

LEVITYSTELAHUOLLON MATERIAALIEN HALLINNAN JA TUOTANNON SUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN

Visa Valkeajärvi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013

Paperikoneteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) VALKEAJÄRVI, Visa	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 28.05.2013
	Sivumäärä 32	Julkaisun kieli suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi LEVITYSTELAHUOLLON MATERIAALIEN HALLINNAN JA TUOTANNON SUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) PARVIAINEN, Miikka RANTAKAULIO, Anne		
Toimeksiantaja(t) Betamet Rolls Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Betamet Rolls Oy, joka valmistaa ja huoltaa levitysteloja. Työn tarkoituksena oli kehittää yrityksen tuotannonsuunnittelua kokoonpanon osalta sekä parantaa levitystelojen huolloissa tarvittavien materiaalien varastonohjausta. Yrityksellä ei ole käytössään toiminnanohjausjärjestelmää, jolla näitä toimintoja voitaisiin hallita.</p> <p>Tavoitteena oli määrittää levitystelojen huolloissa tarvittavien materiaalien ja osien varastotasot sekä kehittää järjestelmä, jolla varastotasot valvotaan. Tuotannonsuunnittelua varten oli tarkoitus kehittää järjestelmä, jolla pystytään seuraamaan, kuinka paljon henkilöstöresursseja on käytettävissä lähitulevaisuudessa.</p> <p>Materiaalienhallintaa varten selvitettiin telojen huolloissa tarvittavien materiaalien vuosikulutus ja hinnat, joiden mukaan tehtiin ABC-analyysi. Lisäksi selvitettiin huolloissa tarvittavien osien enimmäismäärät jokaista levitystelatyypistä kohti. Tuotannonsuunnittelun kehittämiseksi piti selvittää kokoonpanon käyttämät keskimääräiset työajat eri työvaiheille sekä uusien telojen että huollettavien telojen osalta.</p> <p>Työn tuloksena yrityksen varastoinnissa tullaan ottamaan käyttöön imukorttiohjaus sekä tiedetään varastoitavien materiaalien hälytysrajat ja tilausten eräkoot. Tämän lisäksi tuotannonsuunnittelua varten kehitettiin tuotantosuunnitelma-sovellus Microsoft Excel-ohjelmistolla. Sovellus on tallennettu yhtiön serverille ja siitä nähdään tuotannon kuormitus niin pitkälle tulevaisuuteen kuin tilauskanta on selvillä. Uusien tilausten aikatauluttaminen on näin ollen helpompaa, mistä on hyötyä tarjouslaskennalle.</p> <p>Imukorttiohjausta ei ehditty vielä ottaa käyttöön, joten käytännön kokemuksia tämän toimivuudesta ei vielä ole.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Levitystela, tuotannonsuunnittelu, materiaalienhallinta		
Muut tiedot		



Author(s) VALKEAJÄRVI, Visa	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 28.05.2013
	Pages 32	Language finnish
		Permission for web publication (X)
Title THE DEVELOPMENT OF MATERIALS CONTROL AND PRODUCTION PLANNING OF THE SPREADER ROLL MAINTENANCE		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor(s) PARVIAINEN, Miikka RANTAKAULIO, Anne		
Assigned by Betamet Rolls Oy		
Abstract <p>This bachelor's thesis was done in co-operation with Betamet Rolls Oy, a company specialized in the manufacture and maintenance of spreader rolls. The purpose of the work was to develop the company's production planning as well as to improve the composition of the inventory management of the materials needed for the maintenance of spreader rolls. The company does not have an ERP system in which these functions could be controlled.</p> <p>The aim was to determine the inventory levels of the components required during maintenance, as well as to develop a system to monitor these inventory levels. The aim was also to develop a system which is used to monitor the amount of human resources available in the near future.</p> <p>The annual consumption and the prices of the components needed in the maintenance of the rolls were investigated, and an ABC analysis was made based on that information. In addition, the maximum levels of parts needed in the maintenance of different types of rolls were examined. In order to develop production planning, it was necessary to determine the average working hours in various stages of work in both the manufacture and the maintenance of spreader rolls.</p> <p>This thesis results in the introduction of a control system of the company's warehouse as well as the knowledge of alarm limits and batch sizes of the orders. In addition, a production planning application was developed by using Microsoft Excel software. The application is stored on the company server and it is possible to see the production load so far into the future as the order book is known. The scheduling of new orders is therefore easier for the benefit of the offer calculation.</p>		
Keywords Spreader roll, production planning, inventory management		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
2	TYÖN TAVOITTEET	4
2.1	Tavoitteiden määrittäminen	4
2.2	Tutkimusmenetelmät.....	5
3	TOIMEKSIANTAJA	5
3.1	Betamet Rolls Oy.....	5
3.2	Betamet Oy.....	6
4	LEVITYSTELET	7
4.1	Yleistä	7
4.2	Rakenne ja osat.....	8
5	MATERIAALIEN OHJAUS.....	10
5.1	Ohjausmenetelmät	10
5.1.1	Imuohjaus	10
5.2	Varastointi	11
5.2.1	Varastoinnin kustannukset	11
5.2.2	Varastojen suunnittelu	12
5.2.3	Varastovalvonta	12
5.3	ABC-analyysi	13
6	TUOTANNON OHJAUS	14
6.1	Operatiivinen ohjaus.....	14
6.2	Tuotantosuunnitelma.....	15
6.3	Ajoitus ja kuormitus	15
7	LEVITYSTELOJEN HUOLTO	16
8	MATERIAALIEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN.....	17
8.1	Telahuollon varastot	17

	2
8.2 ABC-analyysi	20
8.3 Hälytysrajat ja eräkoot	21
8.4 Varastovalvonta	21
9 TUOTANNON SUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN	23
9.1 Keskimääräiset työajat	23
9.2 Tuotantosuunnitelma Excel-sovelluksena.....	25
10 TYÖN TULOKSET	26
11 POHDINTA	26
LÄHTEET	28
LIITTEET.....	29
Liite 1. ABC-analyysi.....	29
Liite 2. Kuva tuotantosuunnitelma-sovelluksesta	32

KUVIOT

KUVIO 1. Betamet-konsernin rakenne (Betamet konsernirakenne 2013).....	6
KUVIO 2. Betamet Oy:n henkilöstön kehitys (Tärkeitä lukuja 2013).	7
KUVIO 3. Tyypillinen kumitettu levitystela (Industrial rollers 2013).	8
KUVIO 4. Tyypillisiä kiinnityspukkeja sekä laakeroituja holkkeja.	8
KUVIO 5. Kytkinrautoja sekä valmiita kytkimiä.	9
KUVIO 6. Segmentti tasapainotuskoneessa.	17
KUVIO 7. Raudattomien kytkimien varastointi.....	18
KUVIO 8. Raudallisten kytkimien varastointi.....	18
KUVIO 9. Kytkinrautojen varastointia.	19
KUVIO 10. Kokoonpanon kuormitus vuonna 2013, kun tuotantosuunnitelmaa on täydennetty viimeisen kerran viikolla 17.	26

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Kokoonpanon eri työvaiheiden keskimääräiset työajat huollettaville ja uusille teloille.....	24
---	----

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä kehitettiin levitysteloja valmistavan ja huoltavan konepajan materiaalien hallintaa ja tuotannon suunnittelua. Toimeksiantaja oli Betamet Rolls Oy, joka toimii Valkealassa, Kymenlaaksossa. Betamet Rolls on ollut työnantajani jo jonkin aikaa ja yrityksessä on katsottu, että materiaalien hallintaa ja tuotannon suunnittelua tulisi kehittää. Yrityksellä ei ole ennestään selviä menetelmiä, esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmää, materiaalien hallintaan ja tuotannon suunnitteluun, joten työ on tarpeellinen yrityksen kehitykselle. Ongelmaan on saatavilla monenlaisia kaupallisia ratkaisuja, mutta ne ovat turhan laajoja tämän kaltaiseen ympäristöön, jossa työntekijöitä on alle kymmenen.

2 TYÖN TAVOITTEET

2.1 Tavoitteiden määrittäminen

Opinnäytetyön tavoitteena on määrittää Betamet Rolls Oy:n konepajalla levitystelosten huollossa tarvittavien materiaalien ja osien varastotasot sekä kehittää järjestelmä, jolla varastotasot valvotaan. Tavoitteena on myös kehittää tuotannon suunnittelujärjestelmä, jolla pystytään seuraamaan, kuinka paljon henkilöstöresursseja on käytettävissä lähitulevaisuudessa.

Materiaalien hallinnassa keskitytään telosten huollossa tarvittaviin materiaaleihin ja osiin. Työhön ei sisälly uusien levitystelosten valmistuksessa käytettävät materiaalit, koska uusia teloja valmistetaan vain tilauksesta, eikä niissä tarvittavia osia tai materiaaleja ole juurikaan varastoituna. Tarkoitus on, että tulevaisuudessa tiedetään tarkemmin, mitä osia kannattaa pitää varastossa ja kuinka paljon.

Tuotannon suunnittelussa keskitytään vain huollettavien telosten purkuun ja kokoonpanoon sekä uusien telosten kokoonpanoon. Telosten purku- ja kokoonpanotehtävissä työskentelee pääasiassa kaksi työntekijää. Telahuollon muita työvaiheita ovat kytkinten valmistus ja kytkimissä tarvittavien osien koneistaminen. Näihin työvaiheisiin ei tulla tuotannon suunnittelussa puuttumaan, koska tarvittavan aineiston keruusta

olisi muodostunut liian iso työmäärä eikä se olisi ollut tässä työssä ajallisesti mahdollista toteuttaa. Tuotannon suunnittelun tarkoituksena on helpottaa uusien tilausten aikatauluttamista ja tätä kautta saada asiakkaalle tarkempaa tietoa telan valmistamisajasta. Työn toteutus tapahtuu Microsoft Excel-ohjelmistolla. Excel-sovellus tulee työnjohdon ja tarjouslaskennan käyttöön.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö on luonteeltaan toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallisen opinnäytetyön periaatteiden mukaisesti työssä yhdistyy toiminnallisuus (kehitystyö ja tuotos), ammatillinen teoretieto, tutkimuksellisuus sekä raportointi. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tietoperustan tarkoituksena on auttaa tuotoksen kehittämisessä. (Vilkkä 2010.)

Tutkimusmenetelminä työssä käytetään tiedonkeruuta olemassa olevista aineistoista sekä toimeksiantajayrityksen tehdaspäällikön haastatteluita. Lisäksi hyödynnetään omaa työkokemusta kyseisestä työympäristöstä. Aineistonkeruu aloitettiin kartoittamalla aiheesta aiemmin tehtyjä opinnäytetöitä sekä tutustumalla materiaalienhallintaa ja tuotannosuunnittelua käsittelevään kirjallisuuteen. Haastattelut toteutettiin opinnäytetyön edetessä keväällä 2013. Haastatteluiden tarkoituksena oli kerätä kokemustietoa aiheesta sekä saada tietoa toimeksiantajan tarpeista liittyen kehittämistyöhön.

3 TOIMEKSIANTAJA

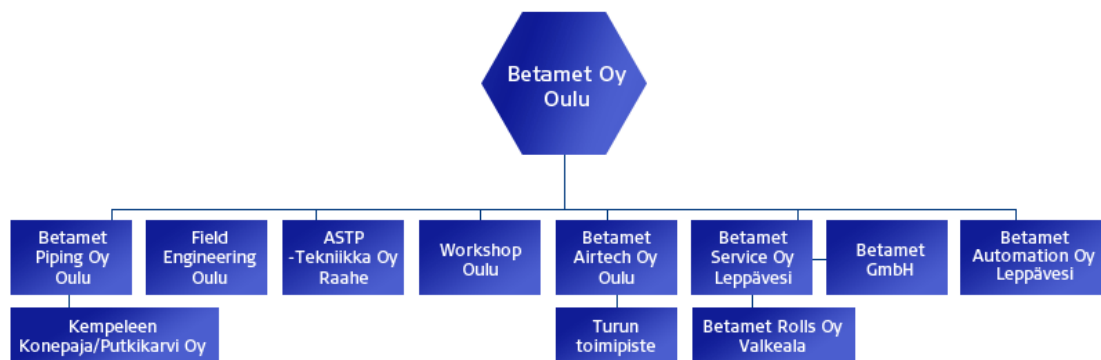
3.1 Betamet Rolls Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Betamet Rolls Oy, joka on Betamet Service Oy:n tytäryhtiö ja osa Betamet-konsernia. Betamet Rolls Oy toimii Valkealassa, jossa se valmistaa levitysteloja prosessiteollisuudelle sekä huoltaa ja modernisoi kaikkien valmistajien levitys- ja ulosottoteloja. Yritys valmistaa myös erilaisia teollisuuden kumituotteita, joita myydään asiakkaalle sellaisenaan. Yritys työllistää toimihenkilöiden lisäksi neljä työntekijää, joista yksi toimii koneistajana CNC-sorvilla, yksi valmistaa

teloissa tarvittavat kumiosat ja kaksi toimii telojen kokoonpanossa. Suurimmat asiakkaat yritykselle tulevat paperiteollisuudesta. Yrityksen liikevaihdosta 75 % tulee Suomen markkinoilta, loput 25 % ulkomailta, pääasiassa Ruotsista. (Lindgren 2013.)

3.2 Betamet Oy

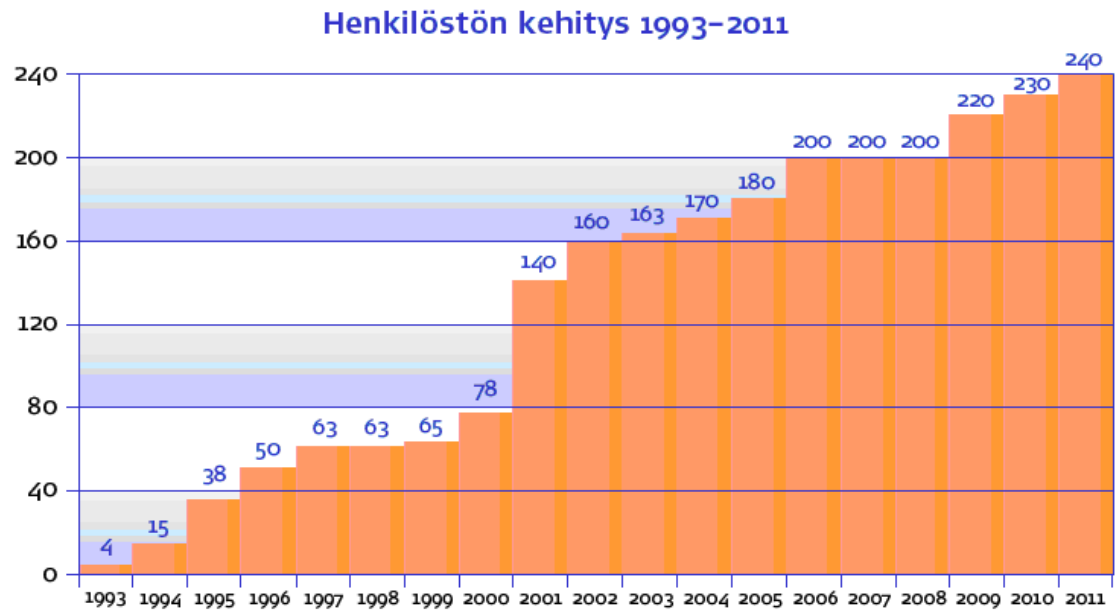
Betamet Oy on koneasennuksiin, teollisuusputkistoihin, ilmalaiteasennuksiin, automaatioon ja kunnossapitoon erikoistunut yhtiö, joka on perustettu vuonna 1993. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Oulussa, missä konserniin kuuluvia yrityksiä ovat myös kone ja laiteasennuksia tekevä Field Engineering, teollisuusputkistoihin erikoistunut Betamet Piping Oy, ruostumattomiin teräksiin erikoistunut konepaja Betamet Oy Workshop ja ilmalaiteasennuksia tekevä Betamet Airtech. Konserniin kuuluu myös Raahessa toimiva ASTP-asennus, joka on erikoistunut raskaaseen koneasennukseen. Näiden lisäksi Keski-Suomessa, Leppävedellä toimivat Betamet Automation Oy ja Betamet Service Oy, jonka tytäryhtiö Betamet Rolls siis on. Betamet Oy:llä on toimipiste myös Saksassa, Dachausassa, missä toimii vuonna 2007 perustettu Betamet GmbH. Sen toimialaa ovat paperikoneiden kunnossapito- ja asennustyöt. (Betamet Art of Installation 2013; Betamet konsernin toimipisteet ja toiminta-alueet 2013.) Betamet Oy:n organisaatorakennetta on havainnollistettu kuviossa 1.



KUVIO 1. Betamet-konsernin rakenne (Betamet konsernirakenne 2013).

Betamet Oy:llä on paljon toimintaa myös ulkomailla. Euroopan lisäksi konsernilla on ollut toimeksiantoja Etelä-Amerikassa, Aasiassa ja Australiassa. Konserni on laajentunut jatkuvasti syntymästään lähtien ja vuonna 2011 sen palveluksessa oli jo 240 hen-

kilöä (kuvio 2.). (Betamet Art of Installation 2013.) Konsernin liikevaihto oli vuonna 2012 noin 40 miljoonaa euroa (Lindgren 2013).



KUVIO 2. Betamet Oy:n henkilöstön kehitys (Tärkeitä lukuja 2013).

4 LEVITYSTELAT

4.1 Yleistä

Levitystela on keksitty vuonna 1944 Yhdysvalloissa. Levitysteloja käytetään paperiteollisuudessa, tekstiiliteollisuudessa, muovikalvo- ja säkkitehtaissa, autoteollisuudessa sekä levyjen ja viilujen valmistuksessa. Paperikoneessa levitystelan tarkoitus on levittää paperirataa ja poistaa rypyjä. Levitystelojen huolto on muihin teloihin verrattuna huomattavasti monimutkaisempi, joten yksittäisen tehtaan oma osaaminen levitystelojen huollossa on vähäistä. (Betamet Rolls Oy:n laatujärjestelmä 2013.)

Levitystela on kaarevalle akselille kasattu tela, jonka vaippa koostuu segmenteistä, jotka ovat kaikki erikseen laakeroitu akselille. Yhdessä telassa segmenttejä voi olla jopa 30, jotka on yhdistetty toisiinsa kumisilla kytkimillä. Telan halkaisija voi olla 85 mm – 500 mm ja pituus yhdestä metristä 13 metriin. Telan yleisimpiä pinnoitusmateriaaleja ovat kovakromi, teflon, haponkestävä teräs ja kumi (kuvio 3.). Pinta voi olla sileä tai uritettu. (Lindgren 2013.)



KUVIO 3. Tyypillinen kumitettu levitystela (Industrial rollers 2013).

4.2 Rakenne ja osat

Materiaalina levitysteloissa käytetään pääasiassa terästä, josta akseli, kiinnityspukit, hihna- ja narupyörät sekä telan vaippa koostuvat. Akseli on terästanko tai paksuseinäminen putki, joka on taivutettu kaarelle. Kaarevuus on vähintään 0,5 % telan leveydestä. Kaarevuuden määrään vaikuttaa telan ajonopeus sekä levitettävä materiaali. Akselin molemmissa päissä ovat kiinnityspukit, joista tela kiinnitetään koneen runkoon (kuvio 4.). Toisessa pukissa on kääntövaihde, jolla akselia voidaan pyörittää 360 astetta, jolloin telan kaarevuuden suunta muuttuu. (Lindgren 2013.)



KUVIO 4. Tyypillisiä kiinnityspukkeja sekä laakeroituja holkkeja.

Telan vaippa koostuu useasta segmentistä, joista jokainen on laakeroitu erikseen. Useimmiten yksi segmentti sisältää akseliholkin, laakerin sekä ulkoholkin (kuvio 4.). Akseliholkki on kiinnitetty ruuveilla akseliin ja ulkoholkki on laakerin kanssa asennettu akseliholkin päälle. Ulkoholkeista koostuu siis telan pinta, ellei telaa pinnoiteta kumilla. Kumipinnoite tehdään koko telan vaipan mittaisella kumisukalla, joka on vedetty telan päälle (kuvio 3.). (Lindgren 2013.)

Jotta telan kaikki segmentit pyörivät samalla nopeudella, on ne yhdistetty toisiinsa kumisilla kytkimillä (kuvio 5.). Kytkimiä on käytössä monia eri kokoja ja malleja riippuen telan halkaisijasta sekä valmistajasta. Kytkimet valmistetaan raakakumista muoteissa, joissa kytkin saa oikean muotonsa lämmön ja paineen vaikutuksesta. Joihinkin kytkimiin on vulkanoitu lisäksi teräskehät, joista kytkin kiinnittyy telan vaippaan. (Lindgren 2013.)



KUVIO 5. Kytkinrautoja sekä valmiita kytkimiä.

Telojen valmistuksessa ja huolloissa tarvittavia materiaaleja ovat akselit, ainesputket, kumisukat sekä raakakumi. Kaikkia käytettäviä osia ei konepajan kannata itse valmistaa. Tällaisia valmiina hankittavia osia ovat laakerit, erilaiset tiivisteet, akselivarmistimet sekä kiinnityspukit. (Lindgren 2013.)

Levitystelojen valmistajia Betamet Rollsin lisäksi ovat muun muassa suomalaiset Finbow ja Tevo, saksalaiset Wittler ja Plastex sekä italialainen Irga. (Lindgren 2013).

5 MATERIAALIEN OHJAUS

Materiaalien ohjaus on osa yrityksen logistisen prosessin ohjausta ja sen keskeisiä tavoitteita on tehokkuuden lisääminen, joka käytännössä tarkoittaa läpimenoaikojen lyhentämistä, työn ja pääoman tuottavuuden sekä palvelun lisäämistä. Materiaalien ohjaus liittyy yhtä läheisesti niin myymiseen, ostamiseen kuin valmistamiseenkin ja sen toteuttaminen on osa yrityksen strategiaa ja käytännön toimintaa. Käytännön toiminnassa tulisi kehittää tavaratoimitusten oikeaa rytmiä sekä saapuvien ja lähtevien materiaalivirtojen jatkuvaa tasapainoa. (Sakki 2001, 79-80.)

5.1 Ohjausmenetelmät

Materiaalien ohjaustapoja ovat tilausohjaus, varasto-ohjaus sekä erikoisohjaus. Tilausohjauksessa materiaalit ja osat ostetaan saatujen asiakastilausten perusteella, jolloin varastot pysyvät pieninä eikä epäkuranttiusvaaraa pääse syntymään. Varasto-ohjauksessa materiaaleja varastoidaan ennalta sovittu kappalemäärä. Kun varasto on vähentynyt sovittuun hälytysrajaan, tehdään täydennystilaus. Varasto-ohjauksen sovelluksia ovat muun muassa imuohjaus ja kaksilaatikkosysteemi. Kolmas ohjausmenetelmä on erikoisohjaus. Sitä käytetään silloin, kun varasto tai tilausohjaus ei onnistu: esimerkiksi jokin kallis osa, jolla on pitkä toimitusaika. Osaa ei haluta hintansa takia varastoida, mutta tässä tapauksessa pitenee oma asiakkaalle tarjottava toimitusaika. Erikoisohjauksessa on seurattava tilauskantaa ja ennakoitava materiaalien tai osien tarvetta. (Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen 1997, 208-209.) Materiaalien varasto-ohjauksessa tarvitaan varastontäydennysjärjestelmä, joka kertoo, koska varastoja tulisi täydentää. Ohjeet oikeaan rytmittämiseen voidaan saada ABC-analyysin avulla. (Sakki 2001, 111.)

5.1.1 Imuohjaus

Imuohjauksessa tuotetta käyttävän ja sitä valmistavan yksikön välissä on välivarasto, jota sanotaan imuvarastoksi. Tuotteiden ottaminen varastosta on impulssi valmistavalle yksikölle. Imuvarastossa täytyy olla tuotteita sen verran, että ne riittävät varaston täydennyksen vaatiman ajan. Imuohjaus soveltuu parhaiten vakiona pysyville osille, joilla on lyhyt valmistusaika. Imuvaraston on oltava käyttävän yksikön yhteydessä. Jos valmistusyksikkökin sijoitetaan imuvaraston lähelle, voidaan valmistusim-

pulssi hoitaa visuaalisesti, kun valmistus näkee varaston jatkuvasti. Imuvarastossa täytyy olla valmistuserän suuruinen paikka jokaiselle nimikkeelle. (Lapinleimu ym. 1997, 221-223.)

Jos valmistavaa yksikköä ei voida sijoittaa varaston yhteyteen, voidaan valmistusimpulssina käyttää esimerkiksi korttia. Jokaista varastoitavaa nimikettä kohti on oma imuohjauskortti eli kanban. Kortti lähetetään valmistukseen varastosta otettujen osien kappalemäärällä varustettuna ja valmistus tapahtuu tämän perusteella. Koska jokainen varastoon lisättävä nimike vaatii oman paikan ja kanbanin, järjestelmä ei ole joustava muutoksille. (Lapinleimu ym. 1997, 221-223.)

5.2 Varastointi

Liiketoiminnassa varastoja tarvitaan asiakaspalvelujen ja tuotannon jatkuvuuden turvaamiseen. Yrityksen toimintaa turvaavia varastoja ovat muun muassa raaka-ainevarastot, välivarastot, käyttöainevarastot, varaosavarastot ja jätteaineiden varastot. Raaka-ainevarastot ovat tarpeen silloin, kun tavaran jatkuvaa saantia ei voida muuten varmistaa tai, jos tavaran toimitusaika on pidempi kuin toimitusaika, jonka yritys lupaa omalle asiakkaalleen. Välivarastoja taas syntyy, kun jonkin osan taloudellinen valmistuserä on suurempi kuin välitön tarve tai, kun monissa yrityksen lopputuotteissa käytetään samoja osia, jolloin osien varastoinnilla voidaan taata toiminnan taloudellisuus sekä lyhyet toimitusajat. Välivarastoja tarvitaan myös tuotannon pulonkaulakohdassa, jossa töitä ei pystytä käsittelemään yhtä nopeasti, kuin siihen saapuu uusia osia. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302-303.)

5.2.1 Varastoinnin kustannukset

Oletamme, että varastot ovat olennainen osa liiketoimintaa, eikä liiketoiminnan harjoittaminen onnistu pienillä varastoilla. Varastojen kokoa ja ylipäänsä varastojen olemassa oloa tulisi miettiä, koska varastoinnista koituu yrityksille kustannuksia, joita voitaisiin mahdollisesti vähentää. Kustannuksia syntyy siitä, että varastoitavat tuotteet on jo maksettu ja näin ollen varastoihin sitoutuu yrityksen pääomaa. Tämä pääoma on poissa varsinaisesta liiketoiminnasta eikä se lisäännä varastoinnin aikana. Varastoille tarvitaan myös tiloja, joiden rakentaminen ja ylläpitäminen maksavat. Varastoinnissa tavaraa joudutaan myös käsittelemään, josta aiheutuu erilaisia käsit-

telykustannuksia. Varastoitaessa otetaan myös riski, että varastoidun tuotteen tarve poistuu varastoinnin aikana eikä sillä ole enää samaa arvoa. Liiketalouden takia on löydettävä varaston pienin tavaramäärä, joka turvaa liiketoiminnan häiriöttömän jatkumisen. Varastoja voidaan pienentää myös siten, että tavaran toimitusketjussa peräkkäin olevat yritykset kehittävät keskinäistä työnjakoaan. Tuotantolaitoksen varastot voidaan pitää pieninä, jos materiaalien varastointivastuuta siirretään välittäjälle. (Sakki 2001, 80-81; Karhunen ym. 2004, 305.)

5.2.2 Varastojen suunnittelu

Materiaalien hallinnan yksi tärkeimmistä tehtävistä on varastojen koon määrittely. Varastojen tulisi olla riittävän suuret yrityksen toimituskyvyn turvaamiseksi, mutta toisaalta varastoihin sidottu pääoma tulisi pitää mahdollisimman pienenä. Lopputuotevaraston suunnittelu tehdään yrityksen kokonaissuunnittelun yhteydessä. Lopputuotteita varastoidaan sen verran, että pystytään pitämään haluttu palvelutaso kaikissa tilanteissa. Varastojen suunnittelussa täytyy ottaa huomioon kausivaihtelut. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 449.)

Materiaali- ja puolivalmisteverastojen mitoitus voi perustua laskettuun materiaali-menekkiin, joka voidaan selvittää tilauskannasta ja menekkiennusteista. Tällainen mitoitustapa soveltuu pitkän toimitusajan ja kalliiden materiaalien varastojen suunnitteluun. Lyhyen toimitusajan materiaalien hankinta ja varastointimäärät perustuvat usein kokemukseen. Halpoja materiaaleja kannattaa usein ostaa suuria määriä varastoon, koska niiden tilaus- ja valvontakustannukset ovat merkittävät verrattuna varastointi kustannuksiin. (Haverila ym. 2009, 450.)

5.2.3 Varastovalvonta

Varastovalvonta on tärkeää toiminnanohjauksen kannalta, koska tieto materiaali- ja lopputuotevarastojen saldoista on olennaista monissa toiminnanohjauksen suunnittelun tilanteissa. Muun muassa toimitusajat, tuotantoerien suunnittelu ja materiaalien hankinta perustuvat paljolti varastosaldoihin. Näin ollen varastovalvonnan ongelmat vaikeuttavat merkittävästi toiminnanohjausta ja saattavat aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia. Varastojen valvontaan voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. (Haverila ym. 2009, 450.)

Yksi varastovalvonnan menetelmä on varastokirjanpito. Kirjanpitoa hoidetaan yrityksen tietojärjestelmällä, johon kirjataan kaikki materiaalitapahtumat, kuten toimitusten vastaanotto, tilausten lähettäminen ja tuotantoerien valmistuminen. Jokaiselle varastoitavalle nimikkeelle tulee järjestelmään määrittää hälytysraja. Hälytysraja on sellainen nimikkeen varastomäärä, jolla kyseistä nimikettä tulee tilata lisää. Jotta valvontamenetelmä toimisi, tulee kirjanpidon olla riittävän tarkka ja ajantasainen. (Haverila ym. 2001, 451.)

Toinen varastovalvonnan menetelmä on visuaalinen valvonta, joka perustuu materiaalin määrän valvontaan varastointipisteessä. Tilausimpulssi syntyy, kun varastotaso saavuttaa ennalta määritellyn tason. Visuaalinen valvonta soveltuu parhaiten halvoille nimikkeille, joiden toimitusaika on lyhyt. Yleisin visuaalisen valvonnan keino on kahden laatikon menetelmä. Menetelmässä jokin nimike varastoidaan kahteen laatikkoon, joista toisen tyhjennyttyä otetaan käyttöön toinen laatikko ja tehdään täydennystilaus. Laatikkojen nimikemäärät on mitoitettu siten, että yksi laatikko riittää täydennyksen toimitusajan verran. (Haverila ym. 2001, 452.)

Inventaario on myös varastovalvonnan menetelmä. Sillä tarkoitetaan varastoitavien tuotteiden määrien fyysistä laskemista. Inventaariota käytetään muun muassa silloin, kun tuotekohtainen materiaalien tarve vaihtelee runsaasti. Inventaario tehdään silloin tällöin myös materiaaleille, jotka ovat varastokirjanpidossa, jotta saadaan poistettua kirjanpitoon mahdollisesti tulleet virheet. (Haverila ym. 2001, 452.)

Joissain tapauksissa on järkevää siirtää vastuu varaston täydentämisestä toimittajalle. Kaikilla nimikkeillä on omat paikkansa varastossa ja toimittaja tarkastaa varastotilanteen säännöllisesti ja tekee tarvittavat täydennykset. Menetelmä on tavallinen esimerkiksi ruuvien varastoinnissa. (Haverila ym. 2001, 453.)

5.3 ABC-analyysi

Yritys saattaa tarvita toiminnassaan tuhansia erilaisia tavaranimikkeitä, joista toiset ovat yrityksen toiminnalle tärkeämpiä kuin toiset. ABC-analyysissä varaston eri tuotenimikkeet luokitellaan niiden vuosikulutuksen arvon perusteella. Tavallisesti luokkia on kahdesta viiteen ja monesti riittääkin, että nimikkeet jaetaan kahteen luokkaan, A ja C. A-luokkaan kuuluvat nimikkeet, jotka ovat vuosikulutusarvoltaan suu-

rimpia ja viimeiseen luokkaan ne, jotka ovat vuosikulutusarvoltaan pienimpiä. Analyysin avulla pyritään saamaan parempi käsitys siitä, kuinka materiaalien ohjausta tulisi kehittää. (Sakki 2001, 100-101.) A-luokan nimikkeisiin pitää käyttää tarkkaa ohjausta ja valvontaa, kun taas C-luokan nimikkeille riittää karkeampi varastovalvonta. ABC-analyysi soveltuu niin raaka-aine-, puolivalmiste-, kuin lopputuotevarastoillekin. ABC-analyysi on sovellettu vanhasta 20/80-säännöstä, jonka mukaan 20 % nimikkeistä aiheuttaa 80 % vuosikulutuksesta. (Haverila ym. 2001, 457-458.)

ABC-analyysissä varastoitavat nimikkeet luokitellaan vain niiden kulutuksen arvon perusteella. Täytyykin ottaa huomioon, että tämä arvo ei ole sama asia kuin tarpeellisuus. Esimerkiksi teollisessa tuotannossa kaikki osat ovat tarpeellisia, vaikka niiden käytön arvo vaihtelee. Lisäksi täytyy muistaa, että analyysi tehdään aina menneiden tapahtumien pohjalta ja tulevaisuus voi olla hyvinkin toisenlainen. Analyysi pitää siis uusia tietyin väli ajoin. (Sakki 2001, 101-102.) Varastovalvontaa suunniteltaessa täytyy nimikkeen vuosikulutuksen lisäksi ottaa huomioon myös sen toimitusaika. (Haverila ym. 2001, 458.)

6 TUOTANNON OHJAUS

6.1 Operatiivinen ohjaus

Tuotannon operatiivinen ohjaus on toiminto, jolla tarkoitetaan toiminnan ajoittamista ja toteutusimpulssien antamista tuotannolle. Usein termi tuotannon operatiivinen ohjaus lyhennetään muotoon tuotannon ohjaus. Tässäkin työssä puhutaan tämän jälkeen vain tuotannon ohjauksesta, vaikka tarkkaan ottaen tarkoitetaan operatiivista ohjausta. (Lapinleimu ym. 1997, 191-193.)

Tuotannon ohjauksen tehtäviä ovat tuotantosuunnitelman laatiminen, saatujen tilausten hallitseminen, tilausten purkaminen materiaalitilauksiksi ja valmistusimpulsseiksi sekä yhteistyön tekeminen myyntiosaston kanssa. Lisäksi tuotannon ohjauksen täytyy tietää oman valmistuksen kuormitustaso sekä osatoimittajien toimitusmahdollisuudet. Tuotannon ohjauksen tavoitteena on, että ostot tapahtuvat oikeaan aikaan, jotta pääomaa ei sitoudu turhaan. Tähän voidaan käyttää apuna tuotantosuunnitel-

maan sisältyvää aikataulua, jonka avulla voidaan suunnitella osto- ja valmistusimpulssit. (Lapinleimu ym. 1997, 191-193.)

6.2 Tuotantosuunnitelma

Tuotantosuunnitelma on työkalu, jolla varmistetaan toimitusten tapahtuminen oikeaan aikaan. Tuotantosuunnitelmaa voidaan kutsua myös tuotanto-ohjelmaksi. Sen tekemistä kutsutaan pääsuunnitteluksi, yleissuunnitteluksi tai toiminnan suunnitteluksi. Tuotantosuunnitelman päätavoite on asiakastoimitusten oikea-aikaisuus eli yrityksen toimituskyky. Suunnitelmassa täytyy huomioida omien valmistusyksiköiden kuormitus sekä osatoimittajien toimituskyky. Myös mahdollisista tuotannon pullonkauloista on oltava selvillä. Tuotantosuunnitelma perustuu tilauksiin ja tarkoituksena on, että tilaukset valmistetaan juuri ennen toimitusajankohtaa. Tällöin poistuu valmistettavan tuotteen epäkuranttiusriski. Tuotannon ruuhka-aikoina voidaan valmistusta siirtää mahdollisesti aikaisemmaksi. Pelivara tuotantosuunnitelman tekemisessä riippuu pitkälti valmistuksen läpäisyajasta, pienten erien valmistuskyvystä ja materiaalien toimitusajoista. Parhaat edellytykset hyvin toteutettavan tuotantosuunnitelman tekemiseksi ovat siis tehokkaalla ja nopeasti läpäisevällä tuotantojärjestelmällä. (Lapinleimu 1997, 194-196.)

6.3 Ajoitus ja kuormitus

Jotta tuotantosuunnitelma olisi mahdollista toteuttaa, täytyy siinä ottaa huomioon valmistusyksiköiden mahdollisuudet. Näitä mahdollisuuksia selvitetään kuormituslaskennalla. Valmistettavat tilaukset sijoitetaan tuotantosuunnitelmaan esimerkiksi toimitushetken mukaan. Tuotantosuunnitelmasta nähdään kalenteriaikaan sijoitettuna tilausten aiheuttama kuormitus eri valmistusyksiköille. Tästä voidaan helposti laskea eri tilausten aiheuttamat kokonaiskuormitukset. Lopullista tuotantosuunnitelmaa varten tehtävää kuormituslaskentaa kutsutaan karkeasuunnitteluksi. Hienosuunnittelun tarkoitus on ajoittaa yksittäisiä työvaiheita. Tämä ei kuitenkaan ole tarpeellista hyvin toimivassa tuotantojärjestelmässä. (Lapinleimu 1997, 197-198.)

Tuotanto voidaan jakaa useisiin kuormitusryhmiin, joiden kuormitusta seurataan erikseen. Kuormitusryhmiä voivat olla esimerkiksi koneistus, levytyöt ja kokoonpano. Jos tuotannossa on jokin selkeä pullonkaula, kannattaa siitä tehdä oma kuormitus-

ryhmänsä. Monesti on kuitenkin järkevää, ettei ryhmiä ole kovin monta ja usein riittääkin, että seurataan pelkästään kokoonpanon kuormitusta. (Lapinleimu 1997, 199-200.)

Tuotantosuunnitelma voidaan tehdä myös siten, ettei siinä hyödynnetä kuormituslaskentaa ollenkaan, jolloin tuotantosuunnitelma muodostuu suoraan tilauskannasta. Tätä kutsutaan rajattomaan kapasiteettiin ajoitukseksi ja se edellyttää suhteellisen tasaisena pysyviä markkinoita. (Lapinleimu 1997, 200.)

Jos tuotantoa uhkaa tulevaisuudessa ylikuormitus, voidaan kuormitusta mahdollisesti tasata siirtämällä töiden aikatauluja joko aikaisempaan tai myöhäisempään ajankohtaan. Jos ajoitus on tehty toimitusajan mukaan, tuotannon myöhäistäminen aiheuttaa toimituksen myöhästymisen. Tuotannon aikaistamisen esteenä taas saattaa olla materiaalien hidas saatavuus. Kuormitusta voidaan tasata myös työntekijöiden yli-työllä tai lisäämällä työvuoroja tai työntekijöiden määrää. (Lapinleimu 1997, 200-203.)

7 LEVITYSTELOJEN HUOLTO

Valkealan toimipisteessä huoltoon tuleva levitystela puretaan täysin osiin ja siihen vaihdetaan kaikki kuluvat osat, kuten laakerit, kytkimet ja tiivisteet. Tela myös tasapainotetaan ja lopuksi vielä koeajetaan ja suoritetaan värähtelymittaus. (Lindgren 2013.)

Telan purku alkaa kiinnityspukkien irrotuksella. Pukit puretaan ja pestään sekä tarpeen vaatiessa lähetetään hiekkapuhallukseen ja maalaukseen alihankkijalle. Pukkien irrotuksen jälkeen telan kaikki segmentit ja niiden välissä olevat kytkimet vedetään pois akselilta. Segmentit puretaan osiin ja akseli- ja ulkoholkit sekä naru- ja hihnapyörät ja niiden osat pestään pesukoneessa. Vanhat laakerit ja kytkimet hävitetään. (Lindgren 2013.)

Telan kokoonpano aloitetaan segmenttien kokoamisella. Ulkoholkkiin painetaan hydraulipuristimella uusi laakeri, joka rasvataan ja lukitaan paikoilleen akselivarmistimella. Tämän jälkeen akseliholkki painetaan laakerin sisään ja lukitaan paikoilleen. Kun

kaikki segmentit on näin kasattu, niille tehdään dynaaminen tasapainotus tasapainotuskoneessa (kuvio 6.). Valmiit segmentit ja uudet kytkimet työnnetään akselille ja ne lukitaan paikoilleen ruuvaamalla akseliholkit kiinni akseliin. Akselin päihin asennetaan vielä kiinnityspukit, minkä jälkeen tela onkin valmis koeajoon. Telaarä pyöritetään koeajopenkissä ensin hitaasti, jotta rasva leviää kunnolla laakereihin. Samalla telan pinta käydään läpi hiomapaperilla lian ja mahdollisten terävien särmiä poistamiseksi. Tämän jälkeen nopeus nostetaan telan todelliseen ajonopeuteen ja telalle tehdään visuaalinen tarkastus sekä värähtelymittaus. Kun telan on todettu olevan kunnossa, se kääritään paperiin ja nostetaan kuljetuslaatikkoon. Telasta tehdään asiakkaalle vielä huoltoraportti, mistä käy ilmi tehdyt toimenpiteet sekä mahdolliset erityishuomiot. (Lindgren 2013.)



KUVIO 6. Segmentti tasapainotuskoneessa.

8 MATERIAALIEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN

8.1 Telahuollon varastot

Betamet Rolls Oy:n konepajalla varastoitavia telojen huollossa tarvittavia osia ovat telojen kytkimet, kytkimien raaka-aineet, kumipintaisten telojen kumisukat, erilaiset tiivisteet sekä muut pienemmät osat. Varastot inventoidaan kahdesti vuodessa, mutta muunlaista varasto-ohjelmointia ei juuri ole. Tästä johtuen jonkin osan loppuminen varastosta saatetaan huomata vasta kun sitä tarvittaisiin.



KUVIO 7. Raudattomien kytkimien varastointi.



KUVIO 8. Raudallisten kytkimien varastointi.

Kytкимиä on yhdessä telassa 15 - 30 kappaletta ja niiden valmistaminen vie paljon aikaa. Varsinkin raudallisten kytkimien valmistus on hidasta, koska kytkimiin tulevat raudat pitää koneistaa, hiekkapuhaltaa ja pohjustaa ennen kumin vulkanointia. Tästä johtuen kytkimiä valmistetaan varastoon. Koska yhteen huollettavaan telaan tarvitaan monta kytkintä ja kytkimet ovat eri teloissa erilaisia, joudutaan kytkimiä varas-

toimaan satoja. Ajatuksena on, että varastossa olisi riittävä määrä oikeanlaisia kytkimiä lähes minkä tahansa levitystelan huoltamiseen. Valmiita kytkimiä varastoidaan kahdessa eri hyllyssä, joista toisessa pidetään täysin kumiset kytkimet (kuvio 7.) ja toisessa raudalliset kytkimet (kuvio 8.). Raudallisten kytkinten kytkinraudat sorvataan CNC-sorvilla, jolla valmistetaan myös uusissa teloissa tarvittavat osat. CNC:llä on järkevää tehdä kerralla reilu määrä samanlaisia osia, kun kerran on laitettu asetukset kohdilleen. Näin koneen ohjelmointiin kuluva aika saadaan pienemmäksi pitkällä aikavälillä. Osia kannattaa koneistaa varastoon myös siksi, että sillä voidaan vähentää tulevaisuudessa sorville syntyviä hetkellisiä ruuhkia. Kytkinraudoilla on oma varastohyllynsä kytkinten valmistuspisteen yhteydessä (kuvio 9.). Rautoihin tarvittavaa ainesputkea ei juurikaan varastoida, vaan sitä tilataan tarvittaessa.



KUVIO 9. Kytkinrautojen varastointia.

Kytken valmistamiseen tarvittavan raakakumin toimitusaika on useita viikkoja, mistä johtuen sitäkin on oltava riittävästi varastossa. Toimitusaika on pitkä myös kumisukilla. Niitä ei kalliin hintansa vuoksi voida kuitenkaan varastoida ylettömästi ja varasto koostuukin muutamasta yleisimmin käytetystä kumisukkatyypistä.

Telojen huollossa suurin kustannus tulee laakereista, koska niitä tarvitaan yhteen telaan niin useita. Voisi olla hankalaa löytää kymmeniä samantyyppisiä laakereita lyhyellä toimitusajalla, ellei niitä olisi varastossa. Laakereita ei kuitenkaan varastoida itse, vaan siitä huolehtivat laakeritoimittajat, joilla on tietty määrä yleisimpiä levitys-

teloissa käytettäviä laakereita varastossaan. Toimittajan vastuulla olevia varastoja on myös telaverstaalla. Näissä varastoitavia tuotteita ovat muun muassa tiivisteet, O-renkaat, hionatarvikkeet, työstökoneiden terät sekä erilaiset kemikaalit. Toimittaja tarkastaa ja tarvittaessa täydentää varastot viikoittain.

8.2 ABC-analyysi

Materiaalien hallintaa päätin alkaa kehittämään ABC-analyysin avulla. ABC-analyysin pohjalta voidaan sitten miettiä varastovalvonnan tapoja eri nimikkeille sekä suunnitella varastojen koko. Analyysiä varten poimin kaikki varastoitavat nimikkeet ja niiden arvot inventaariolistoista ja muodostin niistä Excel-tilukon (ks. liite 1.). Omavalmistusten eli kytkinten ja kytkinrautojen hinnat ovat inventaariolistoisiin laskettu muun muassa niiden materiaali- ja valmistuskustannuksista. Analyysissä käytetyt hinnat ovat liikesalaisuuksia, joten ne on poistettu liitteen 1. taulukosta. Nimikkeitä kertyi taulukkoon yhteensä 70 ja niitä ovat yleisimmät kumisukat sekä kaikki käytettävät kytkimet ja kytkinraudat.

Tarkoituksena oli tehdä ABC-analyysi nimikkeiden vuosikulutuksen arvojen mukaan. Tätä varten piti selvittää kaikkien nimikkeiden edellisen vuoden kulutus. Kävin läpi kaikki viime vuoden telojen huoltotilaukset, joista selvitin huollettujen telojen tyyppit ja lukumäärät. Kytkinten lukumäärä kuitenkin vaihtelee telakohtaisesti riippuen muun muassa telan pituudesta. Tästä johtuen en saanut selville tarkkoja kytkinten käyttömääriä ja tyydyin laskemaan summittaiset arvot teloihin keskimäärin käytettyjen kytkinten lukumäärien mukaan. Tässä minua auttoi suuresti tehdaspäällikkö Lindgrenin tietämys.

Nimikkeet jaoin vuosikulutusarvojen mukaan kahteen luokkaan. Luokkaan A valitsin vuosikulutusarvoltaan suurimpia nimikkeitä sen verran, että niiden kokonaisarvoksi muodostui 80 % vuosikulutuksesta. Loput nimikkeet laitoin C-luokkaan, jonka arvoksi tuli siis 20 % vuosikulutuksesta. Tällä tavalla A-luokan nimikkeiden määrästä tuli aika iso, noin 41 % kaikista nimikkeistä. Luokkaan A kuuluvat yleisimmin käytetyt kytkinmallit ja niiden raudat sekä kalliista hinnastaan johtuen kaikki kumisukat. Luokka C koostuu vähemmän käytetyistä kytkimistä ja kytkinraudoista.

8.3 Hälytysrajat ja eräkoot

Tarkoituksena on siis varastoida kaikkia nimikkeitä sen verran, että niitä on aina riittävästi yhtä huollettavaa telaa varten, jotta toimitusajat asiakkaille voidaan pitää riittävän lyhyinä. Tämän suurempiin varastoihin ei olisi oikein mahdollisuksiakaan. Tällä perusteella kytkinten varaston hälytysrajoiksi muodostuivat eri telatyyppeihin enimmillään tarvittavat kytkinmäärät. Tässäkin asiassa oli suurena apuna tehdaspäällikkö Lindgrenin tietämys. Kytkinrautojen hälytysrajoiksi laitoin kaksinkertaisen määrän, kuin vastaavalla kytkimellä, koska rautoja kuluu yhteen kytkimeen kaksi kappaletta. Kumisukkia kuluu yhteen kumitettuun telaan aina yksi, joten hälytysrajoiksi useimmille sukkatyypeille laitoin yksi. Kumisukkien toimitusaika on kuitenkin niin pitkä, että katsoin tarpeelliseksi asettaa yleisimmin käytetyille sukille, joiden vuosikulutus on noin kymmenen kappaletta, hälytysrajaksi kaksi. Tuotantoerien suuruudeksi kytkimille ja niiden raudoille katsoin järkeväksi laittaa samat määrät kuin hälytysrajojen arvot ovat. Näin varastot eivät pääse täyttymään liiaksi. Myös kumisukille tilauserien koot laitoin samansuuruisiksi kuin hälytysrajat. Kun kaikkien nimikkeiden hälytysrajat ja tilauserien koot olivat selvillä, lisäsin ne ABC-analyysiin (ks. liite 1.). ABC-analyysin tuloksilla ei siis ollut vaikutusta hälytysrajojen eikä tilauserien koolle.

8.4 Varastovalvonta

A- ja C-luokkien nimikkeiden hälytysrajat ja tilauserien koot on siis muodostettu samalla periaatteella, ja katsoin, että myös varastovalvonta kannattaa toteuttaa pääpiirteissään samalla tavalla kaikille varastoitaville nimikkeille. Pelkkä ABC-analyysi ei ole kuitenkaan riittävä tutkimusmenetelmä varastovalvontaa ja materiaalienohjausta suunniteltaessa, vaan lisäksi täytyy ottaa huomioon eri nimikkeiden toimitus- tai valmistusajat eli saatavuusajat.

Kytkimien valmistusaikaan vaikuttaa merkittävästi se, onko kytkin raudallinen vai raudaton. Raudallisten kytkimien valmistus vie moninkertaisen ajan verrattuna raudattomiin kytkimiin. Kytkinrautojenkin valmistuminen vie runsaasti aikaa, koska niihin tarvittavan putken toimitusaika on noin kaksi viikkoa. Myös kumisukkien toimitusajat ovat pitkiä, noin neljä viikkoa. Näihin tietoihin pohjautuen jaoin nimikkeet kahteen luokkaan niiden saatavuusajan perusteella ja lisäsin ABC-analyysiin sarak-

keen, josta kunkin nimikkeen luokka ilmenee (ks. liite 1.). Luokkaan 1 kuuluvat nimikkeet, joihin ei tarvitse tilata materiaaleja ja joiden valmistus on nopeaa. Tällaisia tuotteita voidaan valmistaa yhteen telaan tarvittava määrä parissa päivässä. Luokkaan 2 kuuluvat nimikkeet, joiden valmistus vie useita päiviä sekä nimikkeet, joihin tarvittavat materiaalit ovat tilaustavaraa. 1-luokan nimikkeitä ovat raudattomat kytkimet ja 2-luokkaan kuuluvat raudalliset kytkimet, kytkinraudat sekä kumisukat.

Parhaiten soveltuva varastojen valvontamenetelmä on tässä tapauksessa visuaalinen valvonta, jonka lisäksi käytetään imukorttiohjausta. Kytkinrautojen varasto on kytkinvalmistuksen yhteydessä, joten on luontevaa, että kytkimiä valmistava henkilö valvoo rautojen varastotasoja. Kun jokin näistä nimikkeistä saavuttaa hälytysrajan, toimittaa työntekijä työnjohdolle imukortin, josta käy ilmi tarvittavan nimikkeen tyyppi, saatavuusajaluokka sekä erä koko. Samanlainen käytäntö toimii myös valmiiden kytkimien varastovalvonnassa. Kun kokoonpano ottaa varastosta kytkimiä käyttöön, on työntekijän vastuulla valvoa alittaako tuotteiden lukumäärä hälytysrajan. Kumisukkien suhteellisen vähäisen menekin vuoksi niiden kohdalla ei tarvita imukorttiohjausta ja varastovalvontakin onnistuu työnjohdolta.

Kun työnjohto saa imukortin, on heidän tehtävänsä päättää, kuinka pian tuotteita tilataan tai aletaan valmistaa. Tässä auttaa tieto siitä, kuuluuko kyseinen nimike saatavuusajaluokkaan 1 vai luokkaan 2. Esimerkiksi kun työnjohto saa imukortin, jonka nimikkeet kuuluvat luokkaan 1 ja tiedetään, ettei kyseisiä tuotteita tarvita lähitulevaisuudessa, voidaan tuotteiden valmistamista siirtää tarvittaessa myöhäisemmäksi. Jos taas nimike kuuluu luokkaan 2, täytyy siihen tarvittavat materiaalit tilata heti ja aloittaa tuotanto mahdollisimman pian. Vaikka imukortista ilmeneekin tilattava erä koko, on työnjohdon tehtävä katsoa tuotantosuunnitelmasta, onko samalle nimikkeelle menekkiä lähitulevaisuudessa ja suurentaa tilauksen eräkoko tarvittaessa.

Jokaisen nimikkeen varastopaikalle, esimerkiksi hyllyn etureunaan, tulee merkitä kyseisen nimikkeen hälytysraja, joka on siis myös tilauksen erä koko kytkimien ja kytkinrautojen tapauksessa. Näin työntekijöiden on helppo valvoa, onko jokin nimike saavuttanut hälytysrajan ja toimia sen mukaan.

9 TUOTANNON SUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN

Tässä työssä kehitettiin tuotannon suunnittelua huollettavien telojen osalta purku- ja kokoonpanotyövaiheissa sekä uusien telojen kokoonpanossa. Tarkoituksena oli tehdä Excel-ohjelmistolla tuotantosuunnitelma, jota täydennetään sitä mukaa kuin uusia tilauksia syntyy. Aikaisemmin tuotannosuunnittelu on tapahtunut työnjohdon ajatuksissa ja muistiinpanoina, eikä mitään varsinaista menetelmää sen tekemiseksi ole ollut. Tarkoituksena on, että tilaukset sijoitetaan suunnitelmaan niiden toimitusajan mukaan siten, että tilaus valmistuu juuri ajoissa. Tällöin toimittajilla on mahdollisimman paljon aikaa toimittaa tarvittavat osat. Suunnitelmasta nähdään kokoonpanon kuormitus päivän tarkkuudella niin pitkälle tulevaisuuteen, kuin tilauksia on tiedossa. Jotta tilaukset osattaisiin sijoittaa suunnitelmaan ajallisesti oikein, on tiedettävä telojen purkuun ja kokoonpanoon tarvittavat työajat. Toiset telat vaativat huomattavasti enemmän työtunteja kuin toiset ja olisi jokseenkin mahdoton tietää etukäteen tarvittava työaika jokaiselle telalle. Tästä johtuen päätin käyttää telojen purun ja kokoonpanon keskimäärin vaatimia työaikoja, joiden mukaan tilaukset sijoitetaan tuotantosuunnitelmaan. Näillä tiedoilla saadaan selville purku- ja kokoonpano-osaston kuormitus lähitulevaisuudessa. Tietämällä tulevaisuuden kuormitus, voidaan etukäteen varautua mahdolliseen ylikuormitukseen ja toimia sen mukaan.

9.1 Keskimääräiset työajat

Olen työskennellyt telatehtaalla jo useita kuukausia, joiden aikana tehtaalla on huollettu lähes kaiken tyyppisiä levitysteloja. Katsoinkin omaavani riittävästi tietoa arvioimaan kokoonpanon eri työvaiheisiin keskimäärin tarvittavat työajat (ks. taulukko 1). Huollettavien telojen kohdalla kokoonpano-osaston työajat koostuvat telan purusta ja osien pesusta sekä kokoonpanosta, joka käsittää segmenttien kasaamisen, tasapainotuksen ja loppukokoonpanon akselille. Lisäksi aikaa kuluu vielä koeajoon ja kiinnityspukkien asennukseen. Yhteensä telan huoltoon tarvittava aika on keskimäärin 23 tuntia ja 10 minuuttia.

Uusien telojen kohdalla lopullinen kokoonpano tapahtuu vastaavasti, kuin huollettavillakin teloilla, joten tähän tarvittava aikakin on sama. Poikkeuksena on vain kiinnityspukkien asentaminen, johon tarvittava aika on pienempi, koska uudet pukit on jo

valmiiksi kasattu. Loppukokoonpanon lisäksi pitää telan valmistusajassa kuitenkin ottaa huomioon telan akselin valmistelu, joka kuuluu kokoonpanon työtehtäviin. Akselin valmisteluun kuuluu akselin sahaus määrämittaen, taivuttaminen kaarevaksi sekä kiilauran jyrsiminen akselin toiseen päähän. Uuden telan valmistamiseen tarvitaan kokoonpanolta keskimäärin 15 tuntia ja 30 minuuttia työaikaa.

TAULUKKO 1. Kokoonpanon eri työvaiheiden keskimääräiset työajat huollettaville ja uusille teloille.

HUOLLETTAVA TELA	
Telan purku ja osien pesu	10h
Segmenttien kasaus	6h
Tasapainotus	4h
Loppukokoonpano	50min
Koeajo	2h
Kiinnityspukkien asennus	20min
YHTEENSÄ	23h 10min

UUSI TELA	
Akselin valmistelu	2h 30min
Segmenttien kasaus	6h
Tasapainotus	4h
Loppukokoonpano	50min
Koeajo	2h
Kiinnityspukkien asennus	10min
YHTEENSÄ	15h 30min

Kokoonpanon keskimääräiset työajat on taulukossa ilmoitettu kymmenen minuutin tarkkuudella. Tästä ei suunnitelmaa tehdessä tavallisesti ole suurta hyötyä, koska aikoja joudutaan joka tapauksessa pyöristämään. Käytännössä telan huollon vaatima kokoonpanon kokonaisaika täytyy pyöristää neljään työpäivään ja uuden telan kolmeen työpäivään. Kokoonpanon ruuhka-aikoina, kun joudutaan teettämään ylitöitä, on tuotannosuunnittelulle kuitenkin hyödyksi, kun tiedetään kokoonpanon eri työvaiheisiin tarvittavat ajat. Eri työvaiheiden tarvitsemat ajat on hyvä tietää myös silloin, kun työntekijä ei jostain syystä voi tehdä telaa kerralla valmiiksi ja osa työvaiheista täytyy siirtää tulevaisuuteen. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi silloin, kun työntekijä joudutaan yllättäen siirtämään johonkin kiireellisempään tehtävään. Tällöin työnjohto voi muuttaa tuotannosuunnitelmaa parhaaksi katsomallaan tavalla, kun tiedetään, kuinka paljon aikaa keskeneräiseksi jääneen tilauksen valmiiksi tekemiseen tarvitaan.

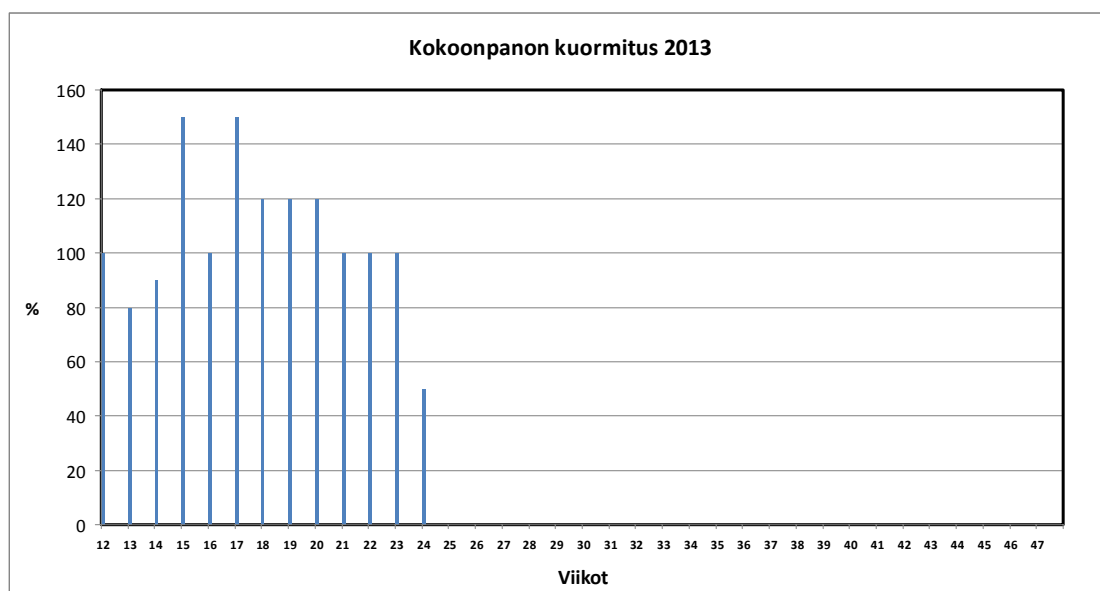
Parhaiten keskimääräiset työajat toteutuvat halkaisijaltaan 190 mm telalla, joka on noin viisi metriä pitkä. Todella pienten ja isojen telojen kohdalla ei keskimääräisiä aikoja kannata mielestäni käyttää tuotannosuunnitelmassa. Aivan pienet telat ovat todella nopeita huoltaa, kun taas vastaavasti suurimmat telat vaativat huomattavasti keskimääräistä enemmän aikaa. Tällaisten telojen kohdalla on hyvä miettiä kuinka

kauan vastaavanlainen tela vaati työaikaa viime kerralla ja sijoittaa tilaus suunnitelmaan sen mukaan.

9.2 Tuotantosuunnitelma Excel-sovelluksena

Tuotantosuunnitelman tein Microsoft Excel-ohjelmalla. Sovellukseen syötetään tilauksen tiedot ja sen vaatima työaika päivän tarkkuudella. Sovelluksessa on sarakkeina koko vuoden 52 viikkoa päivineen ja on tarkoitus, että joka vuosi tehdään uusi taulukko (ks. liite 2.). Liitteen taulukosta olen poistanut asiakastiedot, jotka käyttöön otettavassa sovelluksessa kuitenkin näkyvät. Tilaus sijoitetaan sovellukseen toimituspäivän mukaan ja jokaisen tilauksen tekemiseen suunnitellun päivän kohdalle merkitään sen kokoonpanon työntekijän alkukirjain, kenelle tehtävä on suunniteltu. Suunnitelmasta siis ilmenee, kuinka monta päivää kullekin tilaukselle on varattu aikaa, kuka sen tekee ja minä päivinä. Sovellus on suunniteltu kahdelle kokoonpanon työntekijälle ja viiden työpäivän viikolle, jonka mukaan sekä päivä- että viikkokohtainen tuotannonkuormitus lasketaan. Jos päivän kuormitus on suurempi kuin kaksi, eli samana päivänä pitäisi olla tekeillä enemmän kuin kaksi tilausta, muuttuu päiväkohtaisen kuormituksen ilmoittava solu punaiseksi. Kahden vakituisen työntekijän lisäksi sovelluksessa on oma rivi vuokratyövoimalle, joka taulukkoon merkitään V-kirjaimena.

Viikkokohtainen kokoonpanon kuormitus ilmoitetaan prosentteina päiväkuormitusten yläpuolella. Sadan prosentin viikkokuormitus saavutetaan, kun viikon jokaisena työpäivänä on kokoonpanossa työn alla kaksi tilausta. Viikkokohtainen kuormitus nähdään myös graafisesti pylväsdiagrammista (kuvio 10.). Kuormituksen laskennassa ei ole otettu huomioon arkipäiviä, joten ne on tuotannosuunnittelijan huomioitava erikseen samoin kuin työntekijöiden lomatkin. Tuotantosuunnitelmaa täydennetään jatkuvasti ja näin ollen siitä nähdään myös toteutunut tuotanto.



KUVIO 10. Kokoonpanon kuormitus vuonna 2013, kun tuotantosuunnitelmaa on täydennetty viimeisen kerran viikolla 17.

10 TYÖN TULOKSET

Tämän työn tuloksena Betamet Rolls Oy:ssä tullaan ottamaan käyttöön varaston imukorttiohjaus kesän 2013 aikana. Lisäksi jokaisen nimikkeen varastopaikka tullaan merkitsemään hyllyn reunaan, johon merkitään myös hälytysrajat. Varastotasot ovat tällä hetkellä monilla nimikkeillä alle hälytysrajan ja varastojen täydentäminen oma-valmisteiden osalta tullaan tekemään lähitulevaisuudessa sitä mukaa, kuin se on tuotannollisesti mahdollista.

Työnjohdon käyttöön otettiin tuotantosuunnitelma-sovellus, joka on tallennettu Betamet Oy:n serverille ja on näin kaikkien asianomaisten käytettävissä.

11 POHDINTA

Aikataulu työn toteuttamiselle oli tiukka ja toteutus tapahtui työn lomassa. Tästä johtuen tuotantosuunnitelma on tehty vain kokoonpanolle. Koneistuksen ja kytkinvalmistuksen lisääminen tuotantosuunnitelmaan olisi seuraava askel tuotantosuunnitelman kehittämiseksi. Tämä vaatisi paljon aikaa, koska täytyisi selvittää koneistuk-

sen ja kytkinvalmistuksen työajat. Tämä tullaan joskus tulevaisuudessa mahdollisesti vielä toteuttamaan.

Tuotantosuunnitelmaa on nyt täytetty niin, että tilausten vaatima työaika merkitään täysinä päivinä. Ajan mittaan, kun tuotannosuunnittelija kehittyy, voisi tarkkuutta lisätä ja alkaa suunnitella työt esimerkiksi puolen päivän tarkkuudella.

Tuotantosuunnitelma on nyt tehty Excel 2003:lla, eikä siinä ole riittävästi sarakkeita, jotta koko vuoden suunnitelma mahtuisi samaan taulukkoon. Seuraavan vuoden suunnitelma pitääkin tehdä uudemmalla Excel-ohjelmalla.

ABC-analyysi ei tuonut paljon lisäarvoa tälle tutkimustyölle, eikä sillä ollut vaikutusta työn tuloksiin. Varastojen hälytysrajat ja täydennystilausten eräkoot saatiin järkeilemällä.

Varastovalvonta ei todennäköisesti tule heti toimimaan ihan suunnitellusti, koska vanhat työntekijät ovat tottuneita vanhoihin tapoihin ja uusien menetelmien sisäistäminen ja omien toimintatapojen muuttaminen vie aikaa. Työnjohdon onkin syytä tarkkailla varastotasoja toistaiseksi ja opastaa työntekijöitä toimimaan oikein.

LÄHTEET

Betamet Art of Installation. n.d. Betamet Oy:n verkkosivut. Viitattu 13.3.2013.
www.betamet.fi , toimialat sekä toimipisteet ja toiminta-alueet.

Betamet konsernin toimipisteet ja toiminta-alueet. n.d. Betamet Oy:n verkkosivut.
Viitattu 13.3.2013. www.betamet.fi , toimipisteet ja toiminta-alueet.

Betamet konsernirakenne. n.d. Betamet Oy:n verkkosivut. Viitattu 12.3.2013.
<http://www.betamet.fi/fi/konserni/> , konsernirakenne.

Betamet Rolls Oy:n laatujärjestelmä (ISO 9001:2000). Betamet Rolls Oy:n laatusertifikaatti. Viitattu 12.3.2013.

Haverila, M., Uusi- Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6.painos. Tampere: Infacts Oy.

Industrial rollers. n.d. Belmark Industriesin verkkosivut. Viitattu 3.5.2013.
<http://www.indiamart.com/belmarkindia/industrial-rollers.html>

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdisty ry.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantajärjestelmät. 1.painos. Porvoo: WSOY.

Lindgren, J. 2013. Tehdaspäällikkö. Betamet Rolls Oy. Haastattelut maaliskuu 2013.

Sakki, J. 2001. Tilaus-toimitusketjun hallinta – Logistinen b to b prosessi. 5. uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Tärkeitä lukuja. n.d. Betamet Oy:n verkkosivut. Viitattu 12.3.2013.
<http://www.betamet.fi/konserni> , tärkeitä lukuja.

Vilkkä, H. 2010. Toiminnallinen opinnäytetyö. Verkkojulkaisu 12.2.2010. Viitattu 7.5.2013. http://vilkka.fi/hanna/Toiminnallinen_ont.pdf

LIITTEET

Liite 1. ABC-analyysi

Nimike	Tarkennus	€ / kpl	kulutus kpl/vuosi	€/vuosi	luokka	sovittu eräko kpl	hälyraja	Saatavuus-aikaluokka
Kumisukka	230 / 200	X	4	4X	A	1	1	2
Kumisukka	230/205	X	4	4X	A	1	1	2
Kumisukka	275 / 239.8	X	2	2X	A	1	1	2
Kumisukka	210 / 187,8	X	4	4X	A	1	1	2
Kumisukka	340 / 301,3	X	1	1X	A	1	1	2
Kumisukka	155 / 133	X	10	10X	A	2	2	2
Kumisukka	150 / 130	X	10	10X	A	2	2	2
Kumisukka	175 / 150	X	4	4X	A	1	1	2
Kytkin	KA-295	X	75	75X	A	30	30	2
Kytkinrauta	KA-350	X	100	100X	A	60	60	2
Kytkinrauta	KA-295	X	150	150X	A	60	60	2
Kytkin	KA-350	X	50	50X	A	30	30	2
Kytkin	KA-230 hyp	X	50	50X	A	20	20	2
Kytkin	FIN BOW 225	X	60	60X	A	25	25	2
Kytkin	FINBOW 250	X	50	50X	A	25	25	2
Kytkin	KA-190	X	200	200X	A	30	30	1
Kytkin	KA-215 hyp	X	50	50X	A	20	20	2
Kytkinrauta	FIN BOW 225	X	120	120X	A	50	50	2
Kytkinrauta	KA-230 hyp	X	100	100X	A	40	40	2
Kumisukka	115 / 95	X	6	6X	A	3	3	2
Kytkinrauta	FINBOW 250	X	100	100X	A	50	50	2
Kytkinrauta	KA-215 hyp	X	100	100X	A	40	40	2
Kytkinrauta	WITTLER 353	X	50	50X	A	50	50	2
Kytkin	WITTLER 210	X	40	40X	A	25	25	2
Kytkin	FIN BOW 292	X	25	25X	A	25	25	2
Kytkin	WITTLER 260	X	25	25X	A	25	25	2
Kytkinrauta	WITTLER 210	X	80	80X	A	50	50	2
Kytkin	FIN BOW 180	X	40	40X	A	20	20	2
Kumisukka	200 / 175	X	1	1X	A	1	1	2
Kytkinrauta	WITTLER 285	X	50	50X	C	50	50	2
Kytkinrauta	WITTLER 325	X	40	40X	C	50	40	2

Kytkinrauta	FIN BOW 292	X	50	50X	C	50	50	2
Kytkin	IRGA 200 hyp	X	100	100X	C	30	30	1
Kytkinrauta	WITTLER 260	X	50	50X	C	50	50	2
Kytkinrauta	KA-270	X	50	50X	C	50	50	2
Kytkin	WITTLER 160	X	30	30X	C	20	20	2
Kytkinrauta	FIN BOW 180	X	80	80X	C	40	40	2
Kytkin	WITTLER 150	X	30	30X	C	20	20	2
Kytkin	ECK 350	X	12	12X	C	4	4	2
Kytkin	WITTLER 135	X	30	30X	C	15	15	2
Kytkin	FIN BOW 190	X	20	20X	C	20	20	2
Kytkinrauta	ECK 350	X	24	24X	C	8	8	2
Kytkin	Plastex 340	X	50	50X	C	25	25	1
Kytkin	Plastex 325	X	50	50X	C	25	25	1
Kytkin	KA-150 nor	X	70	70X	C	20	20	1
Kytkin	WITTLER190	X	20	20X	C	20	20	2
Kytkinrauta	WITTLER 160	X	60	60X	C	40	40	2
Kytkinrauta	WITTLER 150	X	60	60X	C	40	40	2
Kytkinrauta	WITTLER190	X	40	40X	C	40	40	2
Kytkinrauta	FIN BOW 190	X	40	40X	C	40	40	2
Kytkin	FIN BOW 160	X	20	20X	C	20	20	2
Kytkin	FIN BOW 150	X	20	20X	C	20	20	2
Kytkin	IRGA 315	X	25	25X	C	25	25	1
Kytkinrauta	WITTLER 135	X	60	60X	C	30	30	2
Kytkin	IRGA 230	X	40	40X	C	25	25	1
Kytkin	KA-175	X	40	40X	C	25	25	1
Kytkin	IRGA 250	X	25	25X	C	25	25	1
Kytkin	KA-135	X	40	40X	C	15	15	1
Kytkinrauta	FIN BOW 150	X	40	40X	C	40	40	2
Kytkinrauta	FIN BOW 160	X	40	40X	C	40	40	2
Kytkin	Plastex 310	X	25	25X	C	25	25	1
Kytkin	KA-100	X	30	30X	C	15	15	1
Kytkin	KA-215 (ei raut.)	X	20	20X	C	20	20	1
Kytkin	WITTLER 110 a	X	10	10X	C	10	10	2
Kytkin	Plastex 210	X	20	20X	C	20	20	1
Kytkin	WITTLER 85	X	10	10X	C	10	10	2

Kytkin	KA-150 kap	X	20	20X	C	20	20	1
Kytkinrauta	WITTLER 110 a	X	20	20X	C	20	20	2
Kytkinrauta	WITTLER 110 b	X	20	20X	C	20	20	2
Kytkinrauta	WITTLER 85	X	20	20X	C	20	20	2

