

Terässlaiton raaka-ainenäyteprosessin hallinta
tutkimuslaboratoriossa

Heikki Isometsä

Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalan opinnäytetyö
Teknologiaosaamisen johtaminen
Insinööri (YAMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Tämä ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyö on tehty Outokumpu Stainless Oy:lle.

Haluan osoittaa kiitokseni seuraaville henkilöille ja tahoille: Outokumpu Tornio Works TRC Sami Kokkonen työn aihe ja ohjaus, terässulatto Kimmo Vallo, sulajaos Marko Petäjäjärvi tutkimusmateriaali ja tuki sekä tutkimuslaborantit. Lisäksi haluan kiittää Lapin Ammattikorkeakoulun Mari-Selina Kantasta työn ohjauksesta.

Torniossa 4.2.2014

Heikki Isometsä

TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Teollisuus ja luonnonvarat

Koulutusohjelma:	Teknologiaosaamisen johtaminen, YAMK
Opinnäytetyön tekijä:	Heikki Isometsä
Opinnäytetyön nimi:	Terässulaton raaka-ainenäyteprosessin hallinta tutkimuslaboratoriossa
Sivuja (joista liitesivuja):	62 (2)
Päiväys:	4.2.2014
Opinnäytetyön ohjaajat:	DI Mari-Selina Kantanen, FM Sami Kokkonen
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Tornio Worksin tutkimuskeskuksen tutkimuslaboratoriolle. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää terässulaton raaka-ainenäytteiden prosessin hallintaa esimiesnäkökulmasta muutoksen jälkeen.</p> <p>Opinnäytetyön teoria koostui muutosprosessin tarkastelusta prosessinmuutoksessa muutosjohtamisen teoreettisessa viitekehyksessä. Työssä käsiteltiin pieniksi oletettujen prosessinmuutoksien vaikutuksia pohjautuen todelliseen muutokseen. Työssä käytettiin molempia käsitteitä, esimiestyötä ja johtamista, tarkoituksellisesti sekaisin, koska niitä ei voida erottaa toisistaan. Johtaminen on esimiestyötä ja esimiestyössä tarvitaan johtajuutta.</p> <p>Teoria pohjautui kirjallisuustutkimukseen ja laadunvarmistuksen todellisiin testeihin ja analyyseihin.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksina syntyivät prosessikuvaus tutkimuslaboratorioon saapuvista terässulaton raaka-ainenäytteistä, prosessin kapasiteetista sekä pullonkaulasta ja selventyivät ne yksityiskohdat, missä prosessia voitiin laadullisesti kehittää.</p>	
Asiasanat: muutosjohtaminen, prosessi, asiantuntija.	

ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES,
Industry and Natural Resources Technology

Degree programme:	Technology Competence Management
Author:	Heikki Isometsä
Thesis title:	Control of the Raw Material Sample Process in Steel Mill's Research Laboratory.
Pages (of which appendixes):	62 (2)
Date:	4 th of February 2014
Thesis instructors :	Mari-Selena Kantanen, MSc, (Tech.), Sami Kokkonen, MSc (Chem.)
<p>This Master's thesis was made for Outokumpu Tornio Works' Research Laboratory. The aim of this Master's thesis was to find out the process management of the steel mill's raw material sample from the point of view of management after the change.</p> <p>The theoretical part of the study consists of studying the change process in the process change in the theoretical framework of the change management. The study deals with the effects of the small process changes based on a real change. This was done by dealing with both the concepts of leadership and management deliberately mixed because they cannot be separated. Leadership is managerial work and it needs leadership.</p> <p>The theory is based on literature research and a real quality assurance of the actual tests and analyzes.</p> <p>The study resulted in a clear process description of the steel mill's raw material samples coming to the research laboratory. Another result was a clear understanding about the process capacity and bottleneck. At the same time sharper definitions of the process steps were clarified where quality can be developed.</p>	
Key words: change management, process, expert.	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 OUTOKUMPU STAINLESS OY	9
2.1 Stainless Coil EMEA.....	10
2.2 Tutkimuskeskus.....	10
2.2.1 Tutkimusosaston sulaprosessit.....	10
2.2.2 Tutkimusosaston prosessinkehitys, tuotteet ja sovelluskehitys	11
2.2.3 Laboratoriot.....	11
3 RAAKA-AINENÄYTEPROSESSI.....	14
3.1 Raaka-ainenäytteen toimitus tutkimuslaboratorioon.....	16
3.2 Tutkimuslaboratorio: Hehkutus.....	19
3.3 Tutkimuslaboratorio: Briketöinti.....	20
3.4 Tutkimuslaboratorio: Sulatus	21
4 MUUTOSPROSESSI	25
4.1 Muutoksen vaikutus prosessiin	26
4.2 Johtaminen ja muutosjohtaminen	27
4.3 Muutos asiantuntijaorganisaatiossa	29
4.4 Muutos.....	30
4.5 Muutosvastarinta	31
5 RAAKA-AINENÄYTEPROSESSIN MUUTOS.....	32
5.1 Projektointi	32
5.2 Näytteen vastaanotto	33
5.3 Hehkutus ja briketöinti	34
5.4 Sulatus ja näytteenleikkaus	35
5.5 Laadunvarmistus	36
5.5.1 Perusainesulatukset molemmilla uuneilla.....	39
5.5.2 Valanteen sisäinen jakauma	40
5.5.3 Prosessin auditointi: Asiakas case-esimerkki.....	40

5.6	Prosessin laadulliset ongelmat.....	43
5.6.1	Kupari.....	43
5.6.2	Hehkutushäviö	46
5.7	Prosessin tarkan tuloksen merkitys	47
5.8	Prosessin käynnissäpidon hallinta	51
5.8.1	Kuti-järjestelmä.....	51
5.8.2	Huollon tarve raaka-aineiden käsittelyssä.....	52
5.8.3	Linn-uunin käynnissäpito.....	53
5.8.4	Linn-uunin määräaikaistarkistukset	53
5.9	Prosessin kapasiteetti.....	54
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	58
7	POHDINTA	59
	LÄHTEET.....	60
	LIITTEET	62

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

TRC	Tornio Research Centre / Tornion tutkimuskeskus
EMEA	Eurooppa, Lähi-itä ja Afrikka
LIMS	Laboratory Information Management System
UPOKAS	Sulatusastia
RORO	Ruostumaton ostoromu
KUTI	Kunnossapidon tietojärjestelmä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on terässulaton raaka-ainenäyteprosessin hallinta tutkimuslaboratoriossa. Aiheen rajauksella pyrittiin pysymään opinnäytetyöntekijän johtamisalueella, jossa voidaan syventää tietämystä johtamisesta sekä kehittämään prosessin toimintaa. Aihevalinta muodostui TRC:n kehityspäällikön ja opinnäytetyöntekijän yhteisellä pohdinnalla. Työn liikkeelle panevana ajatuksena oli lähtökohtaisesti terässulaton raaka-aineiden käsittelyyn liittyvät huolet tutkimuslaboratoriossa.

Työssä käsitellään esimiestyön moni ulotteisuutta muutoksen tekemisessä. Työssä käsitellään muutoksen teoriaa esimiestyön ja työntekijän ja sen asiantuntijan rajapinnassa, sekä kyseisen muutoksen moniulotteisuutta, hallintaa ja toteutusta. Moniulotteisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä muutoksen vaikutuksia prosessiin, ihmisiin, prosessin laadun varmistamiseen ja jatkuvuuden ylläpitämiseen. Jatkuvuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä käynnissäpitoa, kapasiteettia ja laadunvarmistusta.

Käsiteltävä asia ja muutoksen kohteena ollut prosessi oli terässulaton raaka-aineiden käsittely tutkimuslaboratoriossa. Projekti oli alussa pieni, mutta sen vaikutukset prosessissa ylsivät toisille osastoille ja materiaali- ja laite asioissa yli valtiorajojen. Työssä on käsitelty uuden laitteiston käyttöön saattamisen monipuolisia projekti-, johtamisen- ja metallurgianosaamisalueiden, sekä kunnossapidon ja opetuksen hallinnan osaamisalueiden kohtaamista.

Raaka-aineiden hallintaan liittyy useita osastoja ja monia työvaiheita. Lyhyesti kuvaten raaka-aineet toimitetaan tutkimuslaboratorioon terässulatoilta ja sulatetut näytteet jatkavat matkaansa spektrometrilaboratorioon. Raaka-aineiden hallintaprosessin sisällä tehtiin muutos, joka ei ollut suuri toisin kuin sen vaikutukset.

”Mitä sinä teet? ”, kysyi rakennustyömaalle saapunut matkalainen kivenhakkaajalta. ”Hakkaan tätä kiveä kantikkaaksi”, vastasi kivenhakkaaja. ”Mitä sinä teet? ”, kysyi matkalainen rakennustyömaalla toiselta kivenhakkaajalta.” Rakennan katedraalia”, vastasi kivenhakkaaja ylpeänä. (Viitala 2002, 135)

2 OUTOKUMPU STAINLESS OY

Outokumpu on markkinajohtaja maailmassa teräksen ja erikoismetalliseostuotteiden tuottajana. Outokummun toimittamaa korkealaatuista terästä käytetään ympäri maailmaa lukuisiin erilaisiin tarkoituksiin, joista osa on hyvin vaativia. Yhtiö on tunnettu korkeasta laadusta ja hyvästä toimitusvarmuudesta. Yhtiöllä on tarjottavana maailman huipputasoa olevaa teknistä osaamista terästeollisuudessa. Outokummun terästä, joka on ihanteellinen materiaali vaativiin käyttökohteisiin, voidaan käyttää esimerkiksi sairaala- ja ruokailuvälineistä aina siltoihin ja energiateollisuuteen asti. Outokumpu-konserni työllistää yli 16 000 osaajaa ja sillä on toimintaa yli 40 maassa. Konsernin pääkonttori sijaitsee Espoossa. (Outokumpu Tornio Works 2013g, Sisäinen Intranet, hakupäivä 28.10.2013)



Kuva 1 Kehittyneitä materiaaleja kestävään käyttöön. (Uusi Outokumpu, www-dokumentti, hakupäivä 28.10.2013)

2.1 Stainless Coil EMEA

Uusi Outokumpu muodostuu neljästä liiketoiminta-alueesta, joista suurimman, yli 50 % liikevaihdosta muodostaa Stainless Coil EMEA, jossa työskentelee noin 7600 työntekijää. (Stainless Coil EMEA 2013, Sisäinen Intranet, hakupäivä 28.10.2013)

Stainless Coil EMEA käsittää kaivos- ja ferrokromituotannon, sekä ruostumattoman teräksen tuotannon Suomessa, Saksassa ja Hollannissa ja niiden laajan myyntiverkoston, koko Euroopan, Lähi-idän ja Afrikan alueella. Muut yhtiön osa-alueet ovat Stainless Coil Americas, Stainless APAC ja High Performance Stainless and Alloys. (Stainless Coil EMEA 2013, Sisäinen Intranet, hakupäivä 28.10.2013)

2.2 Tutkimuskeskus

Tornion tutkimuskeskus (TRC) on osa Tornion integroitua terästehdasta. TRC on tukitoimintona Tornion tehtaiden tuotannolle sen pyrkimyksissä tuottaa asiakkailleen korkealuokkaisia tuotteita ja palveluita materiaaleista tukipalveluihin. TRC on sitoutunut vahvasti myös konsernitason kehitystyöhön. Sadan hengen henkilöstöstä noin 30 työskentelee suoraan tutkimus- ja kehitystehtävissä. Noin puolet TRC:n henkilöstöstä työskentelee konsernin tuotantoa ja myyntiä tukevissa tehtävissä. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

2.2.1 Tutkimusosaston sulaprosessit

Sulattoprosessien tuottavuuden, laadun ja kustannustehokkuuden jatkuva parantaminen on sulametallurgiajaoksen tehtävä. Jaos etsii ja hyödyntää uusimpia mittausten menetelmiä saadakseen käyttöön parhaat toimintatavat (praktiikat). Ajopraktiikoita ja viimeisimpiä tutkimustuloksia seuraamalla jaos pyrkii kehittämään sulaprosesseja. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

2.2.2 Tutkimusosaston prosessinkehitys, tuotteet ja sovelluskehitys

Tuotannon tehokkuuden, laadun ja ympäristöystävällisyyden jatkuva parantaminen ovat prosessinkehityksen tavoitteita. Prosessinkehitys toimii kuuma- ja kylmävalssaamoille asiantuntijatukena, -ongelmien ratkaisussa. Prosessinkehityksen tehtäviin kuuluu tutkimustyö ja kehittäminen, koskien tulevaisuuden tuotantoprosesseja, niiden kustannustehokkuutta, reittejä ja tuotevaihtoehtoja. Prosessinkehitys osallistuu myös uusien tuotantolinjojen suunnitteluun ja käyttöönottoon. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

Tuotteiden ja tuoteominaisuuksien kehittäminen, sovelluskehitysprojekteihin osallistuminen sekä asiakaspalvelun ja myynnin tekninen tuki ovat tuote- ja sovelluskehitysjakson tehtäviä. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

2.2.3 Laboratoriot

Outokummun Tornion tutkimuskeskuksen laboratoriot vastaavat ferrokromitehtaan, kylmävalssaamon ja terässulattolinjojen raaka-aine-, tarvike-, prosessinohjaus- ja ympäristöanalytiikasta. Käyttämällä automaattista teräsnäytteiden analysointijärjestelmää tehdään pääosa terässulattolinjojen prosessien ohjausanalyyseistä. Tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorio valmistaa näytteitä raaka-aineanalyysia varten, sekä palvelee laboratorion tutkimus-, kehitys- ja asiakaspalveluosastojen tarpeita. Laboratoriot esitetään alla. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

Spektrometrilaboratorio

Spektrometrilaboratorio analysoi keskeytymättömässä vuorotyössä terässulaton ja ferrokromitehtaan prosessinohjausnäytteitä. Kylmävalssaamon tuotannon näytteiden tuotevarmistusnäytteiden analysointi on myös spektrometrilaboratorion tärkeä tehtävä. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

Kemian analytiikan laboratorio

Kemian analytiikan laboratoriossa analysoidaan prosessinohjausnäytteitä regenerointi- ja neutralointilaitokselta sekä HP-linjoilta. Lisäksi tässä laboratoriossa analysoidaan raaka-aineita terässulatoilta ja FeCr -tehtaalta. Tuotteiden ja tutkimusnäytteiden analysointia tehdään tässä laboratoriossa. Kemian analytiikan laboratoriossa tutkitaan viranomaisvalvontanäytteitä. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

Tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorio

Tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorion henkilöstö tutkii ja testaa näytteitä useisiin eri tarkoituksiin, kuten laadunvalvonta, asiakaspalvelu, tutkimus ja kehitys. Raaka-aineiden käsittely on oma tärkeä osansa. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

Laadunvalvontatyöhön kuuluu mekaanisten- ja korroosio-ominaisuuksien testaaminen. Asiakaspalvelunäytteitä tehdään vastataksemme reklamaatioihin, ja ne arkistoidaan kuvaamalla. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

Reklamaatioiden tutkimisesta päätetään usein tutkijoiden ja laboranttien yhteisarvioilla.

Teräksille usein tehtäviä tutkimuksia ovat:

- mekaaniset ominaisuudet
- korroosio-ominaisuudet
- pinnan virheet
- sulkeumat. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

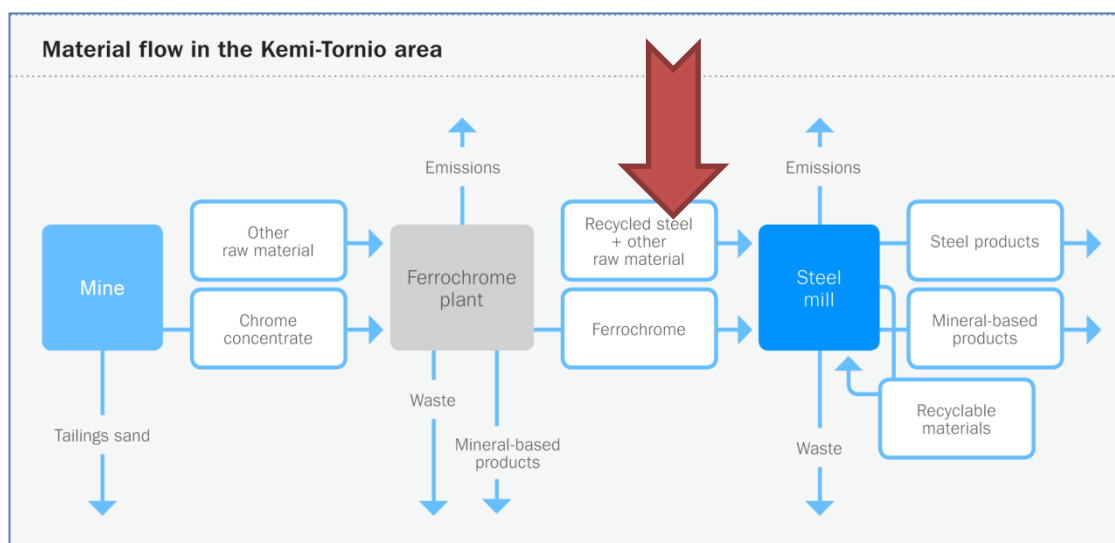
Teknologian laboratorio ja työpaja

Teknologialaboratorion pilottitehdas tekee sulatuksia ja kylmä- sekä kuumavalssauksia sisäiseen tutkimukseen ja ulkoisille tutkimuslaitoksille. Työpaja valmistaa tuotannon näytteistä laadunvalvontanäytteitä seitsemänä päivänä viikossa, aamu- ja iltavuoroissa. Työpajan tuotannon näytteitä tulee Tornion lisäksi myös Terneuzenin kylmävalssaamolta. Työpaja esivalmistelee myös tutkijoiden tilaamat tutkimusnäytteet. (Outokumpu Tornio Works 2013e, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.10.2013)

3 RAAKA-AINENÄYTEPROSESSI

Outokummun kaikista kustannuksista noin kaksi kolmasosaa muodostuu raaka-aineista. Vajaat 60 % tästä osasta menee nikkeliin, noin 20 % kromiin, noin 10 % rautaan ja noin 7 % molybdeeniin (Arvopaperi, www-sivut, Hakupäivä 28.1.2014). Tasesulatuksilla selvitetään seostettujen romujen kemiallinen laatu. Toimituserästä analysoidaan vähintään kaksikymmentä prosenttia ja analysoitava romu valitaan satunnaisotannalla. Tasesulatukset tehdään mahdollisimman nopeasti toimituksen jälkeen. Tasesulatuksen tai useamman tasesulatuksen analyysien keskiarvo tarkistetaan ja toimittajalta saadaan hyväksynnäksi käyttö lupa koko materiaalierään. Tasesulatuksen raaka-ainenäyte toimitetaan suoraan Spektrometrilaboratorioon eli kysymyksessä on eri asia kuin tutkimuslaboratorioon saapuvat raaka-ainenäytteet. Tutkimuslaboratorion kautta kulkevilla näytteillä on kuitenkin sama tarkoitus kuin tasesulatuksen näytteillä. Toimittajalle toimitetun analyysin perusteella saadaan lupa koko toimituserälle. (Outokumpu Tornio Works 2014, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 28.1.2014)

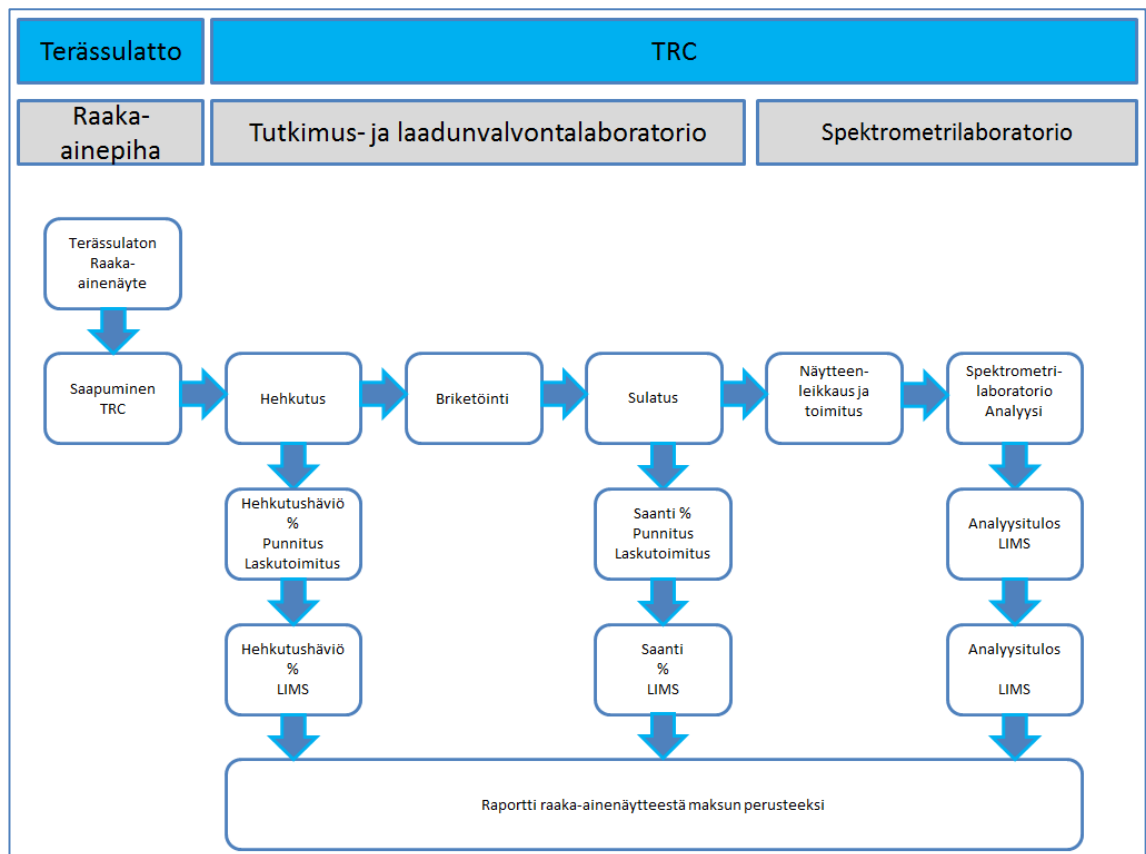
Kuvassa 2 nähdään Outokummun Tornion tehtaan materiaalivirta Kemi-Tornio alueella. Tutkimuslaboratorion osuus kohdentuu kierrätysteräkseen ja muihin raaka-aineisiin. (Recycled steel + other raw material, punaisen nuolen osoittama kohta). Raaka-aineet tuodaan tehtaalle rekka-autoilla, junilla tai laivoilla. Näytteitä otetaan niin toimittajan puolella kuin vastaanottavan osapuolenkin puolella ja ne toimitetaan terässulatolta laboratorioon.



Kuva 2 Outokummun materiaalivirta Kemi-Tornio alueella. (Outokumpu Tornio Works 2013f, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 3.11.2013.)

Raaka-aineita, joita käsitellään tutkimuslaboratoriossa, ovat pääasiassa kierrätysromu- lastut tai nikkelit eri koostumuksina. Tutkimuslaboratoriossa näytteistä raportoidaan kaupallisiin tarkoituksiin näytteiden saanti- ja hävikkiprosentit. Tutkimuslaboratorioon saaduista näytemateriaalieristä valmistetaan valanne lähetettäväksi Spektrometrialabora- torioon analyysiin.

Tutkimuslaboratorio saa näytteet valmiiksi otettuina, joten näyte on pääosin muodostet- tu jo ennen saapumistaan tutkimuslaboratorioon. Analyysit tehdään Spektrometrialabora- toriossa, joka hoitaa analyysilaitteiden kalibroinnit ja käytön. Tutkimuslaboratorion vas- tuulla ovat näytempusseissa toimitetut raaka-aineiden käsittelyt näytteiksi, mahdollisim- man laadukkaasti. Raaka-ainenäytteiden prosessikaaviosta (Kuva 3) nähdään tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorion osuus. Seuraavissa luvuissa avataan prosessin vaiheita tarkemmin. Tavoitteena prosessissa on tarkistaa terässulatolle saapuneen raaka-aineen koostumus.



Kuva 3 Prosessikaavio, raaka-ainenäytteiden reitti ja tarkemmat vaiheet TRC:ssä

3.1 Raaka-ainenäytteen toimitus tutkimuslaboratorioon

Outokumpu Tornio Worksin laatukäsikirjassa on määritelty ostetun raaka-aineen alkuaineiden pitoisuudet. Ohjeista löytyy merkittävien raaka-aineiden minimi- tai maksimi-arvot. Nämä speksit ovat myös toimittajien tiedossa. Esimerkkinä on laatukäsikirjan (Taulukko 1) seostetun kierrätysteräksen raaka-aineen raja-arvosuosituksset.

Taulukko 1 Kemiällisen analyysin spesifikaatio CrNiMo lasturomu 2 % Mo. (Outokumpu Tornio Works 2013b, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 4.11.2013.)

	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	<u>Mo</u>	P	<u>Cu</u>	S	<u>Nb</u>
Min.	16	9	1.7	-	-	-	-
Max.	-	-	-	0.04	0.5	0.06	0.1

	<u>Mn</u>	<u>Co</u>	B	Sn	As	V	W
Min.	-	-	-	-	-	-	-
Max.	1.8	0.5	0.005	0.025	0.01	0.1	0.1

Laatukäsikirjasta löytyy spesifikaatiot eri raaka-aineille. Laatukäsikirjassa vaatimuksena on, ettei raaka-aine saa sisältää säteilevää materiaalia. Materiaalia ei myöskään saa toimittaa paalattuna eikä briketöitynä.

Ohjeessa on niin ikään määritelty, ettei toimitettu seostettu kierrätysteräsraaka-aine saa sisältää hilsettä, pölyä, valurautaa tai palavia materiaaleja, kuten kumia, muovia, puuta, paperia ja tekstiilejä. Myöskään eristeitä, eli sähköä johtamattomia epäpuhtauksia ei toimituksessa saa olla.

Toimituksessa ei myöskään saa olla mukana tinapeltiä, alumiinia, lyijyä, galvanoitua peltiä, kuparinkappaleita, tulenkestävää materiaalia, maa-ainesta eikä jätteenpolttolaitokselta peräisin olevaa materiaalia. Luokkaan kuulumaton ja haitallinen materiaali vähennetään painosta ja reklamoidaan sakkomaksulla. Toimitus- ja pakkausvaatimuksissa on toimittajille kerrottu, että toimittajan tulee ilmoittaa toimituserän analyysi. Toimituserästä vastaanottaja ottaa näytteitä taulukon 2 mukaisesti ja raaka-ainenäytesulatuksia tehdään taulukon 3 mukaisesti. Keskiarvoanalyysi toimii maksun perustana.

Outokumpu Tornio Worksissa käytetään LIMS -järjestelmää laboratorionäytteiden hallintaan. LIMS -järjestelmä on kaupallinen tuote, joka on luotu laboratorionäytteiden seurantaan ja niiden analyysitulosten käsittelyyn sekä raportointiin. Näytteet kirjataan LIMS - järjestelmään raaka-ainenäyteprosessin terässluton osuudella. Analyysitilausnumero yksilöi näytteen ja seuraa näytteen mukana läpi reitin. (OSTo Quality Handbook, Hakupäivä 4.11.2013) Kuvassa 4 näkyy Lims-tilaus, jolla raaka-aineen näytteenottaja on luonut tutkimuslaboratorioon lähetetylle näytteelle analyysitilauksen. Lisätiedot näkyvät kuvassa 5. Näytteen seuraaminen prosessissa on mahdollista yksilöllisen näytenumeron ohella tulostetun viivakoodin avulla. Näyte kirjataan saapuneeksi eri osastoilla viivakoodilla tai numerolla (Kuva 6). Näytteelle saadut tulokset kirjataan niiden valmistuttua Lims-järjestelmään prosessikaavion (Kuva 3) mukaisesti.

Asiakastilaus (*)						
Limsnr	Info	Status	Rekisteröintipvm	Näytteenotto	Kommentti	Näytteenottaja
25116	Haponkestävä lasturomu_010000014437		7.11.2013 7:38:30		JFF-977	Heikkilä, Pekka

Kuva 4 Lims numero, rekisteröity näyte (Outokumpu Tornio Works, Lims -järjestelmä, Hakupäivä 4.11.2013)

700405									
ID	Näytetu	Materiaali	Kommentti	Lot_nro	Lot_nimi	Status	Puumerkki	Näytepaikka	Haltija
700405	01000001	Haponkestävä lasturomu		1	14437002	Odottaa: Al, C, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo,			

Kuva 5 Rekisteröidyn näytteen lisätiedot, Analyysitilaus (Outokumpu Tornio Works, Lims -järjestelmä, Hakupäivä 4.11.2013)

Raaka-aineet pakataan pusseihin tai kannellisiin ämpäreihin, jotta estetään raaka-aineiden alkupainossa mukana olevan kosteuden haihtuminen.



Kuva 6 LIMS-koodi raaka-ainepussissa

Näytteenotto seos- ja tarveaineista, joihin tulevat raaka-ainenäytteet kuuluvat, tehdään toimituserän purun aikana tai välittömästi sen jälkeen. Toimituserän koko ja materiaalin pakkaustapa sekä ominaisuudet vaikuttavat näytteenottoon. Näytteenoton tavoitteena on edustaa mahdollisimman hyvin koko toimituserää. Näytteidenotossa osanäytteiden lukumäärään vaikuttaa toimituserän paino (taulukko 2). (Outokumpu Tornio Works 2013c, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 4.11.2013)

Taulukko 2 Toimituserän suhde osanäytteiden määrään. (Outokumpu Tornio Works 2013c, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 4.11.2013)

Toimituserä (tn)	Osanäytteiden määrä (kpl)
< 5	6
5-10	8
10-25	12
25-50	15
50-100	18
100-250	20

Näytteenotossa osanäytteet kootaan tasaisesti koko erästä. Tynnyreihin ja säkkeihin pakatuista näytteistä on näytettä otettava syvemältäkin, ei vain pinnasta. Toimituserän osanäytteet yhdistetään ja yhdistetylle näytteelle tehdään kahtiointi niin useasti, että jäljellä on sopivan kokoinen näyte. Laatukäsikirjan ohjeen mukaisesti tavoitteena on muodostaa saapuneesta erästä mahdollisimman edustava ja puolueeton näyte. Tehtävä on haasteellinen, koska saapuneet raaka-ainemäärät voivat massaltaan olla yli 1000 tn ja yksi analyysisulatus-näyte painaa suunnilleen kilon. Tästä syystä on laatukäsikirjassa ohjeistettu näytteenottamista. (Outokumpu Tornio Works 2013c, Sisäinen Intranet. Hakupäivä 4.11.2013)

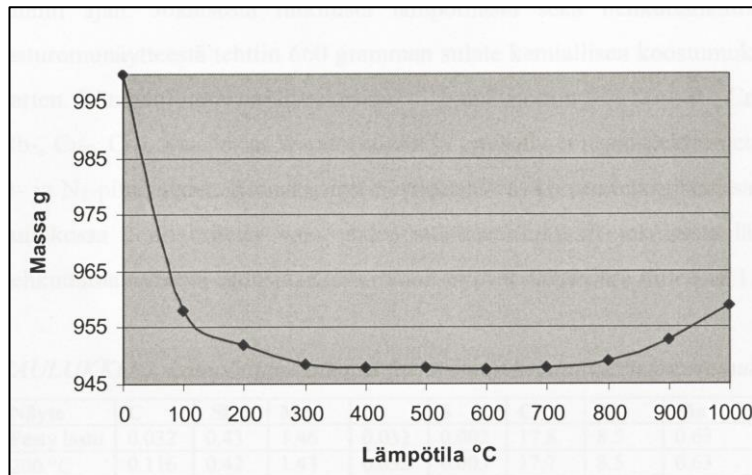
Taulukon 3 mukaisesti, jos raaka-ainetta saapuu 200 tn, valmistetaan tutkimuslaboratoriossa kolme raaka-ainesulatusta, joista leikatut näytteet toimitetaan spektrometrilaboratorioon analysoitaviksi.

Taulukko 3 Sulatusnäytteiden määrä suhteessa toimituserän. (Outokumpu Tornio Works 2013c, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 4.11.2013

toimituserä (tn)	valmistettavien sulatusnäytteiden määrä (kpl)
1 - 50	1
50 - 100	2
100 - 500	3
500 - 1400	4

3.2 Tutkimuslaboratorio: Hehkutus

Raaka-ainenäytteistä tehdään tutkimuslaboratoriossa ensimmäisenä hehkutushäviön määrittäminen. Hehkutuksessa haihtuu ja palaa raaka-aineesta pois vesi, nesteet, rasvat, öljyt ja orgaaniset aineet. Hehkutushäviön oikeaa hehkutusaikaa ja lämpötilaa on selvitetty vuonna 2006 opinnäytetyössä, jonka kokeissa havaittiin, että massa pienenee voimakkaasti alimmissa lämpötilatesteissä kosteuden haihtuessa ja rasvan ja öljyn palaessa. Kokeiden perusteella hehkutus kannattaa suorittaa lämpötilavälillä 400 °C -700 °C, jolloin massassa ei enää tapahdu muutoksia. Lämpötilassa 800 °C ja yli alkoi massa jälleen kohota johtuen metallin pintaan muodostuvasta oksidikerroksesta. Testeissä osoitettiin myös, että kannen laittaminen astioiden päälle, jättäen 2.cm:n ilmaraon, paransi hehkutushäviöt 0,3 %. Testien tuloksena saatiin 1 kg:n lastuerälle määriteltä alhaisin hehkutuslämpötila 350 °C ja lyhin hehkutusaika 3 tuntia. (Tuomaala 2006, 39) Standardin SFS - EN 12879 (Lietteen karakterisointi, Hehkutushäviön määrittäminen, 2000, 4) mukaan hehkutushäviön määrittämiseksi lietteestä käytetään lämpötilaa 550 °C astetta (+/- 25 °C). Standardi on kuitenkin tarkoitettu lietteen hehkutushäviön määrittämiseen, tavoitteena kosteuden ja orgaanisten aineiden poisto. Nykyisin hehkutushäviö tehdään n. 1,5 – 3,0 kg:n määrälle raaka-ainetta. Verrattuna mainittuun standardiin voidaan perustellusti olettaa, että nykyiselle massalle raaka-ainetta tulee hehkutushäviö tehdä lämpötila-alueella 350 °C -550 °C kestoaltaan noin neljä tuntia. Massan ollessa 1,5 – 2,0 kg on noin 450 °C:een lämpötila suositeltava, jotta hehkutusaika ei pitene huomattavasti.



Kuva 7 Lämpötilan vaikutus lasturomun massaan (Tuomaala 2006, 29)

Hehkutushäviön työohje Tul 509 laatukäsikirjaan on määritelty alle 20 %:n hehkutushäviölle, mikä lasketaan (kaava1) ja kirjataan kyseiselle erälle raaka-ainetta LIMS – järjestelmään 0,1 %:n tarkkuudella. (Outokumpu Tornio Works 2013a, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 5.11.2013)

Kaava 1 Hehkutushäviö (Outokumpu Tornio Works 2013a, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 5.11.2013)

$$\text{Hehkutushäviö} = \frac{m(\text{hehcuttamaton lastu}) - m(\text{hehcutettu lastu})}{m(\text{hehcuttamaton lastu})} \cdot 100$$

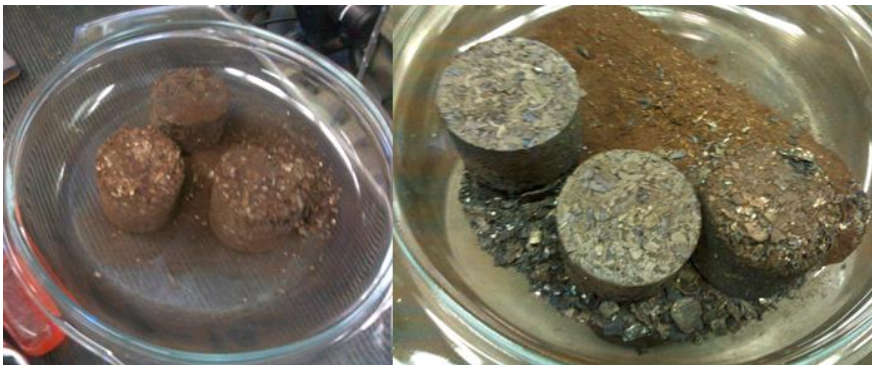
3.3 Tutkimuslaboratorio: Briketöinti

Hehcutushäviön määrittämisen jälkeen prosessin seuraavana vaiheena on briketöinti. Briketöinnillä tarkoitetaan raaka-aineen puristamista hydraulisella puristimella. Briketöinti on fyysinen, tarkkuutta ja huolellisuutta vaativa työvaihe. Lastuja, jauhetta tai irtonaista materiaalia (kuva 8) sulatettaessa induktiomenetelmällä, on tärkeä valmistella etukäteen upokkaaseen sopiva briketti. Tällä pyritään rajoittamaan näytteen pinta-alaa ja sillä välttämään korkeataajuusgeneraattorin induktiovirran ylikuormittuminen.



Kuva 8 Raaka-ainelastua ja hienoa raaka-ainetta

Toinen syy on, että vältetään sulamis- tai tarttumisongelmia upokkaassa eli sulatusastiassa. Upokkaaseen valmistettavien brikettien puristamiseen suositellaan käytettäväksi riittävää puristusvoimaa. Induktiosulatuksessa on tärkeää, että sulatettavasta kappaleesta saadaan kiinteä ja epäjohtavia ainesosia on kappaleen sisällä mahdollisimman vähän. Materiaalin ollessa kuvan 8 kaltaista ja saantiprosentin jäädessä alle 90 prosentin, on sulatus osoittautunut pienitehoisella uunilla vaikeaksi tai jopa mahdottomaksi.



Kuva 9 Valmiit briketit

3.4 Tutkimuslaboratorio: Sulatus

Induktiosulatusmenetelmällä on sulatuksia tehty tutkimuslaboratoriossa jo vuosikymmenien ajan. Vanha käytössä oleva Balzers-uuni on vuosimallia 1976. Tyhjiösulatusuuni (kuva 10). Kuvassa näkyy myös kela ja sulatusastia. Sulatus tehdään inertissä atmosfäärissä. Suojakaasuna tutkimuslaboratorion induktiuuneissa toimii Argon (Ar). Kuvassa 10 nähdään sulatusuuni avonaisena. Sulatus tapahtuu uuni suljettuna. Uunista imetään aluksi ilma pois eli saadaan aikaan vakuumi. Ilma halutaan pois, jotta sulatuksessa ei pääse tapahtumaan ilman aiheuttamaa hapettumista eli palamista.

Palamisella olisi epäedullinen vaikutus valanteesta tehtävään analyysiin. Ei kuitenkaan riitä, että sulatuskammioon saadaan aikaan vakuumi, koska vakuumilla on myös epäedullisia vaikutuksia, joihinkin raaka-aineen komponentteihin sulatuksessa. Tästä syystä käytetään sulatuksessa Argon-kaasua, jotta induktiosulatus voidaan tehdä turvallisesti ja laadukkaasti.



Kuva 10 Balzers induktiouuni vasemmalla, uusi Linn-uuni oikealla

Argon on maapallon yleisin jalokaasu, ilmakehässä sitä on noin 0,94 prosenttia. Argonin järjestysluku alkuaineissa on 18. Argon tarkoittaa kreikaksi laiskaa, joka ehkä kuvaa kaasun reagoimattomuutta, juuri mihinkään. Argonia on pidetty pitkään reagoimattomana kaasuna, mutta vuonna 2000 Helsingin yliopisto onnistui tekemään argonfluoridihybridin (HArF) 10K lämpötilassa. Argon on normaaleissa olosuhteissa inerttiä, eikä reagoi esimerkiksi hapen kanssa, jolloin sitä voidaan hyödyntää suojakaasuna. Argonia hyödynnetään muun muassa hitsauksessa ja automaattisissa palosammutusjärjestelmissä. Argonia käytetään myös hehkulamputissa, pakkauskaasuna viineissä ja eristeinä ikkunoiden väleissä. (Helsingin sanomat, www-sivut, Hakupäivä 8.1.2014)

Induktiotekniikkaa voidaan hyödyntää teollisuudessa usealla tavalla. Induktiolla voidaan lämmittää, sulattaa, juottaa, hitsata, karkaista, hehkuttaa ja valmistaa kristallia. Induktiota sovelletaan myös päästöön ja oikaisuun. Kotitalouksista tuttu sovellus on induktioliesi. (Induktiokuumennus, www-dokumentti, Hakupäivä 30.9.2013) Induktio on sähkömagneettinen ilmiö. Induktioilmiö aiheutuu sähkövirran muutoksista, sähkömagneettisesta aallosta tai magneetin liikkeestä. (Linn, 2008)

Kaikissa induktioilmiöissä muuttuva magneettikenttä on kuitenkin aiheuttaja. Muuttuvan magneettikentän seurauksena indusoituu jännitettä tai sähkövirtaa. (Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Hakupäivä 30.9.2013)

Induktiokuumennuksen periaate keskitaajuuksilla perustuu virran suunnanmuutoksiin kelassa. Käytännössä toimintaperiaate on tuttu muuntajan kelojen toiminnasta. Sulatusuunissa induktiokela toimii ensiökääminä ja kelan sisään tuotuun sulatettavaan metallikappaleeseen alkaa indusoitua toisiovirtaa. Muuntajassa toisiovirta johdetaan tekemään jotain ”työtä”. Esimerkiksi toisiovirta johdetaan sähkömoottoriin. Induktiosulatuksessa sulatettavaan kappaleeseen kohdistuva induktio aiheuttaa kappaleeseen induktiovirtaa, joka ei pääse purkamaan samaansa energiaa ”työnä” vaan, kun energiaa indusoituu kappaleeseen yhä enemmän, se tarkoittaa, että kappaleen lämpötila alkaa nousta.

Toisin sanoen keskitaajuuksien magneettikentän päälle kytkemisen jälkeen toisiovirta indusoituu sulatettavan materiaalin pintaan. Materiaalien erilaisten ominaisuuksien vuoksi tämä virta muuttuu lämmöksi. Nämä pyörrevirtaukset kuumentavat metallin sulamispisteeseen riittävällä energiamäärällä.

Tarkastellaan tarkemmin induktiota. Faradayn induktiolain mukaan kelaan syntyvä magneettivuo lävistää kuumennettavan kappaleen ja syntynyt magneettikenttä indusoi kappaleeseen (kuva 11) sähkömotorisia voimia. (Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Hakupäivä 30.9.2013) Sähködynamiikassa Lenzin lain mukaan indusoitunut sähkövirta on sen aiheuttajaa vastaan. (Elo, Hakupäivä 8.1.2014.) Tämä johtaa siihen, että kappaleeseen syntyy ulkoista magneettikenttää vastustavia pyörrevirtoja. Kuvassa 11 nähdään induktion aiheuttama hehkuminen ilman kosketusta ympäröivään kelaan.



Kuva 11 Induktiosulatus (Linn, www-sivut, Hakupäivä 21.11.2013)

Induktiosulatus tapahtuu kolmen fysikaalisen ilmiön avulla:

- Energia siirtyy magneettikentän välityksellä kuumennettavaan kappaleeseen.
 - Sähköenergia muuttuu lämmöksi. (Joule-ilmiö)
 - Lämpö siirtyy kappaleessa konduktiivisesti, lämmönjohtavuuden ansiosta.
- (Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Hakupäivä 30.9.2013)

Induktiosulatuksen edut

- Energiansiirto kohdistuu vain sähköä johtavaan kappaleeseen.
- Energiansiirto tapahtuu ilman fyysistä kontaktia.
- Induktiokuumennus esiintyy vain kelan lähellä.
- Korkeataajuusvirrat (yli 10 KHz) esiintyvät laajasti kappaleen pinnassa.
- Korkeataajuusvirran virtaus kohdistuu pääasiassa sulatettavan kappaleen niihin paikkoihin, joissa magneettikentän voimakkuus on suurin ja magneettinen vastus pienin.
- Perinteisiin uuneihin verrattuna induktiosulatuksessa on puhtaampi sulatusprosessi, joka säästää myös työvaiheissa.
- Induktiosulatuksessa on pienemmät huoltokustannukset.
- Induktiosulatus on turvallisempi sulatusmenetelmä, ei tarvita liekkejä.
- Induktiosulatus on tarkka ja toistettava menetelmä.
- Pieni ylläpito kustannus, induktiosulatuksessa ei tarvita jatkuvaa ylläpitotehoa.
- Induktiosulatuksella ovat laadukkaita sulatuksia pyörrevirtojen vaikutuksesta.
- Induktiosulatuksessa tapahtuu vähän hävikkejä nopean sulatuksen vuoksi.

Tutkimuslaboratorion kehitystarpeita arvioitaessa 2012 kiinnitettiin huomiota laitteiden ikään, huoltotarpeisiin, huoltomahdollisuuksiin, varaosien saatavuuteen ja prosessin kriittisyyteen. Useita kertoja vikaantunut vuodelta 1976 oleva induktiosulatusuuni nousi esille marraskuussa 2012 käytettävyysohjelmien myötä. Laitteen tärkeys tutkimuslaboratoriossa terässulaton raaka-ainenäytteiden käsittelyprosessissa oli erittäin merkittävä. Tehtaalle oli hankittu uusi uuni viisi vuotta aikaisemmin, mille saatiin asennuslupa marraskuussa 2012. Uuden uunin asennustarve yhtiön vaikeassa taloudellisessa tilanteessa osoittaa asian tärkeyden.

Vaikka kyseessä olisi taloudellisesti pieni investointi ja helpolta vaikuttava asia, voi muutosprosessin läpivienti kaikilla tarvittavilla tasoilla olla esimiehelle työllistävä ja aikaa vievä prosessi. Tässä tapauksessa uuden uunin käyttöönotto kesti kaiken kaikkiaan noin vuoden. Outokummulla tutkimuslaboratoriossa kysymyksessä oli prosessin muutos ja samalla projekti, jossa uudella teknologialla kehitettiin toimintaa. Tällaisen kokonaisuuden läpivieminen vaatii asioiden ja henkilöiden johtamista, jotta uusi prosessi saadaan käytäntöön ja projekti loppuun.

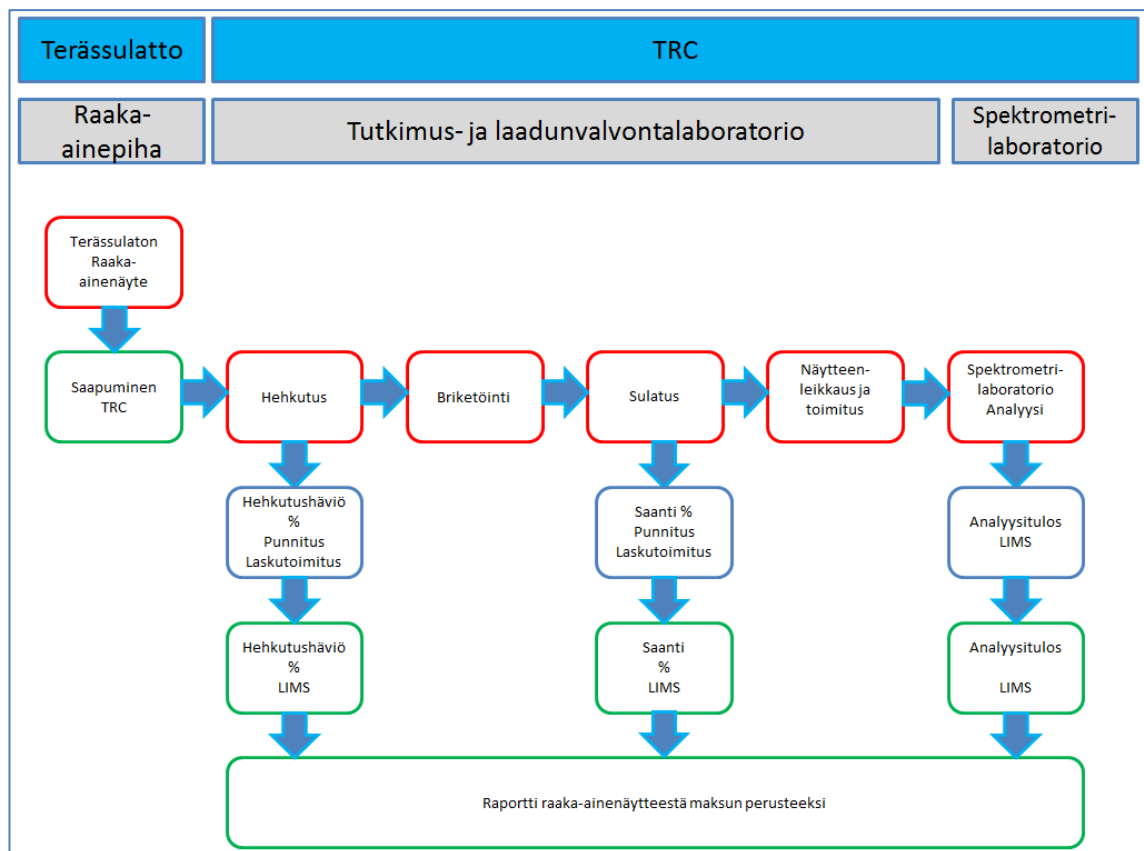
”Onnistuneimmissa kehitysprojekteissa muutosprosessi koostuu toisiaan seuraavista vaiheista, joiden kaikkien läpivienti vie yleensä huomattavan ajanjakson. Vaiheiden ylihyppäys luo kyllä harhakuva nopeasta etenemisestä, mutta se ei koskaan tuota tyydyttävää tulosta.” (Lanning 1996, 34)

John.P Kottner

4.1 Muutoksen vaikutus prosessiin

Raaka-ainenäyteprosessissa havaittu tarve prosessin osan uudistamiselle uudella teknologialla aloitti selvitystyön ja suunnittelun muutoksen läpiviennistä. Muutoksen kohteena oli prosessin osa, joka on asiantuntijuutta ja kokemusta vaativa työvaihe. Muutos prosessissa aiheutti tässä tapauksessa projektin, jolla saatettiin prosessiin uusia laitteita ja uudistettuja työtoimintoja. Prosessi on jatkuvaa toimintaa, sitä ei tule sekoittaa käsitteeseen projekti, koska projektilla on aina alku ja loppu. (Pelin 2009, 22)

Muutokseen valmistautuminen aloitetaan tarkastelulla mihin muutos vaikuttaa. Tarkasteltaessa raaka-ainenäyteprosessin liittyviä osa-alueita, voimme havaita, että yhdenkin prosessivaiheen kehittämisellä/muuttamisella vaikutetaan moneen muuhun osaproessiin, kuva 12. Punaisella on merkitty prosessin osat, joihin muutos vaikuttaa ja vihreällä prosessin ne osat, joihin muutos ehdottomasti ei saa vaikuttaa.



Kuva 12 Muutoksen vaikutus prosessissa

Tarkasteltaessa prosessikaaviota nähdään, että prosessin sulatus-kohtaan tehtävän muutoksen vaikutukset ulottuvat yli organisaatorajojen. Muutoksen ylittäessä organisaatorajoja voi muutoksen läpivienti vaikeutua huomattavasti. Terässlatto ja TRC ovat eri osastoja ja raaka-ainepiha, tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorio sekä spektrometrilaboratorio ovat tässä tapauksessa samaa prosessia, mutta eri organisaatioiden osia. Mikäli muutoksen vaikutukset toisiin organisaatioihin eivät ole suuria, voi pieni ohje tai ilmoitus muutoksesta riittää. Prosessikaaviossa nähdään vihreällä merkittyjä kohteita, joihin muutos ei saa vaikuttaa ainakaan laatua heikentävästi. Uudella teknologialla ja prosessin kehittämällä tulisi olla tuloksia parantava vaikutus.

4.2 Johtaminen ja muutosjohtaminen

Sydänmaanlakka kiteyttää kirjassaan Älykäs johtajuus johtajuuden seuraavasti: ”*Johtajuus on prosessi, jossa johtaja vaikuttaa yksilöön tai ryhmään, jotta yhteinen tavoite saavutettaisiin tehokkaasti.*” Aina ei ole heti havaittavissa, että kyseessä voi olla johtaminen, koska johtamiselle annetaan korvaavia termejä, kuten ohjaaminen, mentorointi, palveleminen ja valmentaminen. Samoin opettaminen ja koulutus ovat luonteeltaan johtamista, varsinkin opettamisessa menestyminen edellyttää johtajuutta, kun yksilön toimintoja johdetaan tiettyihin tavoitteisiin. (Sydänmaanlakka 2004, 105–106)

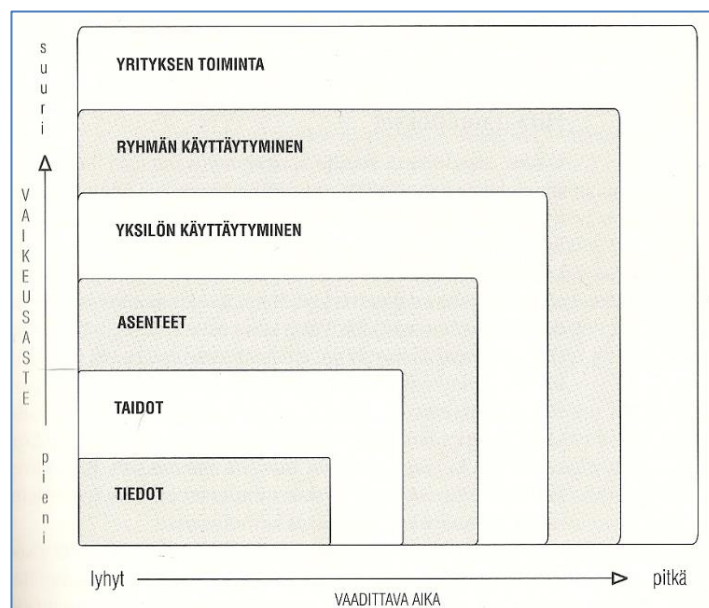
Perinteisesti johtajuudessa on erotettu ihmisten johtaminen (leadership) ja asioiden johtaminen (management). Ihmisten johtamisen oppi on hyvin vanhaa perua ja voidaan jäljittää Platonin ja Aristoteleen aikaan. Asioiden johtaminen on syntynyt viime vuosisadan vaihteessa teollisen yhteiskunnan myötä. Asioiden johtaminen, jonka Sydänmaanlakka rinnastaa tieteellisen liikkeenjohtoon, on keino johtaa organisaatioita tehokkaasti. Hän näkee nykyisen ja tulevaisuuden esimiestyön integroituna leaderina ja managerina. Tämä onkin toteutunut monissa suomalaisissa organisaatioissa tehostamisien ja saneerauksien myötä, kun esimiehiä on vähennetty ja johdettavaksi on jääneet niin ihmiset kuin asiat. (Sydänmaanlakka 2004, 15–16)

Esimiestyö ja johtaminen voivat olla helppoa rutiinia, hyödynnetään jo olemassa olevaa organisaatiota, osaamista ja laitteistoa ja muutoksille ei ole tarvetta. Muutoksen tullessa eteen ei riitä enää vanha rutiini, mikä aiheuttaa sen, etteivät muutoksen vaatimat delegoinnit välttämättä onnistu. (Tuominen 1998, 264)

Integroitaessa asioiden johtaminen ja ihmisten johtaminen voitaisiin samalla myös integroida johtajuus, muutosjohtaminen ja esimiestyö. Näissä kaikissa joudutaan vaikuttamaan ihmisiin ja asioihin, jolloin ennen pitkää jokainen esimiestehtävissä toimiva joutuu kohtaamaan muutosta. Asia voidaan kääntää myös niin, että jokaisen esimiehen ja johtajan ammattitaitoon sekä koulutukseen tulisi kuulua muutosjohtamisen koulutus. Huonolla johtamisella voidaan vähentää muutoshalukkuutta. (Lanning 1996, 46)

Monissa suurissa ja pienissä organisaatioissa joudutaan pakon edessä tai vapaaehtoisesti kehittämään muutoskykyä. Uudistus- ja kehittämishankkeet työllistävät nykyään yhä useampia esimiehiä päivittäisen esimiestyön lisänä. Tulevaisuuden esimiehiltä tulisikin vaatia muutoksen ja uudistamisen taitoja. (Mattila 2007, 10)

Kuvassa 13 on esitetty toteuttamisen vaikeusaste, mikä havainnollistaa hienosti mihin inhimillisiin asioihin muutos vaikuttaa ja kuinka se kasvattaa muutoksen vaikeusastetta. Kaaviosta nähdään, kuinka muutoksessa tiedon osuutta korostetaan merkittävästi turhaan, vaikka useimmiten juuri tietoa on helppo saada ja hankkia. Ei pidä unohtaa, että muutos on tekemistä, tietoa ja tunnetta. (Sydänmaalakka 2003, 68)



Kuva 13 Muutosten toteuttamisen vaikeusaste (Sydänmaalakka 2003, 67)

Tiedon muutos on siis yllättäen se pienin muutoksen porras ja sitä seuraa taitojen oppiminen. Muutosjohtamisessa onkin kyse eritasoisten muutosten aikaansaamisesta (Kuva 13). Tavoitteena tutkimuslaboratorion tapauksessa oli siis ryhmän käyttäytymisen tasolle menevä muutos ja kuvasta 13 voidaan katsoa, että vaativuudeltaan sellainen muutos vaatii myös huomattavasti aikaa.

Ajan optimointi muutosprosessissa voi olla hankalaa, koska toisaalta tarvitaan aikaa, mutta liian hitaasti tapahtuva muutos voi johtaa ristiriitoihin uusien muutosten kanssa. Parhaana vaihtoehtona muutoksen kokonaiskestolle näkee Mattila kirjassaan Johdettu muutos lyhyen ja nopean kertarysäyksen tai liukuvasti vaiheittain toteutettavan käyttöönoton. (Mattila 2007, 114)

On kuitenkin muistettava, että liian nopeaan muutokseen sisältyy epäonnistumisen riskejä. Helposti aliarvioidaan muutoshalukkuus hyväksi havaittuihin toimintatapoihin. Toinen virhe voi olla esimiehen virheellinen arviointi kyvystään vaikuttaa ihmisten asenteisiin. (Lanning 1996, 58)

Esimiesasemassa ammatillinen osaaminen on tärkeää, mutta ei voi olla ainoa kriteeri johtajien valinnassa. On jopa etu, jos johtaja ei ole organisaation toimialan ammattilainen. Etu tulee siitä, kun esimies voi keskittyä isompiin kokonaisuuksiin pystymättä sotkeutumaan liikaa yksityiskohtaisuuksiin. Tämä johtaa toisin sanoen siihen, että valittaessa paras asiantuntija johtajaksi on riskinä saada huono johtaja ja menettää hyvä asiantuntija. (Sydänmaalakka 2003, 153)

4.3 Muutos asiantuntijaorganisaatiossa

Tutkimuslaboratorio on palveluosasto, joka palvelee lähes kaikkia tehtaan osastoja tekemällä niiden tilaamia töitä. Tutkimuslaboratorion operatiivinen henkilöstö muodostuu laadunvalvonta- ja tutkimuslaboranteista. Tutkimuslaborantit ovat alansa asiantuntijoita ja heidän tehtävään alueenanaan on raaka-ainenäytteiden käsittely. Tutkimuslaboratorion laborantit muodostavat yhdessä asiantuntijaorganisaation. Kaikilta aloilta löytyy asiantuntijaorganisaatioita. Tutkimuslaboratorion tunnuspiirteitä, jotka sopivat asiantuntijaorganisaation tunnuspiirteisiin, ovat työhön liittyvä runsas analysointimäärä, organisaation riippuvuus henkilöstöstä on suuri ja henkilöiden korvaaminen on vaikeaa. (Sipilä 1996, 23)

Eri aloilla on asiantuntijoita eli asiantuntija ei ole ammattinimike. Teollisuudessa projektiryhmiin kootaan eri alojen asiantuntijoita eli asiantuntijaryhmä. Asiantuntijoiksi ei voida valmistua suoraan koulusta. Asiantuntijat kehittyvät ja etenevät työssään asteit-

tain. Asiantuntijalla voi olla pohdittavana useita ongelmia ja hän joutuu hankkimaan jatkuvasti lisää tietoa sekä toimimaan usein kompetenssinsa ylärajoilla. Toimiessaan asiantuntijatehtävässä henkilö voi tuntea ja kokea asiantuntijuuden ohjatussa ja opettaessaan toisia yksilöitä. Asiantuntijoiden tunnuspiirteisiin kuuluu myös, etteivät asiantuntijat jää lepäämään laakereilleen, vaan etsivät uusia ongelmia ratkaistavakseen ja pyrkivät kehittymään korkeammalle tasolle. (Eteläpelto 1999, 160)

4.4 Muutos

Mistä muutoksessa oli tämän prosessin kehittämisen osalta kyse? Laitteiston päivitys koskee pitkälti esimiesalueen management-puolta. Tällaisessa tilanteessa esimiehellä on mahdollisuus uudistaa työn suoritustapaa. Perinteisesti tätä käsittelyssä olevaa tehtävää oli hoidettu yhden asiantuntijan toimesta. Uusien laitteiden asennukset ja laitetoimittajan koulutukset loivat mahdollisuuden tuoda muutosta tähän.

Miksi muutos? Kun kyseessä on yhtiölle kriittinen asiantuntijatehtävä, joka on pienen resurssin hallinnassa, on yhtiön edun mukaista pyrkiä pois tästä tilanteesta. Tilanteessa, jossa on tehtävään käytettävissä useampia henkilöitä, on toiminta yhtiön kannalta varmemmalla pohjalla. Tässä joutuu aina tasapainoilemaan sen kanssa pysyykö osaaminen riittävän korkealla tasolla kaikilla, koska yhden henkilön hoitaessa tehtävää, se työllistää täysin ja henkilö pitää osaamisensa huipussa. Usean henkilön ollessa kyseessä, voi riskinä olla tason lasku korvattavuuden kustannuksella ja toisinpäin taas korvattavuus on heikolla tasolla.

Palataan takaisin siihen, missä tässä muutoksessa oli kysymys. Muutoksessa vaikutettiin organisaation toimintaan, uuden opetteluun ja hiljaisen tai piilevän tiedon siirtämiseen ja jakamiseen. Kyseessä on esimiestyön kannalta tiedon johtaminen. Hiljainen tieto on subjektiivista, kokemuspäistä ja sitä on vaikea esittää sanoin. Siihen liittyy myös uskomuksia ja mielikuvia, mutta se on myös ammattitaitoa ja osaamista. Muutoksen kautta laittamalla asiantuntijat työskentelemään yhdessä jakamaan tietoa ja kirjaamaan ohjeita, pyrittiin hiljainen ja piilevä tieto muuttamaan täsmälliseksi dokumentoiduksi tiedoksi. Täsmällinen tieto on objektiivista ja rationaalista. Täsmällinen tieto voidaan ilmaista sanoin, numeroin ja kuvin. Yhdessä työskennellen asiantuntijat pystyvät ratkaisemaan ongelmia ja muuttamaan tietonsa ohjeiksi. (Viitala 2002, 178)

4.5 Muutosvastarinta

Muutosvastarinnalle voi olla useita syitä, mutta yleensä sitä esiintyy jollakin tasolla. Muutosvastarinta on inhimillistä ja luonnollista toimintaa. (Lanning 1996, 32) Mattilan mukaan muutosvastarinta tai sen puuttuminen perustuu luottamukseen eri tasoilla. Luottamus itseensä, työyhteisöön, esimiehiin ja työnantajaan (Taulukko 4) ovat huomion arvoisia asioita ja voidaan ajatella, että muutoksen tullessa ajankohtaiseksi on olemassa olevalla luottamuksella tai sen puuttumisella iso vaikutus muutoksen onnistumiseen. Tästä voidaan myös luoda sellainen ajatus, että mikäli luottamus on menetetty jollain tasolla, on muutokselle myös odotettavissa vastarintaa. Toisaalta olisi myös pyrittävä toimimaan niin, ettei luottamusta menetettäisi. (Mattila 2007, 57)

Taulukko 4 Luottamuksen kohteet ja sisällöt (Mattila 2007, 57)

Luottamuksen kohde	Luottamuksen sisältö
Työnantajaa kohtaan tunnettu luottamus	Oikeudenmukaisuuden kokeminen
Johtoa kohtaan tunnettu luottamus	Turvallisuuden tunne
Työyhteisöä ja -tovereita kohtaan tunnettu luottamus	Solidaarisuuden ja yhteishengen kokeminen
Itseä kohtaan tunnettu luottamus	Voimaistuminen Ajan ja elämänhallinnan tunne

Muutosvastarinnalle voi olla syynä pitkään vallinnut muuttumattomuuden tila. Yksilöiden muutosvastarinta voi johtua uhkasta asemaa kohtaan tai muuttumattomuuden johdosta on kauan oltu sellaisella ”mukavuusalueella” missä ei saa olla ”laiska”, eikä sieltä haluta pois. Pelätään, että muutos vie turvalliseksi tunnetun työn ja organisaatiossa saavutetun aseman. Tiedon puute voi myös aiheuttaa muutosvastarintaa. Ei tiedetä asioiden todellisia puolia. Esimiestyöllä voidaan siis vaikuttaa yksilöiden ja organisaation muutosvastarintaan. Asioista on tiedotettava ja luottamus on saavutettava. Vaikeissa muutostilanteissa, kuten irtisanomisissa tulisi esimiesten olla fyysisesti lähellä henkilöstöä, vaikka tilanteessa luontaisesti haluaisi käyttäytyä juuri päinvastoin. (Viitala 2002, 96, 97)

5 RAAKA-AINENÄYTEPROSESSIN MUUTOS

Muutoksen käytännön toteutus aloitettiin valitsemalla todennäköinen uusien laitteiden käyttäjäryhmä. Aluksi luotiin ryhmä, joka sai suunnitella uuden tilajärjestyksen. Ryhmä koottiin laboranteista, eli asiantuntijoista, joka uusien johtamisoppien mukaan on nyky-aikaisempi ja hyväksyttävämpi nimitys alaiselle.

Sydänmaanlakan mukaan termi alainen kuuluu menneisyyden alistavaan johtamiskulttuuriin. Hänen mukaansa asiantuntijoita tulisi johtaa eri tavalla, kuin perinteisiä teollisuustyöntekijöitä. Esimiestyössä delegoitiin töitä ja jaettiin vastuuta ryhmälle ja näin heitä motivoitiin tulevaan tehtävään. Toisaalta motivaatioteorioiden mukaan ei voida motivoida toista vaan ainoastaan luoda edellytykset henkilön motivaation kasvulle. Johtamisen ydin on merkityksen luominen. (Sydänmaanlakka 2004, 15, 29)

5.1 Projektointi

Tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorion muutostyöhön ei luotu virallista projektiorganisaatiota, mutta työ luotiin johdettavuuden ja hallittavuuden vuoksi projektin muotoon (Taulukko 5). Projektin tekijöiden ei tarvitse olla projektin vetäjän suoranaيسissa alaisuudessa. (Pelin 2009, 26) Tässä projektissa hyödynnettiin oman organisaation lisäksi tukiorganisaatioita ja ulkopuolisia toimijoita.

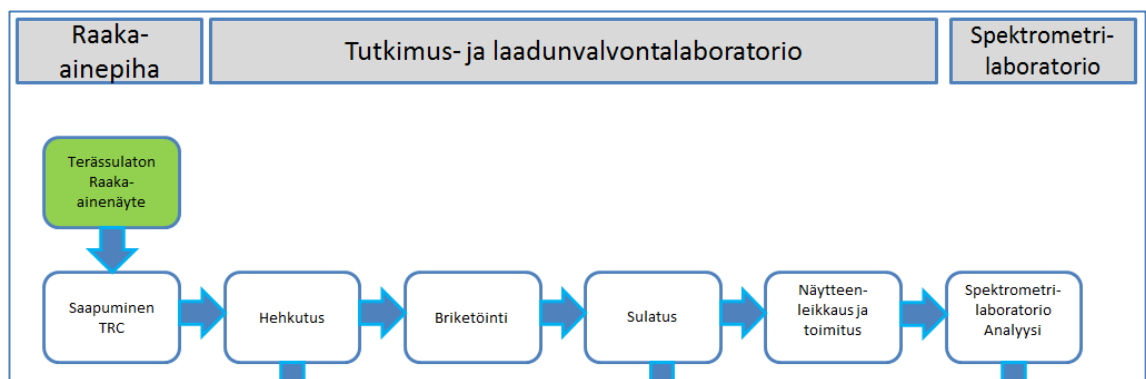
Taulukko 5 Projektin päävaiheet

1	Esiselvittelyä /1.yritys	3.11.2011
1	Esiselvittelyä	17.7.2012
1	Esiselvittelyä / perusteluita	13.11.2012
1	Uusi yritys	21.11.2012
1	Lupa	18.12.2012
2	Suunnittelua	2012
2	Suunnittelua / Projektisuunnitelma	2013
2	Esivalmistelut	2013
2	Uusien laitteiden asennus ja käyttöönotto	2013
2	Laitekoulutus	2013
2	Käyttöönottotarkastus	2013
3	Laadun varmistus	2013
3	Laite tuotantokäyttöön	_12/2013

Projektin vieminen taulukon 5 mukaisesti vei yli kaksi vuotta. Käytännön työ toteutettiin käyttöönottovaiheeseen kolmessa kuukaudessa. Laadunvarmistaminen muodostui haastavaksi osuudeksi, koska menetelmää, standardeja tai teoriaa siihen ei ollut olemassa. Laadunvarmistaminen tehtiin parhaaksi arvioidulla menetelmällä käyttöönoton jälkeen.

5.2 Näytteen vastaanotto

Työn tilaajana prosessissa on näytteen lähettävä terässulatto, joka tulokset tarvitsee. Muutoksen ensimmäinen osuus koskee näytemäärää. Toteutus tapahtui organisaatioiden välisellä viestinnällä ja koska kyseinen muutos oli pieni, riitti pelkkä ohjeistus (LIITE 2).



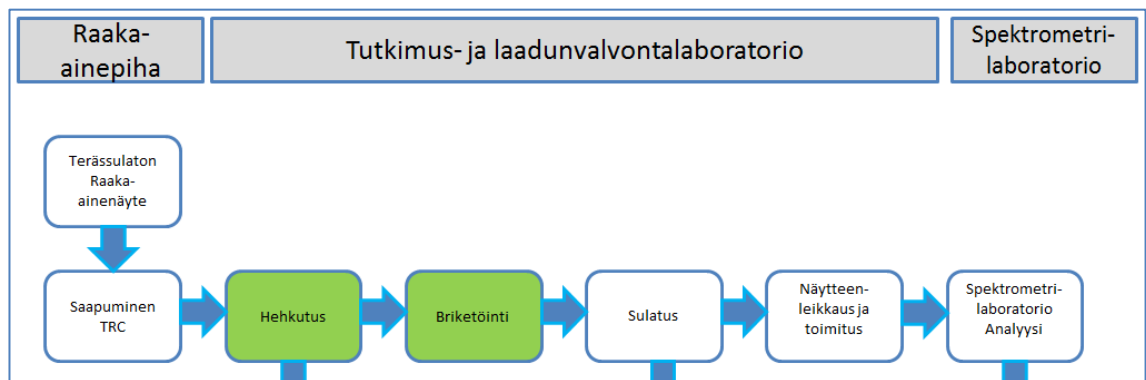
Kuva 14 Terässulaton raaka-ainenäyte

Samassa yhteydessä vietiin läpi toinenkin muutos, joka oli kehitys näytteenseurantaan ja kirjaamiseen. Raaka-ainenäytteen saapuminen sovittiin kirjattavaksi tutkimuslaboratorioon. Muutos toteutettiin myös opastuksella ja ohjeistuksella.

5.3 Hehkutus ja briketöinti

Tutkimuslaboratorion osalta muutoksia tuli useita. Uuden uunilaitteiston kerralla sulattama raaka-aineen määrä oli huomattavasti suurempi kuin vanhan uunin. Hehkutukseen tarvittava raaka-ainemäärä täten kasvoi.

Briketöintiä käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.3. Uuden sulatusuunin sulatuskoon kasvaessa kasvoi myös suurempien brikkettien tarve. Briketöintiin hankittiin suuremmat briketöintityökalut.

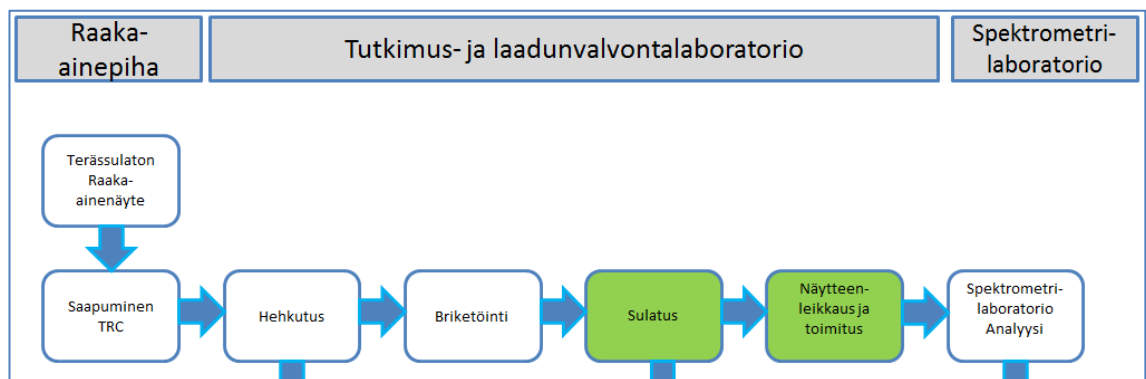


Kuva 15 Tutkimuslaboratorio: Hehkutus ja briketöinti

5.4 Sulatus ja näytteenleikkaus

Suurimman muutoksen ja muutosprosessin indikaatio oli sulatuksen uusiminen uusien laitteiden avulla. Sulatusta on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3.4. Organisaation rajat ylittävänä muutoksena oli näytteenleikkauksen siirtäminen spektrometrilaboratoriosta tutkimuslaboratorioon.

Muutoksille ei aina tarvita isoja operaatioita esimiesten puolesta, joskus pelkkä muutoksen hyväksyntä riittää. Näytteenleikkauspaikka siirtyi prosessin järkevöittämisen tuloksena asiantuntijan ehdotuksesta. Aikaisemmin sulatettu valanne toimitettiin spektrometrilaboratorioon jossa valanteen kelpoisuus analyysiin selvisi leikkauksen jälkeen. Nyt tutkimuslaboratorio saattoi itse todeta tarvitseeko raaka-ainenäytteelle tehdä uusinta sulatus. Näin prosessin läpimenoaika samalla nopeutui.



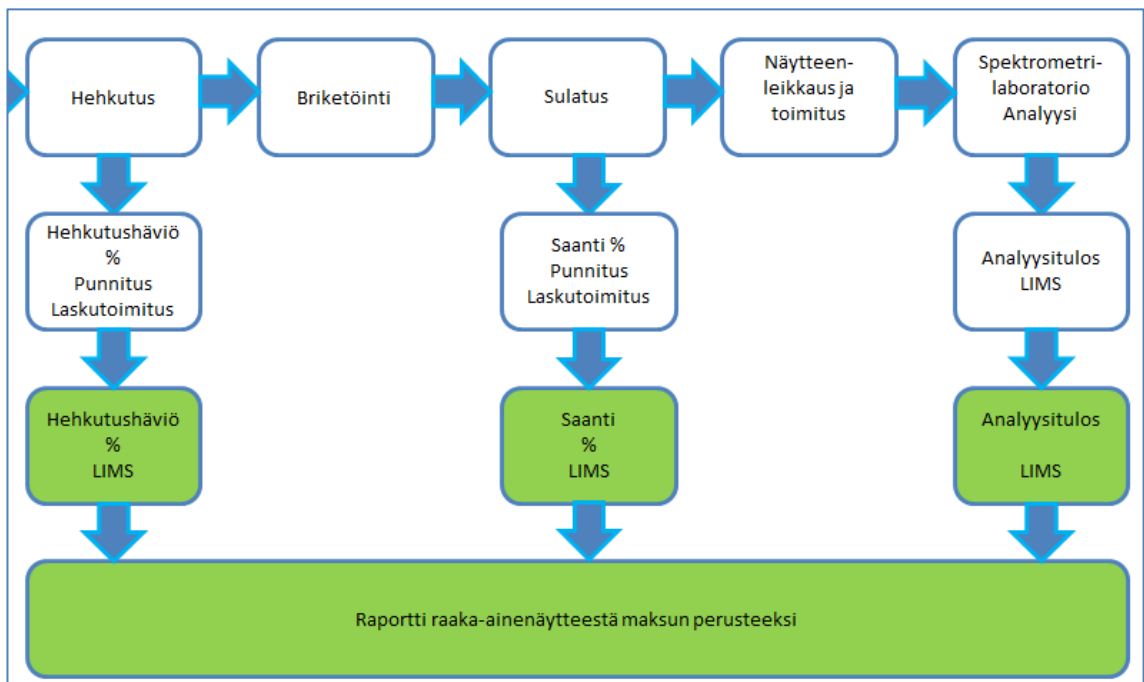
Kuva 16 Tutkimuslaboratorio: Sulatus ja näytteenleikkaus

5.5 Laadunvarmistus

Yhtä tärkeää kuin muutos, on suojata jotkin asiat muutokselta. Muutettaessa prosessia on varmistettava, ettei prosessin laatu huonone ja että sen tuottamat tulokset pysyvät laadukkaina. Tarkasteltaessa kuinka tällainen prosessi voidaan laadullisesti varmistaa, havaitaan että kvalifointi tai validointi eivät toimi. Validoinnissa lopputuotteella on tietyt kriteerit, jotka sen tulee täyttää. (Sippola 2004, 16)

Laadunvarmistuksessa toimii osana laadunhallintajärjestelmä, jossa ISO 9000 – standardin mukaisesti ohjataan organisaatiota laatuun liittyviä asioita. Eri asia on kuitenkin varmistaa prosessin korkea laatu eli laadukas johtaminen. Laadukkaasta johtamisesta ei ole standardiohjetta. Käsitteenä laatuun on alun perin liitetty se, ettei virheitä tehdä ja asiat tehdään oikein joka kerta ja myös ensimmäisellä kerralla. (Lecklin 2006, 18, 29, 30)

Terässulaton raaka-ainenäyteprosessin tulokset (Kuva 17) kuvassa vihreällä ovat kohtia, joissa pyritään siihen, ettei tuloksien laatu muutu vaikka aikaisemmissa vaiheissa muutoksia tapahtuukin. Prosessin onnistumisen merkitystä käsitellään luvussa 5.7: prosessin tarkan tuloksen merkitys.



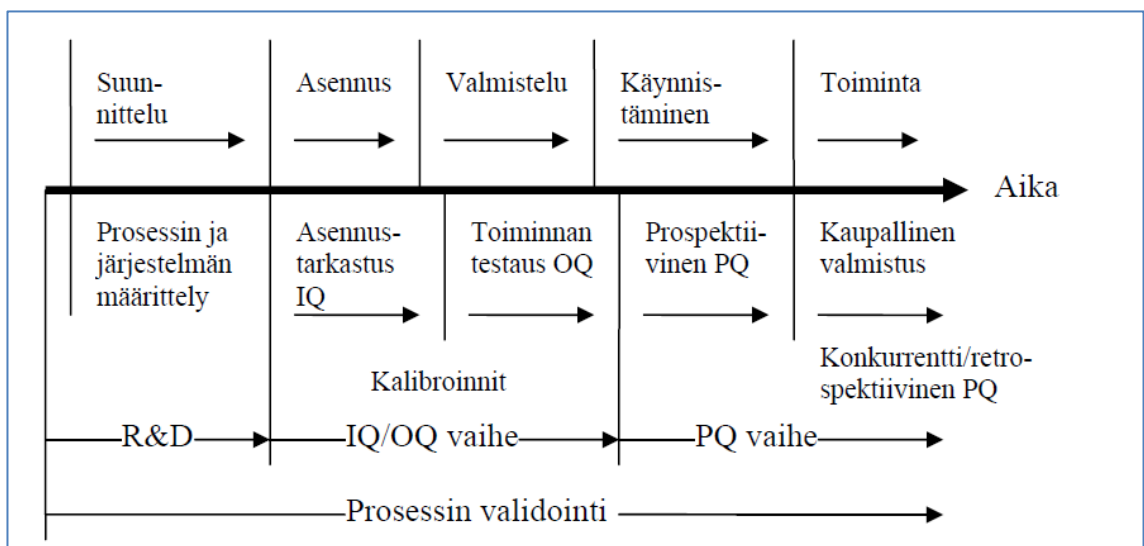
Kuva 17 Raaka-ainenäyteprosessin tulokset

Käyttöönottotarkastus aloitettiin koneen asennuksen jälkeen Outokumpu TW: n käyttöönottotarkastuspöytäkirjan (Liite 1) mukaisesti. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja sisältää kymmenen pääotsikkoa, jotka on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6 Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan pääkohdat

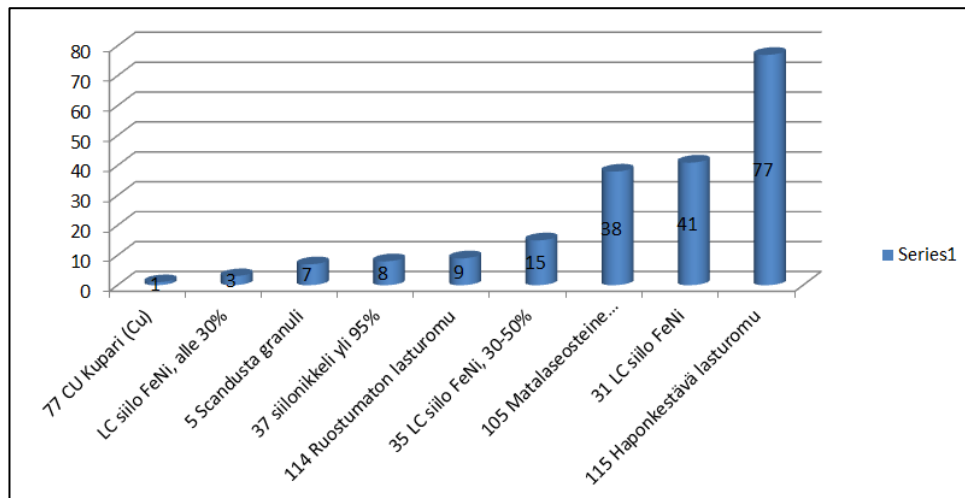
1. Koneessa olevat merkinnät
2. Koneen mukana toimitettavat asiakirjat
3. Vaarojen tunnistaminen ja riskin suuruuden arviointi
4. Koneen ulkoinen rakenne
5. Suojukset ja turvalaitteet
6. Hallintajärjestelmä
7. Koneen aiheuttamat päästöt
8. Käyttö- ja ympäristöolosuhteet
9. Muut
10. Muutoksen hallintaohjelma implementointi

Tarkasteltaessa taulukkoa 5 ja 6, sekä käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa, huomataan, että mikäli nämä on tehty huolellisesti, ollaan itse asiassa lähellä prosessin validointia (Kuva 18). Perustelut prosessin validoinnin rinnastukseen ovat seuraavat. Suunnitteluvaihe on tehty laitteen hankinnan yhteydessä. Asennus on tehty toimittajan puolesta ja asennustarkastus käyttöönottotarkastuksen yhteydessä.

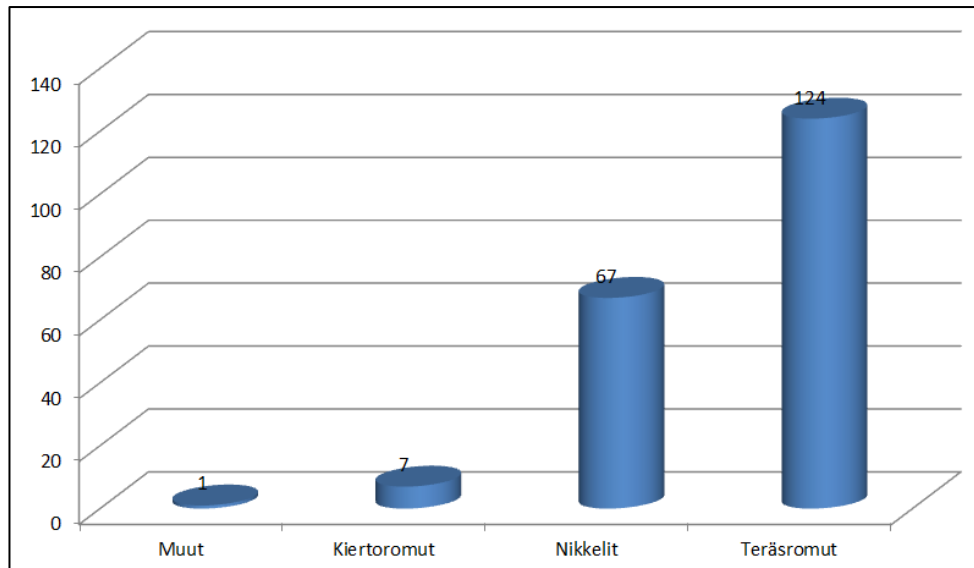


Kuva 18 Prosessin validoinnin elinkaari uudelle prosessille (Sippola 2004, 32)

Sulatusuunille ei voida tehdä kalibrointeja, koska kysymyksessä ei ole mittalaite tai vastaava laite. Laadunvarmistaminen laitteelle, joka ei tuota ennalta määriteltyä tuotetta on haastavaa. Testaustavaksi päätettiin tehdä vertailusulatus tunnetulle metallille ja samalla vanhan uunin sekä uuden uunin välinen tuotosten vertailu. Erilaisia sulatettavia raaka-aineita on yhdeksää eri lajia (Kuva 19). Jaoteltaessa nikkelit ja teräsromut omiin ryhmiinsä saadaan jakautumasta selkeämpi (kuva 20). Kiertoromuilla tarkoitetaan tehtaan sisällä syntyvää hyödynnettävää raaka-ainetta. Prosentuaalisesti tarkasteltaessa jakaumasta teräsromut muodostavat 62 %:a ja nikkelit 34 %:a.



Kuva 19 Jakauma raaka-ainenäytesulatuksissa 6kk 2013



Kuva 20 Jakauma pääryhmittäin

5.5.1 Perusainesulatuksiset molemmilla uuneilla

Vertailusulatuksia uunien välillä tehtiin samalle perusaineelle, jotta nähtiin, kuinka analyysitulokset ovat vertailukelpoisia. Perusaineena käytettiin 1.4307 austeniittista terästä. Perusainetangosta leikattiin siivu analyysia varten ja puhdistetulla sorvilla lastuttiin 4 kg:aa lastua. Lastut paistettiin normaalilla tavalla ja briketöitiin vanhalle ja uudelle uunille omiksi sulatuspanoksiksi.

Sulatuksiset ja valamiset suoritettiin käyttämällä kyseisiin uuneihin tarkoitettuja upokkaita ja kokilleja. Molemmilla uuneilla sulatettaessa voitiin nähdä valanteista tehtyjen analyysien poikkeavan perusaineesta vähemmän kuin ilmoitettu analyysitarkkuus (Taulukko 7). Ainoa pitoisuus, joka kohosi yli perusaineesta mitatun arvon oli hiili, mutta siinäkin poikkeama oli minimaalista. Taulukoissa 7 ja 8 vihreällä olevat numerot tarkoittavat mittaustarkkuuden puitteissa hyväksyttäviä tuloksia. Punaiset numerot tarkoittavat, että tulos ei ole rajojen sisällä. Analyysitarkkuutta tulkitaan taulukoissa 7-11 niin, että esimerkiksi kromin (Cr) pitoisuusalueen kahden prosentin kohdalla analyysitarkkuus on +/- 0.01 %:a ja neljänkymmenen prosentin kohdalla analyysitarkkuus on +/- 0.3 %:a.

Taulukko 7 Suorituskyvyn vertailu

Laadunvarmistus testaus																	
Perusainesulatuksiset																	
	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %
Laatu 1.4307																	
Perusaine 1.4307	18,21		0,99	0,33	8,85	0,025	0,64	0,016	0,025	0,03	0,08	0,06	0,02	0,38		<0,01	0,011
Balzars	18,2		0,99	0,33	8,6	0,017	0,64	0,042	0,026	0,03	0,09	0,06	0,01	0,38		<0,01	0,01
Linn Keskiarvo valanteesta	18,24		0,968	0,33	8,58	0,024	0,64	0,0524	0,027	0,03	0,088	0,064	0,013	0,378			
Pitoisuusalue (%)	2-40	40-85	0.05-15	0.1-9	0.05-40	0.001-0.5	0.02-4	0.01-0.3	0.003-0.1	0.01-15	0.01-7	0.01-3	0.003-3	0.01-4	0.002-1	0.01-2	0.005-0.2
Anal.2s Tarkkuus +/-	0.01-0.3	0.1-1	0.01-0.05	0.01-0.05	0.01-0.3	0.001-0.01	0.01-0.05	0.001-0.01	0.001-0.005	0.01-0.05	0.01-0.02	0.01-0.02	0.001-0.02	0.01-0.02	0.002-0.05	0.01-0.03	0.005-0.01
	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %

5.5.2 Valanteen sisäinen jakauma

Valu uudella uunilla tehdään keskipakovoimalla. Vanhassa uunissa valu tehdään kaatamalla. Analyysia varten valanteesta leikataan viipale. Valanteen rakenne haluttiin analysoida, jotta tiedetään poikkeako rakenne huomattavasti valanteen eri osissa. Valanteen rakenteen analysoinnilla voidaan myös päätellä onko analyysiin leikattavan viipaleen ottokohdalla merkitystä (Taulukko 8).

Valanteen rakenteen analyysistä nähtiin, että rakenne on mittausvirheen puitteissa hyvin tasalaatuista. Tämä vahvistaa induktiosulatuksen pyörrevirtojen ja sentrifugivalun vaikutuksen, jolla briketin sulatuksesta saadaan tasalaatuinen valanne.

Taulukko 8 Valanteen rakenne

Perusaine 1.4307	18,21		0,99	0,33	8,85	0,025	0,64	0,016	0,025	0,03	0,08	0,06	0,02	0,38	0,003	<0,01	0,011
Linn 56,3 mm valanteen leikkaus	18,2		0,98	0,33	8,7	0,026	0,67	0,056	0,029	0,03	0,09	0,06	0,01	0,4		<0,01	0,011
Linn 47,3 mm	18,2		0,96	0,33	8,6	0,024	0,64	0,053	0,026	0,03	0,09	0,07	0,02	0,37		<0,01	0,011
Linn 36,4 mm	18,2		0,96	0,33	8,5	0,023	0,63	0,051	0,026	0,03	0,09	0,07	0,01	0,37		<0,01	0,01
Linn 27,3 mm	18,3		0,95	0,33	8,5	0,024	0,63	0,051	0,026	0,03	0,09	0,06	0,01	0,37		<0,01	0,011
Linn 15,4 mm	18,3		0,99	0,33	8,6	0,023	0,63	0,051	0,028	0,03	0,08	0,06	<0,01	0,38		<0,01	0,009
Keskiarvo	18,24		0,97	0,33	8,58	0,02	0,64	0,05	0,03	0,03	0,09	0,06	0,01	0,38			0,01
Pitoisuusalue (%)	2-40	40-85	0,05-15	0,1-9	0,05-40	0,001-0,5	0,02-4	0,01-0,3	0,003-0,1	0,01-15	0,01-7	0,01-3	0,003-3	0,01-4	0,002-1	0,01-2	0,005-0,2
Anal.2s Tarkkuus +/-	0,01-0,3	0,1-1	0,01-0,05	0,01-0,05	0,01-0,3	0,001-0,01	0,01-0,05	0,001-0,01	0,001-0,005	0,01-0,05	0,01-0,02	0,01-0,02	0,001-0,02	0,01-0,02	0,002-0,05	0,01-0,03	0,005-0,01
	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %

5.5.3 Prosessin auditointi: Asiakas case-esimerkki

Asiakasesimerkiksi on valittu käytännön laadunvalvonnan esimerkki vaikeimmasta päästä. Samalla esimerkki toimii epävirallisena auditoinnin esimerkkinä, jolloin sisäinen ja ulkoinen asiakas tarkistavat prosessin laadun. Laadunkehittämistyössä viralliset auditoinnit toimivat johdon apuvälineinä. Auditoinnin tavoitteena on selvittää miten yritys käytännössä toimii, mitkä asiat ovat kunnossa ja mihin pitää kiinnittää huomiota ja kehittää. Säännöllisellä auditoinnilla voidaan kehittää laatua ja nostaa toiminnan tehokkuutta. Tämä perustuu siihen, että henkilöstön havaitessa, että laadusta ollaan kiinnostuneita, se ei pyri oikaisemaan mutkissa ja palaamaan vanhoihin rutiineihin, kuten kävisi ilman tarkkailua. (Lecklin 2006, 72, 73)

Syksyllä 2013 tuli haponkestävä lasturomuerä laivalastilla Outokummulle. Lastista tuli neljä näytettä, jotka kirjattiin samalle Lims -numerolle ja joista jokainen merkittiin omilla id -numeroilla.

Samasta näyte-erästä käytetään merkintöjä LOT1, LOT2, LOT3 jne. Eli tässä tapauksessa saapui neljä erää LOT1-LOT4 ja tällöin toimitettu erä oli ollut 500 - 1400 tn.

Raaka-aineessa oli runsaasti mukana hienoa epämetallista ainesta. Näytteen saantiprosentti osoittautui olevan jopa lähellä 80:aa prosenttia (Taulukko 9). Käytännön ongelmia syntyi, kun aikaisemman Balzers-uunin tehot eivät riittäneet sulattamaan huonoa raaka-ainetta ilman seosrautaa. Briketti ei sulanut, ainoastaan tummui pinnasta. Rautaa seostetaan tällaisissa ongelmatapauksissa työhöjeen mukaan, jotta sula saadaan syntymään. Sulatukset saatiin kuitenkin tehtyä ja näyte toimitettua eteenpäin. Hiukan jälkeinpäin ilmeni, ettei raaka-aineen toimittaja uskonut saatuja saantiprosentteja ja halusi tulla varmistamaan raaka-aineen käsittelyn ja näytteenvalmistuksen paikan päällä. Raaka-aineesta oli vielä näytettä jäljellä, joten raaka-aineiden uusintakäsittely järjestettiin. Taulukoissa 9 ja 10 vihreällä ja mustalla olevat numerot tarkoittavat mittaustarkkuuden puitteissa hyväksyttäviä tuloksia. Punaiset numerot tarkoittavat, että tulos on alle spesifikaation ja siniset numerot tarkoittavat spesifikaatorajan ylitystä.

Taulukko 9 Haponkestävä lasturomu

Max		1,8			0,06			0,04	0,1	0,5	0,1		0,5		0,1	0,025			
Min	16		1,7	9															
Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %	Saanti %	Hehikutush %	
Balzers	13	74,1	0,64	2,01	9,4	0,19	0,08	0,027	0,18	0,14	0,05	<0,1	0,43	<0,01	0,02	0,014	95	5,5	
Balzers	14	71,5	0,59	2,07	10,6	0,14	0,07	0,030	0,17	0,17	0,06	<0,1	0,52	<0,01	0,03	0,019	94	5,2	
Balzers/Linn	14	70,7	0,46	2,21	11,1	0,33	0,16	0,029	0,19	0,17	0,05	<0,1	0,53	<0,01	0,02	0,016	82,6	6	
Balzers	15	69,8	0,53	2,34	11,5	0,14	0,08	0,031	0,21	0,16	0,05	<0,1	0,43	<0,01	0,03	0,016	80,6	5,6	
	14	71,53	0,56	2,16	10,65	0,2	0,0975	0,029	0,188	0,16	0,053	0,478	0,025	0,0163			88,05	5,575	
Pitoisuusalue (%)	2-40	40-85	0,05-15	0,1-9	0,05-40	0,001-0,5	0,02-4	0,01-0,3	0,003-0,1	0,01-15	0,01-7	0,01-3	0,003-3	0,01-4	0,002-1	0,01-2	0,005-0,2		
Anal.2s Tarkkuus +/-	0,01-0,3	0,1-1	0,01-0,05	0,01-0,05	0,01-0,3	0,001-0,01	0,01-0,05	0,001-0,01	0,001-0,005	0,01-0,05	0,01-0,02	0,01-0,02	0,001-0,01	0,01-0,02	0,002-0,05	0,01-0,03	0,005-0,01		
	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %		

Uusintatestit järjestettiin siten, että paikalla oli työtä seuraamassa toimittajan (Ulkoinen auditoija), raaka-aineen hankinnan edustajat (Sisäinen auditoija), sekä paikallisen organisaation esimies. Työt tehtiin alusta asti uudelleen eli hehikutushäviön määrätykset, briketöinnit ja sulatukset. Toimittaja vakuuttui prosessin oikein tekemisestä ja hyväksyi uudelleen tehdyt sulatukset, laskelmat ja analyysitulokset (Taulukko 10). Saantiprosentti osoittaa, että raaka-ainemateriaali oli heikkolaatuista ja sulatukset jouduttiin tekemään uudella uunilla.

Taulukko 10 Haponkestävä lasturomu uusinta

Max		1,8			0,06			0,04	0,1	0,5	0,1		0,5		0,1	0,025			
Min	16		1,7	9															
Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %	Saanti %	Hehikutush %	
Linn	11,8	73,4	0,3	2,12	9,8	0,67	0,15	0,032	0,21	0,15	0,05	<0,1	1,14	<0,01	0,02	0,016	92,9	5,5	
Linn	12,8	72,5	0,31	2,05	10,5	0,41	0,15	0,034	0,18	0,18	0,06	<0,1	0,57	<0,01	0,02	0,016	89,3	5,2	
Linn	12,7	70,6	0,28	2,24	11,4	0,75	0,12	0,034	0,21	0,2	0,06	<0,1	1,20	<0,01	0,03	0,023	87,2	6	
Linn	13,6	69,3	0,27	2,4	11,8	0,73	0,14	0,034	0,23	0,19	0,06	<0,1	1,06	<0,01	0,03	0,017	89,1	5,6	
	12,73	71,45	0,29	2,2025	10,9	0,64	0,14	0,034	0,208	0,18	0,0575	0,9925	0,025	0,018			89,625	5,575	
Pitoisuusalue (%)	2-40	40-85	0,05-15	0,1-9	0,05-40	0,001-0,5	0,02-4	0,01-0,3	0,003-0,1	0,01-15	0,01-7	0,01-3	0,003-3	0,01-4	0,002-1	0,01-2	0,005-0,2		
Anal.2s Tarkkuus +/-	0,01-0,3	0,1-1	0,01-0,05	0,01-0,05	0,01-0,3	0,001-0,01	0,01-0,05	0,001-0,01	0,001-0,005	0,01-0,05	0,01-0,02	0,01-0,02	0,001-0,01	0,01-0,02	0,002-0,05	0,01-0,03	0,005-0,01		
	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %		

Epävirallisessa auditoinnissa aikaa kului kaksi vuorokautta. Sulatuksissa käytettiin käyttöönottovaiheessa ollutta uutta Linn-uunia. Onnistuneet sulatukset ja positiiviset viestit ulkoiselta ja sisäiseltä asiakkaalta, kuten myös esimiehiltä omassa organisaatiossa tukivat sulatusprosessin muutosta ja pienensivät kynnyistä uuteen sulatuslaitteistoon siirtymiseen.

Sisäisesti laadunhallinta näkökulmasta ja uuden koneen käyttöönottoa ajatellen on hyvä tarkastella saatuja tuloksia lähemmin. Keskiarvotuloksia (Taulukko 11) vertailtaessa suurin erotus on saantiprosentin 1,58 %:n kasvamisessa. Balzers-uunilla saatiin varsin vaihtelevia saantiprosentteja, jotka olivat 80,6–95 %:a keskiarvon ollessa 88,05 %:a. Linn-uunilla tulokset vaihtelivat välillä 87,2–92,9 %:a, keskiarvon ollessa 89,63 %:a. Uunien keskiarvoissa päästiin hämmästyttävän lähelle, mutta mietityttämään jäi Balzers-uunilla kolme kertaa suurempi vaihteluväli. Kromin keskiarvotulokset heittivät uunien välillä 1,05 %:a ja laadullisesti toimitettu erä jää alle spesifikaation 16 %:n. Rautapitoisuus heitti uunien välillä vain 0,1 %:a. Mangaanissa keskiarvotulos erosi 0,3 %:a. Molybdeenin pitoisuus keskiarvotuloksissa erosi 0,05 %:a, jota voidaan pitää hyvänä tuloksena. Nikkelipitoisuus erosi 0,25 %:a, joka myös on hyvä tulos. Lopuista tuloksista muut kuin kupari ja pii olivat yhteneviä ja erittäin hyviä tuloksia. Keskiarvotuloksista kuitenkin pii ja kupari olivat korkeampia Linn-uunilla, kuin Balzers-uunilla.

Taulukko 11 Uusintatulosten keskiarvot vs. vanhat tulokset

Spesif.Max			1,8			0,06			0,04	0,1	0,5	0,1		0,5		0,1	0,025			
Spesif.Min	16		1,7	9																
	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %	Saanti %	Hehkutush %	
Balzers	13,775	71,53	0,56	2,158	10,65		0,2	0,0975	0,029	0,188	0,16	0,053		0,478		0,025	0,0163	88,05	5,575	
Linn	12,725	71,45	0,29	2,203	10,9		0,64	0,14	0,034	0,208	0,18	0,058		0,993		0,025	0,018	89,625	5,575	
erotus	1,050	0,075	0,265	-0,045	-0,250	0,000	-0,440	-0,043	-0,004	-0,020	-0,020	-0,005	0,000	-0,515	0,000	0,000	-0,002	-1,575	0,000	
Pitoisuusalue (%)	2-40	40-85	0,05-15	0,1-9	0,05-40	0,001-0,5	0,02-4	0,01-0,3	0,003-0,1	0,01-15	0,01-7	0,01-3	0,003-3	0,01-4	0,002-1	0,01-2	0,005-0,2			
Anal.2s Tarkkuus +/-	0,01-0,3	0,1-1	0,01-0,05	0,01-0,05	0,01-0,3	0,001-0,01	0,01-0,05	0,001-0,01	0,001-0,005	0,01-0,05	0,01-0,02	0,01-0,02	0,001-0,02	0,01-0,02	0,002-0,05	0,01-0,03	0,005-0,01			
	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %			

Tässä testivaiheessa Linn-uunilla kuitenkin oltiin harjoitteluvaiheessa ja oikeita sulatus- ja valuparametreja vielä haettiin. On syytä olettaa, että kohonnut piin pitoisuus on peräisin upokkaasta ja kohonnut kuparipitoisuus kokillista. Näistä ongelmista on kuitenkin päästy, kun on löydetty oikeat sulatusajat ja valuparametrit.

5.6 Prosessin laadulliset ongelmat

Linn-uuni on varustettu yläpuolisella pyrometrilla, jolla on tarkoitus mitata sulatteen lämpötilaa. Pyrometrin käyttöä on laitetoimittajan puolesta kokeiltu lähinnä puhtaille metalleille. Terässulaton raaka-aineita sulatettaessa raaka-aineissa on mukana muutakin kuin puhdasta metallia. Sulatettaessa näitä raaka-aineita muodostuu savuja, jotka likaavat ikkunapintaa, jolloin pyrometri ei pysty näyttämään lämpötilaa oikein. Tästä johtuen sulatusta tekevän laborantin on opittava tekemään sulatus silmämääräisesti. Ainoa keino tähän on oppia sulattaminen tekemällä useita sulatuksia.

5.6.1 Kupari

Laadulliset ongelmat, kuten taulukon 9 ja 10 kohonneet kuparipitoisuudet johtuivat kokillista. Ongelmaksi valussa havaittiin noin 8000 grammaa painavan huoneenlämpöisen kokillin sulaminen (Kuva 21) tai valanteen tarttuminen kokilliin, valanteen paino n.1000 grammaa.



Kuva 21 Sulannut kokillin sisäpinta

Kuvassa 21 nähdään kokillin sulanneen n.5-8 cm:n päästä kokillin suuaukosta, josta joutui kuparia valanteeseen. Neljää erityyppistä sulatettavaa raaka-ainetta arvioitiin, jotta saatiin selville niiden oletettu solidus- ja likvidusalueet (Solidus = jähmeäraja ja likvidus = sularaja). (Meskanen & Toivonen, Hakupäivä 12.1.2014)

Koska kysymyksessä on raaka-aineet, joiden tarkkaa koostumusta ei tiedetä, tuli sulatukset ja analyysit tehdä ensin, jotta ne voitiin tutkijan toimesta syöttää IDS- ohjelmaan. Ohjelmalla voidaan laskea termodynaamisia laskuja. Kiinnostavana alueena oli ns. puuroalueen laajuus eli solidus ja likvidus alueen väli. Taulukkojen 12–14 raaka-aineiden pääkomponenttien pitoisuudet syötettiin IDS- laskentaohjelmaan saadun keskiarvon mukaan ja saatiin selville raaka arvio raaka-aineiden sulatuslämpötiloista ja solidus- ja likvidusalueiden erotuksena puuroalueen laajuus.

Taulukko 12 Haponkestävä lasturomu (Outokumpu Tornio Works, Lims – järjestelmä, Hakupäivä 4.11.2013)

ID	OUPEX/LOT	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Al %	Nb %	Sn %	saanti %	hehkutushäviö %
708590	14538000	16.9	67.6	0.80	2.38	10.4	0.59	0.21	0.033	0.16	0.15	0.07	<0.1	0.48	<0.01	0.06	0.013	96.0	4.4
708591	14538001	16.7	67.1	1.04	2.16	11.1	0.60	0.22	0.030	0.21	0.15	0.06	<0.1	0.46	0.01	0.05	0.011	95.7	5.0
708592	14538002	17.1	66.8	1.70	2.04	11.0	0.38	0.09	0.027	0.17	0.14	0.06	<0.1	0.38	0.01	0.05	0.010	96.7	5.5
708593	14538003	16.1	68.3	1.25	1.99	10.5	0.45	0.11	0.027	0.18	0.15	0.06	<0.1	0.74	0.01	0.06	0.010	96.3	6.7
708594	14538004	16.4	67.2	1.23	2.00	11.3	0.40	0.09	0.027	0.18	0.15	0.07	<0.1	0.66	0.03	0.05	0.012	95.8	6.8
Average:		16.6	67.4	1.20	2.11	10.9	0.48	0.14	0.029	0.18	0.15	0.06	0.1	0.54	0.01	0.05	0.011	96.1	5.7
Min:		16.1	66.8	0.80	1.99	10.4	0.38	0.09	0.027	0.16	0.14	0.06	<0.1	0.38	<0.01	0.05	0.010	95.7	4.4
Max:		17.1	68.3	1.70	2.38	11.3	0.60	0.22	0.033	0.21	0.15	0.07	<0.1	0.74	0.03	0.06	0.013	96.7	6.8

Taulukko 13 Matalaseosteinen rautaromu (Outokumpu Tornio Works, Lims – järjestelmä, Hakupäivä 4.11.2013)

ID	OUPEX/LOT	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Nb %	Sn %	hh %	saanti %
698216	14294013	2.4	93.9	0.57	0.32	1.7	0.0221	0.28	0.2036	0.013	0.02	0.03	0.02	<0.01	0.29	0.01	0.008	2.2	96.6
Average:		2.4	93.9	0.57	0.32	1.7	0.0221	0.28	0.2036	0.013	0.02	0.03	0.02	0.01	0.29	0.01	0.008	2.2	96.6
Min:		2.4	93.9	0.57	0.32	1.7	0.0221	0.28	0.2036	0.013	0.02	0.03	0.02	<0.01	0.29	0.01	0.008	2.2	96.6
Max:		2.4	93.9	0.57	0.32	1.7	0.0221	0.28	0.2036	0.013	0.02	0.03	0.02	<0.01	0.29	0.01	0.008	2.2	96.6

Taulukko 14 LC siilo FeNi, 30–50 % (Outokumpu Tornio Works, Lims – järjestelmä, Hakupäivä 4.11.2013)

ID	OUPEX/LOT	Cr %	Fe %	Mn %	Mo %	Ni %	S %	Si %	C %	P %	W %	Co %	V %	Ti %	Cu %	Nb %	Sn %
707493	14510000	0.035	66.60	<0.1	<0.1	32.3	0.034	0.23	0.015	0.020	<0.1	0.67	<0.1	<0.1	0.05	<0.1	<0.1
707494	14510001	0.033	66.07	<0.1	<0.1	32.9	0.029	0.21	0.013	0.022	<0.1	0.66	<0.1	<0.1	0.05	<0.1	<0.1
Average:		0.034	66.34	0.1	0.1	32.6	0.032	0.22	0.014	0.021	0.1	0.67	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1
Min:		0.033	66.07	<0.1	<0.1	32.3	0.029	0.21	0.013	0.020	<0.1	0.66	<0.1	<0.1	0.05	<0.1	<0.1
Max:		0.035	66.60	<0.1	<0.1	32.9	0.034	0.23	0.015	0.022	<0.1	0.67	<0.1	<0.1	0.05	<0.1	<0.1

Taulukosta 15 voi nähdä, että sulatuksessa on päästävä matalaseosteisella rautaromulla jopa yli 1500 °C asteen. Kuparikokillin kanssa kontaktissa olevan teräksen tulisi tutkijan mukaan jäähmettyä ja muodostaa kuori niin nopeasti, ettei puuroalueella ole merkitystä. Yksi teräskilo nostaa tutkijan mukaan 8 kg:n kuparikokillin lämpötilaa niin vähän, että ainoaksi vaihtoehdoksi jää se, että sula osuu nopeana terävänä suihkuna pienelle pinta-alalle. Tuolloin paikallisesti lämpötila voi kohota yli kuparin sulamispisteen 1083 °C. Solidus- ja likvidus lämpötilat riippuvat voimakkaasti seoksen/teräksen koostumuksesta ja kaksifaasia-alue eli puuroalue vaikuttaa jäähmettymisen onnistumiseen. (Petäjajärvi, Haastattelu 10.1.2014; Työterveyslaitos, Hakupäivä 12.1.2014; Oulun yliopisto, Hakupäivä 12.1.2014)

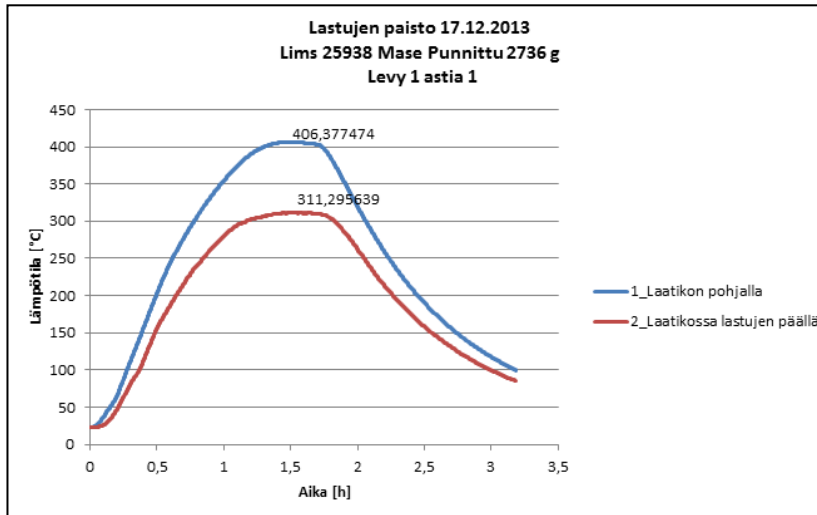
Taulukko 15 Raaka-aineiden Likvidus ja solidus lämpötila-arvio

	T liq (°C)		T sol (°C)		Erotus
Matalaseosteinen rautaromu	1501,75		1423,15		78,6
Haponkestävä lasturomu	1431,74		1343,1		88,64
LC Siilo FeNi	1457,84		1408,37		49,47

Taulukossa 11 kappaleessa 5.6.3 viitattuihin kuparipitoisuuksiin löydettiin yksi syy kockilleista. Toiseksi syyksi havaittiin lastumaisessa raaka-aineessa silminnähtävä kupari, jota esiintyy romun mukana pieninä määrinä useasti. Tutkittaessa tietokantaa analysoidusta romuista pitkällä aikavälillä, havaittiin, että uusi uuni ei ole tuonut poikkeavilta näyttäviä tuloksia analyyseihin ja saantiprosentteihin.

5.6.2 Hehkutushäviö

Hehkus on jo käsitelty luvussa 3.2 ja sen tekeminen on ohjeistettua. Hehkutushäviön lämpötila tarkistettiin paiston yhteydessä matalaseosteisella lastulla (Kuva 22), prosessin muutoksessa muuttuneen raaka-ainemäärän vuoksi.



Kuva 22 Hehkutushäviön lämpötilamittaus (Outokumpu Tornio Works b, 17.12.2013)

Kuten kuvassa 22 nähdään, saadaan n. 2.7 kg:n painoiset lastut lämmitettyä kahden tunnin aikana 311–406 °C asteen lämpöön, jolloin voidaan nähdä kahden tunnin jälkeen, ettei savuamista tai käryämistä enää tapahdu. Verrattuna aikaisempiin pienempiin raaka-ainemääriin on varmistettava, että hehkutushäviötä tehtäessä lastujen lämpötila kohoaa yli 300 °C asteen myös lastujen pinnasta. Suositeltava lämpötila saavutettavaksi ja ylläpidettäväksi niin kauan, kuin käryämistä on havaittavissa, on n. 350 °C:ta.

5.7 Prosessin tarkan tuloksen merkitys

Outokumpu TW:n suurin yksittäinen kuluerä on raaka-aineiden hankinta. Ruostumatonta ja happoromuja kulutetaan tonneissa eniten. Näillä romumateriaaleilla katetaan teräksen nikkeli-, kromi-, molybdeeni- ja rautasisältö. Esimerkkinä ruostumaton ostoromu eli ruostumaton teräsromu (RORO), sisältää noin 18 %:a kromia, 8 %:a nikkeliä ja 70 %:a rautaa. Nämä raaka-aineet ovat pääasiassa ne, joista maksetaan, muut raaka-aineen mukana tulevat komponentit voivat olla hyödyllisiä energian tuottajia, kuten titaani, alumiini tai pii. Teräksen valmistukselle haitallisia aineita, kuten fosfori, kupari ja koboltti tulee romun mukana. Outokummun laatukäsikirjassa on määritelty ostettavalle raaka-aineille pitoisuusprosenttien raja-arvoja, joihin toimitettavan romun pitoisuuksien tulisi osua. Esimerkkinä ovat RORO:lle annetut raja-arvot kuvassa (Taulukko 16). (Vallo, 2013).

Taulukko 16 Spesifikaatio, kemiallinen analyysi(%) raja-arvot (Outokumpu Tornio Works 2013b, Sisäinen Intranet, Hakupäivä 4.11.2013)

	<u>Cr</u>	<u>Ni</u>	P	<u>Cu</u>	<u>Co</u>	S	<u>Nb</u>	<u>Mo</u>	<u>Si</u>
Min.	16	8	-	-	-	-	-	-	-
Max.	-	-	0.04	0.5	0.5	0.04	0.1	0.5	1.0

	<u>Mn</u>	Ti	B	Sn	As	V	<u>Al</u>	W
Min.	-	-	-	-	-	-	-	-
Max.	1.5	0.3	0.005	0.025	0.01	0.1	0.5	0.1

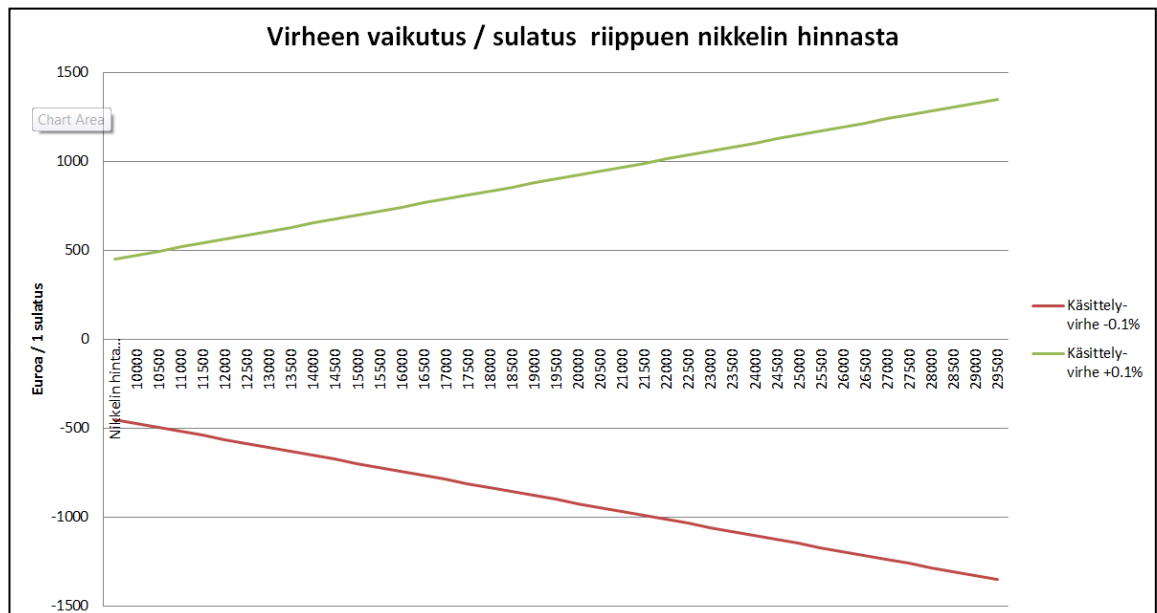
Ostettavan romun lopullinen maksu muodostuu sisällöstä, joka varmistetaan analysoimalla tutkimuslaboratoriossa tehty valanteen viipale Spektrometrialaboratoriossa XRF- ja OES- analysointimenetelmillä.

Päivän hinnalla nikkeli on 13470 €:a tonnilta (Outokumpu Tornio Works, Metallikurssit Sisäinen Intranet, Hakupäivä 26.11.2013) eli yhden rst -romutonnista nikkelin hinta olisi noin 1078 euroa. Kromin päivähinta on noin 1000 €:a tonnilta eli 180 €:a romutonin sisällöstä. Nämä hinnat koskevat todellisia pörssihintoja primääriaineista. Raaka-aineiden hankintaorganisaatio neuvottelee hinnoista alennuksia. Hinnat määräytyvät toimittajakohtaisesti ja voivat määräytyä myös raaka-ainekohtaisesti. Esimerkiksi nikkelistä voi alennus olla 10–15 prosenttia, joten alennus voi olla romutonna kohti 108–161 euroa. Tällöin nikkelin hinnaksi romutonna kohden jää 916–970 euroa.

Metallikurssien mukaan (Kuva 23) lasketaan esimerkki yhden ostoromukuorman taukko 2 mukaan yksi näytesulatus, jos toimitus on 1-50 tn:a. Päivän hinta n. 13500 €/tn:lta, tarkoittaa tällöin maksussa romun sisältämästä nikkelitonnista esim. 10 %:a alennuksella 12150 €:a. Kuvassa 24 päivän alennetulla nikkelistä maksettavaan hintaan 0.1 %:n käsittelyvirhe voi vaikuttaa +/- 650 €:a.

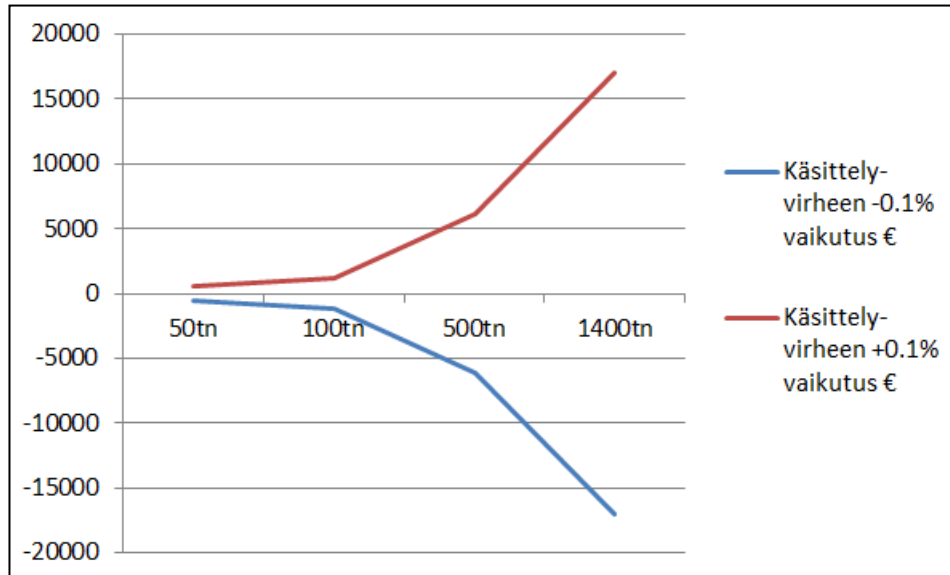
Metals	Updated	Price	Indicator	Change
Stainless Steel	2013-10-31	1050 / 1050	↑	+20
Nickel	2013-11-25	13470 / 13480	↑	+40
Nickel 3M	2013-11-25	13540 / 13545	↑	+35
Steel scrap	2013-11-22	362,53 / 362,53	↑	+0,70
FerroChrome Contract	2013-11-15	1,125 / 1,125	↑	+0,000
FerroChrome Spot	2013-11-22	0,96 / 1	↑	+0
Molybdenum	2013-11-22	9,75 / 9,9	↓	-0,05
Copper	2013-11-25	7067,5 / 7067,5	↑	+2,0
Copper 3M	2013-11-25	7069 / 7070	↑	+5
Titanium	2013-11-22	5,9 / 6	↑	+0
Manganese	2013-11-22	720 / 750	↑	+5
LME Stocks Nickel	2013-11-22	249012 / 249012	↓	-126
LME Stocks Copper	2013-11-22	437500 / 437500	↓	-1600

Kuva 23 Metallikurssit (Outokumpu Tornio Works a, Hakupäivä 26.11.2013)



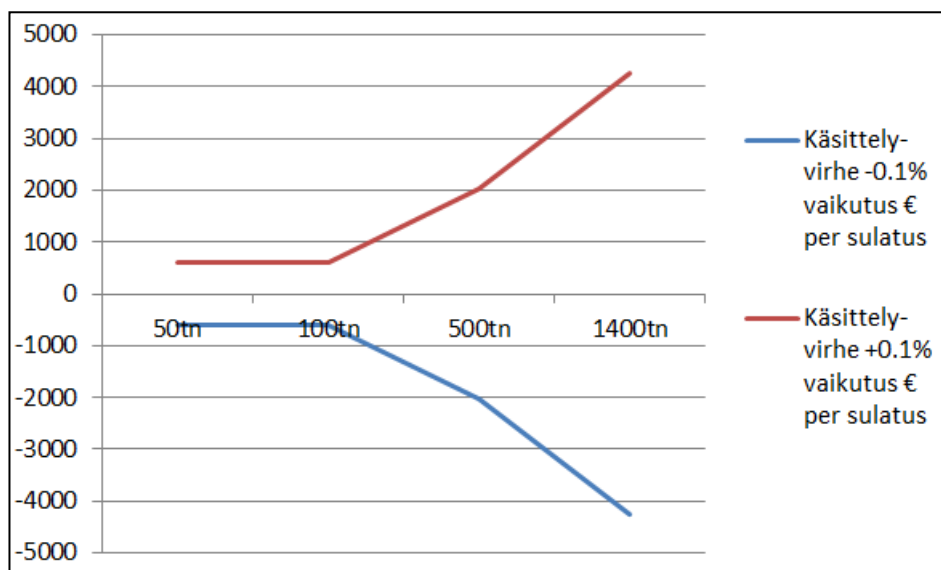
Kuva 24 Kaavio virheen vaikutuksesta 1 näytesulatus (1-50tn)

Outokummun laatukäsikirjassa on ohjeistettu sulatusnäytteiden määrä toimituserään verrattuna. Sulatuksia tehdään 1-4 kpl:tta toimituserän 1-1400 tn:a vastaan. Mikäli päivän hinnasta neuvotellaan esim. nikkelistä 10 %:n alennus ja toimitus erän suuruuden oletettu nikkelpitoisuus on 8,0 %:a vaikuttaisi se kuvan 25 mukaisesti, jos käsittelyssä tapahtuisi +/- 0,1 %:n virhe.



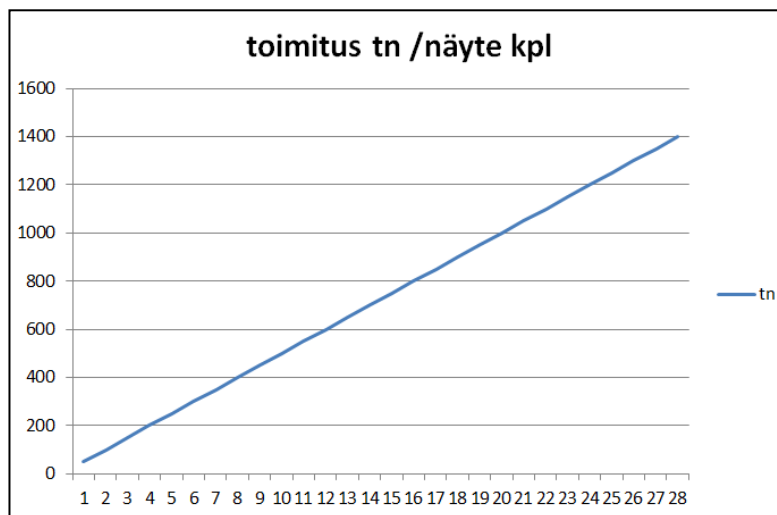
Kuva 25 Käsittelyvirheen vaikutus

Kun samaa asiaa käsitellään sulatusnäytteiden määrään verrattuna, voidaan yhden näytteen sulatuksen vaikutusta analyysin keskiarvoon esittää kuvan 26 kuvaajien avulla. Kuvan 26 mukaan yhden sulatusnäytteen vaikutus alkaa kasvaa vasta, kun toimituserän koko on yli 100 tn:a.



Kuva 26 Sulatusnäytemäärä vs. näytteen 0,1 % virhe

Mikäli yhden raaka-ainesulatusnäytteen vaikutus haluttaisiin pitää samalla tasolla kuin se on nykyisin sataan tonniin asti, pitäisi näytteitä ottaa yksi lisää, jokaista 50:tä raaka-ainetonna kohti. Tämä tarkoittaisi, että raaka-aine erän ollessa 1400 tn:a, näytteitä pitäisi sulattaa 28 kpl:tta nykyiseen neljään verrattuna ja raaka-ainenäytteitä tulisi nykyisen kahdeksan kilon sijasta 56 kiloa. Vuoden 2013 romutoimituksiin nämä isot erät koskisivat lähinnä laivatoimituksia. Mikäli näytesulatuksia olisi tehty kuvan 27 kuvaajan mukaisesti, olisi sulatuksia tehty nykyisen laivatoimitusten n. 50 näytesulatuksen sijasta yli 300. Tämä tarkoittaisi työmääränä isoille toimituksille yhden työpäivän sijasta seitsemää työpäivää. Näytemääränä tämä tarkoittaisi vuotuisen määrän kaksinkertaistumista vuoden 2013 toimitusmäärillä. Näytteenotto on kuitenkin ohjeistettu, että lastin purun yhteydessä näytteitä kerätään pienissä erissä, joten toimitettujen näytteiden oletetaan edustavan erää hyvin.



Kuva 27 Yhden näytteen edustaessa 50 tn:a raaka-ainetta

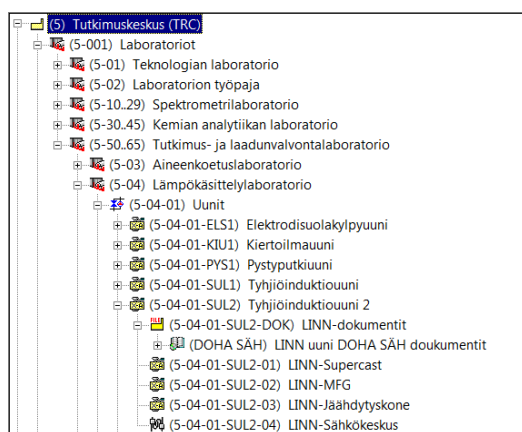
5.8 Prosessin käynnissäpidon hallinta

Uusien koneiden hankinta oli perusteltua, kun vanha laitteisto alkoi olla jo elinkaarensa loppupäässä. Vanhaan uuniin oli vaikea saada varaosia, eikä koneella ollut myöskään laitetoimittajan tukea tai huoltoa saatavilla.

Yhtiöllä oli hankittu vuonna 2008 uusi kone/laitteisto, joka oli ollut varastoituna viisi vuotta. Hankinta oli siis erittäin poikkeuksellinen prosessi ja osin teknisesti epäilyttävä; kuinka laitteisto on säilyttänyt toimintakykynsä varastoituna. Laitteisto purettiin pake-teista keväällä 2013 ja osoittautui, että toimittajan alihankkija oli vakuumpakannut kaikki laitteet. Laitteiston ympärillä vakuumpaketeissa oli myös suuria kosteuksia ime-viä tyynyjä. Kuukausia jälkeenpäin voitiin arvioida, että varastointi oli onnistunut täy-dellisesti, koneissa ei käytössä havaittu vikoja, jotka olisivat johtuneet varastoinnista.

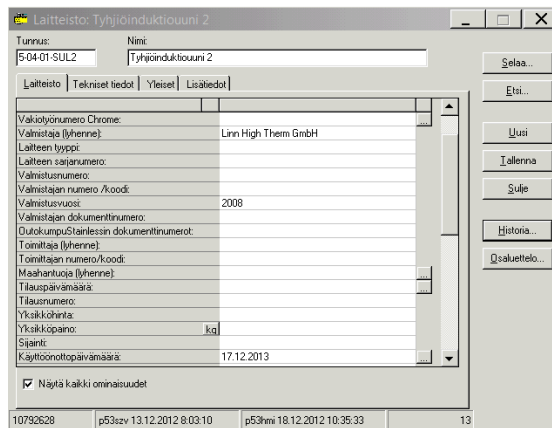
5.8.1 Kuti-järjestelmä

Kunnossapidollisesti laitteisto muodostuu neljästä yksiköstä Tyhjiöinduktiouunin 2 alla (Kuva 28). Koneen laitteisto perustettiin kunnossapidon tietojärjestelmään (KUTI) pro-jektin alkuvaiheessa joulukuussa 2012, koska koneisiin kohdistuvat tilaukset voitiin näin tehdä Kuti-järjestelmän kautta.



Kuva 28 Linn laitteisto Kuti-järjestelmässä (Outokumpu Tornio Works, Kuti-järjestelmä, Hakupäivä 22.1.2014)

Kuti-järjestelmään syötettiin myös laitteen perustiedot ja dokumentit (Kuva 28). Laitteiston ominaisuusosioon on mahdollista laittaa koneista yksityiskohtaisia tietoja (Kuva 29), mutta se mahdollistaa myös koneen kohdistamisen tietyille kustannuspaikalle ja projektille. Tästä saavutettavat hyödyt ovat, että Kutin kautta tehdyt huolto- tai varaosatilaukset kohdistuvat aina oikeille kustannuspaikoille. Kustannusten seuranta on näin helppoa jälkikäteen SAP-järjestelmästä, johon Kutista on yhteys.



Kuva 29 Kutin ominaisuudet (Outokumpu Tornio Works, Kuti-järjestelmä, Hakupäivä 22.1.2014)

Kunnossapidollisesti tärkeää on löytää materiaalit ja dokumentit helposti. Laitteiston dokumentit ovat Kutin kautta avattavissa Outokummun Doha-järjestelmästä, joka on mekaanisten ja sähköisten dokumenttien hallintaa varten. Doha-järjestelmästä kuvia voidaan katsella myös CAD-muodossa. Tarvittaessa toistuvat tai määräaikaishuollot voidaan ennalta syöttää Kuti-järjestelmää. Kuti-järjestelmä ilmoittaa vastuuhenkilölle, kun ohjelmoitu työ on ajankohtainen.

5.8.2 Huollon tarve raaka-aineiden käsittelyssä

Raaka-aineiden käsittelyssä tutkimuslaboratoriossa on vähän huollon tarvetta. Hehkutushäviössä käytettävien lämpölevyjen ja hydraulipuristimien huollon tarvetta voidaan kontrolloida seuraamalla laitteiden toimintaa. Uutena laitteistona Linn-uuni on tekninen laite, jossa huollon tarvetta tulee esiintymään ja käytönaikaista puhdistusta ja tarkistusta on tehtävä.

5.8.3 Linn-uunin käynnissäpito

Linn-uunille on olemassa käyttöohjekirja toimittajalta, jossa on määritelty seuraavia asioita: päivittäiset käytön aikaiset tarkistukset, määräajoin tehtävät tarkistukset ja laitteen oikea käyttö. Nämä edellä mainitut asiat ovat koneen käyttäjästä riippuvia asioita, joilla voidaan vaikuttaa koneen käyttövarmuuteen ja vikaantumisväliin. Käyttäjäkoulutuksella ja koneeseen perehtymisellä voidaan näin vaikuttaa koneen käynnissäpitoon.

5.8.4 Linn-uunin määräaikaistarkistukset

Uudelle uunille määriteltiin määräaikaistarkistuksia, jotka voidaan ajastaa Kuti-järjestelmään. Määräaikaistarkistuksilla arvioidaan huollon ja vakuumiöljynvaihdon tarvetta. Koneella ei ole automaattista käytönseurantaa, jolla voitaisiin tarkasti tietää koneen käyttötunnit. Seuranta perustetaan tässä tapauksessa manuaaliseen kirjanpitoon, jossa näytemäärällä voidaan verrata koneen käytön määrää. Kuti-järjestelmään on luotu ajastettu ennakkohuolto, joka ilmoittaa huollolle puolenvuoden välein huollon ajankohdan olevan käsillä (Kuva 30).

Kuva 30 Ajastettu määräaikaishuolto (Outokumpu Tornio Works, Kuti-järjestelmä, Hakupäivä 22.1.2014)

5.9 Prosessin kapasiteetti

Tuotantokykyä kuvaava mittari on kapasiteetti, jolla ilmoitetaan aikayksikön enimmäis-suorituskyky. Todellinen nettokapasiteetti voi olla huomattavasti pienempi kuin teoreettinen maksimikapasiteetti. Kapasiteettia vähentäviä tekijöitä ovat erilaiset häiriöt, kone-rikot, huoltotyöt, henkilöstön sairaudet, vialliset tuotteet ja materiaalipulat. Nettokapasiteetti voi usein olla 50–90 %:a teoreettisesta maksimikapasiteetista. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 399)

Raaka-aineiden käsittelyssä tutkimuslaboratoriossa kapasiteettia rajoittavana tekijänä on hehkutushäviölaitteiston ohella myös ainoastaan yhdessä vuorossa työskentely. Kuvan 22 kuvaajan aika-akselista voidaan laskea, että yhdessä vuorossa voidaan paistaa kaksi neljän näytteen erää. Kapasiteetilaskennassa käytetään lähtötietona 8 kpl:tta / vuoro (Taulukko 17). Taulukon 17 mukaan yhden vuoron malli rajoittaa kapasiteetin maksimissaan kahdeksan hehkutushäviön tekemiseen. Käytännössä voidaan arvioida, että muut työvaiheet briketointi, laskutoimitukset ja punnitukset vievät aikaa seuraavasti.

Taulukko 17 Hehkutushäviön mitattu kapasiteetti

	1päivä	viikko	kk	vuosi
1.vuoro	8	40	160	1920
2.vuoro	16	80	320	3840
3.vuoro	24	120	480	5760
5.vuoro	24	168	672	8064

Briketointi noin 15 min/näyte, laskutoimitukset ja punnitukset yhteensä 7,5 min/näyte, sekä näytteiden leikkaus 7,5 min/näyte. Lisäksi sulatus vie arviolta noin 15 min/ näyte.

Konevalmistaja on ohjeistanut, että viiden aivan peräkkäisen sulatuksen jälkeen on koneen annettava jäähtyä noin 30 minuuttia. Koneen maksimikapasiteetti on siis viisi sulatusta 105 minuuttia kohden (Taulukko 18).

Taulukko 18 Sulatuksen teoreettinen maksimikapasiteetti

	kpl	min
1.vuoro	5	105
1.vuoro	10	210
1.vuoro	15	315
1.vuoro	20	420
2.vuoro	25	525
2.vuoro	30	630
2.vuoro	35	735
2.vuoro	40	840
2.vuoro	45	945
3.vuoro	50	1050
3.vuoro	55	1155
3.vuoro	60	1260
3.vuoro	65	1365
	70	1470

Taulukossa 18 on esitetty teoreettinen maksimisulatuskapasiteetti Linn-uunille. Teoreettisella maksimikapasiteetilla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että mikään muu resurssi tai syy ei rajoita laitteen käyttöä.

Laskettaessa raaka-ainenäytteiden teoreettista maksimisulatuskapasiteettia (taulukko 19) käytetään vuorolle laskennallisesti enintään kahtakymmentä sulatusta. Laskennassa käytetään kuukaudelle neljää viikkoa, joten 5-vuorossa työskenneltäessä maksimi työpäivien määrä olisi $7 \text{ vrk} \times 4 \text{ vk} \times 12 \text{ kk} = 336 \text{ vrk}$. Tämä määrä mahdollistaisi reilusti koneen huollot ja puhdistukset, koneenhan ei oleteta laskennassa rikkoutuvan tai minkään resurssin puuttuvan.

Taulukko 19 Teoreettinen maksimisulatuskapasiteetti (sulatus/kpl)

	1päivä	viikko	kk	vuosi
1.vuoro	20	100	400	4800
2.vuoro	40	200	800	9600
3.vuoro	60	300	1200	14400
5.vuoro	60	420	1680	20160

Mikäli konetta käytettäisiin taulukon 19 mukaisesti, kasvaisi koneen käyttötunnit huomattavasti ja koneen vakuumiöljyn huollon tarve muuttuisi vuotuisesti taulukossa 20 esitellyn kaltaisesti. Vakuumiöljynvaihtoväli on 500 käyttötuntia, joten yhden vuoron maksimaalisella käytöllä öljyt tulisi vaihtaa noin neljä kertaa vuodessa.

Taulukko 20 Linn-uunin käyttötunnit taulukon 19 sulatusmäärille

	1päivä	viikko	kk	vuosi
1.vuoro	8	40	160	1920
2.vuoro	16	80	320	3840
3.vuoro	24	120	480	5760
5.vuoro	24	168	672	8064

Vastaavasti taulukon 20 mukaan kahdessa vuorossa öljynvaihtoja tulisi seitsemän kertaa vuodessa ja kolmessa vuorossa 11 kertaa vuodessa. Tämän hetkinen raaka-aineiden sulatusmäärä on noin 400 sulatusta vuodessa, perustuen vuoden 2013 määriin. Tehtäessä vertailutaulukkoa käytetään määränä laskennan helpottamiseksi 408 sulatusta vuodessa (Taulukko 21).

Taulukko 21 Nykyinen sulatusmäärä jaettuna tasaisesti

	1päivä	viikko	kk	vuosi
kpl	1,7	8,5	34	408

Laskettaessa todellisia käyttötunteja lisätään koneen vaatima alkulämmitys käyttötunteihin.

Taulukko 22 Nykyiset Käyttötunnit sulatus 15min, 4sulatusta + alkulämmitys 20-30min (90min 4 sulatusta)

	1päivä	viikko	kk	vuosi
h	2,55	12,75	51	612

Nykyisten sulatusmäärien mukaan saadaan kappaleeseen 5.9.2 määrääaikaishuollot, aikaväli vakuumiöljynvaihdolle, eli noin vuosi. Laskettaessa koneen kapasiteettia voidaan laskea nykyisestä 408 sulatuksesta teoreettiseen maksimikapasiteettilukuun 20160 sulatusta, että koneen teoreettisesta maksimikapasiteetista käytetään tällä hetkellä noin 2 %:a.

Verrattaessa kapasiteettien pullonkauloja, laitetaan taulukot rinnakkain. Hehkutushäviö muodostuu raaka-aineiden käsittelyssä tutkimuslaboratoriossa laitteiden osalta pullonkaulaksi (Taulukko 23).

Taulukko 23 Sulatuskapasiteetti (vihreä pohja) vs. hehkutushäviökapasiteetti (punainen pohja)

	1päivä	viikko	kk	vuosi		1päivä	viikko	kk	vuosi
1.vuoro	20	100	400	4800	1.vuoro	8	40	160	1920
2.vuoro	40	200	800	9600	2.vuoro	16	80	320	3840
3.vuoro	60	300	1200	14400	3.vuoro	24	120	480	5760
5.vuoro	60	420	1680	20160	5.vuoro	24	168	672	8064

Laskettaessa taulukkojen välinen suhde, saadaan $20/8 = 2,5$. Tästä voidaan päätellä, että mikäli hehkutushäviön tehokkuutta haluttaisiin nostaa sulatuskapasiteetin tasolle, olisi nykyisen 4 hehkuspaikan lisäksi oltava 6 hehkuspaikkaa eli $2,5 \times 4 = 10$. Toinen vaihtoehto olisi hehkusajan lyhentäminen noin neljästä tunnista 240 minuuttiin. kaksi ja puoli kertaa lyhyemmäksi eli noin 96 minuuttiin. Tarkastelemalla kappaleen 5.6.2 kuvan 22 kuvaajaa nähdään, että nykyisten lämmityslevyjen teho on niin pieni, että suurin hehkuslämpötila on 311 °C pinnalla ja 406 °C pohjalla mikä saavutetaan vasta noin 90 minuutin kohdalla. Aikaisemmin tehdyssä tutkimuksessa vertailtiin ajan ja lämpötilan vaikutusta hehkutushäviöön. 1000 gramman lasturomun maksimaalinen hehkutushäviö prosentti saavutettiin 350 °C asteella kolmessa tunnissa ja 400 °C asteella kahdessa tunnissa. (Tuomaala, 2006, 36) Tästä voidaan päätellä, että tehokkaalla lämmittämisellä ja hehkutuksen jälkeen jäähtäyksellä voitaisiin hehkusaikaa lyhentää huomattavasti ja kapasiteettia samalla nostaa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyö tehtiin hankkeistettuna todelliseen ympäristöön. Opinnäytetyön tekijällä oli mahdollisuus parantaa esimiehenä toimimisen edellytyksiä paneutuessaan prosessiin syvällisesti. Tuloksena tehtiin välittömiä parannuksia, koska ne oli mahdollista toteuttaa johtuen opinnäytetyön tekijän roolista tutkimuslaboratoriossa.

Tärkeänä tuloksena syntyi selkeä kuva terässluton raaka-ainenäyteprosessista, joka kulkee tutkimuslaboratorion kautta. Opinnäytetyön aikana näytteen saapumisen seuranta ohjeistettiin ja parannettiin.

Työssä onnistuttiin saamaan selville prosessin pullonkaulat ja jatkokehityskohteena ehdotetaan hehkutushäviön lisätutkimista. Tulisi tutkia tapahtuuko hehkutus tarpeeksi tehokkaasti ja laadukkaasti. Saatavilla on tehokkaita ja edullisia hehkutuslaitteita.

Opinnäytetyön aikana onnistuttiin niin ikään viemään läpi muutos resurssien laajentamisessa, joka oli osa tärkeää tuotannon varmistamista ja muutosjohtamista. Näin onnistuttiin saamaan prosessiin uusi asiantuntija.

Käyttönottotarkastukset vietiin myös läpi opinnäytetyön aikana ja onnistuttiin todentamaan uusien laitteiden suorituskyky vertailemalla. Opinnäytetyössä luotiin myös enakkohuollon ajastukset perustuen kapasiteetilaskentaan.

7 POHDINTA

Ongelmallista tässä opinnäytetyössä oli aiheen moniulotteisuus. Aiheeseen liittyi ihmiset, johtaminen, prosessin hallinta, laatu, metallurgia, raaka-aineet, organisaatiot, kunnossapito, kapasiteetti, analyysit, laatukäsikirjat, uusi teknologia ja tehdyt aikaisemmat tutkimukset. Jotain varmaan unohtui listasta. Moniulotteisuus loi ongelman saada opinnäytetyöstä johdonmukainen ja luonnollisesti etenevä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää terässulaton raaka-ainenäytteiden prosessin hallintaa tutkimuslaboratoriossa. Aihe tuki hyvin teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelmaa. Opinnäytetyössä paneuduttiin johtamiseen, muutosjohtamiseen ja esimiestyöhön, jotka kirjallisuuden ja kokemuksen kautta syvensivät tekijän tietämystä aiheesta. Opinnäytetyössä paneuduttiin myös prosessiin ja prosessin muuttamiseen sekä samalla oli tilaisuus viedä muutoksia prosessiin käytännössä ja havaita kuinka muutosta todellisuudessa otetaan vastaan.

Uuden teknologian eli laitteiston päivittäminen oli projektimuotoisena helpointa johdettavaa johtuen aikaisemmasta kokemuksesta eli kokemus tuo varmuutta. Todellisuudessaakin muutosvastarintaa esiintyy ja sen läpivieminen asiantuntija-organisaatiossa tuntuu toisinaan samalta kuin ison laivan kääntäminen isossa aallokossa. Onnistuminen toisaalta vastaavasti tuntuu verrannollisesti yhtä hyvältä kuin muutoksen vaikeuden suuruus.

LÄHTEET

- Arvopaperi, Markus Salin. www-sivut. Hakupäivä 8.1.2014.
<<http://www.arvopaperi.fi/uutisarkisto/osakesijoittaja+ala+unohda+raakaaineriskia/a962892>>
- Eteläpelto, Anneli & Tynjälä, Päivi 1999. Oppiminen ja asiantuntijuus. Porvoo: WSOY.
- Haverinen, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko 2005. Teollisuustalous. 5. Tampere: Infacs Johtamistekniikka Oy.
- Helsingin sanomat. Alkuaineet. Argon. www-sivut. Hakupäivä 8.1.2014.
<<http://www2.hs.fi/extrat/teemasivut/tiedeluonto/alkuaineet/18.html>>
- Elo Ismo. Induktio. Hakupäivä 8.1.2014.
<<http://materiaalit.internetix.fi/fi/opintojaksot/5luonnontieteet/fysiikka/fysiikka7/induktio>>
- Lanning, Harri. Organisaation muutoksen toteuttaminen, Report no: 166/1996/Teta, Helsinki University of Technology.
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Induktiokuumennus. Hakupäivä 30.9.2013
<<https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/.../induktiokuumennus.pdf>>
- Lecklin, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5., uudistettu painos. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Linn 2008. Käännösdokumentti: Viimeisimmät uudelleensulatustekniikat induktiokuumennuksella tyhjiössä/suojakaasussa.
- Linn. WWW-sivut. Hakupäivä 21.11.2013
<<http://www.linn-high-therm.de/id-8.html>>
- Mattila, Pekka 2007. Johdettu muutos. Keuruu: Talentum.
- Meskanen, Seija & Toivonen, Pentti. Metallurgian perusteita. Hakupäivä 12.1.2014
<http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/vtp_sulatus_metallurgia.pdf>
- Oulun yliopisto. Ilmiömallinnus prosessimetallurgiassa. Syksy 2013. Teema 9 - Luennot 3 & 4. Hakupäivä 12.1.2014
<<cc oulu.fi/~kamahei/y/education/477412S/IMPM-13-09-04.ppt>>
- Outokumpu Tornio Works a. Metallikurssit. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 26.11.2013
- Outokumpu Tornio Works b. Nilimaa, Hannu. Hehkutushäviön mittaust. 17.12.2013
- Outokumpu Tornio Works 2013a. Lasturaaka-aineen valmistus. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 5.11.2013
- Outokumpu Tornio Works 2013b. Raaka-ainespesifikaatiot. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 4.11.2013.
- Outokumpu Tornio Works 2013c. Näytteenotto lastumaisista materiaaleista. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 4.11.2013.
- Outokumpu Tornio Works 2013d. Näytteenotto seos- ja tarveaineista. Sisäinen Intranet Hakupäivä 4.11.2013.
- Outokumpu Tornio Works 2013e. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 28.10.2013.
<<http://onet.outokumpu.com/fi/Work/Content/EMEA/Sivut/TRC/Tutkimuskeskus---OsaTornion-integroitu-tehdasta.>>
- Outokumpu Tornio Works 2013f. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 3.11.2013.
<http://www.outokumpu.com/SiteCollectionImages/Sustainability/Material_flow_in_the_Kemi-Tornio_area.png>
- Outokumpu Tornio Works 2013g. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 28.10.2013
< <http://www.outokumpu.com/fi/yritys/Sivut/default.aspx>>

- Outokumpu Tornio Works 2014. OSTo Quality Handbook. Outokumpu Intranet, Hakupäivä 28.1.2014
- OutokumpuTornio Works. Kuti-järjestelmä. Hakupäivä 22.1.2014
- Outokumpu Tornio Works. Lims –järjestelmä. Hakupäivä 4.11.2013
- Pelin, Risto 2009. Projektihallinnan käsikirja. 6., uudistettu painos. Jyväskylä: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.
- Petäjäjärvi, Marko. Tutkimusinsinööri. Outokumpu Tornio Works. Haastattelu 10.1.2014
- SFS - EN 12879, 2000. Characterization of sludges. Determination of the loss on ignition of dry mass. Helsinki. SFS.
- Sipilä, Jorma 1996. Asiantuntija ja johtaja. 2. Porvoo: WSOY.
- Sippola, Antti 2004. Tuotantolaitteiden kvalifiointi ja prosessin validointi GMP-tuotantoa varten. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta.
- Stainless Coil EMEA 2013. Sisäinen Intranet. Hakupäivä 28.10.2013.
<<http://onet.outokumpu.com/fi/Work/Content/Sivut/EMEA/Stainless-Coil-EMEA>>
- Sydänmaanlakka, Pentti 2004. Älykäs johtajuus. Helsinki: Talentum.
- Sydänmaanlakka, Pentti 2003. Älykäs organisatio. 6. Helsinki: Talentum.
- Tuomaala, Laila 2006. Lasturomun hehkutushäviön määrittäminen. Insinööriyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Oulu.
- Tuominen, Kari 1998. Muutoksenhallinnan mestari. Helsinki: Laatu keskus.
- Työterveyslaitoksen www-sivut. Kemikaalikortit. Kupari. Hakupäivä. 12.1.2014
<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/khtml/nfin0240.html>
- Viitala, Riitta 2002. Henkilöstöjohtaminen. 2., tarkennettu painos. Helsinki: Edita.
- Uusi Outokumpu. Hakupäivä 28.10.2013.
<<http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/This-is-Outokumpu-Brochure-FI.pdf>>
- Vallo, Kimmo 2013. Outokumpu Tornio Works. Sulaton kustannuksista. Sisäinen Intranet Hakupäivä 4.11.2013

LIITTEET

- Liite 1 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja
Liite 2 Toimitus- ja kirjausohje: Terässulaton raaka-ainenäytteet



Pöytäkirja
06.09.2013

KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS		
Koneen/laitteen nimi MF Induction Centrifugal Vacuum casting Machine Lifumat-Super-Special (up to max, 3.5 kg Fe) Serial number: AZ 004084 and 30 kW MF-inverter	Sijainti Uunihuone	Osasto TRC
1. Koneessa olevat merkinnät	Kunnossa	
1.1 CE-merkki	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.2 Konekilpitiedot		
-tyyppi ja -valmistajatiedot	<input checked="" type="checkbox"/>	
-teho, liitäntätiedot (jännite, paine yms.)	<input checked="" type="checkbox"/>	
-turvallisuuden kannalta tarpeelliset tiedot (max. paine, pyörimisnopeudet yms.)	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.3 Pyörimissuunnan merkit	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.4 Merkkivalojen painikkeiden yms. merkintä	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Koneen mukana toimitettavat asiakirjat		
2.1 Käyttö- ja kunnossapito-ohjeet (työohjeet)	<input checked="" type="checkbox"/>	
2.2 Vaatimuksenmukaisuusvakuutus	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Vaarojen tunnistaminen ja riskin suuruuden arviointi		
3.1 Normaali käyttötilanne	<input checked="" type="checkbox"/>	
3.2 Työtason vakainlaitteisto	<input checked="" type="checkbox"/>	
3.3 Poikkeustilanteet, häiriötilanteet	<input checked="" type="checkbox"/>	
3.4 Ennakoitavissa oleva väärin käyttö	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Koneen ulkoinen rakenne		
4.1 Pyörivien, liikkuvien osien suojaus	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.2 Etäisyydet vaarakohtiin	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.3 Työ- ja huoltotasot yms.	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.4 Kuumien pintojen suojaus	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. Suojukset ja turvalaitteet		
5.1 Vaara-alueen eristävät turva-aidat (testaus)	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.2 Koneen toimintaan kytketyt suojuukset (testaus)	<input checked="" type="checkbox"/>
5.3 Valokennot, valoverhot (testaus)	<input checked="" type="checkbox"/>
5.4 Tuntomatot, tuntopuskurit (testaus)	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Hallintajärjestelmä	
6.1 Energiasyötön erotus (turvakytkimet, sulkuventtiilit yms.),testaus	<input checked="" type="checkbox"/>
6.2 Käynnistys ja pysäytys	<input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Hätäpysäytys, kohdentuminen, testaus eri tilanteissa	<input checked="" type="checkbox"/>
6.4 Valintakytkimien testaus (käsiajo, automaatti, asetusajo yms.)	<input checked="" type="checkbox"/>
6.5 Häiriötoimintojen testaus	<input checked="" type="checkbox"/>
6.6 Ohjelmoinnin, käsiajon yms. tilanteiden aikaiset turvallisuustoimet	<input checked="" type="checkbox"/>
6.7 Ohjausjärjestelmän luotettavuus	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Koneen aiheuttamat päästöt	
7.1 Melu, pöly, kaasu	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Käyttö- ja ympäristöolosuhteet	
8.1 Varmistettava koneen sopivuus käyttö ja ympäristöolosuhteisiin	<input checked="" type="checkbox"/>
9. Muut	
Onko raja-arvot käyttäjille selvillä	<input checked="" type="checkbox"/>
Onko käyttäjät/kunnossapitäjät saaneet riittävän opastuksen	<input checked="" type="checkbox"/>
Kuuluuko laite tyyppitarkastettaviin koneisiin ja onko tyyppitarkastukset tehty	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Muutoksen hallintaohjelma implementointi	
<input checked="" type="checkbox"/>	
Torniossa:	06.09.2013
Tarkastuksen suorittivat:	Heikki Isometsä, Hans Billhofer, Laura Iisakka ja Aki Hiitola

Käyttöönottotarkastuksessa havaitut puutteet:

Puutteet	Sovitut toimenpiteet	Vastuhenkilö	Tehty
1.1 CE-Merkki/CE-plate	Toimittaja toimittaa/Manufacturer deliver later noin 10 days about	Hans Billhofer	Saapui 16.9.2013 Kiinnitetty 16.9.2013
1.2 Konekilpi / Machine plate	Toimittaja toimittaa/Manufacturer deliver later noin 10 days about	Hans Billhofer	Saapui 16.9.2013 Kiinnitetty 16.9.2013
1.4 Paneelin salasana(Panel password)	Toimittaja toimittaa/Manufacturer deliver later noin 10 days about	Hans Billhofer	Kunnossa 11.9.2013

Liite 1 3 (3)

1.4 Paneelin salasana(Panel password)	Toimittaja toimittaa/Manufacturer deliver later noin 10 days about	Hans Billhofer	Kunnossa 11.9.2013
2.1 Käyttö- ja kunnossapito-ohjeet (työohjeet) Käyttö- ja kunnossapito-ohjeet toimitettu suomen kielellä 2008, ne ovat hukassa. Englanninkieliset on. / Finish manuals missing	Tehdään työohje, Hans tarkistaa saako kääntäjältä/ Manufacturer check translator	Aki Hiitola Laura lisakka	Käyttöohje 09.10.2013 Huolto-ohje Englannin kielinen manuaali 11.9.2013
3.1-3.4 Riskin arviointi	Tehdään riskinarviointi	Aki Hiitola	Hyväksytty 3.10.2013
4.3 Työ huoltotasot yms	Pyrometritangon tuenta / Pyrometer vibration	Arto Huhtala	Kunnossa 11.9.2013
4.4 Kuumien pintojen suojaus / Hot surface and marking/information	Hankitaan lisäsuojaa kuumille valoksille, merkitään/informoidaan kuumasta kohteesta.	Heikki Isometsä / Operaattori	Kunnossa ja kehitetään edelleen 14.11.2013
7. Melu / Noice 7. Savukaasut/ Exhaust	Mittaus/Measuring	Heikki Isometsä	tilattu 14.11.2013 Mitattu 22.11.2013 13.12.2013 Raportti 28-2013
7. Sähkömagneettinen säteily / Elektromagneticradiation	Mittaus/Measuring	Sakari Junttila	Mitattu 2.10.2013 TTL Lausunto AR12-2013-238027 23.10.2013
9. Muut	Koulutukset	Hans Billhofer	Käyttökoulutus 5.9.2013 Huoltokoulutus 6.9.2013
10.Muutoksenhallintaohje	Tarvitaan ohje	Heikki Isometsä	Hyväksytty 17.12.2013

Tehtyjen toimenpiteiden jälkeen:

Torniossa:	Valmis 17.12.2013
Nimi:	
Nimen selvennys:	Heikki Isometsä

Jakelu:

Jakelu: Heikki Isometsa, Marcus Lahtinen, Sami Kokkonen
[Linkki lähetetty jakeluun](#)

Tutkimus- ja laadunvalvontalaboratorio**Toimitus- ja kirjausohje:****Terässulaton****Raaka-ainenäytteet****LIMS****OVI 906 TRC**

Uusi näytteen toimitus-/kirjauspaikka

- Vain muutaman metrin päässä vanhasta paikasta



Uusi näytteen toimitus-/kirjauspaikka

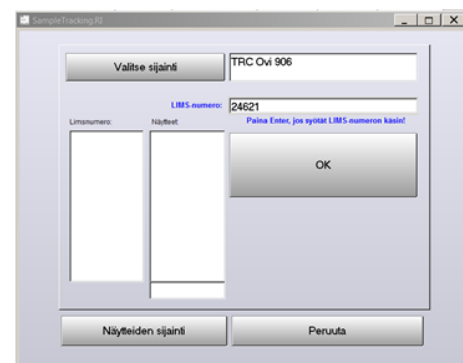
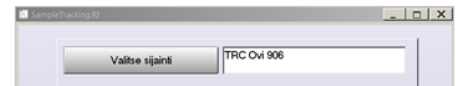
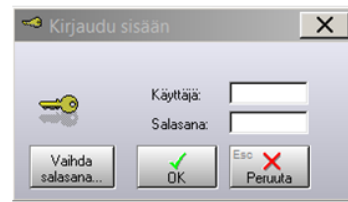
- LIMS-PC



Liite 2 3 (3)

OHJE

1. [Kirjaantuminen Lims-järjestelmään](#)
2. [Valitse -> seuranta](#)
3. [Valitse -> OVI 906 TRC](#)
4. [Käytä näytepussin viivakoodi lukijan alla](#)
5. Kun [näyte on luettu ilmestyy -> Lims-numero](#)



OHJE

1. [Kirjaantuminen Lims-järjestelmään](#)
2. [Valitse -> seuranta](#)
3. [Valitse -> OVI 906 TRC](#)
4. [Käytä näytepussin viivakoodi lukijan alla](#)
5. Kun [näyte on luettu ilmestyy tunnus Lims-numero](#)
6. [Paina Enter näppäimistöstä -> ilmestyy Limsnumero: ja näytteet](#)
7. [Paina OK hiirellä](#)
8. [Toista kohdat 2-6 jos on useampi näytepussi](#)
9. [Jätä kirjattu/kirjatut näytepussit ruskeaan astiaan](#)
10. [Kirjaannu ulos LIMS-järjestelmästä](#)

