoleikkauskoneen kunnonvalvontakierrosta vastaavaksi. Sovellus ohjaa käyttöhenkilöä tekemään kierroksen oikeassa järjestyksessä, ja se vaatii tarkastamaan laitteet sekä kirjaamaan mahdolliset häiriöt prosessissa. Tarkoituksena tulevaisuudessa olisi, että kunnonvalvontakierroksella esiintyvistä viasta mobiilisovelluslaite lähettäisi informaatiota kunnossapidon tietojärjestelmään automaattisesti. Näin ollen kunnossapidon korjaustoimia saataisiin nopeutettua sekä mah-

dollinen suunnittelematon seisokki voitaisiin välttää.



Kuva 17 Mobiililaite

### SSAB kunnonvalvontakierros mobiilissa

Kunnonvalvontakierroksen suunnittelu polttoleikkaukskoneelle aloitettiin tarvittavien tietojen keräämisellä. Kyseisien tietojen joukossa oli paljon ns. hiljaista tietoa, jota saatiin kunnossapitäjiltä ja käyttäjiltä. SSAB:n Raahen tehtaalla vierailujen yhteydessä haasteltiin kunnossapidon työnjohtajaa sekä kunnospidon työntekijää. Heiltä saatiin vielä lisäystä ja vahvistusta toteutettavaan kunnonvalvontakierrokseen. Kierroksesta piti tulla mahdollisemman vähän käyttäjien työtä haittaava. Kunnonvalvontakierroksessa otettiin huomioon myös looginen tarkastusjärjestys. Mobiilisovellusta varten kuvattiin myös aihion polttoleikkaukskoneen laitekanta. Kuvien tarkoituksena on auttaa mobiililaitteen käyttäjää havaitsemaan kulloisenkin tarkastuksen kohteena oleva laite.

Kunnonvalvontakierroksen tiedot syötettiin valmiille Excel-pohjalle (ks. kuva 18). Kierrokseen lisättiin laitteet ja tarkastettavat kohteet valokuvineen. Suunnitelma lähetettiin SSAB:lle tarkistettavaksi ja kommentoitavaksi, jonka jälkeen TKI:n projekti-insinööri Juha Valtonen ohjelmoi ja siirsi kunnonvalvontakierrokset suunnitelman mukaisesti sekä käyttäjälle että kunnossapitäjälle.

A	B	C	D
	Messer Griesheim polttoleikkaukskone		
Mobiili kunnonvalvontakierros:			
Alue	Kohde	Tarkistuspaikka	Tarkistukset
Polttokone 1	Poltinvaunu 1		
Kuva 1.	34-32-3-020-02	Turvallisuus	
	Kuva 2.		Tarkista alueen turvallisuus!
		Siisteys	
			Tarkista alueen siisteys
	Kuva 3.	Leikkauspoltin 1	
		34-32-3-020-03-06	Tarkista leikkauksen jälki
	Kuva 4.	Moottori	
		34-32-3-020-02-07	Tarkista mekaaninen kiinnitys
			Mittaa lämpötila laserlämpömittarilla
			Mittaa värähtelyt värähtelymittarilla
			Tarkista jäähdytyksen toiminta
			Kuuluuko laitteesta sivuäänä?
	Poltinvaunu 2.		

Kuva 18 Kunnonvalvontakierros Excelissä

Käyttöhenkilö tekee työympäristössään tarkastuskierroksen kerran vuorossa. Tarkastuskierroksen ei ole pakko tapahtua määrättyssä järjestyksessä, vaan mobiilisovellukseen voidaan tarkistettavat kohteet kuitata satunnaisesti. Osa tarkastuksista tapahtuu visuaalisesti, jolloin sovellus antaa käyttäjälle vaihtoehdoksi joko vihreän "V" -ikonin tai punaisen "X" -ikonin. Jos käyttäjä näppäilee laitteelle punaisen "X" -ikonin, vikailmoitus lähtee suoraan. Mikäli laitteen näytölle ilmaantuu punaisen "X" -ikonin jälkeen "jakoavain" -ikoni, käyttäjä voi halutessaan tehdä kohteelle korjaavia toimenpiteitä.

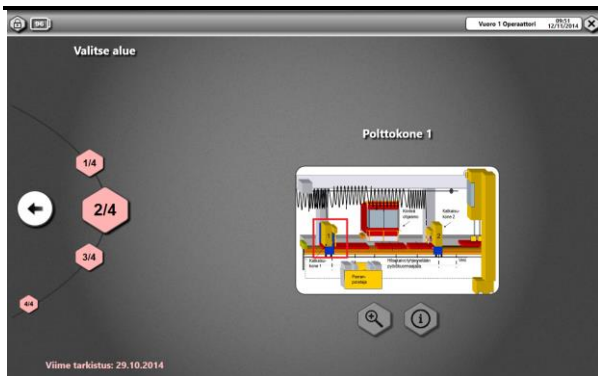
Osassa tarkastuskohteita mobiilisovelluslaite vaatii, että käyttäjä syöttää manuaalisesti kulloinkin tarkastuskohteessa kysytyt arvot, joita sovellus vertaa sille annettuihin raja-arvoihin. Jos arvot ylittyvät, laite huomauttaa sallittujen arvojen ylitymisestä ja merkitsee tarkastuskohteen punaiseksi. Kunnonvalvontakierroksen tekeminen mobiililaitteelle on osa ennakoivaa kunnossapitoa ja oikein käytettynä siitä hyötyy niin työnantaja, käyttöhenkilö kuin kunnossapitokin.

### Kierroksen tarkistuskohteet

Messer Griesheim aihion polttoleikkaukskoneen tarkistuskohteita olivat:

- runkorakenteet ja polttoleikkauksalustat
- polttokone 1
- polttokone 2
- parranpoistaja.

Kuvassa 19 on esitetty aihion polttoleikkaukskoneen mobiililaitenäkymä.



Kuva 19 Mobiililaitenäkymä polttokone 1

Jokaisessa kierroksen kohteessa oli tarkastettava ensin turvallisuus ja siisteys. Tarkoituksena on, että tarkistuskierroksen tekijä havainnoi ympäristön ja tarkistaa onko turvallista aloittaa kohteen tarkistukset.

Polttokoneiden tarkistuskohteita olivat:

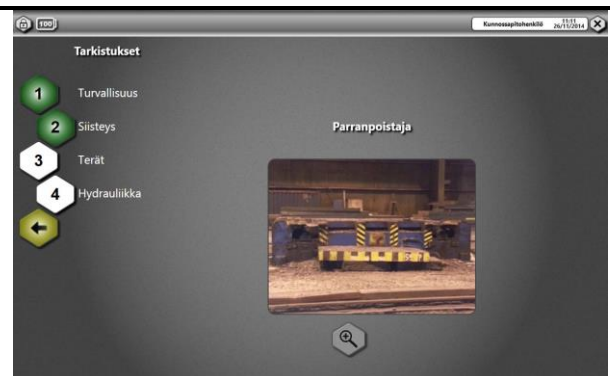
- poltinvaunu 1
- poltinvaunu 2
- polttokoneen käyttökoneisto
- kaasujen jakolaitteet.

Poltinvaunuista tarkistetaan polttimen leikkausjälki ja moottorit (ks. Kuva 20). Käyttökoneistosta tarkistettiin moottori ja kaasujen jakolaitteista happijärjestelmä sekä nestekaasujärjestelmä.



Kuva 20 Mobiililaitenäkymä poltinvaunu 1

Parranpoistajasta tarkistetaan terät ja hydraulikkaletkujen kunto. Parranpoistajan tarkoituksena on viimeistellä polttimen leikkausjälki. Kuvassa 21 on esitetty mobiililaitenäkymä parranpoistajan tarkistuksesta.



Kuva 21 Mobiililaitenäkymä parranpoistaja

Moottoreille suoritetaan seuraavat tarkistukset (ks. kuva 22):

- Tarkista mekaaninen kiinnitys.
- Mittaa lämpötila laserlämpömittarilla.
- Mittaa värähtelyt värähtelymittarilla.
- Tarkista jäähdytyksen toiminta.



Kuva 22 Mobiililaitenäkymä moottorin tarkistus

Tarkoituksena oli alun perin toteuttaa kunnonvalvontakierros mobiililaitteelle ainostaan polttoleikkauskoneen käyttökoneistoille. SSAB halusi kuitenkin kunnossapitajille oman version kunnonvalvontakierroksesta. Kunnossapidolle toteutettiin laajempi tarkistuskierros.

### **Mobiililaitte testissä**

Projektipäällikkö Matias Pisilä ja projektinsinööri Leena Parkkila tekivät vierailun SSAB:ille syksyllä 2014. Vierailun tarkoitus oli viedä mobiililaitte polttoleikkauskoneen käyttäjille ja kunnossapitajille testiin. Tarkoitus oli myös opastaa laitteen toimintaperiaate.

Mobiililaitetta esiteltiin aluksi projektin yhteyshenkilölle käyttövarmuusinsinööri Sami Pengerkoskelle ja kunnossapidon työnjohtajalle sekä työntekijälle. Laitte tuntui heidän mieles-

tä selkeältä ja molemmat oppivat nopeasti käsittelemään laitetta. Kunnossapidon työnjohtaja tiedusteli perehdytyksen aikana, että olisiko laitteella mahdollista ottaa kuva viallisesta kohteesta ja liittää se Arttu-järjestelmään menevään ilmoitukseen.

Seuraavaksi laite esiteltiin ja perehdytettiin polttoleikkauskoneen käyttöhenkilöille. Ensimmäisenä laitteeseen perehdytettiin aamuvuoron käyttöhenkilö. Laitteen käyttö oli hänelle vähän outoa, johtuen siitä ettei ollut aiemmin käyttänyt tablettia. Perehdytyksen aikana tuotantopäällikkö esitti kysymyksen, että onko laitteessa liikaa tietoa/tarkastettavaa. Toisena laitteeseen perehdytettiin iltavuoron käyttöhenkilö. Hänelle laitteen käyttö ei tuottanut ongelmia, eikä negatiivisia kommentteja tullut. Sovittiin, että Pengerkoski perehdyttää myöhemmin loput käyttöhenkilöt laitteen käyttöön.

Mobiililaitteen yhteyteen annettiin muistivihko, johon käyttö- ja kunnossapitohenkilöiden toivottiin kirjaavan laitteen käyttöön liittyvät positiiviset ja negatiiviset kokemukset. Valvomoon jätettiin ohje, jossa oli yhteystiedot ongelmatilanteita varten. Laitetta suunniteltiin käytettäväksi ns. siivousaamuina (joka toinen aamu). Kunnossapito käytti laitetta omien kierroksien aikana. Mobiililaitte oli n. 3 viikkoa koekäytössä, jonka jälkeen laite ja kommenttivihko haettiin pois.

### ***Mobiililaitteen käyttökokemukset***

Mobiililaitteen käytettävyyden parantamiseksi ja käyttö- sekä kunnossapitohenkilöiden tarkistuskierröksen tekemiseen tarkoitettua sovellusta testattiin ”kenttäolosuhteissa” ja saatiin seuraavat käyttökokemukset:

Käyttöhenkilöiltä:

- Laitteessa enemmän tarkastuskohteita kuin yleensä säännöllisesti tehdään käyttöhenkilöstön puolelta.
- Laite on helppokäyttöinen.
- Tällöinen se pitääkin olla.

Kunnossapitäjiltä:

- Laitteessa olisi hyvä olla kuvienotto mahdollisuus.

- Laitteessa olisi hyvä olla tiedonsiirto suoraan kunnossapidon järjestelmiin.
- Etäluettavat anturit tiettyihin tarkastuskierröksen kohteisiin.
- Tarkistuskierrökseen pitäisi tehdä pieniä muutoksia.

### ***Yhteenveto***

Teollisuuden kunnossapito projekti käynnistyi tammikuussa 2014. Projektin alkuvaiheessa opettaja Aslak Siimes jakoi projektiin osallistuvat henkilöt viiteen eri ryhmään. Jokainen ryhmä sai oman projektinsa. Meidän projekti-kohteeksi määräytyi SSAB:n Raahen tehdas. Tarkoituksena oli tehdä kunnonvalvontakierros tablettipohjaiseen mobiililaitteeseen. Kunnonvalvontakierros tehtiin Messer Griesheim aihion polttoleikkauskoneelle Raahen tehtaalle. Polttoleikkauskoneen tehtävänä on leikata jatkuvavalukoneelta tulevia teräsaihoita asiakasmittoihin.

Helmikuussa 2014 otimme käyttöön ELMAS-ohjelmiston, jota meille kävi esittelemässä Ramentor Oy:n ELMAS asiantuntija Turku Lehtinen. Yhdyshenkilömme SSAB:n Raahen tehtaalla oli Sami Pengerkoski, jolta saimme polttoleikkauskoneen vika historian. Yritimme kohdentaa vika historian vikoja tietyille laitteille, mutta huomasimme sen pian mahdottomaksi, koska vikojen kirjaamisessa oli selviä puutteita. Teimme kuitenkin projektiryhmässä alustavan mallinnuksen polttoleikkauskoneen laitekannasta, joka olikin hyvin pitkälti oikeanlainen.

Ensimmäisellä tehdasvierailulla Raahessa tutustuimme paikan päällä polttoleikkauskoneeseen. Olimme laatineet kysymyksiä valmiiksi käyttöhenkilöstölle. Saimme hyviä vastauksia kysymyksiimme. Kunnossapitäjiä emme päässeet haastattelemaan, mutta jätimme käyttövarmuusinsinööri Sami Pengerkoskelle kysymyslistan, jonka hän lupasi välittää kunnossapitäjille. Teimme tehdasvierailulla myös mallinnuksen polttoleikkauskoneesta ELMAS-ohjelmistoon. Mallinnuksen tekemisessä meitä auttoi Turku Lehtinen ELMAS-ohjelmiston asiantuntija Ramentorilta, joka oli mukana vierailulla. SSAB:n Raahen tehtaalla henkilökunta oli auttavainen koko projektin-



me ajan. Saimme vastauksia kysymyksiimme ja kohtelu oli ystävällistä jokaisella neljällä tehdasvierailulla.

Ensimmäisen vierailukerran jälkeen projektin tarkoitus selventyi meille kaikille ja projekti alkoi edetä hyvää vauhtia eteenpäin. Laadimme käyttöhenkilöstön haastattelun ja laitteistolle tekemän kriittisyysarvioinnin pohjalta kunnonvalvontakierroksen. Kunnossapitäjiltä emme saaneet vastausta jättämiimme kysymyksiin, joten kolmannelle vierailukerralle Raahen tehtaalle sovimme tapaamisen myös kunnossapidon työnjohtajan sekä kunnossapitoasentajan kanssa.

Kolmas vierailu olikin antoisampi, sillä kunnossapidolta saimme paljon hyviä neuvoja ja ohjeita, mitä kunnonvalvontakierros pitäisi sisältää. Tapaamisessa keskustelimme paljon myös kunnossapidosta yleisesti sekä mobiililaitteen mahdollisesta tulevaisuudesta myös kunnossapidon puolelle. Tässä projektissa mobiililaitte kunnonvalvontakierroksineen oli tarkoitus tulla vain käyttöhenkilöstön käytettäväksi. Kunnossapidon henkilöstö oli hyvin kiinnostunut laitteesta ja he kokivat, että laite olisi hyödyllinen myös heidän käytössä. Lopulta myös heille tehtiin oma laajempi kunnonvalvontakierros.

Ryhmämme siirsi kunnonvalvontakierroksen tiedot Excel-pohjaan, jonka lähetimme projekti-insinööri Juha Valtoselle. Valtonen ohjelmoi ja siirsi kunnonvalvontakierroksen mobiililaitteelle, jonka jälkeen laite oli valmis koekäyttöön polttoleikkauskoneen henkilökunnalle. Mobiililaitetta lähti esittelemään Raahen tehtaalle projektipäällikkö Matias Pisilä sekä projekti-insinööri Leena Parkkila.

Mobiililaitte oli koekäytössä polttoleikkauskoneella noin kolme viikkoa. Keräsimme käyttöhenkilökunnalta käyttökokemuksia. Palaute oli hyvin positiivista ja laitetta keuhuttiin helpokäyttöiseksi. Kunnossapito toivoi, että mobiililaitteella pystyisi ottamaan kuvia, sekä lisäämään tiedonsiirtomahdollisuuksia. Kunnossapito toivoi myös hieman lisää tarkistuskohteita.

Mobiililaitteella on varmasti tulevaisuutta. Muutamilla lisäyksillä ja etäluettavilla mittausantureilla mobiililaitteesta saadaan todella hyödyllinen laite ennakoivan kunnossapidon tueksi. Ennakoiva kunnossapito onkin yhä enemmän merkittävässä roolissa nykysteollisuudessa ja se sisältää suuret kustannussäästöt.

Projekti oli ryhmämme mielestä hyödyllinen ja yhdessä tuumin uskomme, että projekti tulee palvelemaan meitä työelämään siirtymisessä. Projekti toimikin eräänlaisena porttina työelämän ja opiskelun välillä, sillä pääsimme tutustumaan SSAB:n Raahen tehtaaseen ja näkemään heidän työskentelytapojaan, sekä tutustumaan mahdolliseen tulevaisuuden työtoimenkuvaan.

Projektin alku oli yhteysongelmista johtuen hieman hankalaa, mutta päästyämme vauhtiin projekti eteni hyvin. Yhdyshenkilö Sami Pengerkoski oli hyvin mukana projektissa ja saimme hänen kauttaan vastauksia kysymyksiimme sekä järjestettyä tapaamisajat käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön kanssa. Myös ohjaajamme projekti-insinööri Leena Parkkila oli koko ajan hyvin mukana ja saimme häneltä neuvoa aina tarvittaessa.

Projektin aikataulu tuntui tammikuussa 2014 todella väljältä, mutta näin jälkikäteen ajateltuna aikataulu oli juuri sopiva. Projektiporukka oli aktiivista ja saimme jaettua työvaiheet tsaaisesti, jolloin projekti myös eteni hyvin. Projekti oli kokemuksena mielenkiintoinen ja tulevaisuuden kannalta hyödyllinen. Nyt kaikki ryhmämme jäsenet tietävät, mitä tällainen projekti vaatii ja miten sitä kannattaa lähteä tekemään.

### **Kiitokset**

Haluamme kiittää SSAB:tä yhteistyöstä tässä projektissa. Projektin valmistumiseen tarvitsimme apua monelta eri taholta. Haluamme antaa kiitokset kaikille projektissa mukana olleille. Erityisesti kiitämme SSAB:n Raahen tehtaasta käyttövarmuusinsinööri Sami Pengerkoskea, Turkka Lehtistä Ramentor Oy:stä, projekti-insinööri Leena Parkkila ja SSAB:n henkilökuntaa.

## Lähteet

- Harju, J. 2013. Konverttereiden pudotussondilaitteistojen toimintavarmuuden parantaminen. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Viitattu 21.11.2014  
[http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61384/harju\\_joonas.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61384/harju_joonas.pdf?sequence=1)
- Helle, A. 2005. Teollisuuden käynnissäpidon prognostiikka. VTT. Viitattu 21.11.2014  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2005/S236.pdf> 1-14.
- Jääskö, H. 2013. Mobiilisovelluksen hyödyntäminen käynnissäpidossa: Testaaminen laboratoriossa ja teollisuudessa. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 12.11.2014  
<https://www.theseus.fi/browse?value=J%C3%A4%C3%A4sk%C3%B6%2C+Heidi&type=author>
- Käyttöhenkilö 2014. SSAB Europe Oy:n Raahen tehdas. Käyttöhenkilön haastattelu 13.2.2014
- Laaksonen, S. 2004. Käytettävyyden testaaminen. Joensuun yliopisto. Tietojenkäsittelytiede.Pro gradu -tutkielma. Viitattu 20.11.2014.  
[ftp://cs.joensuu.fi/pub/Theses/2004\\_MSc\\_Laaksonen\\_Sami.pdf](ftp://cs.joensuu.fi/pub/Theses/2004_MSc_Laaksonen_Sami.pdf)
- Meriläinen, J. 2003. Riskianalyysimenetelmät. Viitattu 22.10.2014  
<http://www.cs.helsinki.fi/group/turvasem/papers/merilainen.pdf>
- Ramentor Oy. 2014. ELMAS – Tapahtumalogiikan mallinnus ja analysointi. Viitattu 7.11.2014  
<http://www.ramentor.com/etusivu/tuotteet/elmas/>
- SSAB Europe Oy. 2014. SSAB ja ruukki. Viitattu 5.11.2014  
<http://www.ssab.com/fi/Investor--Media/Tietoa-SSABsta/Integration-pages/SSAB-ja-Ruukki/>
- Suortti, T. 2014. Sellutehtaan paalauslinjan riskikartoitus. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Energiatekniikan koulutusohjelma/ Käyttö ja käynnissäpito. Opinnäytetyö. Viitattu 12.11.2014  
<https://www.theseus.fi/handle/10024/75426>

## Pohdinta

Aslak Siimes

Ammatillisen ja yksilöllisen kasvun edellytys on saada jo koulutuksen aikana riittävästi eväitä tulevaa työuraa varten. Tyypillisten, toki tarpeellisten, luentotuntien lisäksi on opiskelijalle taattava riittävästi myös työelämää simuloivien tehtävien ryppäitä. Suunta on valitettavasti ollut viime vuosina, säästöihin vedoten, vähentää kaikenlaista opiskelupaikassa tapahtuvaa tekemistä. Itsenäisen työn osuutta on lisätty, joka on johtanut joissain tapauksissa lievään laiskotteluun. Muutos tuntimäärien laskussa on ollut niin nopea ettei opetus suunnitelmat oikein ole pysyneet mukana. Lapin AMK:ssa tehdään ankarasti töitä opetus suunnitelmien ajanmukaistamiseksi, jotta tulevilla opiskelijoilla olisi myös tulevaisuudessa riittävästi hyvät tiedot ja taidot siirtyessään reaaliyömaailmaan.

Positiivista on, että eri osapuolet ovat löytäneet yhä paremmin tämän, tässäkin dokumentissa toteen näytetyksi tulleen, toimintamallin, jota hieman kliseisesti voisi kuvata win-win-win-win –periaatteeksi. Opiskelijat toimivat työelämässä, oikeiden ongelmien parissa ja työelämän edustajat sparraavat heitä. Opettajan rooli on myös muuttunut tiedonkaatajasta ohjaajaksi, mentoriksi ja TKI-henkilöt ovat teollisuuden ja oppilaitoksen välissä synkronoimassa toimintaa.

Oppimisympäristöjen luominen ei ole likikään niin helppoa kuin voisi kuvitella. Työelämässä kun sattuu ja tapahtuu ihan huvikseen kaikenlaista mitä taas ei aina voi opiskelun yhteydessä simuloida. Tärkeää on kuitenkin säilyttää mahdollisimman samankaltaisia tilanteita mitä todellisessa arkirutistuksessa tapahtuu. Tällä vuorovaikutteisella toiminnalla edistetään avoimen, luottamuksellisen ja kehittävän ilmapiirin muodostumista ja opiskeluun motivoituminen on helpompaa.

Oppimismalleilla tavoitellaan myös opettajia aktivoivien opetusmenetelmien käytön lisäämistä sekä eri opetusalojen yhteistyön lisäämistä. Tavoitteena on myös kannustaa yhteisopettajuuteen, jolla tarkoitetaan opintojakson suunnittelua ja – toteutusta yhdessä eri toimijoiden kanssa.

Tämä dokumentti on erinomaisen hyvä ensimmäiseksi artikkelisarjaksi, jonka opiskelijat ovat pääsääntöisesti tuottaneet. TKIn Käynnissäpidon ryhmä on ollut opiskelijoiden tukena ja he ovat opastaneet tämän tyyppisessä tieteellisessä kirjoittamisessa. Teollisuuden yhdyshenkilöt ovat saaneet sparrattua opiskelijoita ja näkemykseni mukaan yhteistyö on ollut vähintäänkin kiitettävää. Tulokset olivat odotuksia paremmat, näin on todettava, ja se selkeästi osoittaa, että tämän tyyppisellä toiminnalla on sijansa opiskelussa.

Voin vain kiittää kaikkia osapuolia ahkerasta ja tärkeästä työstä. Ohjeeni eivät useinkaan olleet tarkkoja, enhän aivan varmasti tiennyt mihin tämä ensimmäistä kertaa tällä tavoin toteutettu opiskelujakso suuntautui. Virheitä tuli, niistä on opittava ja kehitetään entistä muhkeampi juttu. Eiköhän vanha koira vielä yhden kikan opi.

## Kirjoittajat

Kotkansalo, Arja  
projekti-insinööri, käynnissäpidon tutkimus,  
sivutoiminen opettaja, YAMK, Lapin ammatti-  
korkeakoulu

Könönen, Juha  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Lamsijärvi, Antti  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Leppänen, Matias  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Liikamaa, Lari  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Mokko, Tuomas  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Oinas, Sami  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Ojala, Ville  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Parkkila, Leena  
projekti-insinööri, käynnissäpidon tutkimus,  
sivutoiminen opettaja, AMK, Lapin ammatti-  
korkeakoulu

Pisilä, Matias  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Pengerkoski, Sami  
Käyttöturvauusinsinööri, SSAB Europe Oy,  
Raahe

Rauhala, Ville  
projekti-insinööri, käynnissäpidon tutkimus,  
sivutoiminen opettaja, YAMK, Lapin ammatti-  
korkeakoulu

Riekki, Samuel  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Siimes, Aslak  
projektipäällikkö, käynnissäpidon tutkimus,  
kunnossapidon sivutoiminen tuntiopettaja,  
AMK, Lapin ammattikorkeakoulu

Svenn, Heli  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Tarvainen, Jaana  
projekti-insinööri, käynnissäpidon tutkimus,  
sivutoiminen opettaja, YAMK, Lapin ammatti-  
korkeakoulu

Torkell, Miikka  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Vähänen, Jesse  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu

Välimäki, Ari  
Kone- ja tuotantotekniikan opiskelija (K11),  
Lapin ammattikorkeakoulu



**Lapin ammattikorkeakoulu** tehtäviin kuuluu mahdollistaa yksilön elinikäinen oppiminen, joustavat opintopolut ja ammatillinen kasvu. AMKin toiminta, strategiaa lainaten, perustuu opiskelijoiden ja työelämän tarpeiden huomioimiseen, luottamukseen ja kumppanuuteen. Alueelliseksi tehtäväkseen Lapin AMK nostaa pohjoisen toimijoiden tarpeisiin vastaamisen. Pyrkimys on toimia muutoskykyisesti, innovatiivisesti, oppien, kehittyen ja kehittäen.

Kone- ja tuotantotekniikan opetussuunnitelmaan kuuluva "Teollisuuden kunnossapito -projekti 2" toteutettiin AMK:n Käynnissäpidon tutkimusryhmän voimin. Opintojakso suunniteltiin tiimin toimesta, ja alun perinkin tavoiteltiin kokonaisuutta, jossa on vahva liityntä teollisuuteen. Artikkeleiden kirjoittajina ovat kone- ja tuotantotekniikan opintojen loppuvaiheessa olevat opiskelijat. Artikkelisarjan yhtenä funktiona oli harjoitella tieteellistä kirjoittamista ja siten myös lähestyä insinööreillekin tärkeää kirjallista ilmaisua.

Toteutuksessa opiskelijat valitsivat itsenäisesti oman ryhmänsä kokoonpanon, millä saavutettiin se, että ryhmässä oli aina mukana henkilö joka oli ollut kohdeyrityksessä töissä. Samalla saavutettiin nopea sisäistyminen kohdeyrityksen tapoihin ja toiminnan ohjaukseen. Käynnissäpitotiimistä jokaiselle ryhmälle nimitettiin ohjaava henkilö, jotta ohjaus olisi tarkemmin kohdentuvaa ja yksilöllistä. Lisäksi O&M-projektin kehitystyön tavoitteita sisällytettiin ryhmän tekemisiin, jolloin saavutettiin monen funktion kokonaisuus. Oppimisympäristön näin rakentuessa, opiskelija, opettaja, elinkeinoelämä ja TKI-asiantuntijat toimivat yhdessä tavoitteellisesti ja kokonaisuutena toteuttaen erinomaisen hyvin Lapin AMKin strategiaa.