

**Sami Sarpola**

**KUUMANAUHAVALSSAAMON SISÄVARASTOINNIN KE-  
HITTÄMINEN**

**Opinnäytetyö  
Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2011**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Ylivieskan yksikkö	<b>Aika</b> Toukokuu 2011	<b>Tekijä/tekijät</b> Sami Sarpola
<b>Koulutusohjelma</b> Kone- ja tuotantotekniikka		
<b>Työn nimi</b> Kuumanauhavalssaamon sisävarastoinnin kehittäminen		
<b>Työn ohjaaja</b> Lehtori Heikki Salmela		<b>Sivumäärä</b> 42+10
<b>Työelämäohjaaja</b> Tuotantoteknikko Veli-Pekka Jortama		
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Rautaruukin Raahan terästehtaan kuumanauhavalssaamolle. Työ tuli aiheelliseksi, koska kuumanauhavalssaamon suorakarkaistavien kelojen tuotanto tulee tulevaisuudessa kasvamaan huomattavasti. Työn tavoitteena oli tutkia nauhavalssauslinjan nykytilanne sekä etsiä suorakarkaistavien kelojen varastointiin kehitysehdotuksia, joita Rautaruukki voi lähteä tulevaisuudessa tutkimaan. Työ rajattiin kuumanauhavalssaamon puolella sijaitsevien sisävarastojen kehittämiseen. Kehitysehdotuksissa otettiin erityisesti huomioon työturvallisuusasiat.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään kuumanauhavalssaamon toimintaa, nauhavalssaamon varastoinnin nykytilannetta sekä tulevaa näyttöteollisuutta. Tutkimuksen teoreettista osaa kirjoittaessa kerättiin tietoa myös analyysiosioon, haastatteleamalla Rautaruukin toimihenkilöiltä. Kehitysehdotuksia mietin enimmäkseen itse, mutta etsin tietoa myös kirjallisuudesta ja Internetistä. Layout-kuvien avulla suunniteltiin mahdollisia kehitysehdotuksia sisävarastointiin.</p> <p>Kehitysehdotukset tehtiin teoriaosuuden tietojen perusteella. Kehitysehdotuksien avulla oli tarkoitus löytää paras ja selkein varastointitapa suorakarkaistuille keloille. Kehitysehdotukset käytiin läpi tuotantoteknikko Veli-Pekka Jortaman, kehitysinsinööri Maarit Sippalan ja tuotantopäällikkö Harri Kaiston kanssa. Kehitysehdotuksista valittiin parhaimmat ehdotukset, joita tarkastellaan työssä tarkemmin. Erittäin tärkeää oli myös saada sijoitettua suorakarkaistut kelat turvallisesti sisävarastoihin.</p> <p>Opinnäytetyössä löydettiin nopeita ja vähemmän nopeita ratkaisuja, joita Rautaruukki tulee ottamaan käyttöön tulevaisuudessa. Nopeiden kehitysehdotuksien avulla on mahdollista tehdä heti tarpeellisia muutoksia sisävarastointiin.</p>		
<b>Asiasanat</b> Rautaruukki, nauhavalssauslinja, suorakarkaistu kela, työturvallisuus, varastointi, sisävarasto, materiaalivirta, kehitysehdotukset		

## ABSTRACT

<b>Unit</b> Central Ostrobothnia University of Applied Sciences	<b>Date</b> 2011	<b>Author</b> Sami Sarpola
<b>Degree programme</b> Mechanical and Production Engineering		
<b>Name of thesis</b> Storage improvement of hot-rolled steels		
<b>Instructor</b> Lecturer Heikki Salmela		<b>Pages</b> 42+10
<b>Supervisor</b> Produktionsingenjör Veli-Pekka Jortama		
<p>This thesis has been commissioned to Rautaruukki Oyj's hot rolling mill at Raahen Steel Works. The work was motivated by the future increase of hot rolling mill's carburization coil production. Work's object was to investigate current situation of hot rolling line and to find improvement suggestions for the storage of carburization coils. Work was scoped to examine hot rolling mill's inside storage. Focus was to find improvement proposals which could be realized in the near future. Especially the safety concerns had to be kept in mind.</p> <p>First, hot rolling mill's process, coil's storage and new sampling equipment were investigated. At this point information was collected for the analysis section. While information was gathered, interviews of Rautaruukki's employees were also carried. Then the suggestions for improvement proposals were made based on the findings. Suggestions were illustrated by the layout images for inside storage.</p> <p>The improvement proposals were made based on the results from theory work. Focus on improvement proposals was to find most straightforward and suitable solutions for storage of carburization coils. The proposals were considered together with production technician Veli-Pekka Jortama, development engineer Maarit Sipilä and production manager Harri Kaisto. Then the most suitable solutions were selected for more detailed estimation. Storing carburization coils safely in inside stores was given high priority.</p> <p>Based on the work, rapid and less rapid solutions were found. These solutions can be introduced in the future to obtain bigger inside storage and better work safety. Based on the demonstrated solutions it is possible to do necessary actions to inside storage.</p>		
<b>Key words</b> Rautaruukki, hot rolling line, carburization coil, work safety, warehousing, inside warehouse, logistic, improvement proposal		

## **ESIPUHE**

Tämä insinöörityö on tehty Rautaruukki oyj:n Raahen terästehtaalla, nauhavalssausosastolle. Työssä etsittiin kehitysehdotuksia sisävarastoinnin kehittämiseen. Kiitän Rautaruukkia mielenkiintoisesta ja haastavasta aiheesta.

Haluan kiittää opinnäytetyöni valvojaa Heikki Salmelaa avusta ja ohjauksesta työn aikana, sekä kaikkia työtäni auttaneita Rautaruukin Raahen terästehtaan työntekijöitä. Erityisesti tuotantoteknikko Veli-Pekka Jortamaa, tuotantopäällikkö Harri Kaistoa ja työnjohtaja Paavo Koppista.

Pyhäjoella 12.5.2011

Sami Sarpola

SISÄLLYS	
TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ	
ABSTRACT	
ESIPUHE	
1 JOHDANTO	1
2 RAUTARUUKKI OYJ	4
2.1 Raahen terästehtas	5
2.2 Nauhavalssausprosessi	6
2.3 Suorakarkaistu kela	7
2.3.1 Teräslaadun kuvaus	8
2.3.2 Ominaisuudet ja koostumus	8
2.3 Työturvallisuus Rautaruukilla	11
3 TUOTANNONOHJAUS	13
3.1 Valssausjakson muodostaminen	13
3.2 Materiaalivirta	15
3.3 Toimitus asiakkaalle	17
4 NAUHAVALSSAAMON VARASTOINNIN NYKYTILA	18
4.1 Kelojen ohjaus varastoon	18
4.2 Varastopaikan määräytyminen	19
4.3 Kelavarastointi	20
4.4 Varastoalueet	20
4.5 Suorakarkaistujen kelojen varastointi	22
4.6 Kelankunnostus/näytteenotto	23
4.7 Kelavaraston layout	25
5 UUSI NÄYTTEENOTTOLAITTEISTO	27
6 KEHITYSEHDOTUKSET	29
6.1 Kehitysehdotuksien etsiminen	29
6.1.1 Valittuja kehitysehdotuksia	30
6.1.2 Varastointiin liittyvät ehdotukset	31
6.1.3 Muut ehdotukset	31
6.1.4 Hylätyt ehdotukset	32
6.2 Tuotannonohjaus	33
6.3 Sisävarasto	34
6.4 Kelakehdot	34
7 TULOKSET JA JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	36
8 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	41
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Insinöörityön teettäjänä toimii Rautaruukki Oyj. Työ tehdään ja suunnitellaan käytettäväksi Raahan terästehtaan kuumanauhavalssauslinjalla. Tarve insinöörityön teettämiseen syntyi, kun kuumanauhavalssaamon suorakarkaistujen kelojen tuotanto tulee tulevaisuudessa kasvamaan. Kehitystyön lähtökohtana on suunnitella suorakarkaistuille keloille sujuva ja turvallinen varastointitapa. Suunnitelmassa otetaan huomioon kelojen varastointi sekä uusi näytteenottolaitteisto. Työturvallisuus täytyy ottaa huomioon kaikissa suunnitelmissa.

Materiaalivirta hajoaa kelakuljettimelta kahteen osaan, toinen puolisko keloista varastoidaan ulkovarastoon ja toinen sisävarastoon. Ulos varastoitavia keloja kutsutaan open warehouse -keloiksi. Tuotannosta hieman yli puolet vuosittaisin tuotettavista keloista varastoidaan suoraan ulos. Nämä ulos varastoitavat kelat lähtevät suoraan Raahan terästehtaalta asiakkaille tai Rautaruukin sisäiseen jatkojalostukseen. Sisälle jäävät kelat menevät Raahan terästehtaan omaan jatkoprosessointiin. Sisälle varastoitavia keloja kutsutaan warehouse-keloiksi.

Nauhavalssausprosessin sisävarasto on kiinteä osa linjastoa, johon kelat sijoitetaan valssauksen jälkeen jäähtymään oikeaan lämpötilaan jatkoprosessointia varten. Varastoinnin aikana keloille ei tehdä mitään tuottavaa muutosta. Varastossa ollessaan kelalle tapahtuu ainoastaan lämpötilan laskua. Sisävarastoalueet on tällä hetkellä jaettu kelankunnostuspaikan, viimeistelyvalssauksen ja leikattujen kelatuotelinjastojen meneviin tuoteryhmiin.

Työn tavoitteena on etsiä Rautaruukin Raahan terästehtaan nauhavalssaamon suorakarkaistavien kelojen varastointiin kehitysehdotuksia. Kehitysehdotuksien etsimisen avulla Rautaruukin pitäisi olla helpompi lähteä tekemään jatkotutkimuksia kyseiseen ongelmaan.

Työn tarkoituksena on tehdä erilaisia kehitysehdotuksia nauhavalssauslinjan suorakarkaistujen kelojen varastointiin. Tulevaisuudessa suorakarkaistujen kelojen tuotanto tulee kasvamaan, jolloin varastoinnin kehittämiseen tulee kiinnittää huomiota. Varastointitilaa on rajoitetusti, joten eri ratkaisumahdollisuuksia on hyvä huomioida ennen näiden kelojen tuotannon kasvua. Kehitysehdotuksista poimitaan parhaat vaihtoehdot, joihin perehdytään työssä tarkemmin. Kehitysehdotusten tarkastelussa otetaan huomioon työturvallisuus, materiaalivirta, kustannukset ja mahdollisimman vähäinen kelojen siirtely.

Työn tarkoituksena on löytää paras ja selkein varastointitapa suorakarkaistuille keiloille. Kehitysehdotuksia tarkastelemme tuotantoteknikko Veli-Pekka Jortaman, kehitysinsinööri Maarit Sippalan ja tuotantopäällikkö Harri Kaiston kanssa. Kehitysehdotuksista tullaan valitsemaan tärkeimmät ja parhaimmat ehdotukset, joita tarkastellaan työssä lähemmin. Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa kehitysehdotuksia ja valmista tietoa Rautaruukille, jota he voivat lähteä tutkimaan tarkemmin. Opinnäytetyö antaa heille valmista tutkimustietoa eri varastointi ratkaisuista. Näiden tutkimustietojen avulla he pystyvät etsimään ratkaisuja kyseiseen ongelmaan.

Työssä on hyvä selventää millaisia suorakarkaistut kelat ovat ja kuinka tärkeää on ottaa huomioon työturvallisuus suorakarkaistuja keloja käsiteltäessä. Tuotannonohjeistuksessa kerrotaan terästehtaan tuotantoprosessista ja materiaalivirran kulusta nauhavalssaamalla. Seuraavaksi kartoitettiin nauhavalssaamon nykytila, jossa on perehdytty tarkemmin varastointiin. Nykytilassa on kerrottu myös tämänhetkisestä kelankunnostuspaikasta ja seuraavassa kappaleessa kerrotaan uuden näyttteenotto-laitteiston toiminnasta.

Työ on rajattu koskemaan ainoastaan nauhavalssauslinjan varastointia. Työssä tarkastellaan lähemmin suorakarkaistavien kelojen varastointiin liittyviä kehitysehdotuksia. Leikattujen kelatuotteiden-osaston (LKT) varastot eivät kuulu työssä tutkittavaan

kokonaisuuteen, mutta myös kyseiselle osastolle ollaan tekemässä samanlaista tutkimusta.



## 2 RAUTARUUKKI OYJ

Rautaruukki Oyj on pörssiyhtiö, joka perustettiin vuonna 1960. Rautaruukki Oyj:n liikevaihto oli 2,4 miljardia euroa vuonna 2010 LIITE 1. Rautaruukin toimialana on teräksen valmistus ja jatkojalostus. Päätuotteita ovat niukkaseosteiset kuumavalssatut, kylmävalssatut ja pinnoitetut teräslevyt, leikatut terästuotteet, teräsputket sekä niistä valmistetut jatkojalosteet. Liiketoimintaan kuuluu myös teräs- ja metallituotteiden palvelukeskustoimintaa. Rautaruukki valmistaa konepajateollisuuteen ja rakentamiseen erikoistuneille asiakkaille metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä ja kokonaisratkaisuja. (Rautaruukki Oyj 2011a.)

Rautaruukin palveluksessa työskentelee tällä hetkellä noin 11 286 työntekijää 27 eri maassa. Kuumavalssaustuotanto on keskittynyt Raaheen ja kylmävalssaustuotanto sijaitsee Hämeenlinnassa. Rautaruukilla on myös toimintaa Pohjoismaissa, Baltian maissa, Venäjällä ja Ukrainassa sekä itäisessä Keski-Euroopassa. (Rautaruukki Oyj 2011a.)

Rautaruukki valmistaa asiakkailleen tilausten perusteella terästä ja jatkojalostaa sitä sekä oman konsernin tarpeisiin että suoraan asiakkaille. Rautaruukki kehittää, valmistaa ja markkinoi korkealaatuisia terästuotteita ja niihin liittyviä palveluja. Sen oma jatkojalostustoiminta käyttää yli puolet vuosittaisesta terästuotannosta. Konsernin toiminta perustuu tehokkaaseen tuotantoon, jatkuvaan tuotekehitykseen ja asiantuntevaan asiakaspalveluun sekä ennen kaikkea luotettavaan toimitukseen. Tällä toiminnallaan Rautaruukki on noussut yhdeksi Euroopan johtavista teräksenvalmistajista. Asiakkaita Rautaruukilla on ympäri maailmaa, mutta vahvin asema on Pohjoismaissa ja Itä-Euroopassa. Kasvun painopisteet ovat kehittyvillä markkinoilla. (Rautaruukki Oyj 2011a.)

## 2.1 Raahen terästehdas

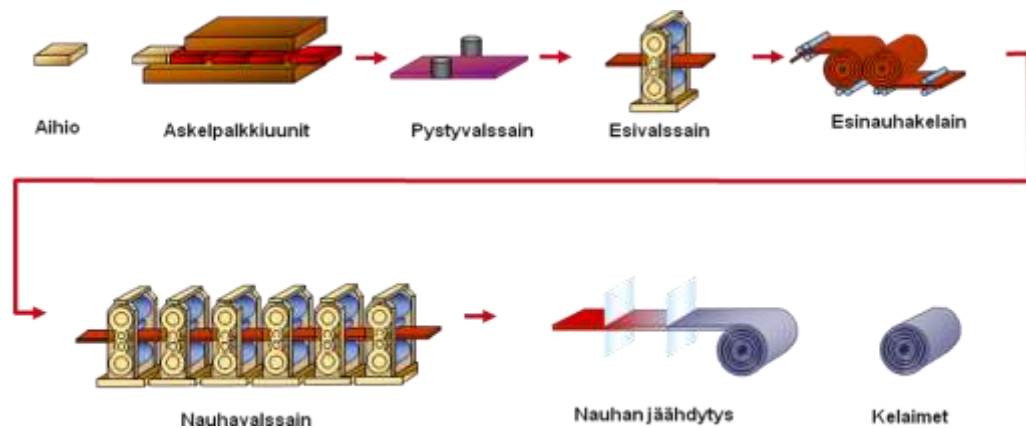
Raahen terästehdas on Pohjoismaiden suurin, jonka tuotannossa työskentelee 2 800 henkilöä. Terästehdas on kuulunut toimitusvarmuudeltaan Euroopan parhaiden terästehtaiden joukkoon, perustamisestaan asti. Toimitusvarmuus on perustunut tuotannon suunnitteluun, valmistuksen hallintaan ja suunnitelmalliseen kuljetuksen organisointiin. Rautaruukki menestyy markkinoilla varmojen, nopeiden ja joustavien toimitusten sekä korkean laadun ansiosta. Menestystekijöitä ovat myös asiakaslähettäisyys, vahva ammattitaito, kustannustehokkuus ja ympäristöystävällisyys. (Rautaruukki Oyj 2011a.)

Rautaruukin strategian mukaan Raahen terästehdas on erikoistunut valmistamaan erikoislujia teräslaatuja asiakkaiden vaativiin tarpeisiin. Terästehtaasta saatavia tuotteita ovat kuumavalssatut levyt, kelat, rainat ja nauhalevyt sekä erilaisia esikäsiteltyjä tuotteita. Esikäsiteltyjä tuotteita ovat kuumavalssatusta levystä valmistetut asennusvalmiit osat telakoiden ja konepajojen käyttöön. Uusimpana kelalaatuna on tuoterperheeseen tullut erikoislujia kuumavalssattu suorakarkaistu kela, jota alettiin tuottaa vuonna 2006. (Rautaruukki Oyj 2011a.)

Erikoislujat laadut on otettu tuotantoon nykypäivänä asiakkaiden vaatiessa yhä lujempia teräslaatuja, jotka mahdollistavat pienemmillä ainevahvuuksilla suurempia lujuusarvoja. Aikaisemmin Rautaruukki on käyttänyt esikäsiteltyjen tuotteiden karkaisuun alihankintaa, mutta nyt tuote karkaistetaan suoraan linjalla. Suorakarkaistulla laadulla on hyvät markkinat tällä hetkellä, koska Euroopan muut teräksentuottajat eivät pysty vielä tuottamaan tätä kelalaatua suoraan valssauslinjalla. Tämä kelalaatu aiheuttaa linjalla erikoistoimenpiteitä ja muutoksia niin turvallisuuden kuin kelojen käsittelynkin osalta. (Jortama 2010.)

## 2.2 Nauhavalssausprosessi

Valssausprosessi alkaa terässulatolta tulleiden aihoiden kuumentamisella nauhavalssaamon kahdessa askelpalkkiuunissa 1220–1280 asteen lämpötilaan. Askelpalkkiuuneista tulleet aihiot valssataan esivalssaimella esinauhaksi viidestä seitsemään edestakaisella valssauspistolla. Esivalssattu 22–38 millimetrin paksuinen esinauha kelataan coilboxiin, mistä valssaaminen jatkuu nauhavalssaimeen. Nauhavalssain muodostuu kuudesta valssituolista. Tässä prosessissa esinauha saa lopullisen paksuuden, jonka paksuus on 1,4–20 millimetrin välillä. Viimeisen valssituolin jälkeen nauha kulkee rullaradalla vesiverho/U-putkijäähdytyksen läpi, jossa sen lämpötila lasketaan noin 600 asteeseen ja suorakarkaistuilla keloilla 50 asteeseen. Rullaradan päässä nauha kelataan nauhakelaksi, jonka maksimipaino on 30 tonnia. Kelan paino on suoraan verrannollinen aihion painoon, koska valssauksen aikana ei nauhasta poisteta kuin lyhyet päätypalat. Kelaimelta kelan matka jatkuu kelakuljettimelle, jossa kela sidotaan ja siihen merkitään yksilöllinen kelanumero. Kelakuljettimelta kela varastoidaan sisälle tai pihalle riippuen kelan reitistä. Nauhavalssausprosessia voit tarkastella KUVIOSTA 1. (Mustonen 2010.)



KUVIO 1. Nauhavalssausprosessi – Raahen terästehdas (mukaillen Mustonen 2010, 39)

### 2.3 Suorakarkaistu kela

Raahen terästehdas valmistaa kovaa Raex-kulutusterästä sekä lujaa Optim QC-rakenneterästä suorakarkaisu menetelmällä. Suorakarkaisu parantaa teräksen pinnanlaatua sekä mittatarkkuutta. Tämä menetelmä mahdollistaa ohuemat materiaalit sekä antaa uusia mahdollisuuksia suunnitteluun. Suorakarkaisu on nopea sekä joustava tuotantotapa optimaaliseen toimitukseen asiakkaille. Tämän menetelmän energiankäyttö on alhaisempaa, jonka myötä myös ympäristökuormitus on vähäisempää.

Suorakarkaisu prosessi tarkoittaa kuumavalssatun levyn tai nauhan jäädyttämistä noin 900 celsiuksesta noin 50 celsiukseen. Jäähdytykseen käytetään vettä, joka tulee välittömästi valssauksen jälkeen vesiverho/U-putkijäähdytyksen läpi. Nopean jäähdytyksen avulla teräkseen saadaan erittäin kova ja luja mikrorakenne, joka koostumuksen lisäksi vaikuttaa teräksen ominaisuuksiin. (Mustonen 2010.)

Raahen nauhavalssauslinjalla kelat valssataan, sidotaan ja paketoidaan kuljetusta varten. Suorakarkaistut asiakaskelat ovat ainoa kelalaatu, johon ei voida käyttää vanhoja tuotannonohjausmenetelmiä ja –paikkoja kelojen jousimaisen ominaisuuden takia. Lisäksi nauhavalssauslinjalla on tapahtumassa erilaisia muutoksia tulevaisuudessa, jotka täytyy ottaa huomioon varastointia kehitettäessä. Työturvallisuus on yksi tärkeimmistä huomioon otettavista asioista.

Tällä hetkellä suurin osa keloista toimitetaan valmiiksi leikattuina arkkeina. Leikkaus suoritetaan valssaamalla leikattujen kelatuotteiden-osastolla. Näiden leikattujen kelojen osalta logistiikka toimii valssaamalla hyvin. Kuitenkin paksuimmista 5-8 millimetrin keloista toimitetaan asiakkaan toivomuksesta suoraan keloina.

### 2.3.1 Teräslaadun kuvaus

Suorakarkaistut kelat ovat laadultaan ultralujaa terästä. Laadusta käytetään nimitystä Optim QC tai Raex. Ultralujiin laatuihin kuuluu Optim 900 QC, -960 QC, -1100 QC sekä Raex 500, -450 ja -400. Terästen numerotunnukset osoittavat kunkin teräksen myötölujuuden jonka yksikkönä on megapascal (Mpa). Erittäin lujan ominaisuutensa ansiosta teräsrakenteita voidaan keventää, koneiden ja laitteiden kantavuuksia parantaa sekä koneissa tarvittavaa energian kulutusta pienentää. (Rautaruukki Oyj 2011b.)

Optim QC:n lujan ominaisuuden lisäksi sillä on hyvä konepajakäsiteltävyys sekä kohtuullinen kulumiskestävyys. Optim QC –teräkset toimitetaan karkaistuina nauha-levyinä ja keloina. Mittatoleransseina paksuudessa, leveydessä ja pituudessa noudatetaan EN 10051 -standardia sekä tasomaisuudessa EN 10029 –standardia. (Rautaruukki Oyj 2011b.)

Raex-teräkset ovat erittäin kovaa ja lujan rakenneaineen omaavia teräksiä. Raex-teräs kestää hyvin hankaavaa kulutusta ja kovaa pintapainetta. Näiden ominaisuuksien ansiosta Raex-teräksen käyttö pidentää koneiden käyttöikää, ehkäisee rakennekomponenttien kulumista ja säästää kustannuksissa. Raex-teräksen mittatoleranssit luokitellaan samoihin standardeihin kuin Optim QC:n. (Rautaruukki Oyj 2011b.)

### 2.3.2 Ominaisuudet ja koostumus

Karkaistujen terästen rakenne on bainiittia ja martensiittia sisältävä yhdistelmä rakenne. Rakenteen keskimääräinen raekoko on yhden mikrometrin luokkaa. Kohtuullisten hiiliekvivalenttien ansiosta teräksien hitsattavuus on hyvää ja hitsaus voidaan suorittaa kaikilla tavanomaisilla menetelmillä. Terästen hitsauksessa on kui-

tenkin huomioitava kaikki ultralujiin teräsiin liittyvät hitsausohjeet. Hitsauksessa on otettava erityisesti huomioon kohtuullinen lämmöntuonti käyttöön ja hitsausaineiden oikea valinta. (Rautaruukki Oyj 2011b.)

Kovuudeltaan bainiittis-martensiittinen yhdistelmä rakenne teräkset ovat keskimäärin hieman yli 300 HBW. Kovuus on kaksinkertainen verrattuna S355-rakenneteräkseseen. Suuri kovuus ja murtolujuus parantavat teräslaadun kulumiskestävyyttä. Teräslaadun tarkat ominaisuudet sekä kemialliset koostumukset selviävät taulukoista 1–4. (Rautaruukki Oyj 2011b.)

TAULUKKO 1. Suorakarkaistun kelan kemialliset koostumukset (mukaillen Rautaruukki Oyj 2011b.)

Teräslaji	C	Si	Mn	P	S	P + S	Ti
Optim 900 QC	0,1	0,25	1,15	0,020	0,010	0,030	0,070
Optim 960 QC	0,11	0,25	1,2	0,020	0,010	0,030	0,070
Optim 1100 QC	0,15	0,3	1,25	0,020	0,010	0,030	0,070

Taulukosta 1 näkee Optim QC suorakarkaistavien kelojen kemialliset koostumukset. Kemiallisiin koostumuksiin voidaan käyttää myös: alumiinia (Al), niobia (Nb), vanadiinia (V), kromia (Cr), molybdeeniä (Mo), tai booria (B) yksin tai yhdistelminä.

TAULUKKO 2. Suorakarkaistun kelan mekaaniset ominaisuudet (mukaillen Rautaruukki Oyj 2011b.)

Teräslaji	Myötölujuus	Murtolujuus	Murtovenymä	Iskusitkeys <sup>3)</sup>	Iskusitkeys
	R <sub>p0,2</sub> MPa Vähintään	R <sub>m</sub> MPa Vähintään	A <sub>5</sub> % Vähintään	pitkittäin t °C	Charpy V J/cm <sup>2</sup> Vähintään
Optim 900 QC <sup>1)</sup>	900	950	8 <sup>4)</sup>	-40	34
Optim 960 QC <sup>1)</sup>	960	1000	7 <sup>4)</sup>	-40	34
Optim 1100 QC <sup>2)</sup>	1100	1250	6 <sup>5)</sup>	-40	34

- 1) Myötölujuus ja murtolujuus testataan pitkittäin valssaussuuntaan nähden, mutta taataan sekä pitkittäin että poikittain. Murtovenymä testataan pitkittäin valssaussuuntaan nähden.
- 2) Myötölujuus, murtolujuus ja murtovenymä testataan poikittain valssaussuuntaan nähden.
- 3) Iskusitkeys testataan standardin EN 10045.1 mukaisesti Charpy V -iskukokeella. Iskusitkeysarvo  $34 \text{ J/cm}^2$  vastaa arvoa 27 J testattaessa 10 x 10 mm yleiskoessai-voilla. Alle 6mm:n paksuisille tuotteille ei tehdä iskukoetta.
- 4) Murtovenymälle annetaan A80 -arvo 6 % alle 3 mm:n paksuuksille.
- 5) Murtovenymälle annetaan A80 -arvo 4 % alle 3mm:n paksuuksille.

Taulukosta 2 näet Optim QC laadun kelojen: myötölujuutta, murtolujuutta, murto-venymää ja iskusitkeyttä.

TAULUKKO 3. Suorakarkaistun kelan hiiliekvivalenttiarvot (mukaillen Rautaruukki Oyj 2011b.)

Teräslaji	CEV tyypillinen	CEV enintään
Optim 900 QC	0,51	0,56
Optim 960 QC	0,52	0,57
Optim 1100 QC	0,50	0,55

Taulukosta 2 näet suorakarkaistun kelan hiiliekvivalenttiarvoja (CEV). Hiiliekvivalenttiarvo (CEV) lasketaan seuraavasti:  $CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$ .

TAULUKKO 4. Suorakarkaistujen levyjen ja kelojen mittatoleranssit (mukaillen Rautaruukki Oyj 2011b.)

Teräslaji	Paksuus mm	Leveys mm	Pituus m
Optim 900 QC	2,5 - 8,0	1000 - 1650	2 - 12
Optim 960 QC	2,5 - 8,0	1000 - 1560	2 - 12
Optim 1100 QC	2,5 - 7,0	1000 - 1530	2 - 12

Taulukossa 4 kuvataan suorakarkaistujen kelojen ja -levyjen mittatoleransseja. Teräslajin enimmäisleveys riippuu levyn tai kelan paksuudesta.

## 2.3 Työturvallisuus Rautaruukilla

Työturvallisuusasiat ovat erittäin tärkeässä roolissa Rautaruukilla, kuten koko metalliteollisuudessa. Siksi työturvallisuus onkin osa Rautaruukin kaikkea toimintaa. Rautaruukkilaiset ovat sitoutuneet soveltamaan sekä kehittämään sellaisia johtamiskäytäntöjä, työskentely- ja toimintatapoja, mitkä vähentävät tapaturmariskiä sekä laskevat työperäisten tapaturmien ja sairauksien määrää. Rautaruukin tavoitteena onkin tapaturmaton ja turvallinen työympäristö. (Rautaruukki Oyj Hallitus 2010.)

Työturvallisuus kuuluu kaikkien Rautaruukkilaisten perusasenteisiin ja -tapoihin. Näiden avulla ylläpidetään ja edistetään Rautaruukkilaisten terveyttä ja työkykyä sekä ennaltaehkäistään työperäisiin sairauksiin ja tapaturmiin johtavat tilanteet. Lisäksi Rautaruukki huolehtii ammattitaidon ja motivaation säilymisestä. Työturvallisuus kuuluu osana laatu-, ympäristö- ja turvallisuusasiat kattavaa toimintajärjestelmää. (Rautaruukki Oyj Hallitus 2010.)

Työturvallisuus on jokapäiväistä toimintaympäristössä esiintyvien riskien tunnistamista, poistamista ja hallinnassa pitämistä sekä toimenpiteistä turvallisuuden jatkuvaan parantamiseen. Työturvallisuutta kehitetään yhteisillä, hyväksi todetuilla käytännöillä ja tavoitteilla sekä niiden mittaamisella. (Rautaruukki Oyj Hallitus 2010.)

Työturvallisuuden valvonta kuuluu kaikille, mutta erityisesti työnjohdolle, linjaorganisaatioille ja työturvallisuuden asiantuntijoille. Jokaisella Rautaruukkilaisella itsellään on vastuu omasta ja muiden turvallisuudesta omassa toimintaympäristössään (Rautaruukki Oyj Hallitus 2010). Tämän takia Rautaruukkilaiset pystyvät itse ilmoittamaan havaitsemistaan työturvallisuuden puutteista tai rikkeistä Rautaruukin sisäisessä verkossa.

Rautaruukki pyrkii toimimaan nolla tapaturma-ajattelun avulla. Rautaruukilla on käytössään tähän ajatteluun liittyen SARA-turvallisuusriskienhallintajärjestelmä, jonka



avulla pyritään edistämään työpaikkojen, työtehtävien ja työssä käytettävien koneiden työturvallisuutta. SARA-ohjelmalla voidaan laatia yhteisten työpaikkojen sekä muutostöiden ja suunnitelmien turvallisuustarkastelut.

Rautaruukin suojavaatteiden tarkoitus on suojata työntekijää työstä aiheutuville vaaroilta, joita ovat muun muassa: kuumuus, erilaiset roiskeet, kylmyys ja tuli, sekä parantaa työntekijän havaittavuutta. Suojavaatteet ja varusteet ovat valmistettu standardien ja työturvallisuuslain mukaisesti, joissa on huomioitu edellä mainitut työstä tai olosuhteista johtuvat vaaratekijät. Oikea suoja-asu oikeassa paikassa antaa kaikista parhaimman suojan. Melun takia on käytettävä riittävästi vaimentavia kuulosuojaimia työpaikan tai työhallin melutason mukaan. Suoja-asun lisäksi pakollisiin suojarusteisiin kuuluvat: kypärä, suojalasit, hanskat sekä turvajalkineet. Alla olevasta KUVIO 2 näet nauhavalssaamon suojaruustuksen.



KUVIO 2. Kuumanauhavalssaamolla vaadittava suojaruustus (mukaillen Kokko 2011.)

### 3 TUOTANNONOHJAUS

Raahen terästehtaan tuotantoprosessi on sulatolta eteenpäin täysin tilausohjautuvaa eli tuotanto tapahtuu vain asiakkaan tilaamien tuotteiden mukaisesti. Sulaton ja nauhavalssaamon tuotantosuunnittelu tekevät yhdessä tuotantosuunnitelman, jossa otetaan huomioon käytettävissä oleva kapasiteetti eri linjojen kesken. Tuotantosuunnitelmaan vaikuttaa: tilausten määrä, valmistustilanne, toimitusten eräko, toimitusajankohdat sekä linjojen huoltoseisokit. Tuotannonohjauksen tavoitteena on välttää turhien tuotteiden valmistus. Tarvittaessa valssausjaksoa täydennetään yleisimmillä asiakaslaaduilla. Tällä toimenpiteellä varmistetaan konekapasiteetin tehokkuus.

#### 3.1 Valssausjakson muodostaminen

Tuotannonsuunnittelussa valssausjaksoja suunnitellaan vuorokauden ympäri. Tuotannonsuunnittelija suunnittelee sulatukset, ohjelmoi aihiot ja tekee valssausjaksot. Suunnitelman tekemisessä tärkein kriteeri on asiakkaalle luvattu toimitusaika. Toimitusajasta määritellään valssauksen optimipäivä. Optimipäivän lisäksi ohjaukseen käytetään viikkosuunnitelmaa, jossa määritellään jatkojalostuslinjojen viikoittaiset tavoitemäärät. Lisäksi pitää ottaa huomioon millaisia aihoita ja kuinka paljon niitä voidaan sijoittaa kuhunkin jakson osaan. (Kaisto 2008; Luoto 2010.)

Yhden valssausjakson aikana pyritään valssaamaan toimituserä kokonaisuudessaan. Valssausjaksoja tulee olla valmiina vähintään kuuden tunnin panostusta vastaava määrä, joka vastaa aihiohallin sujuvan toiminnan. Aihiot pyritäänkin valssaamaan valssauspäivään nähden viimeistään kolmen vuorokauden sisällä. (Kaisto 2008; Luoto 2010.)

Samaa ahiopaksuutta ja uunilämpötilaa vaadittavia aihioita tulee laittaa mahdollisimman paljon peräkkäin samoihin uuneihin. Erityisesti 250 millimetriä paksut ahiot pitää kerätä ryppäiksi. Uuneihin ei saa sijoittaa yhtä aikaa 175 millimetriä ja 250 millimetriä paksuja aihioita. Lujia titaaniseosteisia ja suorakarkaistuja teräksiä pyritään valssaamaan vähintään 10 kappaleen erissä riittävän kuumennuksen varmistamiseksi. IF -terästen pitää olla erityisen tasalämpöisiä valssauksessa ja siksi ne suositellaan kuumennettaviksi erissä. (Luoto 2010, 34)

Yhden valssausjakson tavoitepituus on noin 70 kilometriä, mikä vastaa noin 120 kela. Jaksojen väleissä vaihdetaan työvalssit, joko kaikkiin tai vain osaan nauhavalssista. Esivalssiin ei vaihdeta valsseja jokaisen jakson jälkeen vaan valssilla ajetaan 10 jaksoa. Nauhavalssaamalla vaihdetaan valssit siten, että joka toinen jakso vaihdetaan kaikki ja joka toinen jakso vain kaksi viimeistä valssia. Jaksojen kesto ajallisesti on noin 7-10 tuntia. Työvalssien lämpenemisen takia jakson alkuun tarvitaan laadultaan vähintään neljä helposti valssattavaa kela. Näillä keloilla ehkäistään romujen syntymistä ja parannetaan toimintavarmuutta. (Kaisto 2008; Luoto 2010.)

Jaksossa olevien kelojen paksuuden ja lujuuden muutokset tulee olla jouhevia, jottei tuotanto joudu seisomaan. Kelain vaihtaa vaihdetta nopeammalta hitaammalle siirtyäessä yli 8,5 millimetrin paksuuden ja palaa takaisin hitaalta nopeammalle mentäessä alle 7,5 millimetrin paksuuden. Tämä nopeuden vaihto vie hieman aikaa. Suorakarkaistuilla vaihto hitaammalle kelaukselle tapahtuu mentäessä yli 4,5 millimetrin paksuuden ja vaihde palaa nopeammalle mentäessä alle 4 millimetrin paksuuden. (Kaisto 2008; Luoto 2010.)

Kohokuviolevyt sijoitetaan valssausjakson alkuun omana eränä, koska ne valmistetaan nauhavalssiin vaihdettavalla kuvioidulla valssilla. Kohokuviolevyihin kuuluvat katkaisukyynel, rihlakuvio ja kyynelkuvio. Yhtä kuviokelalaatua voi olla valssausjaksolla enintään 20 kappaletta. Erilaisia kuviokeloja voi olla maksimissaan 60 kappaletta jaksolla. Kuviokelojen laittamisesta valssausjaksolle sovitaan erikseen nauhavalssaamon vuorotyönjohtajan kanssa. (Kaisto 2008.)

Titaaniseosteisia teräksiä pitää lämmittää vähintään puolen tunnin ajan. Uunin lämpötila täytyy olla yli 1250 celsiusta. Myös suorakarkaistuille keloille pitää varmistaa riittävä uunilämpötila romuiksi menevien kelojen minimoimiseksi. Työvalsseja pyritään vaihtamaan näistä lämmityksistä johtuvista seisokeista tai valssausjakson vaihtuessa. (Kaisto 2008.)

Suorakarkaistuja keloja voidaan valssata kymmenen kappaletta peräkkäin. Suorakarkaistuja keloja suositellaan maksimissaan laittamaan yhdelle jaksolle 25 kappaletta. Yhteen valssausjaksoon voidaan kuitenkin sijoittaa kaksi kymmenen kappaletta pottia, jotka ovat leveämpi ja kapeampi. Näiden pottien väliin tulee suunnitella kahden tunnin valssaus jakso, jossa ei ole suorakarkaistua laatua. (Kaisto 2008.)

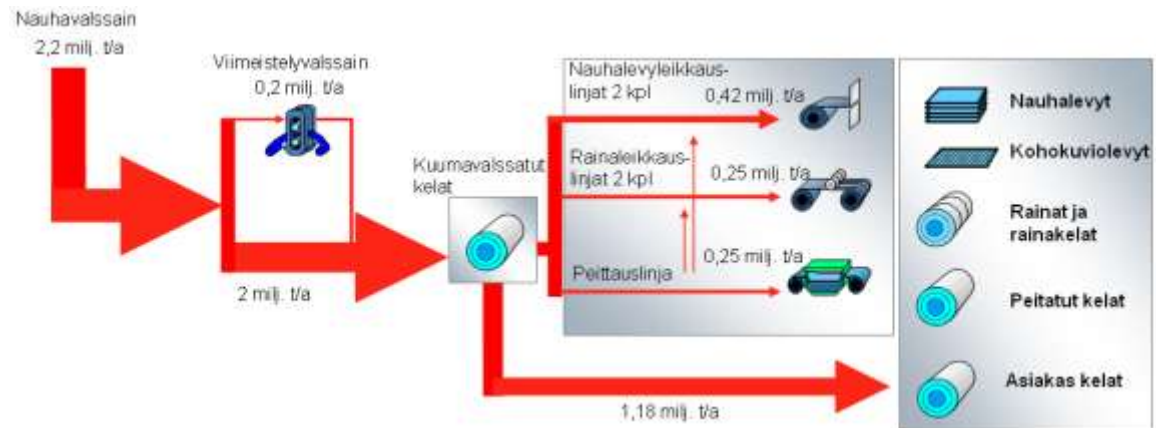
### **3.2 Materiaalivirta**

Aihio valssataan nauhavalssausprosessissa, kuten kohdassa 2.2 nauhavalssausprosessia on kuvattu. Rullaradan päässä nauha kelataan nauhakelaksi, jonka jälkeen valmis nauhakela menee kelakuljettimelle. Kelakuljettimella kela sidotaan ja merkataan automaation avulla. Kelakuljettimelta kela siirtyy joko ulkovarastoon tai sisävarastoon riippuen kelan reitistä. Valmiit asiakaskelat varastoidaan ulkovarastoon, johon kuuluvat kylmävalssaamolle ja putkitechaille suoraan menevät kelat, sekä asiakaskelat jotka eivät mene peittaukseen. Raahan terästehtaan tuotannosta noin puolet keloista menee suoraan ulkovarastoon.

Sisälle varastoitavat kelat menevät johonkin seuraavista prosessivaiheista nauhalevy-, rainalinjalle, peittaukseen, viimeistelyvalssaukseen tai kelankunnostukseen. Sisälle varastoitavia keloja kutsutaan warehouse-keleiksi ja ulos varastoitavia open warehouse -keleiksi. Sisävarastoon varastoitavat kuumanauhavalssatut kelat varas-

toidaan kelakuljettimen vieressä oleville varastopaikoille katso LIITE 5. Varastopaikoja sisävarastossa on käytössä kaikkiaan 293 kappaletta.

Sisävarastot ovat jaoteltu reiteittäin ja varastopaikoilla on omat numerokoodinsa. Kelat määräytyvät reittikoodien avulla omille varastopaikoilleen. 4613, 4614 ja 4615 varastopaikat ovat sidottuja LKT:n osaston reiteille (46, 52 ja 54). 4401, 4404 ja 4405 varastot ovat varattuja viimeistelyvalssaukseen meneville keloille, jonka reittikoodina toimii 44. 4710, 4711, 4712 ja 4714 varastot ovat kelankunnostukseen meneville keloille tarkoitettuja varastoja, jonka reittikoodina toimii 47. Tämän hetkisiä reittikoodeja voit tarkastella LIITE 6. Materiaalivirtaa voit tarkastella KUVIO 3.



KUVIO 3. Materiaalivirta (mukaillen Mustonen 2010, 40)

LKT:n puolelle menevät kelat nostetaan siltanosturilla siirtovaunun kyytiin, joka kuljettaa ne LKT:n puolelle. LKT:n puolella oleva siltanosturi nostaa kelan omaan varastopaikkaansa, josta kela jatkaa matkaa omaan prosessivaiheeseensa. Siltanosturi toimittaa kelat myös kelankunnostuspaikalle ja viimeistelyvalssaukseen. Ulos menevät kelat siirretään vastapainotrukeilla omille varastopaikoilleen.

Taulukko 5. Materiaalivirtojen ennätykset nauhavalssaamalla ja LKT:ssä tonnia/vuosi.

	t/a	vuosi
<b>Nauhavalssaamo</b>		
Valssattu aihioita	2 274 897	2002
Viimeistelyvalssattu	208 179	1999
Kelankunnostus/näytteenotto	190 000	2001
<b>LKT</b>		
Leikattu nauhalevyjä	250 377	2000
Raina 1	147 184	1994
Raina 2	152 910	2004
Peittäus	251 666	2003

Taulukosta 5 näet kuinka paljon missäkin tuotantoprosessissa on tehty tonneina keloja vuoden aikana.

### 3.3 Toimitus asiakkaalle

Asiakkaille toimitetaan kelat pääasiassa rautateitse ja laivakuljetuksina. Kotimaan asiakkaille ja putkitechaille keloja toimitetaan myös maanteitse. Pohjoismaihin meneviä keloja voidaan kuljettaa myös maanteitse. Pääosa nauhavalssatusta kelatuotannosta toimitetaan rautateitse Hämeenlinnan kylmävalssaamolle. Hämeenlinnaan lähtee päivittäin kaksi junalastia (aamu- ja iltajuna). Raahen terästehtaan kuljetuksia voi tarkastella LIITE 7.

Jokainen toimitus asiakkaalle on yksilöllinen. Kuormassa olevista tuotteista vastaa, joko kuljettaja tai asiakas riippuen kuljetussopimuksesta. Rautaruukki on antanut jokaiselle kuljetusmuodolle omat ohjeensa, mitä täytyy noudattaa. Suorakarkaistuille keloille on tarkemmat kuljetusohjeet. Tärkeintä kuljetuksissa on kelojen kiinnitys, jotta kela pysyy tukevasti kiinni eikä pääse purkautuman kuljetuksen aikana. Nykypäivänä kelojen kuljetuksessa on tärkeää huomioida myös kelojen laadulliset asiat.

## 4 NAUHAVALSSAAMON VARASTOINNIN NYKYTILA

Työn tarkoituksena oli aluksi selvittää nauhavalssaamon varastoinnin nykytilanne. Miten nauhavalssaamon tuotanto ja tuotannonohjaus toimii? Kuinka kelat ohjautuvat varastoon ja minne ne sieltä lähtevät? Millainen materiaalivirta keloilla on? Edellä oleviin kysymyksiin löytyy vastaus aiemmista kappaleista. Seuraavia kysymyksiä pohditaan lähemmin seuraavissa kappaleissa. Paljonko varastopaikkoja on tällä hetkellä käytössä? Millaisessa kunnossa varastot ovat? Millainen uuden näytteenotto-laitteiston toiminta on?

Työssä tarkastellaan nauhavalssaalinjan tulevaisuutta, kuinka kelat liikkuvat toimipisteeltä toiselle sekä voitaisiinko materiaalivirtoja nopeuttaa. Työturvallisuus on yksi tärkeimpiä huomioon otettavia asioita. Työturvallisuus asioita täytyy tarkastella erityisesti suorakarkaistuille keloille niiden jousimaisuuden ja pinnanlaadun takia. Kehitysehdotuksia lähdetään tarkastelemaan vasta kun nykytilanteen kartoitus on tehty.

### 4.1 Kelojen ohjaus varastoon

Kelaimen jälkeen kelat siirtyvät kelakuljettimelle, jossa ne odottavat siirtoa varastopaikkaansa. Kelakuljettimella sitomakone sitoo kelat ja merkkusrobotti merkitsee keloihin yksilöllisen kelanumeron sekä varastopaikan numeron. Jos keloissa ei havaita erityisiä poikkeamia, ohjeellinen varastopaikka tallentuu tietojärjestelmään ja ne siirretään linjatrukilla tai siltanosturilla varastopaikkaansa. Suoraan asiakkaille menevät kelat menevät ulko-varastoihin, jonne ne kuljetetaan linjatrukilla. Lähes puolet keloista menee suoraan ulko-varastopaikkoihin. Sisälle jäävät kelat menevät jonkin seuraavista prosessivaiheista nauhalevy-, rainalinjojen, peittauksen, viimeistelyvalssauksen tai kelankunnostukseen/näytteenottoon. Sisävarastotiloihin kelat siirretään siltanosturilla, jonka numerokoodi on 221. Varsinkin erikoislujat tuotteet pitää

varastoida sisätiloihin työturvallisuuden, korroosion ja pinnanlaadun takia. Suorakarkaistut kelat kuuluvat erikoisluihin tuotteisiin.

Keloja joudutaan ohjaamaan kelankunnostukseen, mikäli kela vaatii mekaanista kunnostusta, merkintöjen stanssausta, näytepalojen ottoa tai muusta tarkistukseen aiheutuvasta syystä. Kela voidaan ohjata joko heti valssauksen jälkeen tai tarvittaessa muistakin prosessipisteistä kelankunnostukseen. Kelojen kunnostus tehdään noin kolmen vuorokauden kuluttua valssauksesta, kunnes kela on jäähtynyt tarpeeksi työstettäväksi. Kunnostuksen jälkeen kelankunnostaja kuittaa päätteeltä kelalle tehdyn prosessin, josta hän saa uuden varastopaikan ja kelan painon. Siltanosturi nostaa kelan toimipisteeltä ”taskuun”, josta linjatrucki ajaa kelan varastopaikkaan katso LIITE 5.

Viimeistelyvalssaukseen kelat voivat joutua, jos ne eivät täytä asiakasvaatimusta. Tämä voi johtua kelan ulkomuodosta, mittatoleransseista tai tasomaisuudesta. Viimeistelyvalssaus voi olla joko ennalta suunniteltua tai prosessin aikainen kunnostustoimenpide. Viimeistelyvalssaus edellyttää keloilta vähintään kolmen vuorokauden jäähtymisen, jotta ne voidaan käsitellä.

#### **4.2 Varastopaikan määräytyminen**

Varastopaikka määräytyy keloille kolmella eri menetelmällä. Tuotannonsuunnittelija voi määrittää suoraan jaksossa oleville keloille haluamansa varastopaikan. Varastopaikan voi määrittää myös kelakuljettimen ohjaamossa toimivat henkilöt. Yleensä varastoja ei valita näillä vaihtoehdoilla, vaan varastopaikan valinta tapahtuu automaattisesti reittikohtaisen koodin perusteella.



Vuorotyönjohtajan vastuuseen kuuluu varastojen riittävyys ja valvonta. Työnjohtaja varmistaa varastopaikkojen riittävyyden seuraavan valssausjakson keloille aina etukäteen ja varmistaa näin keskeytymättömän tuotannon varastoinnin osalta.

Tietokonejärjestelmän avulla kelat sijoitetaan reittikoodin perusteella varastoon. Jokainen asiakaskela niin ulkomaille kuin kotimaahankin menevät tuotteet varastoidaan eri varastopaikkoihin. Jokaisella asiakasryhmälle on varattu oma varastoalue ulkoa, jota voidaan kuitenkin tarvittaessa muuttaa katso LIITE 4. Varastoalueiden koko vaihtelee toisistaan.

### **4.3 Kelavarastointi**

Raahen terästehtaan kelavarastot toimivat koko nauhavalssauslinjan tuotevarastona. Kelavarastot sijaitsevat tuotantoprosessin välittömässä läheisyydessä. Varastoja käytetään valssauslinjalta tulevien kelojen jäähdyttämiseen ja odotusvarastona ennen seuraavaa prosessivaihetta. Varastot toimivat myös puskureina, mikä varmistaa raaka-aineiden saatavuuden Rautaruukin jatkojalostustehtaille sekä turvaa oman leikkauslinjan tuotannon kunnossapitoseisokkien aikana. Sisävarastopaikkoja nauhavalssauslinjalla on tällä hetkellä 293 kappaletta.

### **4.4 Varastoalueet**

Raahen terästehtaan varastot koostuvat sisä- ja ulkovarastoalueista. Sisävaraston tilat ovat erittäin rajalliset. Sisälle varastoidaan ainoastaan terästehtaan omaan prosessivaiheeseen menevä materiaalia. Nämä prosessivaiheet ovat kelankunnostus, LKT ja viimeistelyvalssaus. Ulkovarastoon varastoidaan kylmävalssaamolle, putkitehtaille, peittaamattomat kelat ja kaikki suoraan asiakkaille menevät kelat. Ulos joudutaan varastoimaan myös keloja silloin, kun kaikki sisävarastopaikat ovat varattuja.

Sisävarastossa ainoastaan viimeistelyvalssaukseen meneviä keloja voidaan varastoida kahteen kerrokseen, mikäli tähän on tarvetta. Kaikki muut sisävarastossa olevat kelat varastoidaan yhteen kerrokseen.

Ulkovarastossa kelat varastoidaan yleisesti kahteen kerrokseen. Poikkeuksena ovat Wirsbon putkitekhtaalle menevät kelat ja suorakarkaistut kelat. Wirsbon kelat varastoidaan yhteen kerrokseen, koska ne menevät helposti soikeiksi. Kelojen kahteen kerrokseen pinoaminen aiheuttaa ongelmia lastaukseen. Keloja joudutaan siirtämään edestakaisin, mikäli kela on alimmassa kerroksessa.

Tilat sisävarastossa jakautuvat erikokoisiin ja -mallisiin varastopaikkoihin. Sisävarastoa voit tarkastella tarkemmin LIITE 3 Osa varastopaikoista sijaitsee kelakuljettimen vieressä ja loput eri jatkojalostuslinjojen läheisyydessä. Sisävarasto on lämmittämätön hallivarasto, jossa on betonilattia. Betonilattian päällä on paksuja aihioita, joiden tarkoituksen on pitää betonilattia paremmassa kunnossa.

Varastopaikka 4710 sisältää kelakehdot LIITE 3. Varastopaikat on eritelty rautapalkkien avulla ja varastopaikkoihin on käytetty numerokoodeja katso LIITE 5. Pääsääntöisesti sisätiloissa kelojen liikutteluun käytetään siltanostureita. Poikkeuksia ovat romukelojen vienti sulatolle sekä peittaukselta arkille siirrettävät kelat. Nämä kelat siirretään joko trukilla tai lavetilla.

Ulkovarasto koostuu vanhasta ja uudesta varastokentästä. Varastokentällä on kolme junaraidetta, joista läntisin erottaa toisistaan vanhan ja uuden varastokentän. Vanha kenttä sijaitsee valssaamon vieressä, kun taas uusi kenttä vanhan kentän länsipuolella LIITE 4. Valssaamon takana sijaitsee vara-alue keloille, jota käytetään varastopaikkojen ollessa täysiä. Trukkikäytävä on asfaltoitu, mutta varastointialue on kivimursketta. Kelat varastoidaan kivimurskeen päälle, koska asfaltti ei kestä valssauksesta tulevien kelojen kuumuutta. Varastopaikat on sijoitettu riveihin, joita on kaksi rinnakkain. Rivien välissä kulkee trukkiäyly ja varastojen päissä on topparit, jotka

estävät kelojen pyörimisen. Toppareihin on merkitty varastopaikkojen numerokoodit. Varastopaikkojen koko vaihtelee, mutta keskimäärin varastopaikkaan mahtuu seitsemäntoista kela.

Ulkovarastossa kelojen siirtelyyn käytetään kahta isoa vastapainotrukkia. Linjatrucki kuljettaa kelat kelakuljettimelta varastoon ja lastastrucki hoitaa kelojen lastauksen varastosta junavaunuihin sekä rekkojen kyytiin. Trukit pystyvät kuljettamaan kahta kela kerrallaan.

#### **4.5 Suorakarkaistujen kelojen varastointi**

Suorakarkaistujen kelojen varastoinnin ongelmana on sisävarastopaikkojen vähäisyys. Suorakarkaistut kelat on pakko varastoida sisällä oleviin varastopaikkoihin korroosion välttämiseksi, laadun ylläpitämiseksi sekä eritoten turvallisuuden varmistamiseksi.

Turvallisuus on yksi tärkeimmistä näkökannoista eri kehitysehdotuksia tehtäessä. Suorakarkaistu kela ei saa sekoittua muiden kelalaatujen kanssa. Sekaannus voi aiheuttaa asiakkaalle suuren vaaratilanteen, jos asiakas ei osaa varautua kelan jousimaiseen käyttäytymiseen. Tällä hetkellä kaikki kelalaadut varastoidaan sekaisin sisävarastopaikkoihin. Suorakarkaistut kelat pitäisi kuitenkin saada varastoitua sisälle kelakehtoihin turvallisuuden takia.

Työssä kartoitetaan sisällä olevat varastopaikat ja pyritään miettimään uusia kehitysehdotuksia varastointiin. Varastoalueen tulee olla turvallinen, joten sen olisi hyvä erottua muista varastoista ja kulkureiteistä. Varaston suunnittelussa täytyy ottaa huomioon myös nosturiliikenne ja arvioitava kaikki turvallisuusriskit, jotka voivat vaikuttaa paikan valintaan. Paikkavaihtoehtojen löytäminen tulee olemaan haasteellista, koska tilanpuute valssaamon sisävarastossa on suuri.

#### 4.6 Kelankunnostus/näytteenotto

Kelankunnostus ja -näytteenottoa kutsutaan myös ”putkana” ja varastointialuetta ”pidätysvarastona”. Pidätysvaraston paketointialueella suoritetaan kelojen kunnostusta sekä otetaan näytepaloja keloista. Alueella on tällä hetkellä kaksi pyörityspöytää, joissa suoritetaan myös kelojen kunnostusta. Toinen pöydistä on jyrsinkoneen päällä, jolla voidaan kunnostaa paksumpia keloja jyrsimällä romukierroksia pois. Toinen pyörityspöydistä on tarkoitettu ohuempien kelojen kunnostamiseen ja näytteenottamiseen. Tällä toisella pyörityspöydellä romukierrokset ja näytepalat katkaistaan polttoleikkaamalla.

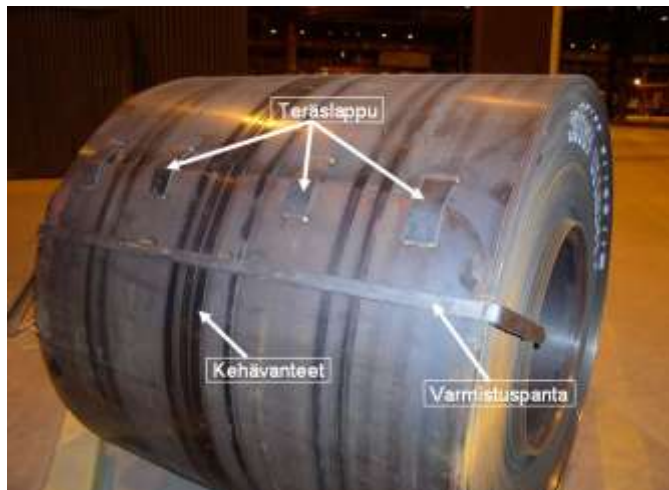
Kelojen sidonta tapahtuu ensimmäiseksi kehältä, jonka jälkeen lisätään silmävanteet. Kehävanteita tulee 1–6 ja silmävanteita 1–4 riippuen kelojen reitistä LIITE 6. Poikkeuksellisilla keloilla esiintyy työkuvakkeen lisäohjeena oikeat vannemäärät. Valmiisiin keloihin merkataan kelanumero kehälle ja silmään taululiidulla tai peittäuslinjalle mustalla tussilla. Rasvaliitumerkkaus on kielletty, koska kyseisestä liidusta jää jälki peittauksen jälkeen.

Tilauksesta hylätty kela, jolle ei ole löytynyt uutta tilausta, ohjataan tuotannosuunnittelun toimesta 'kunnostettavat kelat' -kuvakkeelle (SMC), jolloin kelalle suoritetaan vientikeloille kuuluva sidonta: 2 kehävannetta ja 4 silmävannetta, reitin ollessa 29. Suorakarkaistuihin keloihin merkataan pidätysvarastossa teksti, jonka näet KUVIO 4.



KUVIO 4. Varoitustarra suorakarkaistuille keloille (DANGER! COIL SPRINGS OPEN - VAARA! KELA AUKEAA JOUSIMAISESTI). (Kaisto 2009.)

Tällä hetkellä suorakarkaistujen kelojen sidonta ja hitsaus suoritetaan kelankunnostuspaikalla. Paikka ei ole sopiva tehtävään, koska työvaihe häiritsee kohtuuttomasti kelankunnostajan työtä. Kelankunnostaja ei voi olla työpisteessään samaan aikaan kun suorakarkaistuja keloja valmistetaan hitsaamalla maailmalle lähtöä varten KUVIO 5. Seisokit voivat aiheuttaa muiden asiakaskelojen toimitusten myöhästymisiä. Suorakarkaistujen kelojen sitomista ja hitsaamista ollaan tällä hetkellä kehittämässä, jotta tämä ongelma poistuisi.



KUVIO 5. Suorakarkaistu kela hitsattuna (mukaillen Kaisto 2009.)

#### 4.7 Kelavaraston layout

Layoutin kartoittamisen tarkoituksena oli tarkastella pitävätkö layoutissa merkityt varastopaikat paikkaansa. Layout-kuvat olivat vanhoja ja varastopaikkojen määrät eivät pitäneet paikkaansa, joten layout-kuvat täytyisi päivittää ajan tasalle. Layout kuvien avulla on helpompaa lähteä suunnittelemaan uusia kehitysehdotuksia varastointiin. Kehitysehdotuksien tekemisen jälkeen tehdään uusien ehdotuksien tuomien ideoiden pohjalta uudet layout-kuvat. Kyseiset kuvat eivät ole tarkkoja, mutta suuntaa antavia LIITE 9 ja LIITE 10.

Varaston kehitysehdotuksia tehtäessä on otettava huomioon ettei jonkin tietyn toimipisteen työt lisääntyisi olennaisesti tämän hetkisestä tilanteesta. Tuotteille pitäisi löytää sopivat alueet minne ne varastoitaisiin. Tavoitteena on myös ottaa huomioon kelojen siirrosta johtuva aika. Tilanteen tarkkailussa tullaan katsomaan myös onko nykyinen kelojen asiakaskohtainen varastointitapa kaikista paras ratkaisu varastointiin.

Huolellisen layout-suunnittelun avulla on mahdollista virtaviivaistaa merkittävästi tavaravirtojen kulkua. Virtaviivaistamisen onnistuessa se nopeuttaa tavaran liikkumista ja nopeuttaa tuotteiden kiertoaikoja. Layout-suunnittelussa on otettava huomioon erityisesti suorakarkaistujen tuotteiden varastointi ja tarvitaanko varastoalueelle millaiset kelakehdot turvallisuuden edistämiseksi.

Tulevaisuuden tarkastelun avulla huomataan myös mitkä reitit tulevaisuudessa tarvitsevat eniten varastopaikkoja. Näihin asioihin vaikuttaa tulevaisuudessa tapahtuvat muutokset, kuten esimerkiksi uuden näytteenottolaitteiston tulo nauhavalssaamolle LIITE 8.

Tällä hetkellä varastopaikat ovat asiakaskohtaisen tai seuraavan prosessivaiheen mukaan määriteltäviä. Vuoromestari pystyy kuitenkin varastopaikkoja vaihtamaan, mikäli joiltakin reitin keloilta varastointipaikat loppuvat. Sisävarastopaikkojen ollessa

täysiä, voidaan varastopaikkoja ottaa käyttöön tyhjillään olevista ulko-varastointipaikoista. Varastopaikkojen siirtely saattaa työllistää vuoromestaria. Mikäli sisävarastopaikat ovat kaikki täynnä tämä työllistää myös trukkikuljettajaa, koska hän joutuu kuljettamaan keloja edestakaisin ulos ja sisälle.

## 5 UUSI NÄYTTEENOTTOLAITTEISTO

Nauhavalssaamon kelankunnostus ja näytteenotto tapahtuu tällä hetkellä yhdellä jyrsinkoneella sekä polttoleikkaamalla. Näytteitä voidaan ottaa myös arkkileikkauslinjan romuleikkurilla ja viimeistelyvalssaimella, mikäli niiden kapasiteetti sen sallii. (Jortama 2011.)

Näytteidenottomäärät tulevat lisääntymään erikoistuotteiden myötä. Suorakarkaisuista keloista ei nykyisillä laitteilla pystytä ottamaan näytteitä, vaan mahdolliset näytepalat on pyydettävä asiakkailta. Tämä ei ole standardien mukaista toimintaa. (Jortama 2011.)

Näytemäärien kasvaessa näytteenotto ruuhkautuu pahoin, joka huonontaa toimitusvarmuutta. Yli kuusi millimetriä paksujen kelojen näytteenotto jyrsinkoneella on hidasta. Vuoron aikana näytteitä saadaan irrotettua vain noin viidestä kelasta. Arkki-leikkauslinjan giljotiini-tyyppistä leikkuria käyttäen näytteenoton teho olisi huomattavasti parempi, jopa 24 kelaa vuoron aikana. (Jortama 2011.)

Kelakunnostuspaikan toiminta tulee siirtymään nykyiseltä paikaltaan kelakuljettimen läheisyyteen LIITE 8. Tämän ansiosta nosturilla tapahtuvat siirrot lyhenevät ja varastotilaa saadaan lisää nykyisestä pidätysvaraston paikasta. Uuteen pidätysvarastoon rakennetaan lisäpaikka kelan hitsaamista varten. Tämä uusi hitsauspaikka tulee olemaan suojattu, jolloin siinä pystytään hitsaamaan myös suorakarkaistuja keloja turvallisesti. (Jortama 2011.)

Näytteenottoon ollaan hankkimassa uutta giljotiini-tyyppistä 0-tason yläpuolelle sijoitettavaa offline leikkuria, joka toimii hydraulisesti. Laite suunnitellaan turvallisesti ja käyttäjäystävälliseksi siten, että mahdollisuudet kuljettimien ja nostimien käyttöön on huomioitu mahdollisimman hyvin irrotettujen kappaleiden käsittelyä varten. Leikkuri



sisältää erillisen kelan siirtovaunun ja varsinaisen leikkausaseman pyöritysrullastoinen. Leikattu näytepala siirretään kuljettimella pois leikkauspaikalta joko suoraan romukippoon tai varsinaiseksi näytteeksi koneenkäyttäjän käsiteltäväksi. (Jortama 2011.)

## 6 KEHITYSEHDOTUKSET

Suorakarkaistujen kelojen varastointiin liittyvät kehitysehdotukset tulivat tarpeelliseksi, koska näiden kelojen tuotantomäärät tulevat lisääntymään merkittävästi tulevaisuudessa.

Kehitysehdotuksissa otetaan huomioon varastojen kunto ja mikä olisi paras ratkaisu kelojen varastointiin. Kehitysehdotuksen tärkein asia on työturvallisuus. Tarkoituksena on löytää toimivin varastointitapa suorakarkaistuille keloille. Kehitysehdotuksiin vaikuttaa myös tarvittavien muutoksien tehtävät kustannukset. Ensimmäiseksi tarkasteltiin toimintatapoja, materiaalivirtaa ja tuotannonohjausta, joilla saataisiin varastointi selkeäksi ja toimivaksi.

Seuraavaksi täytyi alkaa pohtia nauhavalssaamon varastotiloja, jonne suorakarkaitut kelat olisi turvallisinta varastoida. Toinen erittäin tärkeä asia oli ottaa huomioon kelojen ylimääräisen siirtelyn estäminen, sekä tietyn tuotantoprosessin turha rasittaminen. Varastotilat ovat erittäin rajalliset ja varastotiloja valittaessa täytyy huomioida lukuisia asioita.

### 6.1 Kehitysehdotuksien etsiminen

Kehitysideoita pohdimme Veli-Pekka Jortaman kanssa. Kehitysideoita pohdittiin myös vuoromestari Paavo Koppisen kanssa. Mitään ideoita ei heti tyrmätty vaan kaikista hulluimmatkin ajatukset kirjattiin ylös. Tiedonkeruun ohella haastateltavien työntekijöiden avulla tuli myös muutamia kehitysehdotuksia vastaan. Näiden kehitysehdotuksien jälkeen aloin pohtia eri kehitysehdotuksia. Kehitysehdotuksia lähdin etsimään kirjallisuudesta ja Internetistä. Muutamia kehitysehdotuksia tuli luettaessa

muiden opiskelijoiden tekemiä opinnäytetöitä, mutta mitään kehitysehdotusta ei kopioitu suoraan.

Omat lähtökohdat kehitysehdotuksien ideointiin oli miettiä minkä avulla lähteä kehittämään ongelmiin ratkaisuja. Ensimmäisenä tuli mieleen hallin korkeuden hyväksittäminen, sillä hallissa on paljon ylöspäin olevaa tilaa. Seuraavaksi aloin pohtia lattian kuntoa, varasto- ja hallitilan parempaa käyttöä, materiaalivirran nopeuttamista ja kelojen nopeampaa jäähdyttämistä.

Tarkastelimme saamiani kehitysehdotuksia Veli-Pekka Jortaman, Maarit Sippalan ja Harri Kaiston kanssa. Kehitysehdotuksista otettiin tärkeimmät ja parhaimmat ehdotukset, joita tarkasteltiin lähemmin. Seuraavissa alaotsikoissa käydään läpi kaikki kehitysehdotukset joita tuli esiin työtä tehtäessä. Kehitysehdotukset on jaoteltu neljään osaan: valittuja kehitysehdotuksia, varastointiin liittyvät ehdotukset, muut ehdotukset ja hylätyt kehitysehdotukset.

### **6.1.1 Valittuja kehitysehdotuksia**

Muutoksien astuessa voimaan tehdään nykyiselle kelankunnostuspaikalle varastotila, jonka avulla varastointitilaa tulisi hieman lisää. Varastoalueet jaettaisiin kolmeen osaan, jotka toimisivat eri tuotantoprosessin varastoina. Varastoalueet jaetaan vielä erimallisiin ja -kokoiisiin varastopaikkoihin. Ensimmäinen varastoalue olisi tarkoitettu uudelle näytteenottolaitteistolle (turkoosi), toinen varastoalue olisi LKT:n meneville keloille (keltainen) ja kolmas varastoalue olisi viimeistelyvalssaukselle varattu (punainen) LIITE 9.

Koko varastoon laitettaisiin kelakehdot edistämään turvallisuutta ja lattian kunnossa pysymistä. Kelakehtojen avulla voitaisiin keloja alkaa varastoida kahteen kerrokseen, jonka avulla keloja mahtuisi enemmän sisävarastoon. Kahteen kerrokseen varastoiminen saattaa kuitenkin tuoda joitain ongelmia nosturin liikkuvuuteen.

Työntekijöiden tulisi nopeammin käsitellä epäkurantit kelat, koska ne jäävät liian kauaksi aikaa roikkumaan varastoon ja näin ollen vievät turhaan sisävaraston varastointitilaa. Työntekijöiden käsiteltäviä epäkurantit kelat, olisi hyödyllistä siirtää ne mahdollisimman nopeasti jatkokäsittelyyn. Kelakuljettimella toimivalle tarkastajalle olisi hyvä saada tarkemmat ohjeet kelojen käsittelystä. Sisävarastointi tilaa tulisi lisätä siivoamalla ylimääräiset tavarat lattialta pois, mikäli kyseinen tila on siltanosturin toiminta-alueen ulottuvista. Ulos voitaisiin rakentaa varastokatos, jonne suorakarkaistut kelat varastoitaisiin, mikäli sisävarastotila loppuu.

### **6.1.2 Varastointiin liittyvät ehdotukset**

Varastohallinnan kehittämiseen tulisi ottaa jonkinlainen seuranta ohjelma, jonka avulla voisi saada uusia ideoita. RFID eli Radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen käyttäen RFID-tunnisteita. RFID-tunniste tai saattomuisti on pieni laite, joka voidaan sisällyttää tuotteeseen valmistusvaiheessa tai liimata jälkikäteen tarralla. RFID-tunnisteen avulla keloja voitaisiin seurata yksilöllisesti aina asiakkaalle saakka. RFID:n lämpötila raja-alue on -40... +200 celsiuksen välillä, joten tunniste toimisi suorakarkaistavilla keloilla. Tämä toisi lisää tietoa kelojen matkasta, josta voitaisiin huomata joitakin uusia kehitysmahdollisuuksia. Saataisiinko LKT:n puolelta lisää varastointitilaa suorakarkaistuille keloille?

### **6.1.3 Muut ehdotukset**

Voitaisiinko viimeistelyvalssaus siirtää kahteen vuoroon? Viimeistelyvalssaus siirtyi vuoden alusta kahteen vuoroon. Varastointitilan tarve viimeistelyvalssaukseen on lyhyen aikavälin tarkastelun avulla tippunut puoleen.

Kelavaunun siirto tai kaksi kelavaunua nauhavalssaamon ja LKT:n välille. Voitaisiinko LKT:n materiaalivirtaa nopeuttaa? Ennakoivan kunnossapidon tehostamisen avulla vähennettäisiin linjan ja koneiden seisomista. Laatuvaihtelut pitäisi pyrkiä saamaan minimiin, jonka avulla tulisi vähemmän huonoja, hylättäviä ja kunnostettavia keloja.

Yksi vaihtoehto olisi hallin laajentaminen. Hallia laajentamalla saataisiin ratkaistua tämän hetkinen varastointitilojen puute. Hallin laajennus olisi kuitenkin erittäin suuri operaatio, jossa joutuisi pohtimaan kuljetusmatkojen pidentymistä, prosessipaikkojen siirtymistä ja ennen kaikkea suuria kustannuksia.

Tulevaisuudessa voisi pohtia myös varastoinnin täydellistä automatisointia. Onko mahdollista kiristää vielä tuotannonohjauksen laatuvaihteluja? Laatuvaihtelujen minimiin ajamisen avulla saataisiin vähemmän huonoja, hylättäviä ja kunnostettavia keloja.

#### **6.1.4 Hylätyt ehdotukset**

Kelankunnostuspaikan siirtäminen muualle: sisälle varastoitaisiin pelkästään LKT:hen ja viimeistelyvalssaukselle menevät kelat. Kelankunnostuspaikka on jo valittu ja rahoitusjärjestetty.

Olisiko keloja mahdollista jäähdyttää nopeammin esimerkiksi: kylmiö, tuulettimien tai ilmanpaineen avulla? Kelojen laatu kärsii, mikäli niiden jäähdyttämistä nopeutetaan väärin. Sisävarastoon tehtäisiin tuulettimet, jotka pistäisivät ilman kiertämään varastoalueella, jonka avulla kelat jäähtyisivät nopeammin. Tuulettimet olisivat ongelmallisia, koska kaikki pieni rautapöly hallista lähtisi liikkeelle. Hallin aluetta ei voida eristää millään niin hyvin, ettei pöly leviäisi koko halliin.

Voisiko keloja varastoida sivuttain, poikittain tai kyljittäin? Keloja ei kannata varastoida toisin, koska siltanosturi joutuisi turhaan kääntelemään keloja edestakaisin. Voitaisiinko kehitellä uusi nostolaite siltanosturiin, jonka avulla kelat varastoitaisiin "kyljelleen" (satamassa kehitteillä kyseinen nostolaite). Siltanosturin nostolaite olisi ongelmallinen, koska se tekee paljon fyysisiä jälkiä. Tällainen nostolaite on ollut ennen nauhavalssaamalla käytössä ja sitä ei enää mielellään otettaisi käyttöön, kun siitä on jo päästy luopumaan. Siltanosturiin voitaisiin laittaa pienempi "C"-koukku tai magneettinen nostolaite, jonka avulla olisi mahdollista varastoida keloja tiheämpään.

Miten tehdä oma kehitelmä "Caremél"- varastointijärjestelmästä ja "oksahyllystöstä" minne varastoitaisiin keloja? Caremel ja oksahyllystöön tarvittaisiin liian jykeviä perusrakenteita. Suorakarkaistuille keloille rakennettaisiin oma linjasto. Oman linjaston rakentaminen on liian kallista.

Tarvitaanko tulevaisuudessa uusi tai vanha siltanosturi avustamaan 221:n töitä lisääntyvän ja nopeutuvan materiaalivirran takia? Siltanosturin työt eivät tule lisääntymään niin paljon, ettei siltanosturi ehdi varastoida keloja varastoalueelle. Keloja on tehty ennen enemmän ja siltanosturilla ei ole ollut liian kiireettä varastoinnin kanssa. Lisäksi suorakarkaistut kelat tulevat hitaammalla tahdilla linjalta, kuin muut kelat.

Siirrettäisiin alihankkijoille tiettyjen laatuojen tekeminen, mutta kelojen tekemistä ei pystytä siirtämään.

## 6.2 Tuotannonohjaus

Kelojen ohjaus toimii tällä hetkellä tuotannonohjauksen suunnittelemana. Tuotannonohjaus määrittää valssausjaksolle tulevien suorakarkaistujen määrän sekä, millaisia keloja jaksossa valssataan. Tuotannonohjaukseen ei tarvitse tehdä muutoksia, vaan se toimii nykyisellä menetelmällä.

### 6.3 Sisävarasto

Lattian kunto on tällä hetkellä huono. Nykyiset aihiot ovat vääntyneet erittäin pahasti aaltomaisiksi ja näin ollen niiden päällä käveleminen voi aiheuttaa työturvallisuus riskin. Riskejä ovat nilkan nyrjähtämiset tai kaatumisesta aiheutuvat vammat. Lattian betoni osissa olevat montut ja muut viat tulisi korjata. Lattian kunto pysyisi kaikista parhaiten kunnossa, kun vanhojen aihoiden tilalle tuotaisiin uudet aihiot ja aihioihin kiinnitettäisiin kelakehdot LIITE 3.

### 6.4 Kelakehdot

Varastopaikkoja on kunto-järjestelmän mukaan tällä hetkellä käytössä 293. Varastopaikkoja saattaa olla enemmän tai vähemmän, mikäli kunto-järjestelmän sisävarastointipaikkoja ei ole päivitetty. Varastopaikkoja pitäisi olla tämän verran mitä kunto-järjestelmässä on ilmoitettu.

Ennen näytteenottoaikan ottamista varastoalueeksi, varastopaikkoja on käytössä vain 238 LIITE 9. Viimeistelyvalssauksen keloja voidaan varastoida kahteen kerrokseen, jonka avulla varastopaikkojen määrä kasvaa 278 kappaleeseen. Mikäli koko varastoalueella uskalletaan varastoida kaikki kelat kahteen kerrokseen, varastopaikkoja olisi yhteensä 364 kappaletta.

Kelakehdoja mahtuu varastoalueelle 290 kappaletta, kun vanha kelankunnostuspaikka otetaan varastoalueeksi LIITE 10. Viimeistelyvalssauksen keloja voidaan varastoida kahteen kerrokseen, jonka avulla varastopaikkojen määrä kasvaa 340 kappaleeseen. Mikäli koko varastoalueella uskalletaan varastoida kaikki kelat kahteen kerrokseen, varastopaikkoja olisi yhteensä 516 kappaletta.

Varastoalueen jakautuminen olisi seuraavanlainen ennen kelankunnostuspaikan ottamista varastoalueeksi yhteen kerrokseen: näytteenottolaitteisto 60 kappaletta, LKT:n keloille 108 kappaletta ja viimeistelyvalssaukseen 55 kappaletta. Keloja varastoitaessa kahteen kerrokseen olisi varastopaikat jaettu seuraavasti: näytteenottolaitteistoille varataan 90 kappaletta, 179 kappaletta LKT:n keloille ja viimeistelyvalssaukseen 95 kappaletta LIITE 9.

Kelankunnostuspaikan ottamisen jälkeen varastoalueen jakautuminen olisi seuraavanlainen: näytteenottolaitteistoille varataan 60 kappaletta, 166 kappaletta LKT:n keloille ja viimeistelyvalssaukseen 60 kappaletta. Keloja varastoitaessa kahteen kerrokseen olisi varastopaikat jaettu seuraavasti: näytteenottolaitteistoille varataan 90 kappaletta, 312 kappaletta LKT:n keloille ja viimeistelyvalssaukseen 110 kappaletta LIITE 10.

Sisävarastoalueen seinän vieressä olisi vielä tilaa yhdelle kela riville. Tämän tilan käyttöönottamista kannattaa myös pohtia. Vanhan kelankunnostuspaikalta voidaan myös saada enemmän tilaa käyttöön mitä LIITE 10 on merkattu. Tarkemmat tarkastelut jäävät Rautaruukille.

Kelakehtojen takia ainoastaan uuden näytteenottolaitteiston varastopaikat vievät enemmän tilaa, koska kelakehtojen väliin täytyy tehdä kävelyreittejä. Kävelyreittejä täytyy jättää, jotta kelankunnostaja kykenee etsimään varastoalueelta kelat, joita hän aikoo kunnostaa LIITE 9 ja LIITE 10. Tilaa joutuu jättämään myös siltanosturille, että siltanosturin "C-koukku" mahtuu kääntymään kelojen välistä sujuvasti pois. Rautaruukin kannattaa pohtia tarvitseeko muihin sisävarastoalueille jättää kyseisiä välejä. Varastoalueet on jaettu useampaan osaan, mikäli varastoalueita joudutaan siirtämään jollekin tietylle reitille enemmän käyttöön. Kelakehdot olisi mahdollista asentaa 2012 vuoden kesäremontin aikaan. Varastoaluetta on hieman isonnettu LIITE 9 ja LIITE 10 olevaan piirustukseen.



## 7 TULOKSET JA JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Kehitysehdotuksien tuloksena esittäisin seuraavien ehdotuksia käyttöön ottamista sisävarastoinnin kehittämiseksi. Uuden näytteenottolaitteiston tullessa käyttöön vanha kelankunnostuspaikka muutetaan varastoalueeksi. Varastoalue pystyttäisiin ottamaan käyttöön vasta, kun uusi näytteenottolaitteisto on todettu toimivaksi. Kelankunnostuspaikalta täytyy täyttää myös jyrsimellä oleva syvennys, jotta kyseinen alue voidaan ottaa varastoalueeksi.

Kelakehtojen asentamisen avulla sisävarastoalueen turvallisuus paranisi. Kelakehtojen avulla varastoalueella voitaisiin varastoida keloja ehkä kahteen kerrokseen, joka toisi varastopaikkoja lisää. Varastoalueet jaettaisiin kolmeen eri osaan, jotka toimisivat eri tuotantoprosessin varastoina. Nämä varastoalueet jaetaan vielä erimallisiin ja -kokoisiin varastopaikkoihin.

Työntekijöiden tulisi nopeammin käsitellä epäkurantit kelat, koska ne jäävät liian pitkäksi aikaa roikkumaan varastoon ja näin ollen vievät turhaan sisävaraston varastointitilaa. Kelakuljettimella toimivalle tarkastajalle olisi hyvä saada tarkemmat käsittely ohjeet keloille. Koulutettujen tarkastajien avulla keloja ei tarvitsisi ohjata sisävarastoon vaan he pystyisivät käsittelemään kelat suoraan linjalla, eikä niitä tarvitsisi laittaa pidätysvarastoon. Mitä vähemmän keloja ohjataan pidätysvarastoon, sitä enemmän varastotilaa jää muille keloille. Keloja ohjataan pidätysvarastoon, mikäli kriteeri ei täytä vaatimuksia ja joudutaan tarkastelemaan voidaanko kelaa laittaa asiakkaalle. Kriteerejä ovat leveys, paksuus, kelauslämpötila tai valssauslämpötila. Työntekijöiden motivoinnillakin voitaisiin saada varastointitilaa enemmän käyttöön. Kelakuljettimella olevat tarkastajat ja kelankunnostajat voivat vaikuttaa ahkeralla työn tekemisellä varastointitilaan. Mitä ahkerammin töitä tehdään, sitä vähemmän keloja on sisävarastossa.

Ulos voitaisiin rakentaa varastokatos jonne suorakarkaistut kelat varastoitaisiin, mikäli sisävarastotila loppuu. Varastokatoksen sijoituksia voisi olla esimerkiksi hallien sivustat. Varastokatos olisi suhteellisen halpa ja se pystyttäisiin rakentamaan nopeallakin aikataululla. Varastokatos olisi erittäin hyvä, sillä suorakarkaistuja keloja joudutaan tälläkin hetkellä varastoimaan pihalle. Varastokatoksen rakentaminen ei myöskään häiritsisi nauhavalssauslinjan tuotantoa. Varastokatos saisi olla yksinkertainen eikä sen tarvitsisi kestää kuin talvella aiheutuvat lumen tuomat kuormat sekä myrskyistä aiheutuvat kovat tuulet. Ulkovarastoon voitaisiin myös varastoida ”pidätysvarastoon” menevät kelat, mikäli sisävarastossa alettaisiin varastoida keloja kahteen kerrokseen. Kahteen kerrokseen varastoiminen hankaloittaa tarkastajien työtä.

Työturvallisuutta edistämään varastointialue olisi hyvä aidata, jotta alueelle ei pääse kuulumattomia tai ulkopuolisia henkilöitä. Tietämättömät henkilöt eivät osaa olla varuillaan suorakarkaistujen kelojen lähetyvillä. Kelat kannattaisi varastoida järjestelmällisesti ja sen jälkeen tehdä ne aikajärjestyksessä.

Kelat kannattaa jatkossakin varastoida samoin päin kuin nykyään, jottei siltanosturin tarvitse käänellä keloja turhaan. Ylimääräisen työn rajoittamisella säästetään siltanosturin aikaa ja se pystyy tekemään jouhevammin töitensä. Kelojen ulkovarastointi on asiakaskohtaista, mikä on toimiva järjestelmä. Sisävarastoon kelat varastoidaan eri tuotantoprosessin mukaan.

Jatkokehitysmahdollisuuksia ilmeni työn kuluessa muutamia. Tällä hetkellä nauhavalssaamalla on käytössä kaksi erillistä tuotannonohjausjärjestelmää, kun taas LKT:n puolella ainoastaan vanhempi tuotannonohjausjärjestelmä. Uudempaa tuotannonohjausjärjestelmää kutsutaan smc:ksi ja vanhempaa tuotannonohjausjärjestelmää kuntoksi. Molemmilla linjoilla olisi hyvä olla sama tuotannonohjausjärjestelmä, jonka avulla kelojen kulkua olisi helpompi seurata. Tuotannonohjausjärjestelmään voitaisiin lisätä helposti sellainen sovellus, joka rekisteröi kelalle aika tapahtu-

man, jolloin se siirtyy nauhavalssaamon puolelta LKT:n puolelle. Selkeästi toimiva varastointijärjestelmä auttaisi sekä helpottaisi vuoromestareiden taakkaa.

Viimeistelyvalssauksesta tulevien ”tumppi kelojen” sijoitus täytyy huomioida, koska välillä ne nostetaan sisävarastoalueelle, jolloin ne vievät sieltä varastointitilaa. ”Tumppi kelaksi” kutsutaan romuksi mennyttä osaa kelasta, joka kelataan viimeistelyvalssauksessa pois priimatavarasta.

Layout-kuvat ovat vanhoja ja varastopaikkojen määrät eivät pidä paikkaansa, joten layout-kuvat olisivat syytä päivittää. Päivittämisen avulla olevista layout-kuvista on helpompi lähteä suunnittelemaan varastointiin tehtäviä muutoksia.

Ulkovarastopaikoilla kelat varastoidaan tällä hetkellä kahteen kerrokseen, joka tuottaa ongelmia lastauksessa. Keloja joudutaan siirtelemään edestakaisin, mikäli lastaukseen menevä kela on alemmassa kerroksessa. Tällöin yläpuolella olevat kelat täytyy ensin siirtää pois tieltä, jonka jälkeen alakerroksen kela voidaan lastata. Olisiko mahdollista vähentää tätä siirtelyä? Ylimääräinen siirtely lisää työmäärää ja voi aiheuttaa kelojen vaurioitumista.

LKT:n puolelle tekevän tarkastelijan kannattaa lukea opinnäyteyöni, josta voi saada tarpeellisia muutoksia heidänkin puolelleen. Epäkuranttien kelojen nopeampi käsittely LKT:n puolella vapauttaisi myös heidän varastointitilaa. Epäkuranttien kelojen joutuminen LKT:n puolelle on poikkeustapauksia. Suorakarkaistusta aiheutuva romu aiheuttaa pitkiä seisokkeja ja laite rikkoja. Tämän takia kannattaisikin kokeilla välttää periodisten suorakarkaistujen kelojen tekeminen.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää Rautaruukille mahdollisimman paljon ja hyviä kehitysehdotuksia suorakarkaistavien kelojen varastointiin. Kehitystyö tuli tarpeelliseksi, kun nauhavalssaamon erikoislujan kelalaadun tuottaminen tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Tämä suorakarkaistu kelalaatu on karkaistua terästä ja siitä syystä sen käsittely tulee olla erityisen varovaista kelan jousimaisen ominaisuuden vuoksi. Aihe oli haastava sillä varastointitilaa hallin sisällä on erittäin vähän. Työn tekemistä auttoivat tutut työntekijät sekä heiltä saadut neuvot ja apu.

Rautaruukin olisi hyvä saada varastointia tarkkaileva ohjelma nauhavalssauslinjan ja LKT:n linjan väliselle liikenteelle, jonka avulla varastointia pystyttäisiin tarkkailemaan tarkemmin. Tämän avulla olisi helpompi tehdä ratkaisuja varastoinnin parantamiseen. Tärkeimmäksi kriteeriksi valittu työturvallisuuden nojalla yrityksen olisi tärkeää saada lattiat turvalliseksi työntekijöille, jotta työturvallisuus pysyy hyvänä. Yrityksen pahin kapeikko on sisävarasto. Uuden näytteenottolaitteiston avulla kelojen kunnostaminen ja näytteenotto nopeutuu, jonka avulla suorakarkaistavat kelat voivat saada enemmän varastointitilaa. Uuden näytteenottolaitteiston avulla myös suorakarkaistavista keloista pystytään ottamaan näytteitä, jota ei tällä hetkellä pystytä tekemään. Tämän muutoksen takia pidätysvarastoon ei välttämättä saada lisää tilaa LKT:n puolelle meneville keloille.

Kehitysehdotuksien lähtökohtana oli saada turvallisia, nopeita ja mahdollisimman vähän kustannuksia tuottavia muutoksia. Kehitysehdotukset ovat yksinkertaisia ja nopeasti tehtäviä. Varastopaikkoja on tällä hetkellä 293. Ennen kelankunnostuspaikan ottamista varastoalueeksi keloja mahtuu varastoalueelle 278, jossa viimeistelyvalssauksen kelat on laskettu kahteen kerrokseen varastoitavaksi. Kelankunnostuspaikan varastoalueeksi ottamisen jälkeen varastopaikkoja on 340 kappaletta, jossa viimeistelyvalssauksen kelat on laskettu kahteen kerrokseen varastoitavaksi. Kela-

kehtojen, kahteen kerrokseen varastoimisen ja vanhan kelankunnostuspaikan ottamisen jälkeen varastoalueeksi sisävarastojen paikkojen määrä olisi 516 kappaletta ja kasvaisi näin ollen entisestä 223 varastopaikan verran. Varastokoodit täytyisi muuttaa nykyiselle mallille, LIITE 10:ssä on käytetty vain nykyisiä varastopaikkojen koodinumerointia.

Ehdotuksien pohjalta Rautaruukin on helpompi lähteä tarkastelemaan sisävarastointiin liittyviä ongelmia. Tulevien muutoksien jälkeen nauhavalssaamon täytyy tarkastella varastointia uudestaan, jonka jälkeen he pystyvät tekemään pysyvämpiä muutoksia ja ratkaisuja varastointiin liittyen. Tämän työn avulla muutoksien tarkastelu tulisi olla helpompaa ja mahdollisesti näistä ideoista saadaan uusia kehitysideoita joita otetaan tulevaisuudessa käyttöön.

## LÄHTEET

Harri Kaisto. 13.3.2008. Kuumanauhavalssausjakson muodostaminen. Word-tiedosto. Saatavissa: [www.inside.rrsteel.net](http://www.inside.rrsteel.net). Luettu 8.2.2011.

Harri Kaisto. 23.01.2009. Suorasammutetun kelan varmistaminen kuljetusta varten. Word-tiedosto. Saatavissa: [www.inside.rrsteel.net](http://www.inside.rrsteel.net). Luettu 8.2.2011.

Jortama Veli-Pekka. 2010. Nauhavalssaamon tuotantopäällikön haastattelu 15.12.2010. Rautaruukki Oyj, Raahen terästehtas. Raahen.

Jortama Veli-Pekka. Näytteenottolaitteisto. Sähköposti [veli-pekka.jortama@ruukki.com](mailto:veli-pekka.jortama@ruukki.com) 2.2.2011. Pdf-tiedosto. Luettu 2.2.2011.

Kokko Matti. 2011. Suojavarusteet. Sähköposti [matti.kokko@ruukki.com](mailto:matti.kokko@ruukki.com) 16.2.2011. Suojavarusteet.jpg. Katsottu 16.2.2011.

Leena Mustonen. 2010. Raahen terästehtaan esittelykalvot. Www-dokumentti. Saatavissa: [www.inside.rrsteel.net](http://www.inside.rrsteel.net). Luettu 24.1.2011.

Pasi Luoto. 12.11.2010. Ts\_Kalvot. PowerPoint-tiedosto. Saatavissa: [www.inside.rrsteel.net](http://www.inside.rrsteel.net). Luettu 8.2.2011. (kalvot 32-36)

Rautaruukki Oyj. Kuumavalssatut teräslevyt ja kelat. Rakenneteräkset Optim QC. 2011a. Www-dokumentti. Saatavissa: [www.ruukki.fi](http://www.ruukki.fi). Luettu 25.1.2011.

Rautaruukki Oyj Hallitus. Työturvallisuus. Www-dokumentti. Saatavissa: [www.inside.rrsteel.net](http://www.inside.rrsteel.net). Luettu 2.2.2011.

Ruukki-suomi. 2011b. Www-dokumentti. Saatavissa: [www.ruukki.fi](http://www.ruukki.fi). Luettu  
24.1.2011

## **Liiteluettelo**

Liite 1 Liikevaihto alueittain

Liite 2 Konsernin liikevaihto

Liite 3 Kelakehto

Liite 4 Ulkovaraston layout-kuva

Liite 5 Sisävarastojen layout-kuva

Liite 6 Reittikoodit ja vanteiden lukumäärä

Liite 7 Raahen terästehtaan tuotekuljetukset 2009

Liite 8 Uuden näytteenottolaitteiston layout-kuva

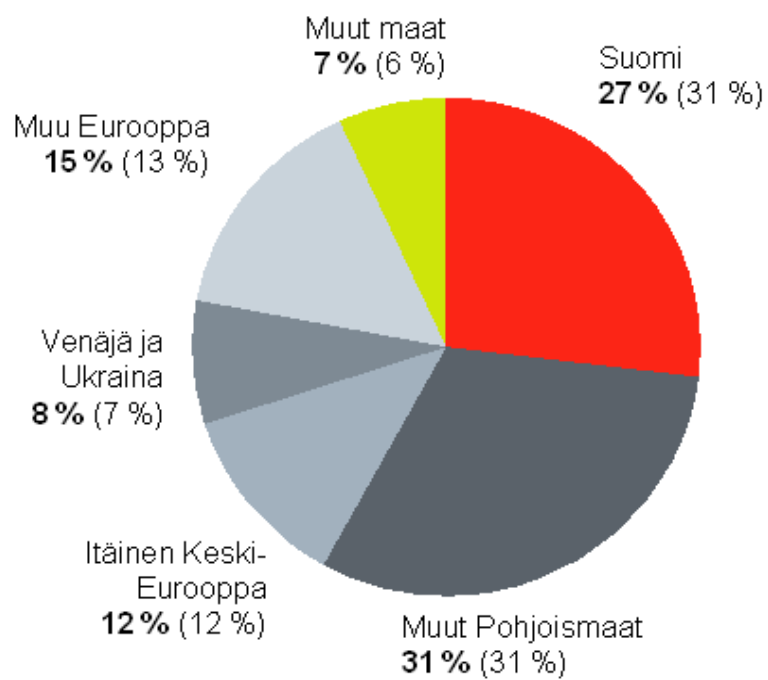
Liite 9 Kelakehtojen layout-kuva ennen kelankunnostuspaikan ottamista varastoalueeksi

LIITE 10 Kelakehtojen layout-kuva kelankunnostuspaikan varastoalueeksi ottamisen jälkeen

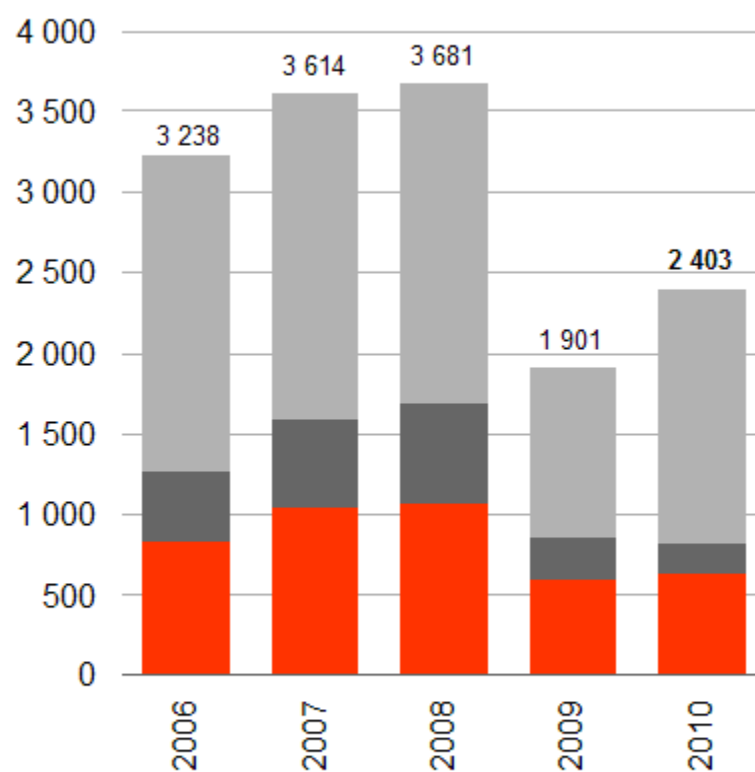


## Liikevaihto alueittain 2010 (2009)

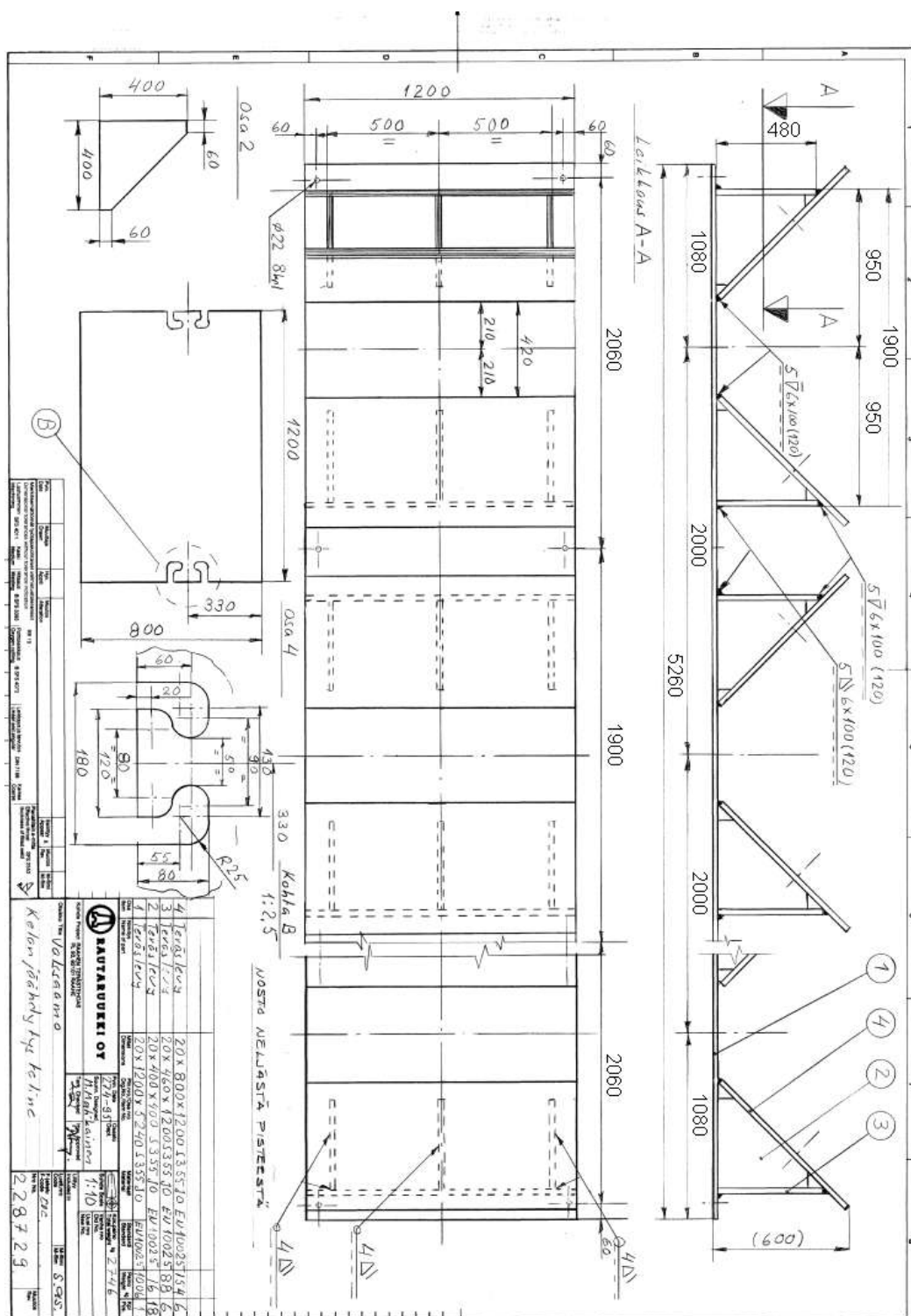
100 % = 2 403 m€ (1 901 m€)

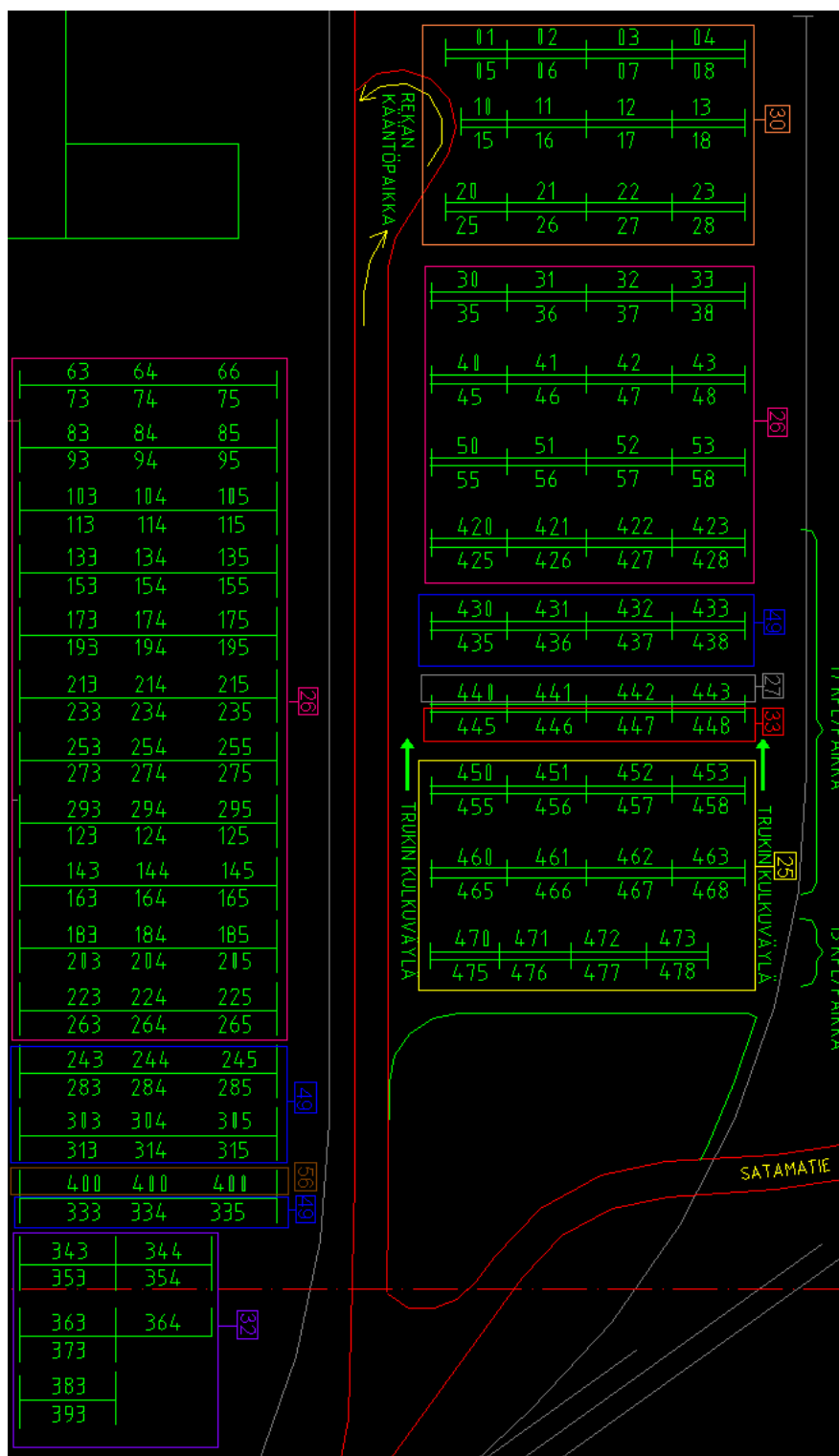


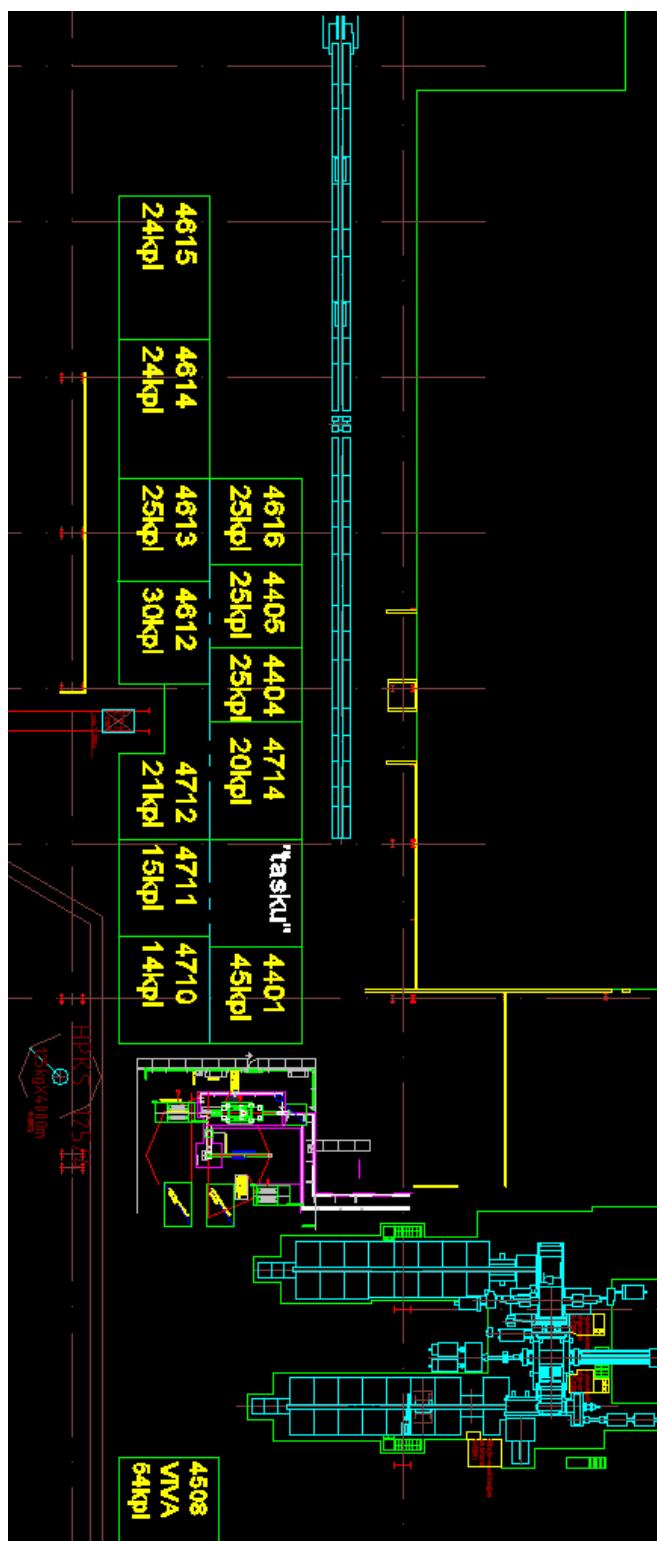
## Liikevaihto 2006-2010, m€



■ Rakentamisen liiketoiminta    ■ Konepajaliiketoiminta  
■ Teräsluokitusliiketoiminta







## LIITE 6

Reittikoodi		Kehävanteet	Silmävanteet
25	Asiakaskelat vienti	2	4
26	Hämeenlinnan kylmävalssauskelat	1	
27	Kotimaan asiakaskelat	2	4
29	Varastokelat	2	4
30	Oulaisten putkikelat	1	1
30	6 mm ja yli	2	1
32	Lappohjan putkikelat	1	1
33	Toijalan ja Hämeenlinnan putkikelat	1	1
36	Peitattujen kelojen tuotevarasto	2	4
37	Alihankinnan välivarasto arkki-keleille	2	4
38	Alihankinnan välivarasto raina-keleille	2	4
42	Tarkastettavat ja leimattavat kelat (suoraan asiakkaille)	2	4
44	Viimeistelyvalssaus (VIVA)	1	
45	Rainaleikkaus 1	1	
45	6 mm ja yli	2	
46	Nauhaleikkaukset	1	
46	6 mm ja yli	2	
47	Pidätetyt kelat	1	
47	9 mm ja yli	2	
49	Rainaleikkaus 2	1	
49	6 mm ja yli	2	
52	Peittäuslinja	1	
52	6 mm ja yli	2	
54	Kelapaketoinnin tuotevarasto	2	
56	Wirson kelat	2	4
65	Näytekelat	1	
65	9 mm ja yli	2	
	Ruostumattomat kelat 2-5 mm	3	1
	6-8 mm	6	1
	Suorakarkaistut	5	

## Raahen tehtaan tuotekuljetukset 2009, yht. 1,67 milj. t

### Rautatiekuljetukset

vienti 25 494 t  
kotimaa 806 718 t

### Merikuljetukset

vienti 562 579 t

### Maantiekuljetukset

vienti 96 868 t  
kotimaa 84 790 t  
nouto 92 661 t

