



Kemin matriisitehtaan ongelmakohtien kartoitus ja korjausehdotusten laatiminen

Teemu Salminen

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Tuotantopainotteinen suuntautumisvaihtoehto
Insinööri (AMK)
KEMI 2013

ALKUSANAT

Haluan kiittää kaikkia tahoja ja henkilöitä, jotka ovat auttaneet minua opinnäytetyöni laatimisessa.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun opettajia, erityisesti Lauri Kantolaa, joka on tehnyt opinnäytetyötä ohjatessaan erityisen huolellista työtä.

Oy Forcit Ab:lta erityisesti Jukka Ahoa, joka on tarkastanut asiasisällöt ja muutenkin ollut tukena koko prosessin ajan.

Lisäksi haluan kiittää erityisesti vaimoani ja lapsiani, jotka ovat antaneet minulle tuken-
sa, aikaa ja mahdollisuuden tämän prosessin läpiviemiseen.

Kemissä 16.12.2013

Teemu Salminen

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikan ala

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Teemu Salminen
Opinnäytetyön nimi:	Kemin matriisitehtaan ongelmakohtien kartoitus ja korjaus ehdotuksien laatiminen
Sivuja (joista liitesivuja):	42 (5)
Päiväys:	16.12.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	TkL Lauri Kantola
<p>Opinnäytetyö tehtiin Oy Forcit Ab:n toimeksiannosta. Opinnäytetyön tarkoitus oli kartoittaa Kemimaalla sijaitsevaan matriisitehtaaseen suunnittelu ja toteutusvaiheessa jääneet puutteet, sekä suunnitella havaituille puutteille korjaavat toimenpiteet. Toimenpiteiden tavoitteena on toteutuessaan pienentää lopputuotteen laatu- ja tuotantoriskien riskiä sekä saattaa tehdas työturvallisuuden ja käytettävyyden osalta hyvälle tasolle. Puutteet ilmenivät yrityksen sisäisessä laatu- ja tuotantotarkastuksessa, jolloin ne tulivat kirjatuiksi ja korjaavat toimenpiteet suunniteltaviksi.</p> <p>Lähtökohtana kartoitukselle oli prosessin kriittinen läpikäynti ja havaittujen epäkohtien riskitason arviointi. Riskitason perusteella suunniteltiin ehdotukset korjaaviksi toimenpiteiksi. Pääasiallisena menetelmänä kartoitustyössä oli prosessin läpikäynti paikan päällä sekä tehtaan putkitus- ja instrumentaatio-kaavion seuraaminen. Myös opinnäytetyön tekijän omia, sekä muiden tehdasta käyttäneiden henkilöiden käyttökokemuksia käytettiin pohjana kartoituksessa. Riskien arvioinnissa käytettiin VTT:n sekä yrityksen omia riskien arviointi-lomakkeita. Korjaavat toimenpiteet suunniteltiin pohjaten käytännön kokemukseen ja toisaalta koneinsinöörin koulutukseen.</p> <p>Kartoituksessa löydettiin kattavasti prosessin epäkohdat ja korjaavat toimenpiteet suunniteltiin kaikille löydetyille epäkohdille. Yrityksen sisäiseen käyttöön laadittiin erillinen raportti, jossa havaitut puutteet ja niiden korjaus ehdotukset esitettiin selkeästi. Korjaavat toimenpiteet on osin jo aloitettu ja niitä tullaan toteuttamaan tulevaisuudessa. Kun toimenpiteet saadaan toteutettua, tehdas tulee olemaan laadun, työturvallisuuden ja käytettävyyden osalta hyvällä tasolla.</p>	
Asiasanat: prosessit, laatu, työturvallisuus.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Mechanical and Production Engineering
Author:	Teemu Salminen
Thesis title:	Survey of Problematics at Kemi Matrix Plant and Proposals for Improvements
Pages (of which appendixes):	42 (5)
Date:	16 December 2013
Thesis instructor:	Lauri Kantola, MScLicSc(Tech)
<p>The study was assigned by Oy Forcit Ab. The purpose of the thesis was to survey defects in planning and implementation when building the matrix plant in Keminmaa and find corrective actions procedures. The purpose of the procedures is to diminish risk of quality deviation in the final product and to bring the plant onto a good level concerning its safety and usability. Problems were found in Company's inner quality audition when they were recorded and corrective actions were to be planned.</p> <p>The basis for the survey was to go through the process critically and to estimate the risk level of found issues. The corrective actions were planned based on the risk level. The main method of the evaluation was to go through the process physically on site and also to follow the plumbing and instrumentation charts of the plant. The experience of the author and other persons that use the plant was used in the survey. The forms by VTT and also Company's own risk evaluating forms were used during the risk evaluating. The planning of solving procedures was based on practical experience as well as on the education of machine engineers.</p> <p>In the survey the flaws of the process were found comprehensively and solving procedures were planned for all issues that were found. A separate report was made for the corporation's internal use. It presents the found issues and solving suggestions detailed. Some of the solving procedures have already been made and some will be made in the future. When procedures will be done, the plant will be in good level concerning quality, safety and usability.</p>	
Keywords: processes, quality, work safety.	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 KEMIN MATRIISITEHDAS	8
2.1 Oy Forcit Ab:n historiaa	8
2.2 Emulsioräjähteiden käytön kehitys Suomessa	9
2.3 Kytkeytyminen Kemin kaivokseen	10
2.4 Työn tarpeen aiheuttaneiden seikkojen esittely	11
3 PROSESSIN KUVAUS	13
3.1 Prosessin läpikäynti	13
3.2 Prosessin ja raaka-aineiden muodostamien ympäristöriskien tarkastelu	16
4 PUUTTEIDEN JA VIRHEIDEN KARTOITUS	18
4.1 Kartoitus-, arviointi- ja raportointimenetelmät	18
4.2 Laatupoikkeamariskiä korottavat ongelmat korjausehdotuksineen.	20
4.2.1 AN-liuoksen vastaanotto ja varastointi	20
4.2.2 Siirrettävän AN-liuoksen määrä.....	21
4.2.3 Mahdollisuus AN-liuoksen joutumiseen puskuriliuossäiliöön	21
4.2.4 Puskuriliuoksen valmistus.....	21
4.2.5 AN-liuoksen säätö.....	21
4.2.6 Tuotannon aloitus.....	22
4.3 Käytettävyyden ja työturvallisuuden ongelmat korjausehdotuksineen.....	22
4.3.1 AN-liuoksen vastaanotto ja varastointi	22
4.3.2. AN-liuoksen siirto.....	24
4.3.3 Puskuriliuoksen valmistus.....	26
4.3.4 AN-liuoksen säätö.....	26
4.3.5 Prosessiöljyn vastaanotto, varastointi ja siirto	27
4.3.6 Öljyseoksen valmistus.....	27
4.3.7 Prosessin aloitus.....	28
4.3.8 Matriisin tankkaus kuljetusyksikköön	30
4.3.9 Yleisiä ongelmakohtia.....	31

5 POHDINTA	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	37

1 JOHDANTO

Keminmaalla, Kemin kaivoksen alueella sijaitsee räjähdysainetoimittaja Oy Forcit Ab:n kemiittiasema, jonka yhteyteen on vuosina 2009-2012 rakennettu ja kertaalleen laajennettu Kemiitti 610- ja 810-matriisien valmistamiseen käytettävä matriisitehdas. Kemiitit ovat louhinnoissa käytettäviä pumpattavia bulk-emulsio -räjähdysaineita. K610-laatua käytetään maanpäällisiin louhintoihin ja K810-laatua maanalaisiin louhintoihin. Keminmaan tehtaalla tuotteet valmistetaan varasto- tai kuljetussäiliöihin, joista ne pumpataan panostusajoneuvon kyytiin tai kuljetetaan asiakkaiden varastosäiliöihin.

Työn lähtökohtana oli suunnitella toimenpiteet, joilla saatetaan kyseinen tehdas toiminnallisesti hyvälle tasolle. Tehtaan rakennusprojektin yhteydessä oli tullut erinäisiä suunnittelullisia ja toteutuksellisia virheitä, jotka altistivat tehtaan virheajoille. Virheajon seurauksena voisi pahimmillaan olla lopputuotteen laatu poikkeama. Lisäksi suunnittelu ja toteutusvirheistä aiheutui erinäisiä työturvallisuus- ja käytettävyyso ongelmia, joihin etsittiin ratkaisuja samassa yhteydessä.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään ongelmakohtien kartoitus, käytetyt menetelmät sekä kriittisyyksien arviointi. Lisäksi käsitellään ehdotukset korjaustoimenpiteiksi perusteluineen. Ongelmakohtien kartoituksessa on pääasiallisesti käytetty opinnäytetyön tekijän omia havaintoja ja käyttökokemuksia tehtaasta vuodesta 2010 alkaen. Lisäksi on käyty keskusteluja muiden tehdasta käyttäneiden henkilöiden kanssa ja kysytty heidän näkemyksiään.

Lähdemateriaalina on käytetty lähinnä tehtaan suunnitteludokumentaatiota, jota ei luonnonsa vuoksi tuoda esille tässä työssä. Pääasiallisena työmenetelmänä kehitysehdotuksiin on käytetty kunkin ongelman kriittisyyden arviointia, osin kriittisyysanalyysia käyttäen, osin kokemuksen ja pohjatiedon pohjalta arvioiden. Odotuksena on, että työn pohjalta toteutetut toimenpiteet pienentävät huomattavasti tehtaan alttiutta laatu- ja turvallisuuspoikkeamille, sekä parantavat olennaisesti tehtaan käytettävyyttä.

2 KEMIN MATRIISITEHDAS

2.1 Oy Forcit Ab:n historiaa

Vuonna 1893 Hankoniemelle perustettiin dynamiittia valmistava yritys ja se nimettiin Finska Forcit-Dynamit Aktiebolagetiksi. Yhtiön perustaja oli kapteeni John Lewin, jolla oli hallussaan belgialaisesta yhtiöstä Compagnie de la Forcite-Dynamitesta saatu tietotaito dynamiitin valmistukseen. Mukaansa yhtiön perustajiksi hän sai serkkunsa Oskar Lewinin Porvoosta ja Emil Andersinin Hangosta. Yrityksen ensimmäisessä osakemerkinnässä kolmen perustajajäsenen lisäksi osakkaiksi tulivat 17 yksityishenkilöä sekä yllämainittu belgialaisyritys. (Oy Forcit Ab intranet sivut 2013, hakupäivä 17.9.2013)

Ensimmäinen merkittävä askel Suomessa myytävien varmuusräjähteiden tuotekehityksen alueella otettiin vuonna 1918, kun triniitin tuotanto aloitettiin. Toisen maailmansodan aikana yhtiön toiminta oli siirrettynä Vaasaan, jonka jälkeen toiminta palasi takaisin Hankoon. Toimintapohjan laajentamiseksi rakennettiin vuonna 1966 polymeeridispersiotehdas, jossa vuodesta 1967 lähtien valmistettiin mm. polyvinyylisetaatti- ja polyakrylaattidispersioita sekä erilaisia sekapolymeereja. Dispersioliiketoiminta myytiin Rohman & Haasille vuonna 2008. (Oy Forcit Ab intranet sivut 2013, hakupäivä 17.9.2013)

Anfon, eli raemuotoisesta ammoniumnitraatista ja polttoöljystä valmistetun räjähteen valmistus aloitettiin vuonna 1963 ammoniitti-nimisenä. Myöhemmin ammoniitista on kehitetty useita eri käyttötarkoituksiin soveltuvia anfolaatuja. Nykyään anfojen käyttö on selkeästi vähentynyt, emulsioräjähdysaineiden käytön yleistymisen myötä. (Oy Forcit Ab intranet sivut 2013, hakupäivä 17.9.2013)

Forcit osti vuonna 1998 Patria Lapua Oy:ltä sen louhintaräjähdeliiketoiminnan Vihtavuoressa. Kauppaan kuuluivat myös Urjalassa ja Keminmaalla toimivat emulsioasemat, joista Keminmaalla sijaitsevan aseman yhteydessä sijaitsee tässä opinnäytetyössä käsiteltävä tehdas. Vihtavuoressa on ollut räjähteiden valmistusta jo 1920-luvulta saakka ja siellä operoivat nykyäänkin Forcitin lisäksi puolustustarvikkeita valmistavat Nammo Lapua Oy ja Eurenco. (Oy Forcit Ab intranet sivut 2013, hakupäivä 17.9.2013)

Emulsioräjähdysaineiden valmistus alkoi Suomessa toden teolla 1980-luvun puolessa välissä. Bulk-emulsiot ovat vallanneet voimakkaasti louhintatyömaita, ollen nykyään

suurilla työmailla massalouhinnassa ja kaivoksilla pääasiallisesti käytettävä tuote. Patrunoituja emulsioita alettiin valmistaa Vihtavuoressa vuonna 1994 ja putkipanoksia vuonna 1998. (Oy Forcit Ab intranet sivut 2013, hakupäivä 17.9.2013)

Nykyisellään Oy Forcit Ab on pohjoismaiden suurin räjähdysainetoimittaja. Konserniin kuuluvat Forcit Explosives (siviiliräjähteet), Forcit Defence (sotilasräjähteet), Finnrock consulting (räjäytystöiden konsultointi), Forcit Sverige (Ruotsin liiketoiminnot) ja Forcit Norway (Norjan liiketoiminnot). (Oy Forcit Ab intranet-sivut 2013. Hakupäivä 17.9.2013)

2.2 Emulsioräjähteiden käytön kehitys Suomessa

Bulk-emulsioräjähteestä puhuttaessa tarkoitetaan suurivolyymisissa massalouhinnoissa käytettävää, suoraan panostusajoneuvosta porareikään pumpattavaa tuotetta. Tuote myös kuljetetaan panostuskohteeseen kyseisellä panostusajoneuvolla. Emulsio koostuu kahdesta pääkomponentista: hapettavasta ainesosasta ja palavasta ainesosasta. Nämä komponentit saadaan emulgoitumaan yhteen sopivan apuaineen avustuksella, tarkoitukseen suunnitellulla sekoittimella. Emulsioräjähdysaineissa on olemassa kahta eri faasia: vesi öljyssä ja öljy vedessä. Näistä Forcit käyttää vesi öljyssä -koostumusta, koska tällä saavutetaan lähestulkoon täydellinen vedenkesto porareikässä. Näin mm. typpipäästöt vähenevät, mikä nykyisen ympäristötietouden aikakautena on yksinomaan positiivinen asia. Bulk-emulsioräjähdysaineet herkistetään räjähdysaineeksi vasta panostuksen yhteydessä, jolloin ne eivät varastoinnin ja kuljetuksen yhteydessä ole räjähdysaineeksi luokiteltavia. Parantuneen turvallisuuden lisäksi etuna on, että kuljetus ja varastointimääräykset helpottuvat verrattuna räjähdysaineeksi luokiteltuihin tuotteisiin.

Tuotannossa on myös patruonoituja emulsioräjähdysaineita. Niitä voidaan sanoa varmuusräjähdysaineiksi, koska tahattoman detonaation todennäköisyys verrattuna esimerkiksi dynamiittiin on huomattavasti pienempi. Patrunoidut emulsioräjähdysaineet on herkistetty jo pakkaamisen yhteydessä.

Kemira Oy aloitteli bulk-emulsioräjähteiden parissa 80-luvun alkuvuosina ja käyttö alkoi yleistyä pikkuhiljaa. Tiukkaan juurtuneiden ennakkokäsitysten ja käyttäjien tottumusten vuoksi kehitys oli alkuvuosina verkkaista. Liiketoiminta siirtyi vuonna 1991

Vihtavuori Oy:lle, joka luovutti emulsioliiketoiminnan Patria Lapua Oy:lle vuonna 1998. Forcit osti liiketoiminnan Patria Lapua Oy:ltä loppuvuodesta 1998. Muutamia vuosia Forcit oli ainoa bulk-emulsioräjähteiden toimittaja Suomessa, lukuun ottamatta Kemira Oy:n omassa käytössä Siilinjärven kaivoksella olleita panostusajoneuvoja. Sieltä ei toimituksia kuitenkaan suoritettu kaivoksen ulkopuolelle. Tilanne on kuitenkin muuttunut vallalla olevan kaivosalan yleisen heräämisen myötä. Useampikin ulkomaisomisteinen kilpailija on aloittanut bulk-emulsioiden toimitukset Suomessa. (Aho 2009, 1; Oy Forcit Ab intranet sivut 2012, hakupäivä 17.9.2013)

2000-luvun aikana emulsioräjähdysaineiden käyttö on lisääntynyt valtavasti. Osaltaan tätä selittää kaivosalan yleinen kasvu, mutta osaltaan kehitys on seurausta louhijoiden siirtymisestä ANFOjen käytöstä enenevässä määrin emulsioiden käyttöön. Nykyisellään käytettävistä louhintaräjähteistä jo 75% on emulsioräjähdysaineita. (Oy Forcit Ab intranet sivut 2013, hakupäivä 17.9.2013)

Ensimmäisten kahdenkymmenen vuoden ajan bulk-emulsioita toimitettiin Suomessa ajoneuvoilla, joiden säiliöissä kuljetettiin raaka-aineet. Niistä sitten sekoitettiin emulsio vasta panostuskohteessa. Tämä tekniikka on edelleen käytössä, mutta viime vuosina kehitys on vahvasti kulkenut suuntaan, jossa raaka-aineet valmistetaan emulsioksi erillisellä tehtaalla, josta ne lastataan panostusajoneuvoon kuljetettavaksi. Emulsio kuitenkin herkistetään räjähdysaineeksi vasta panostuksen yhteydessä, jolloin niitä ei kuljetettaessa luokitella räjähdysaineiksi. Tämä helpottaa muun muassa kuljetukseen kohdistuvia määräyksiä.

2.3 Kytkeytyminen Kemin kaivokseen

Kemin, tuolloin Outokumpu TornioWorksin nimellä toimineelle kaivokselle, perustettiin Kemira Oy:n toimesta nk. kemiittiasema vuonna 1984. Tuolloin asemalta aloitettiin toimitukset avolouhokselle sekä ulkopuolisille louhintatyömaille. Alkuaikoina toimitettava tuote Kemiitti 110 oli ns. vesigeeliä, eli öljy vedessä faasin omaavaa emulsiota. Vuonna 1991 Kemira Oy myi räjähteiden valmistuksen Vihtavuori Oy:lle. Vuonna 1995 siirryttiin uuden panostusajoneuvon käyttöönoton myötä käyttämään Kemiitti 510:ä, joka oli vesi öljyssä –faasinen. (Aho 2009, 1)

Kaivoksen siirryttyä asteittain maanalaiseen louhintaan 2003-2005 louhinnassa siirryttiin käyttämään tähän tarkoitukseen suunniteltua Kemiitti 810:ä. Tämän panostuksessa käytetään panostuslaitteita, jolla pystytään panostamaan kulloisenkin panostuskohteen tarpeiden mukaisesti. Kemiittiasema jatkaa tällä hetkellä toimintaansa kaivosalueella, huolehtien kaivoksen räjähdysainehuollosta. Kaivoksen panostukset hoidetaan Forcitin miehistön toimesta kokonaisurakkana. Myös kaivoksella urakoivat alihankkijat kuten Skanska, käyttävät Forcitin tuotteita ja Forcitalta vuokrattuja panostuslaitteita omissa panostuksissaan.

Kemiittiasema toimii lisäksi maanpäällisiin Kemiitti 610 toimituksiin käytettävien MEMU (Mobile Explosives Manufacturing Unit) ajoneuvojen tukikohtana toimituksissa Pohjois-Suomen ja -Ruotsin alueella. Aseman yhteydessä sijaitsee myös räjähdysainearasto, josta suoritetaan muiden kuin emulsioräjähdysaineiden vähittäismyyntiä ja toimituksia asiakkaille.

2.4 Työn tarpeen aiheuttaneiden seikkojen esittely

Matriisinvalmistuslinjasto rakennettiin Kemin kemiittiasemalle johtuen osin maanpäällisissä toimituksissa siirtymisestä K610:n käyttöön. Toisaalta tehdas alkoi myös palvella sekä Kemin kaivoksen että muiden pohjoisen Suomen ja Ruotsin maanalaisten kaivosten K810 toimituksia. Ensimmäinen vaihe rakennustoissa vuonna 2009 sisälsi matriisinvalmistuslinjaston rakentamisen, sekä olemassa olleiden öljyseoksen valmistuslaitteistojen siirron tehtaan yhteyteen. Linjaston yhteyteen siirrettiin yksi vanha öljysäiliö ja rakennettiin toinen uusi säiliö prosessissa käytettävän öljyn varastointiin. Samalla rakennettiin myös 60 tonnin tuotanto/varastosäiliö raaka-aineena käytetylle ammoniumnitraattiliuokselle, tarvittavat linjastot ja valuma-allas ympäröimään uuden säiliön sekä vanhat K510 käytössä olleet säiliöt. Tällä järjestelyllä matriisia voitiin valmistaa suoraan kuljetussäiliöön tai IBC-pakkauksiin. Järjestely ei ollut tuotannonsuunnittelun kannalta paras mahdollinen, koska tuotanto jouduttiin sopeuttamaan kuljetusyksiköiden liikkumisen mukaisesti. Ongelmalliseksi muodostui myös yhden ainoan kapasiteetiltaan riittämättömän säiliön toimiminen sekä ammoniumnitraattiliuosvarastona että tuotantosäiliönä.

Toisessa vaiheessa vuonna 2011 asennettiin lisäksi raa'alle ammoniumnitraattiliuokselle kaksi varastosäiliötä sekä tarvittavat siirtolinjastot. Säiliöt sijoitettiin vanhojen K510

käytössä olleiden säiliöiden tilalle valuma-altaan sisäpuolelle. Samalla rakennettiin valmiille tuotteelle kaksi varastosäiliötä. Tuotteen varastointiin tarkoitetut säiliöt sijoitettiin korkean tukirakenteen päälle, jotta niistä voidaan tankata varastoitavaa tuotetta painovoimaisesti alle ajettavaan kuljetusyksikköön. Myös yksi öljysäiliö asennettiin vanhojen lisäksi. Näiden töiden myötä tehtaan tuotantokapasiteetti kohosi huomattavasti ja tuotannonsuunnittelu helpottui.

Tehdasprojektin suunnittelu ja projektinhallinta oli ulkoistettu eräälle suunnittelutoimistolle. Tämän järjestelyn seurauksena tehtaan rakennustöissä tuli joitakin selkeitä suunnitteluvirheitä, koska suunnittelijat hädin tuskin kävivät katsomassa olemassa olevia tiloja, joiden yhteyteen tehdas rakennettiin. Suunnittelussa ei myöskään ollut otettu riittävässä määrin huomioon käytettävyyttä ja erinäisiä ratkaisuja ei siksi ollut mietitty loppuun saakka. Kyseisen suunnittelutoimiston projektinhallinta oli myös erittäin puutteellista. Aloituspalaverin jälkeen kukaan kyseisen toimiston edustaja ei käynyt valvomassa rakennus/asennustöiden edistymistä. Myöskään minkäänlaista käyttöönottotarkastusta ei heidän toimestaan suoritettu.

Tuloksena oli tehdas, jolla pystytään valmistamaan tuotetta, mutta järjestelmässä on useita mahdollisuuksia virheellisellä käytöllä aiheuttaa lopputuotteen laatupoikkeama. Tehtaaseen on myös jäänyt käytettävyyttä ja työturvallisuutta heikentäviä seikkoja. Tämä nousi esille loppukevällä 2013 suoritetussa yrityksen sisäisessä laatuauditoinnissa. Auditoinnin tuloksena todettiin, että puutteet on korjattava. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ollut kartoittaa kyseiset puutteet, suorittaa kriittisyyden arviointi ja tämän perusteella suunnitella ehdotukset korjaaviksi toimenpiteiksi.

3 PROSESSIN KUVAUS

3.1 Prosessin läpikäynti

Emulsioräjähdysaine muodostuu kahdesta pääraaka-aineesta: palavasta ainesosasta ja hapettavasta ainesosasta. Yleisimmin käytössä olevissa emulsioräjähdysaineissa palavana ainesosana toimii öljy ja hapettavana ainesosana ammoniumnitraatti vesiliuoksena. Koska vesi ja öljy yleisesti hylkivät toisiaan, ne täytyy saada emulgoitumaan yhteen. Matriisitehtaassa tämä toteutetaan lisäaineistuksella ja tarkoitukseen erityisesti suunnitellulla sekoittimella.

Matriisitehdas koostuu seuraavista laitteistoista:

- kahdesta lämmitettävästä raaka-ainan ammoniumnitraatin varastointiin käytettävästä säiliöstä
- yhdestä lämmitettävästä sekoittimella varustetusta tuotantosäiliöstä
- ammoniumnitraattiliuoksen siirtoon ja sen säätämiseen käytettävistä saattolämmitystyistä linjastoista tarvittavine pumppuineen
- ammoniumnitraatin säätöön käytettävän ns. puskuriliuoksen valmistukseen käytettävästä sekoittimella varustetusta säiliöstä
- kolmesta lämmitettävästä öljyn varastointiin käytettävästä säiliöstä
- öljyn siirtoon käytettävistä saattolämmitystyistä linjastoista tarvittavine pumppuineen
- öljyn lisäaineistamiseen käytettävästä lämmitettävästä ja sekoittimella varustetusta säiliöstä
- raaka-aineiden tuotantoon siirtämiseen käytettävistä linjastoista tarvittavine pumppuineen, virtaus- ja painemittareineen sekä takaisinkierätysohjauksella
- sekoittimesta, jossa raaka-aineet emulgoituvat tuotteeksi
- tuotesuppilosta
- tuotepumpusta
- valmiin tuotteen varastointiin käytettävistä kahdesta säiliöstä
- tuotelinjoista, joilla tuote siirretään tuotepumpulla joko varastosäiliöihin tai suoraan kuljetussäiliöön
- tankkauslaitteistosta, jolla tuote lasketaan varastosäiliöistä kuljetusyksikköön.

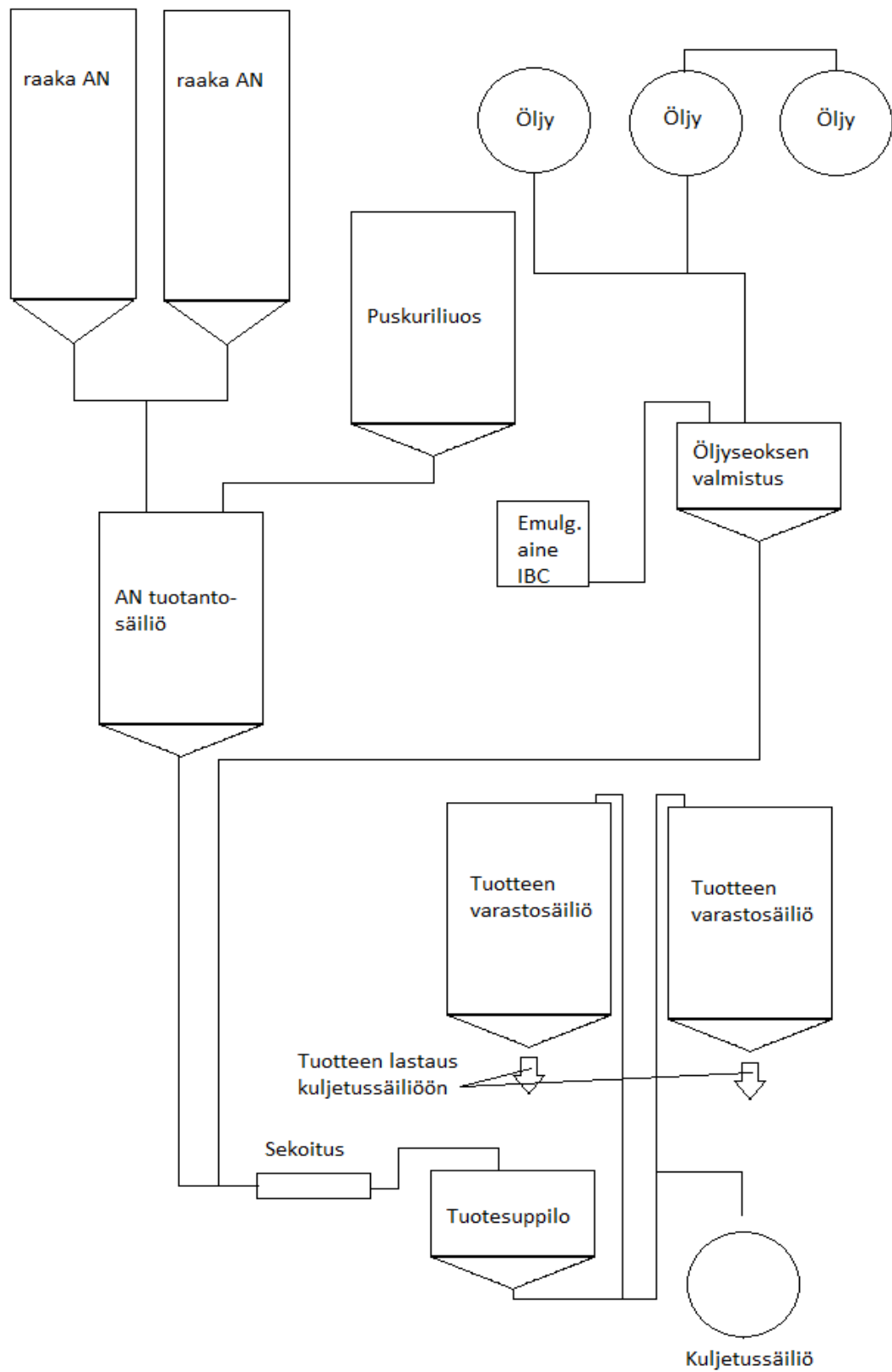
Itse tuotantoprosessi on logiikkaohjattu. Logiikkaa ohjataan joko tehtaalla sijaitsevasta käyttöpaneelistä tai valvomosta tietokonepohjaisen käyttöliittymän kautta. Tuotantopro-

sessi on pitkälle automatisoitu. Raaka-aineiden siirroissa ja valmistuksessa automaatio ei ole aivan yhtä pitkälle vietyä, vaan osa tarvittavista venttiileistä ja pumpuista on manuaalikäyttöisiä. Säättöihin tarvittava vesi annostellaan vesi-annostelijan kautta ja linjojen huuhteluun tarvittava vesi manuaalisesti.

Prosessi voidaan jakaa kolmeen pää osa-alueeseen: raaka-aineiden käsittelyyn, tuotantoon ja valmiin tuotteen käsittelyyn. Raaka-aineiden käsittely sisältää raaka-aineiden vastaanoton, varastoinnin, siirrot säiliöiden välillä sekä lisä-aineiden sekoituksen ja säädön tuotantoa varten. Tuotanto pitää sisällään raaka-aineiden pumppauksen tuotantosäiliöistä sekoittimeen sekä sekoituksen valmiiksi tuotteeksi tuotesuppiloon. Valmiin tuotteen käsittely sisältää tuotteen pumppaamisen tuotesuppilosta varasto- tai kuljetussäiliöihin, varastoinnin ja lastauksen varastosäiliöistä kuljetussäiliöihin.

Oheisessa kuvassa on yksinkertaistettu kuva Kemin matriisitehtaan säiliöistä ja tärkeimmistä linjastoista (kuva 1). Näistä säiliöistä ammoniumnitraatin, öljyn sekä valmiin tuotteen varastosäiliöt sijaitsevat ulkona. Puskuriliuoksen valmistussäiliö sijaitsee kemiittiaseman vanhassa autohallissa, öljyseoksen valmistussäiliö ja lisäaineen IBC-pakkaus nk. öljykontissa. Sekoitin ja tuotesuppilo sijaitsevat prosessitilassa, jossa sijaitsevat myös raaka-aineiden tuotantoon syöttämiseen käytettävät pumput sekä tehtaan logiikkakeskus.

Prosessin kulku lyhyesti kerrottuna on seuraavanlainen: pääraaka-aineet tuodaan suoraan varastosäiliöihin säiliöautoilla, joiden purkulaitteistoilla tapahtuu aineiden siirto ajoneuvosta varastosäiliöihin. Pääraaka-aineet siirretään tehtaan laitteistoilla varastosäiliöistä tuotantosäiliöihin. Ammoniumnitraatin tuotantosäiliöön siirretään säätöä varten tehtaan laitteistolla puskuriliuosta, joka valmistetaan säiliöönsä säkeissä saapuvista raaka-aineista ja vedestä. Öljyn sekaan lisätään tehtaan laitteistolla emulgointiaine, jonka jälkeen seos sekoitetaan ja lämmitetään. Kun tuotanto aloitetaan, sekoittimeen aletaan syöttää reseptin mukaiset määrät raaka-aineita. Nämä sekoittuvat muodostaen tuotesuppiloon emulsion, joka pumpataan joko varasto- tai kuljetussäiliöön. Varastosäiliöistä tuote lastataan kuljetussäiliöihin lastauslaitteiston avulla.



Kuva 1. Kemin matriisitehtaan periaatteellinen virtauskaavio.

3.2 Prosessin ja raaka-aineiden muodostamien ympäristöriskien tarkastelu

Matriisiin tuottamiseen käytettävät pääraaka-aineet ovat ammoniumnitraatti vesiliuoksena ja prosessiöljy. Ammoniumnitraatin säätämiseen tuotantoa varten käytetään sitruunahappoa, natriumformiaattia sekä vettä. Öljyn ja ammoniumnitraatin vesiliuoksen yhteen saattamiseksi öljyyn sekoitetaan emulgointiainetta, joka saa öljyn ja veden emulgoitumaan keskenään.

Valmistajien käyttöturvallisuustiedotteiden mukaan matriisin valmistuksessa käytettävistä raaka-aineista muut kuin prosessiöljy eivät muodosta merkittävää ympäristöriskiä. Ammoniumnitraatilla ei ole ympäristölle tunnettuja merkittäviä vaikutuksia tai vakavia vaaroja. Kuitenkaan aineen ei ole suositeltavaa joutua maaperään. Kemin matriisitehtaan ammoniumnitraattisäiliöt on rakennettu valuma-altaan sisäpuolelle, jolloin mahdollisen vuodon tapahtuessa ammoniumnitraatti jäisi altaaseen. Lisäksi ulos valuva ammoniumnitraatti kiteytyisi ympäristön jäähdyttävän vaikutuksen seurauksena, jolloin se muuttuisi nestemäisestä kiinteäksi, eikä siten pääsisi suurina määrinä valumaan kauas vuotokohdasta. (Yara Suomi internet-sivut, hakupäivä 29.10.2013)

Öljyllä on luontoon päästessään yleisesti tunnetut haittavaikutukset vesistöille. Riskiä hallitaan Kemin matriisitehtaalla siten, että varastosäiliöt ovat kaksoisvaipparakenteiset ja ylitäytön estimillä varustetut. Öljyn tuotantosäiliön sisältävä nk. öljykontti on rakenteeltaan sellainen, että mahdollisen vuodon tapahtuessa se toimii valuma-altaana. Tuotannon ollessa käynnissä öljyn virtausta seurataan virtausmittarilla, jolloin mahdollinen vuoto linjastossa pysäyttäisi prosessin. Lisäksi prosessitila on rakenteeltaan sellainen, että öljyvuodon tapahtuessa öljy jäisi tilaan, eikä pääsisi likaamaan ympäristöä. (Neste Oil internet-sivut. Hakupäivä 12.11.2013)

Sitruunahappo, natriumformiaatti sekä emulgointiaine eivät ole ympäristölle haitallisia aineita. Valmis räjähdysainematriisi ei myöskään ole ympäristölle haitallista, koska ammoniumnitraatti hajoaa luonnossa täydellisesti. Hajotessaan se tosin nostaa paikallisesti pohjaveden nitraattipitoisuutta. (Oy Forcit Ab internetsivut, hakupäivä 29.10.2013)

Onnettomuustilanteessa ympäristöön kohdistuisi mahdollisen tulipalon seurauksena kuormitusta palokaasujen muodossa. Valmiista räjähdysainematriisista voi tulipalossa

tai kuumuudessa muodostua myrkyllisiä tai haitallisia kaasuja, kuten typen oksideja, hiilimonoksidia tai ammoniakkia. Myös räjähdysvaara on olemassa, mikäli tulipalo pääsisi kuumentamaan ammoniumnitraatin tai valmiin tuotteen varastosäiliöitä. Mikäli tulipalo uhkaa levitä tuotteeseen, on suoritettava evakuointi laajuudella, joka on määritelty aseman pelastussuunnitelmassa ja varoitettava lähialueen asukkaita räjähdysvaarasta. (Oy Forcit Ab internet-sivut, hakupäivä 29.10.2013)

Tuotannossa käytetään voimanlähteinä yksinomaan sähkömoottoreita ja energia näihin saadaan Outokummun Kemin Kaivoksen verkosta. Jätevedet poistuvat kemiittiasemalta öljynerotuskaivojen kautta, joten öljypäästöjä ei tätäkään kautta pääse muodostumaan. Tehdas sijaitsee kaivosalueen takaosassa, josta lähimpään asutukseen on matkaa useita kilometrejä. Mahdollinen onnettomuus ei siten vaarantaisi paikallisten asukkaiden turvallisuutta millään muotoa. Mahdollisen onnettomuuden tapahtuessa vaikutukset jäisivät kaivosalueen sisäpuolelle. Onnettomuuden mahdollisuuteen on varauduttu Forcitin sekä kaivoksen pelastussuunnitelmissa ja onnettomuuden varalta on pidetty suuronnettomuusharjoitus yhdessä edellä mainittujen sekä pelastuslaitoksen kesken. Kemiittiasema on siellä säilytettävien raaka-aineiden kokonaismäärän johdosta nk. turvallisuusselvityslaitos. Tämän johdosta laitoksesta on tehty pelastuslaitoksen kanssa yhteistyössä turvallisuusselvitys, jossa on käyty mahdolliset riskit perusteellisesti läpi. Yhteenvetona Kemin matriisitehtaan ympäristöriskistä voidaan todeta, että se on vähäinen.

4 PUUTTEIDEN JA VIRHEIDEN KARTOITUS

4.1 Kartoitus-, arviointi- ja raportointimenetelmät

Puutteiden kartoituksessa pääasiallisena työmenetelmänä käytettiin prosessin perinpohjaista läpikäyntiä. Työ aloitettiin seuraamalla erikseen kaikkien raaka-aineiden kulkua prosessin läpi lopputuotteeksi ja lopputuotteen kulkua kuljetusyksikköön saakka. Jokaisesta työvaihetta tarkasteltiin kriittisesti ja pohdittiin sitä, mikä kussakin toimenpiteessä voi mennä pieleen. Pääsääntöisesti raaka-aineiden kulku prosessin läpi etenee ensin kuljetusyksiköstä varastoon. Seuraavaksi tapahtuu varastosta siirto sekoitukseen toisten raaka-aineiden kanssa. Tämän jälkeen seuraa sekoituksessa syntyneen välivalmisteen varastointi ja sen siirto sekoitukseen lopputuotteeksi. Sekoituksen jälkeen lopputuote tulee sekoittimesta tuotesuppiloon, josta se pumpataan joko varastoon tai suoraan kuljetusyksikköön. Varastointia seuraa siirto kuljetusyksikköön. Kaikki havaitut ongelmakohdat kirjattiin ylös kriittisyyden arviointia varten. Työssä pyrittiin tekemään kartoitus ensin täysin objektiivisesti, ilman että aiemmat käyttökokemukset vaikuttavat sen tuloksiin.

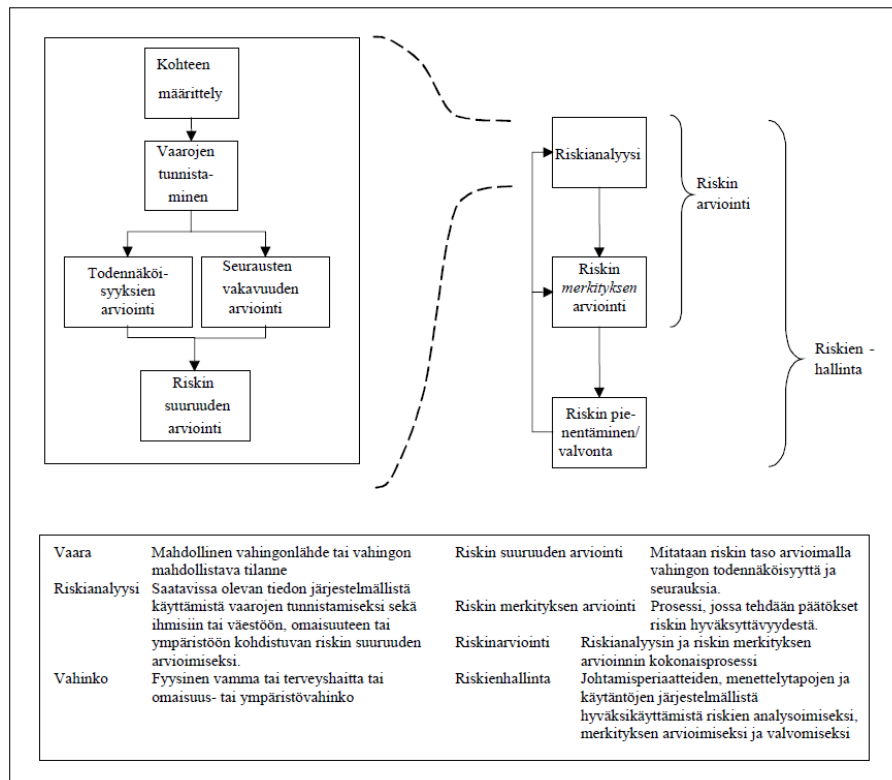
Tukevana menetelmänä käytettiin sekä opinnäytetyön tekijän että muiden tehdasta käyttäneiden henkilöiden käyttökokemuksia. Kokemukset kerättiin muiden käyttäjien osalta haastatteluilla ja vapaamuotoisilla keskusteluilla. Kokemuspohjaisia ongelmia vertailtiin suoritettujen kartoitusten tuloksiin. Tällä menettelyllä pyrittiin saavuttamaan kattava otos ongelmakohdista. Kartoitus suoritettiin ennen haastatteluja ja sitä tehdessään opinnäytetyön tekijä pyrki sivuuttamaan aiemmat käyttökokemuksensa tehtaasta. Näin pyrittiin ehkäisemään mahdollisuus, että jokin ongelmakohdista olisi tullut sivuutettua tehtaan ominaisuutena. Käytännössä ongelma voi käyttäjän näkökulmasta muuttua ajan saatossa hyväksyttäväksi ominaisuudeksi, jonka kanssa on ”pystyttävä elämään”.

Ongelmakohdat jaettiin kahteen eri ryhmään: tuotteen laatuun vaikuttaviin ja käytettävyyttä tai työturvallisuutta heikentäviin. Osa ongelmakohdista tuli molempiin kategorioihin. Kriittisyysarvio tuotteen laatuun vaikuttavista riskeistä perustui kokemuksen kautta karttuneeseen tietoon. Toisaalta pyrittiin arvioimaan tapahtuman todennäköisyyttä. Näissä arvioinneissa käytettiin pohjana poikkeama-analyysi-lomaketta. Käytettävyyteen vaikuttavia ongelmia arvioitiin pääasiassa käyttäjien kokemusten pohjalta. Työturvallisuuden vaikuttavia seikkoja arvioitiin työn turvallisuusanalyysi (TTA) menetelmäl-

lä. Tämän arvioinnin pohjana käytettiin Kemin asemalle 28.5.2012 kyseisellä menetelmällä tehtyä riskikartoitusta, johon tehtiin havaittujen ongelmakohtien osalta uudelleenarviointi. Edelleen suoritettiin arviointi ehdotettujen korjaavien toimenpiteiden vaikutuksesta kartoitettuun riskiin.

Riskianalyysit ovat yleisesti käytössä työpaikkojen ongelmakohtien kartoituksessa ja riskienhallinnan työkaluina. Riskit voidaan jaotella eri osa-alueisiin kohdistuviin riskeihin niiden vaikutusten mukaisesti. Riskianalyysi ja riskin merkityksen arviointi kuuluvat olennaiselta osaltaan riskin arviointiin. Periaatteessa riskin analysoinnin tulisi olla määrällistä tarkastelua. Usein tämä ei kuitenkaan ole eksaktien lähtötietojen puuttuessa mahdollista. Näin on myös tämän opinnäytetyön riskien arvioinnin osalta. Arvioinnit on jouduttu tekemään suurelta osin sellaisten lähtötietojen pohjalta, joita ei ole ollut mahdollista tai tarkoituksenmukaista muuntaa numeeriseen muotoon. Riskin suuruutta arvioidaan vahingon todennäköisen esiintymistaajuuden ja seurausten vakavuuden pohjalta. VTT:n verkkosivuilta löytyy kattavasti lomakkeita erilaisten riskiarviointien tekoon. Näitä lomakkeita on osin hyödynnetty tämänkin opinnäytetyöprojektin riskejä kartoitettaessa. Kaaviossa 1 on esitetty riskienhallintaprosessin sisältö ja keskeisiä riskienhallinnan käsitteitä. (Malmén & Wessberg. 2011; VTT:n internet sivut, hakupäivä 12.11.2013)

Havaituista puutteista ja niiden korjausehdotuksista laadittiin työn tilanneen yrityksen sisäiseen käyttöön erillinen raportti. Tätä ei sellaisenaan julkaista opinnäytetyön yhteydessä, koska se sisältää salassa pidettäviä tietoja prosessista ja raaka-aineista. Raportti on siis tämän opinnäytetyöprosessin varsinainen tuotos, jonka pohjalta laaditaan budjettiesitys ja toteutetaan sen antamissa raameissa korjaavat toimenpiteet. Raportti koostettiin siten, että kaikki riskit esiteltiin sekä arvioitiin siinä lyhyesti. Samassa yhteydessä myös lyhyesti esiteltiin kunkin ongelman osalta korjausehdotukset perusteluineen. Lopuksi esiteltiin yhteenveto korjaavista toimenpiteistä ryhmiteltynä toteuttavan tahon tai projektin yhteyteen. Tiiviisti koostetun raportin pituudeksi muodostui 23 sivua sekä kolme liitettä. Raportin sisällysluettelo esitetään liitteenä (liite 1). Raportista saadun suullisen palautteen mukaan se on koettu yksityiskohtaiseksi ja kattavaksi.



Kaavio 1. Riskienhallinnan sisältö ja ammattisanasto (SFS, 2000).

4.2 Laatupoikkeamariskiä korottavat ongelmat korjausehdotuksineen.

Laatupoikkeamariskit arvioitiin osin kokemuspohjaisesti, osin poikkeama-analyysilomakkeita hyödyntäen. Korjaavat toimenpiteet suunniteltiin suurelta osin käytännössä toimivaksi todettujen mallien pohjalta. Myös mittaustekniikan asiantuntijoilta pyydettiin konsultaatiota toimenpiteiden pohjaksi.

4.2.1 AN-liuoksen vastaanotto ja varastointi

Ammoniumnitraattiliuoksen vastaanotossa ei ollut Kemin tehtaalla raporttia laadittaessa toimivaa laadunvalvontaa, vaan laadunvalvonta suoritettiin vasta kun liuos oli siirretty varastosäiliöistä tuotantosäiliöön. Tässä oli selkeästi olemassa riski suuren liuosmäärän kontaminoitumiseen, mikäli saapuva liuoskuorma olisi ollut jostain syystä epäkurantti. Korjaavana toimenpiteenä tuli suunnitella käytänteet ja laatia työohje Kemiin koskien saapuvan liuoksen laadunvalvontaa. Korjaavat toimenpiteet on saatettu tätä kirjoitettaessa käytäntöön.

4.2.2 Siirrettävän AN-liuoksen määrä

Siirrettävän liuoksen määrä voidaan lukea tämänhetkiselä laitteistolla ainoastaan tuotantosäiliön paine-eromittaukseen perustuvalla määrämittauksella. Tämä on käytännössä osoittautunut kohtuullisen luotettavaksi, mutta toleranssi on arviolta luokkaa tuhat kiloa. Siirrettävän liuoksen aiheuttama pyörteily myös osaltaan vääristää saatuja mittausarvoja. Tällöin myös AN-liuoksen puskurointi tapahtuu epätarkalla lähtöarvolla jolloin liuokseen tulee laatuheittoja. Korjaavaksi toimenpiteeksi esitetään mikroaaltotutkien hankintaa raajan liuoksen varastosäiliöihin.

4.2.3 Mahdollisuus AN-liuoksen joutumiseen puskuriliuossäiliöön

Käytännössä on todettu, että AN-liuoksen siirtolinjaan on ajettava kiteytymisen välttämiseksi n. 100-200 litraa vettä kun liuosta on siirretty varastosäiliöistä tuotantosäiliöön. Tässä yhteydessä on mahdollista, että AN-liuos pääsee ryntäämään varastosäiliöistä puskuriliuoksen valmistukseen käytettävään säiliöön. Tämä aiheutuu vesilinjaston puutteellisesta suunnittelusta. Mikäli tätä ei huomata, seuraava liuoksen puskurointi voi epäonnistua. Korjaavaksi toimenpiteeksi esitetään muutoksia hallissa sijaitseviin vesilinjoihin ja venttiilien sijoitteluun.

4.2.4 Puskuriliuoksen valmistus

Puskuriliuosta valmistettaessa on inhimillisen erehdyksen seurauksena mahdollisuus ajaa puskuriliuoksen valmistukseen tarkoitettu vesi tuotantosäiliöön. Tästä aiheutuisi pahimmillaan 60 tonnin säädetyn AN-liuos erän laimeneminen liian laimeaksi. Myös tuotantosäiliön ylitäyttö on mahdollinen. Korjaavaksi toimenpiteeksi esitetään muutoksia hallissa sijaitseviin vesilinjoihin ja venttiilien sijoitteluun.

4.2.5 AN-liuoksen säätö

Lisävettä ajettaessa tuotantosäiliöön AN-liuoksen kiteytymispistettä säädettäessä, on inhimillisen erehdyksen seurauksena mahdollisuus syöttää lisävesi useampaankin väärään paikkaan, esimerkiksi puskuriliuossäiliöön. Korjaavaksi toimenpiteeksi esitetään muutoksia hallissa sijaitseviin vesilinjoihin ja venttiilien sijoitteluun.

4.2.6 Tuotannon aloitus

Matriisitehdasta käynnistettäessä on inhimillisen erehdyksen seurauksena mahdollista epähuomiossa valita väärä kohdesäiliö tuotteelle. Tällöin K810-matriisia joutuisi K610-matriisiin joukkoon tai päinvastoin. Pahimmillaan tämän seurauksena voisi syntyä 30 tuhannen kilon varastoerä, jossa olisi kumpakaan laatua sekaisin. Korjaavana toimenpiteenä on tehtaan ohjelmistoon tehtävä muutos, jossa kohdesäiliö liitetään reseptiin. Tällöin kulloinkin ajettava laatu ohjautuu automaattisesti oikeaan kohdesäiliöön.

4.3 Käytettävyyden ja työturvallisuuden ongelmat korjausehdotuksineen

Käytettävyyteen ja työturvallisuuteen vaikuttavia ongelmia arvioitiin pääasiassa haastattelujen ja TTA-analyysilomakkeen avulla. Osin nousi esiin samoja ongelmia kuin laatuun vaikuttavia ongelmakohтия kartoitettaessa. Korjaavat toimenpiteet suunniteltiin suurelta osin käytännössä toimivaksi todettujen mallien pohjalta, sekä asiantuntijoiden kanssa käytyjä keskusteluja hyödyntäen. Myös käyttäjien haastatteluissa nousi esille hyviä ideoita varsinkin käytettävyyden parantamiseksi.

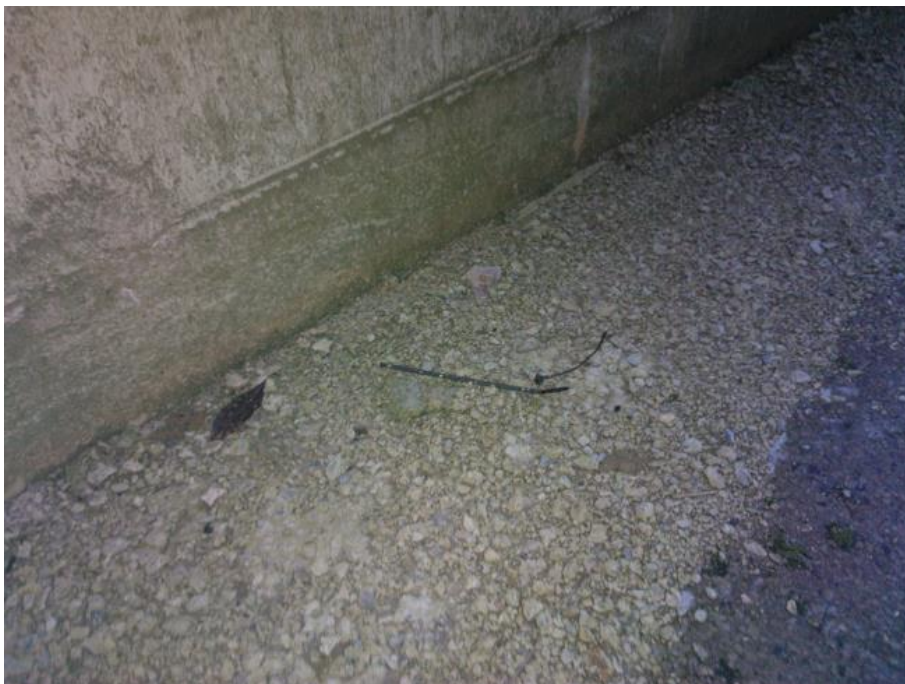
4.3.1 AN-liuoksen vastaanotto ja varastointi

Saapuvan raa'an AN-liuoksen vastaanotossa varastosäiliöiden pinnanmittaus on toteutettu paine-eroon perustuvalla mittaustavalla, joka ei käytännössä toimi, johtuen useista seikoista. Anturit on sijoitettu säiliön pohjasta ulkonevan n. 200 mm mittaisen putken päätylaippaan (Kuva 2). Putkeen ilmeisesti kiteytyy AN-liuosta, joka sekoittaa mittaus tuloksen. Toisaalta säiliöissä ei ole sekoitusta, jolloin erityisesti mainitunlaisten putkien muodostamien lämpösiltojen lähelle muodostuu kiteytymää. Kyseisen putken välittömässä läheisyydessä sijaitsee säiliön lämpötila-anturi, joten saattolämmitys ei tule kyseeseen, koska se vääristäisi lämpötilamittauksen tulosta lämmön johtuessa säiliön rakennetta pitkin mitta-anturiin. Säiliöiden pinnantason seuranta on tämän seurauksena ainoastaan Excel-taulukolla tapahtuvan kirjanpidon varassa. On olemassa riski, että kirjausvirheen vuoksi annetaan lupa purkaa liuoskuorma säiliöihin, vaikka niissä ei olisi tilaa. Ylitäytön tapahtuessa on myös vaarana kuumen (n. 90°C) AN-liuoksen roiskuminen henkilöiden päälle. Korjaavaksi toimenpiteeksi esitetään mikroaaltotutkien hankintaa varastosäiliöihin.



Kuva 2. AN-liuossäiliön paineanturin asennus putken päätylaippaan.

Ammoniumnitraatin varastointia tarkasteltaessa todettiin, että varastosäiliöiden valuma-altaan betoni on rapautunut muutamassa vuodessa soraksi, viimeisimmän (v. 2009) laajennusvalun osalta (Kuva 3). Ilmeisesti betonivalu on reagoinut vanhassa laatassa olleen ammoniumnitraattijäämän kanssa. Korjaavana toimenpiteenä tulee piikata rapautunut osa betonista pois, ja suorittaa uusi valu.



Kuva 3. Valuma-altaan rapautunutta valua.

4.3.2. AN-liuoksen siirto

Automaattinen liuoksen siirto

Siirtoa ei pysty tällä hetkellä käyttämään automatiikalla, koska linjan painemittari näyttää jatkuvasti lukemaa 205 bar. Ilmeisesti mittari kuitenkin toimii, koska se alkaa näyttää nollaa, kun se on irrotettu ja huuhdeltu. Mittari on sijoitettu n 200 mm pitkän putken päähän, eli todennäköisin syy toimimattomuudelle on tämän lämmittämättömän ja eristämättömän putken umpeen kiteytyminen. Korjaavana toimenpiteenä asennetaan saatto-lämmitys painemittarille johtavaan putkeen.

AN-liuoksen siirtolinjan läppäventtiili

Liuoksen siirtoon varastosäiliöstä tuotantosäiliöön käytettävän linjan läppäventtiiliin kertyy kiteytymää, linjojen huuhtelusta huolimatta. Tämän johdosta venttiili ei käytännössä koskaan aukea täysin kun liuosta aletaan siirtää. Luultavasti logiikassa on esto joka estää automaattisen siirron käytön, mikäli kyseinen venttiili ei ole täysin auki. Tästä ei saatu täyttä varmuutta, koska automaattista siirtoa ei ole saatu käytettyä kuin yhden kerran, jonka jälkeen painemittarin toimimattomuus on sen estänyt.

Korjaavaksi toimenpiteeksi ehdotetaan joko venttiilin vaihtoa palloventtiiliksi tai vaihtoehtoisena ratkaisuna logiikkaan ohjelmoitavaa ohituspainiketta, jolla venttiilin avautumattomuudesta aiheutuva esto voidaan ohittaa kun on ensin käyty visuaalisesti tarkastamassa venttiilin riittävä avautuminen. Mikäli venttiili ei ole riittävästi avautunut, niin vesihuuhtelulla edesautetaan sen aukeamista. Näistä vaihtoehtoista palloventtiili olisi pitkän päälle toimivampi.

Siirrettävän AN-liuoksen määrä

Käyttäjän kannalta heikkoudeksi on todettu siirrettävän määrän epätarkkuuden lisäksi siirron aikainen kohdesäiliön sekoittimen käynnistyminen, joka paine-eroon perustuvan pinnanmittauksen johdosta sekoittaa säiliön määränäytön. Korjaavana toimenpiteenä esitetään mikroaaltotutkien hankintaa raan AN-liuoksen varastosäiliöihin ja siirrettävän määrän pohjautumista näiden antamiin lukemiin.

AN-liuoslinjojen huuhtelu

Huuhtelut suoritetaan käytännössä tehtaan käsiajolla ja käsin manuaalisesti aukaisemalla ja sulkemalla tarvittavat venttiilit. Alun perin järjestelmässä on automaattinen huuhtelu linjalle, mutta tämä ei ole käytännöllistä johtuen käsikäyttöisistä venttiileistä ja siitä, ettei veden annosteluun käytettävä mittari kommunikoi tehtaan ohjauslogiikan kanssa. Linjojen huuhtelun yhteydessä on inhimillisen erehdyksen seurauksena mahdollista ajaa huuhteluvettä tuotantosäiliöön tai puskuriliuossäiliöön.

Huuhtelut voidaan jatkossakin suorittaa käsin. Tämä on perusteltua, koska vesiantostelijan ja logiikan keskenään kommunikoimaan saattaminen on suhteettoman kallista toimenpide verrattuna saavutettavaan hyötyyn. Korjaavaksi toimenpiteeksi ongelmaan esitetään muutoksia hallissa sijaitseviin vesilinjoihin ja venttiilien sijoitteluun.

AN-linjaston venttiilien laipat

Ammoniumnitraatin siirtolinjastossa on useita venttiilien asennuksia, joissa linjaston laipat ja niiden pultit ovat sinkittyä terästä. Tällöin mahdollisen linjastovuodon yhteydessä nämä ruostuvat erittäin nopeasti ja pettävät jossain vaiheessa, mikäli ongelmaa ei havaita. Pahimmassa tapauksessa raajan AN-liuoksen varastosäiliöiden, joiden varastokapasiteetti on 100 m^3 , sisältö pääsisi vuotamaan pohjaventtiilin laipan välistä valumaaltaaseen. Tämä on erittäin vakava suunnitteluvirhe. Virhe havaittiin, kun toisen säiliön pohjaventtiili alkoi vuotaa ammoniumnitraattiliuosta. Vuoto ei ollut ehtinyt jatkua pitkään, mutta oli aiheuttanut laipan alapuolisille pulteille merkittäviä korroosioaurioita (Kuva 4). Korjaavana toimenpiteenä on kaikki virheellisesti toteutetut laippaliitokset purettava, ja korvattava sinkityt laipat ja pultit ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla vastaavilla. Tämä esitetään toteutettavaksi lähitulevaisuuteen suunniteltujen linjastojen muutostöiden yhteydessä.



Kuva 4. AN-linjan pulttien korroosiovaurioita.

4.3.3 Puskuriliuoksen valmistus

Puskuriliuosta valmistettaessa on periaatteessa inhimillisen erehdyksen seurauksena mahdollisuus ylitäyttöön, jolloin puskuriliuosta valuisi hallin lattiakaivoon. Tämän seurauksena myös kyseinen erä puskuriliuosta olisi epäkurantti. Ylitäyttö on vältettävissä huolellisella työskentelyllä. Toisaalta mahdollisen ylitäytön seuraukset eivät ole katastrofaaliset, koska puskuriliuos ei ole ympäristölle haitallista. Ylitäytön pieneen todennäköisyyteen ja sen haitallisuuteen suhteessa korkeiden kustannusten johdosta esitetään, ettei puskuriliuossäiliöön aleta rakentamaan ylitäytönestoa, vaan korostetaan huolellisen työskentelyn merkitystä työntekijöille.

Puskuriliuoksen valmistuksen yhteydessä on myös mahdollisuus ajaa vettä useampiin väärin säiliöihin. Korjaavaksi toimenpiteeksi esitetään muutoksia hallissa sijaitseviin vesilinjoin ja venttiilien sijoitteluun.

4.3.4 AN-liuoksen säätö

Mikäli tuotantosäiliö on lähes täynnä ammoniumnitraattia, voi säätöön käytettävää vettä lisäämässä tapahtua ylitäyttö. Tämä johtuu siitä, että ylitäytönestin kommunikoi vain tehtaan ohjauslogiikan kanssa. Logiikka taas ei ohjaa veden annostelua, vaan se tapah-

tuu erillisen annostelijan kautta. Korjaavana toimenpiteenä logiikkaan on ohjelmoitava ammoniumnitraattiliuoksen automaattisen siirron yhteyteen pysäytys 2000 kg alemmaksi kuin säiliön kapasiteetti. Vettä tuotantosäiliöön lisättäessä on mahdollisuus inhimillisen erehdyksen seurauksena ajaa vettä useampiin vääriin säiliöihin. Korjaavaksi toimenpiteeksi esitetään muutoksia hallissa sijaitseviin vesilinjoin, ja venttiilien sijoitukseen.

4.3.5 Prosessiöljyn vastaanotto, varastointi ja siirto

Kun prosessiöljyä siirretään varastosäiliöstä toiseen, vastaanottavan säiliön pinnanmittaus ei toimi ennen kuin säiliö on lähes täynnä. Hetkellisen huomion herpaantumisen seurauksena säiliön ylitäyttö on mahdollinen. Säiliö sijaitsee sorapintaisella pihalla, ilman valuma-allasta. Näin ollen öljy päätyisi ylitäytön yhteydessä ympäristöön. Myös varastoinnin yhteydessä säiliön pinnanseuranta on ainoastaan Excel-pohjaisen kirjanpidon varassa. Kirjanpidon varassa olevan pinnanseurannan seurauksena prosessiöljyä voidaan tilata enemmän kuin säiliöön sopii, tai öljy voi loppua yllättäen vaikka sitä pitäisi kirjanpidollisesti olla säiliössä.

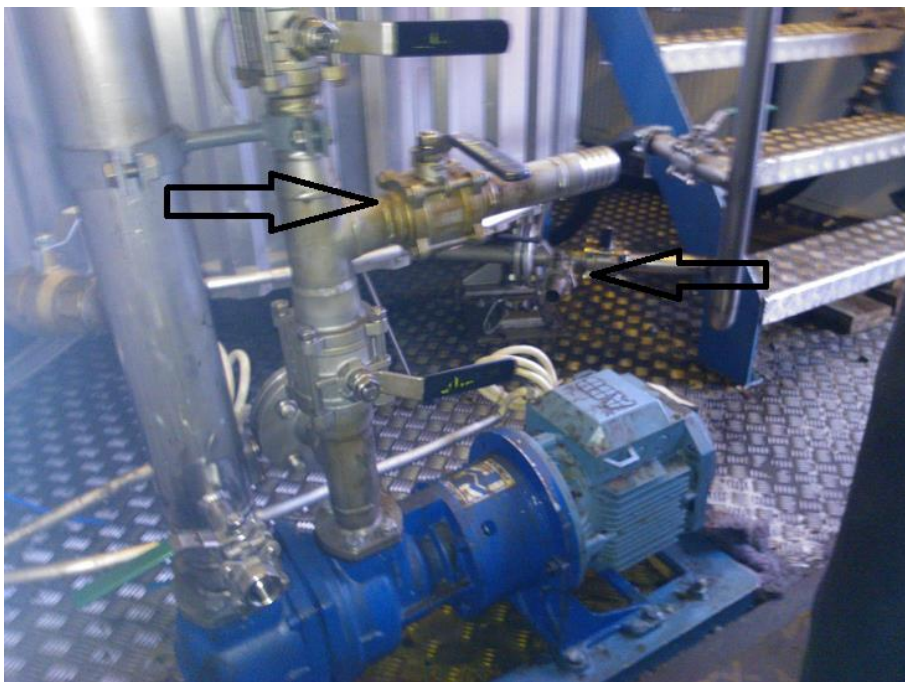
Korjaavana toimenpiteenä on jo opinnäytetyön tekemisen aikana jätetty yksi varastosäiliö pois käytöstä, uuden varastosäiliön käyttöönoton myötä. Tällä on saatu ylitäytön riski poistumaan, koska siirto säiliöstä toiseen on käynyt tarpeettomaksi. Ylitäytön riskiä ei myöskään ole öljytoimituksen yhteydessä, koska säiliöissä on toimivat ylitäytönestimet. Jatkotoimenpiteinä tullaan saattamaan toimimattomat pinnanmittaukset toimiviksi.

4.3.6 Öljyseoksen valmistus

Öljyseosta valmistettaessa sekoitussäiliöön tuotantomäärän voi asettaa suuremmaksi kuin mitä säiliöön sopii. Tällöin automatiikka ei pysäytä pumppausta, vaan pumppaa prosessiöljyä tai emulgointiainetta niin kauan kuin sitä riittää lähtesäiliössä. Seurauksena on ylitäyttö, öljyseos öljykontin valuma-altaassa, ja epäkurantti öljyseoserä. Tämä on seurausta raaka-aine- ja öljyseosreseptin muutoksista, jolloin öljyseoksen tiheys on muuttunut. Näistä syistä johtuen ylitäytönesto, joka on toteutettu vaa'an kautta, ei toimi. Korjaavana toimenpiteenä yritetään paikallisesti selvittää saadaanko vanha logiikka ohjelmoitua uudelleen. Harkinnan arvoista olisi myös logiikan uusiminen jossain vaiheessa ja sen saattaminen kommunikoimaan tehtaan ohjauslogiikan kanssa.

Öllykontissa on prosessiöljyn siirtoon käytettävän pumpun ympäristössä kaksi tarpeettomaksi jäänyttä linjalähtöä, jotka on suljettu käsiventtiilein (Kuva 5). Näitä potkitaan varsinkin emulgointiainetta sisältävää IBC-pakkausta vaihdettaessa helposti auki. Venttiilin tahattomasta aukeamisesta seuraa öljyvuoto kontin lattialle. Emulgointiaineen siirrossa IBC-pakkauksesta lisäainepumpulla sekoitussäiliöön on pumpun painepuolella käytössä haitariletku. Pumpattaessa emulgointiainetta tämä letku värisee asianmukaisen kannakoinnin puuttuessa voimakkaasti öljyseoskontin rakenteita vasten.

Uuden öljysäiliön asennuksen ja linjojen vedon yhteydessä linjastoon asennettiin kaksi venttiiliä joilla valitaan mistä varastosäiliöstä prosessiöljy tulee sekoitussäiliöön. Näitä venttiileitä on suunniteltu käytettävän paineilmatoimisilla toimilaitteilla, joiden asennus on edelleen suorittamatta. Korjaavana toimenpiteenä tulee hitsauttaa uudet putket öljylinjastoon ja samalla korvata emulgointiaineen siirtoon käytettävä letku kiinteästi asennetulla putkella. Toimilaitteet voi poistaa, koska käytön kannalta on helpompi että lähdesäiliön valinta suoritetaan paikanpäällä käsikäyttöisillä vivuilla.



Kuva 5. Tarpeettomia linjalähtöjä öljykontissa.

4.3.7 Prosessin aloitus

Kohdesäiliötä valittaessa on logiikan ja laiteasennusten toteutus jäänyt kesken siten, että yhtä venttiiliä pitää käyttää paine-ilman jakotukista manuaalisesti ja erästä toista venttiili-

liä manuaalisesti kahvasta. Korjaavana toimenpiteenä tulee suorittaa asennukset loppuun ja ohjelmoida logiikka käyttämään kyseisiä venttiilejä.

Kun uusi erä AN-liuosta on säädetty tuotantosäiliöön, siitä ei saa otettua laadunvalvontanäytettä muualta kuin tehtaan kierrätyslinjassa katonrajassa sijaitsevasta pesuliitännästä. Se sijaitsee paitsi korkeuden mutta myös seisoma-alustan osalta epäergonomisessa paikassa. Tässä on näytettä ottavalla henkilöllä merkittävä riski saada näytettä otettaessa roiskeita kuumasta AN-liuoksesta päälleen, tai toisaalta kompuroida kuumaa AN-liuosta sisältävän näyteastian kanssa (Kuva 6). Korjaavana toimenpiteenä hitsautetaan sopiva kamlok-liittimeen sopiva käyrä, jonka avulla näyte saadaan otettua heti AN-liuoksen siirtopumpun jälkeen linjassa lattianrajassa sijaitsevasta pesuliitännästä. Tällä toimenpiteellä vähennetään huomattavasti näytettä ottavan henkilön riskiä saada roiskeita kuumaa ammoniumnitraattia päälleen.



Kuva 6. Näytteenotto matriisikontista.

4.3.8 Matriisin tankkaus kuljetusyksikköön

Matriisin tankkauksessa kuljetussäiliöön tuotteen varastosäiliöiden vaakojen kalibrointi ei ole aivan eksakti. Tällä hetkellä käytäntö on kertoa vaa'an lukema kertoimella 0.95, jolloin tulos on riittävällä tarkkuudella oikea. Tämä vaikeuttaa tietyn määrän tarkkaa tankkaamista ajoneuvoon. Korjaavana toimenpiteenä ohjelmoidaan logiikkaan korjauskerroin vaakojen lukeman korjaamiseksi. Vaakojen uudelleenkalibrointi edellyttäisi säiliöiden tyhjennystä ja täyttöä.

Tankkauspaikalla matriisin varastosäiliöiden käyttöpäätteet on sijoitettu kulkusillalle, pois päin tankattavasta ajoneuvosta (Kuva 7). Myös tankkausletkua operoidaan kyseiseltä kulkutasolta käsivinssillä. Tämä järjestely tekee käytännössä ajoneuvon tankkaamisesta yksin erityisen hankalaa. Mikäli ajoneuvo täytyy jostain syystä tankata yksin, niin kiipeämisten määrä ajoneuvon päälle kolminkertaistuu, verrattuna kahden henkilön toimesta tapahtuvaan tankkaamiseen. Myös käytössä oleva tankkausletku on yksin vaikea käsiteltävä.



Kuva 7. Tankkauspaikan tämänhetkinen järjestely.

Ehdotus korjaavaksi toimenpiteeksi on, että tankkauspäätteet sijoitetaan käännettävän varren päähän, jolloin niitä voi operoida tankattavan ajoneuvon päältä ja toisaalta tarvittaessa käyttää myös kulkusillalta käsin. Samalla vinssit korvattaisiin sähkökäyttöisillä,

ja niiden käyttökatkaisija sijoitettaisiin tankkauspäätteen yhteyteen. Näillä toimenpiteillä työturvallisuus paranee huomattavasti tilanteissa joissa ajoneuvo on tarpeen tankata yhden henkilön toimesta. Jatkotoimenpiteenä tulee pohtia esimerkiksi lastauskärsää, tai muuta vaihtoehtoista lastaustapaa.

4.3.9 Yleisiä ongelmakohtia

Käsiäjojen estot

Kun tankkaus matriisin varastosäiliöistä on käynnissä, kaikki tuotantoprosessin käsiäjot estyvät. Samoin tuotantoprosessin tai jonkin muun logiikan ohjaaman prosessin käynnissä olo estää matriisin varastosäiliöiden purkuventtiilien käsiäjon. Tästä aiheutuu usein haittaa linjastojen huuhtelun, huoltotoimenpiteiden ja tankkausten yhteydessä. Korjaavana toimenpiteenä tulee ohjauslogiikkaan eriyttää käsiäjojen estot tehtaan prosessin ja matriisin varastosäiliöiden osalta.

Matriisikontti

Matriisin valmistuskonttiin vuotaa vettä sateella ja keväisin, katossa olevan matriisilinjoiden läpiviennin puutteellisesti toteutetusta tiivistyksestä johtuen. Korjaavana toimenpiteenä putkistot vedetään kontista ulos päädyn kautta lähitulevaisuuteen suunniteltujen linjastojen muutostöiden yhteydessä. Katossa oleva reikä tilkitään ja eristetään samalla hyvin.

Hallin vedenjakopiste

Tässä opinnäytetyössä on toistuvasti noussut esille puutteellisesta suunnittelusta aiheutuva mahdollisuus, että vettä tai ammoniumnitraattia joutuu väärään paikkaan. Tämä aiheutuu ensisijaisesti siitä, että venttiilit ovat hajallaan, joten niitä ei näe yhdellä silmäyksellä. Lisäksi venttiilit ovat erittäin epäergonomisesti sijoiteltuja. Venttiilejä käytettäessä joudutaan käyttämään siirreltävää rappusta, jonka päältäkin joudutaan venttiileihin kurkottelemaan (Kuva 8). Tämän takia myös työturvallisuus vaarantuu. Kaaviossa 2 esitetään tämänhetkisen tilanteen periaatekuva.

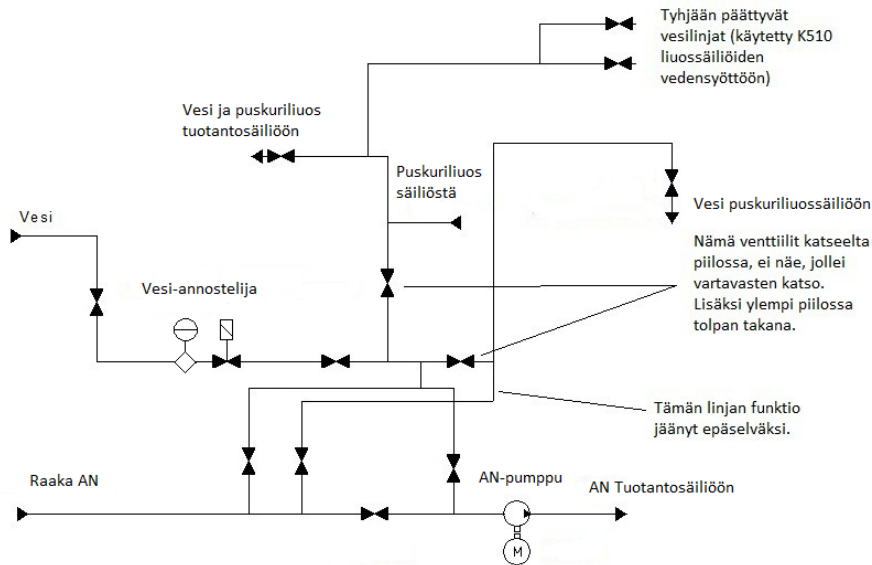
Korjaavana toimenpiteenä sijoitellaan venttiilit yhteen jakotukkiin, josta käyttäjä näkee yhdellä silmäyksellä, että kaikki muut venttiilit kuin tarvittava ovat suljettuina. Jakotukille on tarvittava tila vesimittarin alapuolella seinällä, jossa se on myös työturvallisuuden ja ergonomian kannalta erinomaisessa paikassa (Kuva 9). Samalla poistetaan eräs tarpeettomaksi käynyt vesilinja. Muutokset esitetään periaatepiirustuksena kaaviossa 3.



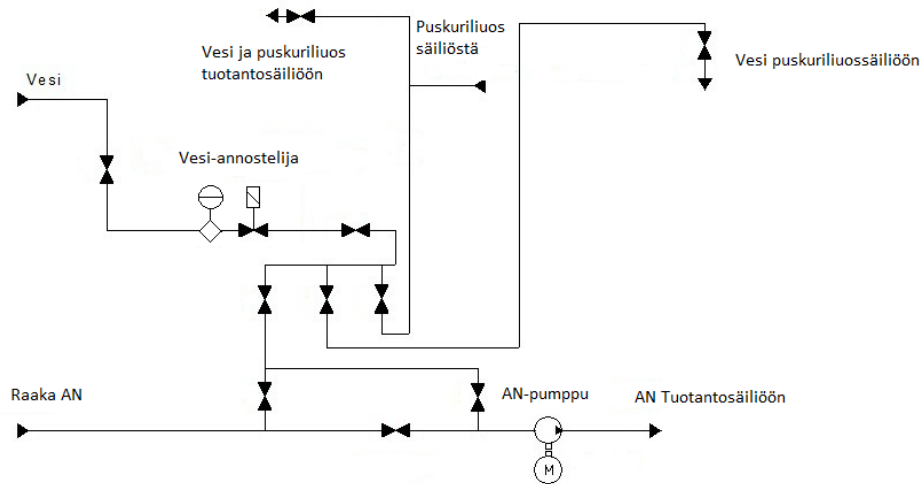
Kuva 8. Käytön kannalta erityisen epäedullisesti sijoitettu venttiili käyttäjän näkökulmasta rappusten päältä kuvattuna.



Kuva 9. Uuden jakotukin sijoituspaikka.



Kaavio 2. Putkistot niin kuin ne on tällä hetkellä toteutettu.



Kaavio 3. Putkistot esitettyjen muutosten jälkeen.

AN-liuoksen varastosäiliöiden pinnanmittaus

Varastosäiliöiden pinnanmittauksen ongelma on myös noussut esille useissa eri vaiheissa tätä opinnäytetyötä laadittaessa. Pinnanmittauksen toimivaksi saattamisella saavutettaisiin työturvallisuuden, laadun, sekä käytettävyyden parantuminen. Paine-eroon perustuvaa mittausta ei tässä yhteydessä saada saatettua toimintakuntoon, ilman että siitä seuraisi haittavaikutuksia säiliöiden lämpötilamittaukselle, tai vaihtoehtoisesti säiliörakenteeseen merkittäviä muutoksia.

Käytännössä tarkin mittaustulos saavutetaan reaalista nestepinnan tasoa säiliöissä tarkkailemalla. Tähän tarkoitukseen on tarkoituksenmukaista käyttää tutkaa. Käytännön kokemus on osoittanut, että ultraäänitutkan toiminta ei ole moitteetonta höyryisissä olosuhteissa. Ammoniumnitraattisäiliöissä ilmassa on runsaasti vesihöyryä, joten toimivin ratkaisu olisi mikroaaltotutka jonka mittaustulos on luotettava vesihöyrystä huolimatta. Tämän asian tiimoilta Metso Endress-Hauserin edustajat kävivät tutustumassa kohteeseen. Heidän kanssaan käydyn keskustelun tuloksena päädyttiin toteamaan parhaaksi vaihtoehdoksi kyseiseen kohteeseen heidän valikoimastaan Micropilot FMR52-mikroaaltotutka, jonka pitäisi edustajien mukaan kestää hyvin AN-säiliössä vallitsevia erittäin hapettavia, kosteita ja lämpimiä oloja. Tästä saatiin tarjous, joka odottaa investointipäätöstä. (Anttila 17.9.2013, keskustelu)

Toimilaitteventtiilien voitelu

Tehtaan toimilaitteita käyttävässä paineilmalinjassa ei ole voiteluyksikköä joka on suositeltavaa olla toimilaitteiden moitteettoman toiminnan varmistamiseksi. Myös toimilaitteiden käyttö- ja huolto-ohjeissa painotetaan voitelun merkitystä toimilaitteelle. Korjaavana toimenpiteenä asennetaan putkistotöiden yhteydessä paineilman voitelulaite tehtaan toimilaitteille menevään paineilmalinjaan.

5 POHDINTA

Opinnäytetyössä tutkittiin ja kartoitettiin Oy Forcit Ab:n Keminmaalla sijaitsevan matriisitehtaan prosessiin suunnittelu ja toteutusvaiheessa jääneet laatuun, käytettävyyteen ja työturvallisuuteen vaikuttavat puutteet. Samoin laadittiin korjausehdotukset joiden pohjalta tehdas voidaan saattaa toiminnallisesti hyvälle tasolle. Opinnäytetyössä käsiteltiin vain matriisin tuotantoprosessia ja muut yrityksen Kemin toimipisteessä sijaitsevat toiminnot rajattiin ulkopuolelle.

Kartoitus- ja suunnittelutyö on suoritettu tehtaalla normaalin tuotantotoiminnan yhteydessä ja siinä on pyritty ottamaan huomioon kaikki olennaisesti vaikuttavat tekijät. Prosessi on edennyt siten, että kartoituksen ja korjausehdotusten valmistuttua työstä tuotettiin yrityksen käyttöön erillinen raportti. Tämän jälkeen tuotettiin erillisenä prosessina itse opinnäytetyö. Tähän ratkaisuun päädyttiin ensinnäkin aikataulullisten tekijöiden takia ja toisaalta siksi, että raportissa mainitaan erinäisiä seikkoja joita ei asian luonteen vuoksi ole suotavaa tuoda esille.

Työn tekijä on pyrkinyt pitkästä tehtaan käyttökokemuksesta huolimatta objektiivisuuteen työtä suorittaessaan, jotta lopputulos olisi mahdollisimman totuudenmukainen ja kattava. Ongelmakohtia löytyi kartoituksessa runsaasti ja niille saatiin laadittua korjausehdotukset. Tehtaan laatupoikkeamariskiä saadaan merkittävästi pienennettyä toteuttamalla ehdotetut toimenpiteet. Myös tehtaan käytettävyyden ja työturvallisuuden tulevat paranemaan toimenpiteiden seurauksena.

LÄHTEET

- Aho, Jukka. Analyysi kemiittiauton valmistusprosessin mekaanisten komponenttien huolto- ja vaihtoväleistä. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäyte-työ. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö. Kemi 2009.
- Anttila, Petri, Aluemyyntipäällikkö, kenttälaitteet, Metso Endress+Hauser Oy. Keskustelu 17.9.2013.
- Malmén, Yngve & Wessberg, Niina. Mitä tarkoitetaan riskillä, riskianalyysillä, riskin arvioinnilla ja riskienhallinnalla? Raportti. VTT-tuotteet ja tuotanto. 2011. <http://www.nbcsec.fi/spt/artikkeleita/art-01.pdf>
- Neste Oil internet sivut. Tuote- ja käyttöturvallisuustiedotteet. Hakupäivä 12.11.2013. http://www.neste.fi/tuotteet_haku.aspx?path=2589%3b2655%3b2698%3b2699
- Oy Forcit Ab internet sivut. Käyttöturvallisuustiedote, Kemiitti 610. Hakupäivä 29.10.2013. <http://www.forcit.fi/archives/tuote/kemiitti-610>
- Oy Forcit Ab intranet sivut. Historiikki. Hakupäivä 17.9.2013
- SFS-IEC 60300-3-9. Luotettavuusjohtaminen. Osa 3: Käyttöopas. Luku 9: Teknisten järjestelmien riskianalyysi. Suomen standardisoimisliitto SFS. Vahvistuspäivä 30.6.2000.
- VTT:n internet sivut. Riskianalyysit. Hakupäivä 12.11.2013. <http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/index.jsp>
- Yara Suomi internet sivut. Tuotespesifikaatiot ja käyttöturvallisuustiedotteet. Hakupäivä 29.10.2013. http://www.yara.fi/industrial_solutions/product_specifications/index.aspx

LIITTEET

- Liite 1. Yritykselle laaditun raportin sisällysluettelo
- Liite 2. Esimerkki TTA-analyysilomakkeesta

LIITE 1: Yritykselle laaditun raportin sisällysluettelo

SISÄLLYS	2
1 JOHDANTO	4
2 TUOTTEEN LAATUUN VAIKUTTAVAT ONGELMAT	5
2.1 AN-liuoksen vastaanotto ja varastointi	5
2.2 AN-liuoksen siirto	5
2.2.1 Siirrettävän AN-liuoksen määrä	5
2.2.2 Mahdollisuus AN-liuoksen joutumiseen puskuriliuosssäiliöön	5
2.3. Puskuriliuoksen valmistus	6
2.4. AN-liuoksen säätö	6
2.5. Tuotannon aloitus	6
3 KÄYTETTÄVYYTEEN JA TYÖTURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT ON- GELMAT	7
3.1. AN-liuoksen vastaanotto ja varastointi	7
3.1.1. AN-liuoksen siirto varastosäiliöihin kuljetusliikkeen ajoneuvosta	7
3.1.2. Valuma-altaan pohjan betonivalu	7
3.1.3. Varastosäiliöiden H-1000 ja H-1100 pohjaventtiilien laipat	8
3.2. AN-liuoksen siirto	8
3.2.1. Automaattinen liuoksen siirto	8
3.2.2. AN-liuoksen siirtolinjan läppäventtiili	8
3.2.3. Siirrettävän AN-liuoksen määrä	9
3.2.4. AN-liuoslinjojen huuhtelu	9
3.2.5. AN-linjaston venttiilien laipat	9
3.3. Puskuriliuoksen valmistus	10
3.4. AN-liuoksen säätö	11
3.5. Prosessiöljyn vastaanotto, varastointi ja siirto	11
3.6. Öljyseoksen valmistus	12
3.6.1. Öljyseoksen valmistus	12
3.6.2. Öljyseoksen valmistuslaitteiston linjastot	12
3.7. Prosessin aloitus	13
3.7.1. Kohdesäiliön valinta	13
3.7.2. Uuden liuoserän laadunvalvontanäytteen otto	14
3.8. Matriisin tankkaus kuljetusyksikköön	15
3.8.1. Tankattava määrä	15

3.8.2. Tankkauspaikan laitesijoittelut	15
3.9. Yleisiä ongelmakohtia	16
3.9.1. Käsiajojen estot	16
3.9.2. Matriisikontti	17
3.9.3. Hallin vedenjakopiste	17
3.9.4. AN-liuoksen varastosäiliöiden pinnanmittaus	20
3.9.5. Toimilaitteventtiilien voitelu	20
4 YHTEENVETO KORJAAVISTA TOIMENPITEISTÄ	20
4.1. Logiikkaan tehtävät muutokset	20
4.2. Putkistoihin tehtävät muutokset	21
4.3. AN-liuoksen varastosäiliöiden pinnanmittaus	22
4.4. Valuma-altaan korjaus	22
4.5. Matriisin tankkauspaikan uudelleenjärjestelyt	22
4.6. Paikallisesti suoritettavat toimenpiteet	22
4.7. Työohjeilla tai ohjeistuksella suoritettavat toimenpiteet	23
LIITTEET:	24

KOHDIE: KEMINMATRISITEHTAAN PROSESSISSA HAVAITTUIEN PUUTTEIDEN OSALTA. Tässä otettuhuomio on koko asema koskeva TTA-analyysi, ja suoritettu havaittujen riskien uudelleearviointi. Tämän jälkeen arvioitu ehdotettujen korjaavien toimenpiteiden vaikutus riskiin.

PVM: 28.8.2013
LAATIJAT: TSA

- TAPAUTUMAN TODENNÄKÖISYYS (P):**

 - 1 = Äärimmäisen epätodennäköinen
 - 2 = Epätodennäköinen
 - 3 = Melko epätodennäköinen
 - 4 = Satunnainen
 - 5 = Mahdollinen
 - 6 = Todennäköinen
- TAPAUTUMAN SEURAUUS (C):**

 - 1 = Vähäinen (korkeintaan käyni ensiapuasemalla)
 - 2 = Keskivertainen (ei pysyvää haittaa)
 - 3 = Vakava (jää pysyviä haittoja)
 - 4 = Katastrofi (kuolema)
- RISKILUKU (R) 0...9:**

 - 2-3 = merkityksellinen riski
 - 4 = vähäinen riski
 - 5-6 = kohtalainen riski
 - 7 = merkittävä riski
 - 8-10 = sietämätön riski
- TOIMENPITEET:**

 - Rakenteelliset ratkaisut
 - Suojusteelliset ratkaisut
 - Turvajärjestelmät ja laitteet
 - Varoitukset, merkinnot ja ohjeet

NO	KOHDIE	VAARA-RISKI	ENNEN TOIMENP.			TOIMENPITEET JÄLKKEEN			JÄÄNNÖSRISKI	JÄÄNNÖSRISKIN PÄÄNNYSTOIMENPITEET
			P	+	C = R	P	+	C = R		
1.	Työtapa-turma									
1.1	Putoaminen	Hallin venttiileitä käytettäessä päivittäin käytettävä rappusaja kourkotelava, jotta niihin yltää.	5	2	7	Venttiilien ryhmittely yhteen akselinkäynnin, jonka käyttö ei edellytä rappusien käyttöä	1	2	3	
		Matkustin tankkaus / täyttö-letkun laito ajoneuvon säiliöön	2	2	4	Tankkausnäyttöjen käyttö auton katolta käytettäväksi, vmsin muutos sähkötoimiseksi	2	2	4	
1.5	Palovamma	Nitraattihuoksen lämpötila vastatodossa jopa 100 C. Yhtäytön riski koronant, johtuut toiminnallista pinnantaituksista. Putkistoron riski koronant johtuut suuritehtävien viiteistä materiaalien osalta.	4	1	5	Säiliöiden pinnantaitusten toiminnallisuuden saattamisella saadaa yhtäytön riski minimoitua. Viiteellillä materiaaleilla toteutettujen liitosten muuttamisella saadaa lajin aston äkillisen vuodon riski minimoitua	3	1	4	
		Säädetyn huoksen näytteenotossa näyte otetaan katoirajassa olevasta yhteestä, joka on epäergonominen, ja kaikki	4	2	6	Rakennetaan lajissa heli purppuri jälkeen olevaan huoneeseen sopiva näytteenotokäytä	1	2	3	

KOHDE: KEMINMATRISITEHTAAN PROSESSISSA HAVAITTUEN PUUTTEIDEN OSALTA, Tässä tietähuurno on koko a semaa koskeva TTA-analyysi ja suoritettu havaitujen riskien uudelleearviointi. Tämän jälkeen arvioitu ehdotettujen korjaavien toimenpiteiden vaikutus riskiin.

PVM: 28.8.2013

LAATIJAT: Tsa

NO	KOHDIE	VAARARISKI	ENNEN TOIMENP.			TOIMENPITEET			TOIMENP. JALKEEN			JÄÄNNÖSRISKI	JÄÄNNÖSRISKIN PIENTENNYSTOIMENPITEET	
			P	C	R				P	C	R			
		roiskeet tulevat näyteenottajam sälle.												
3.	Ympäristö asiat													
3.1	Nitratihuos	Yhtiön todermäköisyys kohonnut toimittomien pinnarittausien seurauksena	3	2	5	Pinnarittausien toimittakurto on sattainen (ks 1.5)	1	2	3					
		Säilio linjastovodon todermäköisyys kohonnut, johtuen suuritehtäviteestä laipiojen ja niiden pulttien osalta	3	2	5	AN-säilioiden pohjaverhien ja linjaston laipiojen sekä niiden pulttien vahvistosten	1	2	3					
3.2	Prosessiohly	Yhtiön niska kohonnut ohlyä säiliöstä H2041 säiliön H2041 ohluen kohdesäiliön toimittomasta pinnarittauksesta	4	2	6	Pinnarittaus kunnostettava. Siirron tarve sa daanpoistamaan jättämällä säilio H2041 pois käytöstä. Tämän mahdollistaa uusi ohlyseossäilio H2050	1	2	3					
		Ohlyseosta valmistettaessa kohonnut niska valmistussäiliön yhtiön, johtuen mahdollisuudesta asettaa tuotantomäärä yhi säiliön kapasiteetin. Valmistus alla stehusa kontissa	4	1	5	Tutkitaan saako vanhaan logikkaan ohjelmoitua maksimimäärä tms. Mikä säili ei omistu, harkittava uutta logikkaa ohlyseoksen valmistukseen	2	1	3					
		Ohlyseokotritissa paljon turhaa lähtöä ohlylinjoissa.	6	2	8	Poistetaan tarpeettomat lähdöt linjoista pois. Edellyttään 3 m. uutta linjaa.	1	2	3					

KOHD: KEMINMATRIISITEHTAAN PROSESSISSA HAVAITTUEEN PUUTEIDEN OSALTA, Tässä otettuhuomioon koko asemaa koskeva TTA-analyysi ja suoritettu havaittujen riskien uudelleearviointi. Tämän jälkeen arvioitu ehdotettujen korjaavien toimenpiteiden vaikutus riskiin.
(TTA-menetelmä)
PVM: 28.8.2013
LAATIJAT: Tsa

NO	KOHD	VAARARISKI	ENNEN TOIMENP.			TOIMENPITEET			TOIMENP. JÄLKEEN			JÄÄNNÖSRISKI	JÄÄNNÖSRISKIN PIENENNYSTOIMENPITEET
			P	C	R	P + C = R			P	C	R		
		Näissä käsivertimillä, joita potki helposti ohimennen auki. Seurauksena oljylörautusta koirin lattialle.											
3.3	Emulgointiane	Emulgointianepumpulta menee haitta-ainetta öljy-seossäiliöön. Tämä resonoi voimakkaasti pumpattaessa, ja voi joskus napaantaa putket. Tästä aiheutuisi suuret sivouskustannukset.	3	2	5	Korvataan haitta-aineputki kiinteällä putkivedellä			1	2	3		