

**TUOTANTOPROSESSIN MATERIAALIVIRTOJEN
OPTIMOINTI**

Outokumpu Stainless Oy

Grönholm Johanna
Korsman Jenni

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Johanna Grönholm, Jenni Korsman	2022
Ohjaaja	TkT, Ari Pikkarainen	
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy Juha Orasvuo	
Työn nimi	Tuotantoprosessin materiaalivirtojen optimointi	
Sivu- ja liitesivumäärä	68 + 2	

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Outokumpu Stainless Oy:n tilaus-toimitusketjun tuotannonsuunnitteluun. Työn tavoitteena oli tarkastella osastojen nykyisiä materiaalivirtoihin liittyviä toimintatapoja ja löytää niihin liittyviä kehityskohteita. Työssä keskityttiin kylmävalssaamoiden materiaalivirtaan ja selvitettiin, millaisista syistä materiaali pysähtyy kylmävalssaamon tuotantoprosessissa. Työn tavoitteena oli löytää uusia toimintatapoja, joiden avulla materiaali voi edetä tuotantoprosessissa tehokkaammin. Tutkimuksen monipuolisuutta tukee se, että tekijöistä toinen toimii valmistuksensuunnittelijana ja toinen tuotannonohjaajana, joten tutkittavaa asiaa voidaan analysoida kahdesta eri näkökulmasta ja näin ollen voidaan löytää laajempia ratkaisuja ongelmiin.

Tuotannonsuunnittelun henkilöstölle tehtyjen haastatteluiden avulla etsittiin kehitysideoita materiaalinohjaukseen ja -valvontaan liittyviin haasteisiin ja mahdollisuuksiin. Tavoitteena oli löytää konkreettisia toimia, joita voitaisiin ottaa käyttöön heti tarvittavien muutostoimenpiteiden ja perehdytyksen jälkeen. Työssä tutkittiin miten materiaalivirrat etenevät tuotantoprosessissa, miten materiaali etenee tuotannossa työvaiheelta seuraavalle, mitkä asiat vaikuttavat materiaalin etenemiseen ja mitkä seikat estävät materiaalin keskeytyksettömän läpimenon.

Tulokset osoittivat, että joitain muutoksia materiaalivirtojen optimointiin voidaan tehdä välittömästi pienillä työtapamuutoksilla. Tulossa olevat järjestelmämuutokset sekä käynnissä oleva Control Tower-projekti tulevat myös tehostamaan materiaalivirtoja sekä niiden seurattavuutta ja näin olleen materiaali etenee tuotantoprosessissa sujuvammin ilman turhia pysähdyksiä.

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Johanna Grönholm, Jenni Korsman	2022
Supervisor	Ari Pikkarainen, D Sc. (Tech)	
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy Juha Orasvuo	
Subject of thesis	Optimization of Material Flows in the Production Process	
Number of pages	68 + 2	

This thesis was commissioned to Outokumpu Stainless Oy's supply chain management production planning. The aim of the work was examining the current operating methods of the departments related to material flows and to find related development targets. The work focused on the material flow in the cold rolling mills and investigated the reasons why the material stops in the production process of the cold rolling mill. The aim of the work was to find new ways of working that allow the material to progress more efficiently in the production process. The versatility of the study is supported by the fact that one of the authors works as a production planner and the other as a production manager, so the subject under study can be analyzed from two different perspectives and thus broader solutions to the problems can be found.

Development ideas for the challenges and opportunities related to material management and control were searched by interviewing the production planning personnel. The aim was to find concrete actions that could be put in place immediately after the necessary change measures and orientation. This thesis showed how the material flows in the production process, how the material progresses in the production from process stages to the next one, what things affect the progress of the material and what factors prevent the uninterrupted passage of the material.

The results showed that some changes to the optimization of material flows can be made immediately with small changes in working methods. The upcoming system changes as well as the ongoing Control Tower project will also increase the efficiency of material flows and as a result the material will proceed more smoothly in the production process without unnecessary downtime.

Key words

material management and control, material flows

1	JOHDANTO	9
1.1	Työn tavoitteet	9
1.2	Työn rajaus	9
2	OUTOKUMPU STAINLESS OY.....	11
2.1	Outokummun Tornion tehtaat	11
2.1.1	Kemin kaivos ja ferrokromitehdas	13
2.1.2	Terässulatto	14
2.1.3	Kuumavalssaamo.....	15
2.2	Kylmävalssaamon tuotantolinjat	16
2.2.1	Esihehkutus ja peittäus	17
2.2.2	Kylmävalssaus	18
2.2.3	Loppuhehkutus ja peittäus	18
2.2.4	Viimeistelyvalssain ja venytysoikaisu	18
2.2.5	RAP-linja	18
2.2.6	Leikkauslinjat Tornio.....	19
2.2.7	Leikkauslinjat Terneuzen.....	19
2.3	Outokummun tuotannosuunnittelu	20
2.3.1	Tuotannonohjaus.....	20
2.3.2	Valmistuksensuunnittelu.....	21
2.3.3	Tilausohjautuva tuotantoprosessi	23
2.3.4	T7-toimitusketjukonsepti.....	25
3	TUOTANNONSUUNNITTELU	26
3.1	Tilaus-toimitusketju	26
3.2	Tuotannonohjaus ja valmistuksensuunnittelu	27
4	MATERIAALINOHJAUS JA –VALVONTA	31
4.1	Materiaalinohjaus.....	31
4.2	Materiaalinohjauksen kustannukset.....	32
4.3	Osastojen roolit, vastuut ja valtuudet	33
4.4	Kestävä johtajuus ja työntekijöiden osallistaminen	35
4.5	Organisaation toimintamallit ja -ympäristö	35
4.6	Suorituskyvyn arviointi	36
4.7	Jatkuva parantaminen.....	37
4.8	Palkitseminen	38

5	OUTOKUMMUN MATERIAALIVIRRRAN NYKYTILA	40
5.1	Tuotantosuunnitelma	40
5.2	Terässulatot ja kuumavalssaamo	40
5.3	Valmistelulinja	42
5.4	Esihehkutus	42
5.5	Valssaimet	43
5.6	Loppuhehkutus	43
5.7	Viimeistelyvalssaus ja venytysoikaisu	43
5.8	Leikkausohjelmointi	44
6	TEHDYT TUTKIMUKSET	45
6.1	Haastattelututkimus	45
6.2	Osallistuva havainnointi	46
7	KOHTI TEHOKKAAMMIN TOIMIVAA MATERIAALIVIRTAA	47
7.1	Tilauksen vastaanotto	47
7.2	Vapaan materiaalin hyödyntäminen ja puolituotevarastot	48
7.3	Leikkauspaikat	48
7.4	Puolituotevarasto	49
7.5	Materiaalin romutus	50
7.6	Kylmävalssaamon sivuraidekäsittelyiden toimintatavat	50
7.7	Materiaalivirran optimointi	51
7.7.1	Haasteet	51
7.7.2	Kehitysideat	52
7.8	SOTIF-toimitustäsmällisyyden parantaminen	53
7.9	Roolit, vastualueet ja tiimirakenteet	54
7.10	Viikonloppupäivystys	54
7.11	Daily Management-palaveri	54
7.12	Hälytysviestit ja uudet mittarit	55
8	TULOSTEN TARKASTELU JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	56
8.1	Poikkeamarullien käsittelyiden kehittäminen	56
8.2	Viikonloppupäivystys	59
8.3	Valmistuksensuunnittelun kehittäminen	60
8.4	Tuotannonsuunnittelun ja tuotanto-osastojen yhteistyön kehittäminen	61

8.5	Toimitustäsmällisyyteen vaikuttaminen.....	62
8.6	Perehdytykset	63
8.7	Tietojärjestelmät	63
9	POHDINTA.....	64
	LÄHTEET	65
	LIITTEET	68

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Outokumpu Stainless Oy:n Tornion tehtaille.

Tahdomme kiittää tuotannonsuunnittelun päällikköä Juha Orasvuota siitä, että saimme työstää tätä mielenkiintoista opinnäytetyötä tuotannonsuunnittelun, tuotannonohjauksen ja valmistuksensuunnittelun, näkökulmista ja etsiä omiin päivitäisiin töihimme liittyviä toteutuskelpoisia kehitysideoita. Kiitos myös tuotannonsuunnittelun väelle opinnäytetyön aikana saamastamme avusta.

Lämmin kiitos työmme ohjaajalle TkT Ari Pikkaraiselle opinnäytetyön oikeaan suuntaan ohjaamisesta, rakentavasta palautteesta ja viisaista neuvoista tämän työn toteutuksessa. Iso kiitos Lapin ammattikorkeakoululle tästä poikkeuksellisesta mahdollisuudesta toteuttaa tämä opinnäytetyö parityöskentelynä.

Suuret kiitokset myös perheillemme ja ystävillemme, jotka ovat olleet tukena ja kannustaneet meitä opintojen aikana. Ja viimeisenä erityiset kiitokset meille toisillemme, kun olemme jaksaneet toteuttaa opinnot töiden ohessa toinen toistamme tukien ja kannustaen.

Kemi, 26.4.2022

Johanna Grönholm

Jenni Korsman

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ASIS	automaattinen pinnantarkastusjärjestelmä
FTO	finish to order
HP- linja	hehkutus- ja peittäuslinja
KYVA	kylmävalssaamo
MTO	make to order
MTS2000	tuotannosuunnittelujärjestelmä
PIHA	pinnantarkastuksen hallinta
PTV	puolituotevarasto
RAP	rolling – annealing – pickling, yhdistetty kylmävalssaus-, hehkutus- ja peittäuslinja
RETU	reaaliaikainen tuotannonohjausjärjestelmä
SCM	Supply Chain Management, Toimitusketjun hallinta
SOTIF	toimitustäsmällisyys
SZ	sendzimir

1 JOHDANTO

Ruostumattoman teräksen maailmanlaajuinen kulutus on kasvanut ja markkina-analyysit viittaavat kysynnän kasvuun myös tulevana vuonna. Kysynnän kasvun myötä tuotantoprosessin materiaalivirtojen optimoinnin tarve on kasvanut yhä tärkeämpään rooliin. Parhaan läpimenoajan saavuttamiseksi materiaalin pitää edetä tuotannossa mahdollisimman keskeytyksettömästi, ilman turhia pysähdyksiä. Tässä opinnäytetyössä pyritään Outokumpu Stainless Oy:n toimeksiannosta selvittämään erilaisia toimintatapoja, joiden avulla voitaisiin kehittää materiaalivirtojen keskeytyksetöntä etenemistä sekä hyödyntää tuotantoprosessissa olevaa materiaalia mahdollisimman tehokkaasti.

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva, miten materiaali virtaa nykytilanteessa tuotannossa, lähinnä Tornion kylmävalssaamoilla. Työssä tutkitaan tuotannonohjauksen ja valmistuksensuunnittelun näkökulmasta, mitä voitaisiin tehdä toisin, jotta materiaali etenisi tuotantoprosessissa optimaalisesti ja miten voitaisiin vaikuttaa materiaalin oikea-aikaisuuteen. Tavoitteena on kehittää valmistuksensuunnittelijoiden toimintatapoja suuntaan, jolla pystytään vaikuttamaan materiaalivirtaan ja tilausten oikea-aikaisuuteen. Tavoitteena on löytää kehitystoimenpiteitä tuotannonsuunnittelun ja tuotanto-osastojen keskinäiseen kommunikointiin ja selvittää, miksi materiaalia pysähtyy turhaan tuotantoprosessin eri vaiheisiin ja mikä vaikutus näillä pysähdyksillä on materiaalin läpimenoaikaan ja oikea-aikaisuuteen eli koko tehtaan toimitustäsmällisyyteen.

1.2 Työn rajaus

Opinnäytetyö rajataan koskemaan lähinnä kylmävalssaamoiden tuotantoprosessien materiaalivirtojen kehittämistä. Opinnäytetyön teoriaosuudessa kuvataan lyhyesti Outokummun tuotanto-osastot, esitetään tuotannonsuunnittelun valmistuksensuunnittelijoiden ja tuotannonohjaajien työtehtävät ja nykyiset toimintatavat liittyen materiaalin ohjaukseen ja valvontaan. Tuotannonsuunnittelun toimintojen nykytila kartoitetaan haastattelututkimuksen avulla ja etsitään mahdollisia

kipupisteitä, puutteita toimintatavoissa ja myös jatkojalostettavia työtapoja, joilla voitaisiin parantaa materiaalivirran optimaalista etenemistä.

2 OUTOKUMPU STAINLESS OY

Outokumpu on maailman johtava ruostumattoman teräksen tuottaja. Yhtiöllä on toimintoja yli 30 maassa, tuotantoyksiköt Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Iso-Britanniassa, Yhdysvalloissa ja Meksikossa. Outokummun tuotteiden pääraaka-aine on kierrätetty teräs, joten koko tuotanto perustuu kierrätykseen eli jätteiden minimointiin ja resurssien tehokkaaseen käyttöön. (Outokumpu 2021b.)

Outokummun suurin liiketoiminta-alue on Europe, johon sisältyy kaikki Euroopan, Lähi-Idän, Aasian ja Afrikan nauha- ja levytoiminnot. Tornion tehtaat ovat osa Euroopan liiketoiminta-alueita. Muita Euroopan toimintoja ovat nauhan tuotanto Avestassa, kvarttolevyn valmistus Degerforsissa, kylmävalssaus Nybyssä, Dillenburgissa ja Krefeldissä, tarkkuusnauhan valmistus Dahlerbrückissä sekä viimeistelylaitos Terneuzenissa. Alla olevassa kuviossa 1 on esitetty Outokummun toimintoalueet. (Outokumpu 2021c.)



Kuvio 1. Outokummun toimintoalueet (Outokumpu 2021c)

2.1 Outokummun Tornion tehtaat

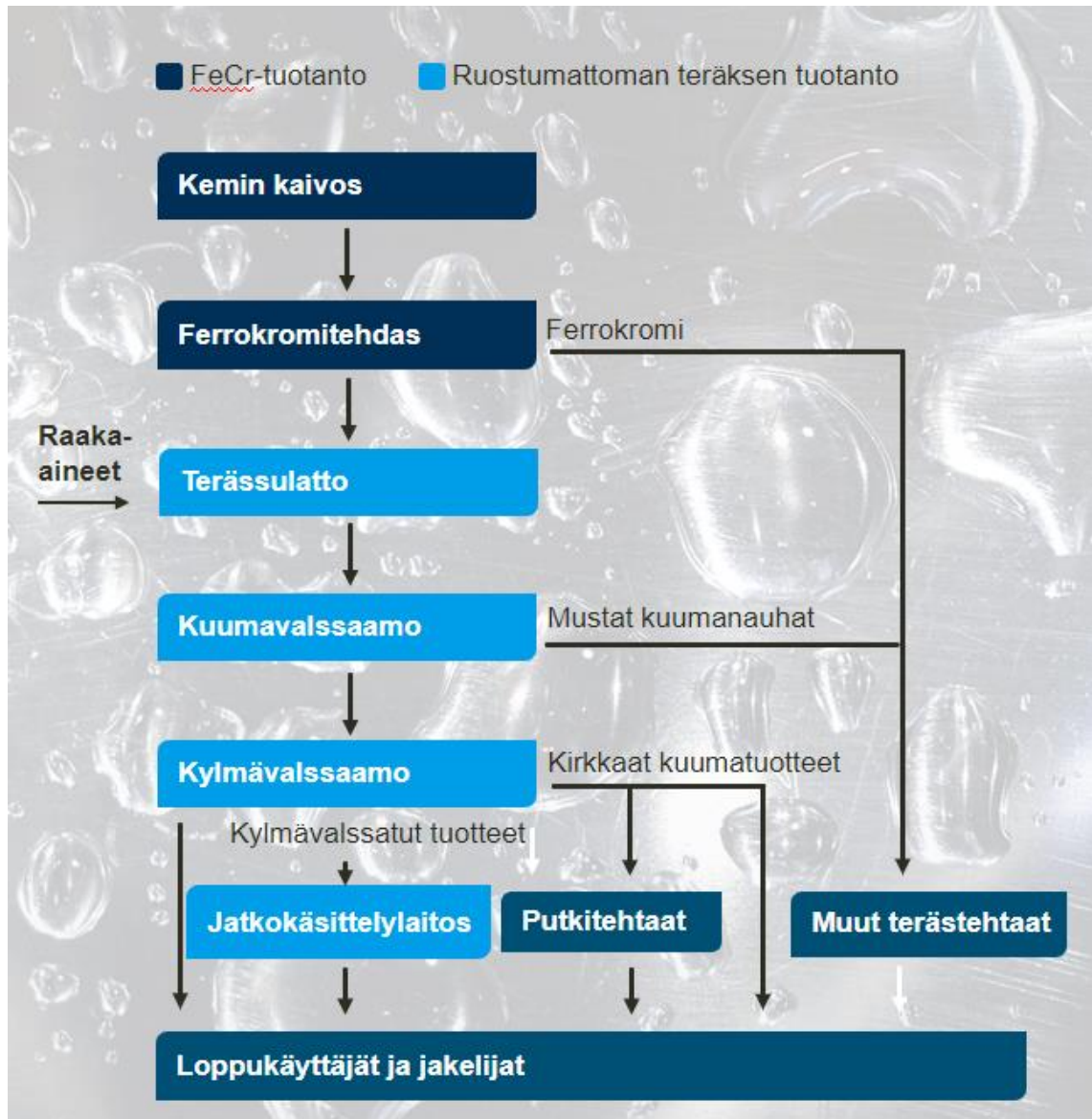
Tornion terästehdas on maailman suurin ruostumattoman teräksen integroitu tuotantolaitos. Tehdasalueen pinta-ala on hieman yli 600 hehtaaria, joista yli 56 hehtaaria on rakennusten peitossa. Kuvassa 1 näkyy koko Tornion tehdasalue aina

ferrokromitehtaasta satamaan saakka. Tornion tehtaiden ja Kemin kaivoksen tuotantoketjussa työskentelee noin 2100 outokumpulaista. Tietä tehdasalueella on noin 50 km ja kevyen liikenteen väyliä noin 10 km. Arvioitu työllisyysvaikutus lähikuntien alueella on noin 8 000 henkilöä. (Outokumpu 2021c.)



Kuva 1. Tornion tehdasalue (Outokumpu 2021c)

Ruostumattoman teräksen valmistuksessa käytetään suurimmaksi osaksi kierrätysterästä. Kierrätetyn sisällön osuus ruostumattomasta teräksestä on yli 85 %. Kromimalmi kuljetetaan Kemin kaivokselta Tornion terästehtaalte. Outokumpu on ainoa merkittävä ruostumattoman teräksen valmistaja, jolla on oma kromikaivos ja ferrokromituotantoa. Uusinta teknologiaa hyödyntävien laitteiden ansiosta ferrokromimme hiilijalanjälki on erittäin pieni – vain 42 % toimialan keskiarvosta. Kuviossa 2 on esitetty Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaän integroitu tuotantoketju. (Outokumpu 2021c.)



Kuvio 2. Integroitu tuotantoketju (Outokumpu 2021c)

2.1.1 Kemin kaivos ja ferrokromitehdas

Keskeinen ruostumattoman teräksen raaka-aine on kromi, joka saadaan Outokumpun omasta kromikaivoksesta Kemistä. Kuvassa 2 näkyy Kemin kaivoksen tehdasalue sekä vanhat avolouhokset. Kemin kaivos on EU-alueen ainoa kromikaivos, joten oma kromikaivos takaa varman ja tasaisen saatavuuden. Kaivoksen koko malmintuotanto tuotetaan maan alta louhimalla, ja maan alla esimurskattu malmi nostetaan maan pinnalle, jossa se murskataan uudelleen ja rikastetaan pala- ja hienorikasteiksi. Pala- ja hienorikaste kuljetetaan autokuljetuksilla Tornion ferrokromitehtaalle. (Metallinjalostajat ry 2014, 42.)

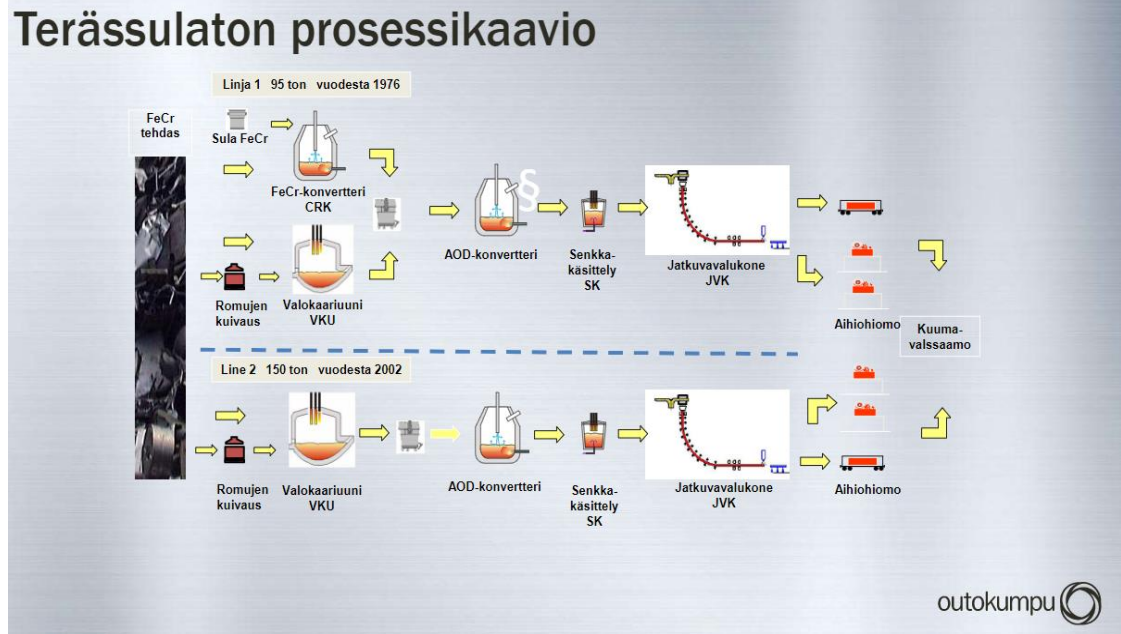


Kuva 2. Kemin kaivos (Outokumpu 2021c)

Kemin kaivokselta saapuva hienorikaste edelleen käsitellään Tornion ferrokromitehtaalla. Suurin osa tuotetusta ferrokromista käytetään sisäisesti omissa tehtaissa, ja noin 25 prosenttia myydään ulkoisille asiakkaille. Tornion integroidut toiminnot mahdollistavat ferrokromin siirtämisen nestemäisenä ferrokromitehtaalta terässulattole ja tämä on Tornion terästehtaan merkittävä kilpailuetu, koska näin vältetään ferrokromin uudelleensulattamiselta ja säästetään huomattavasti energiaa, logistiikkakustannuksia unohtamatta. (Outokumpu 2021c.)

2.1.2 Terässulatto

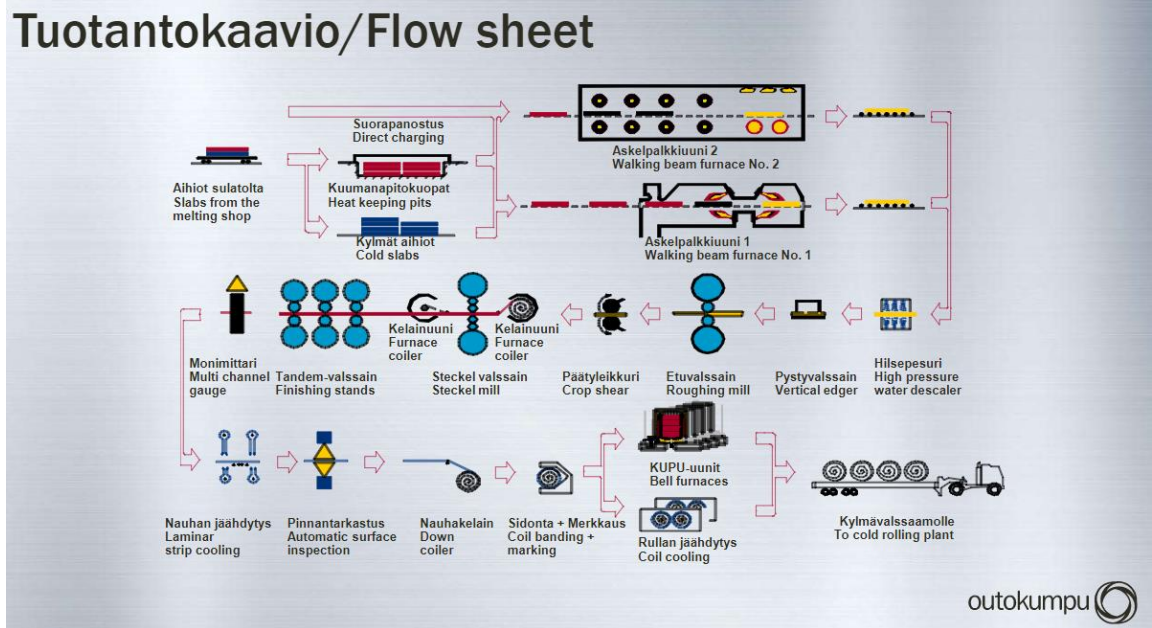
Terässulattole junalla saapunut sula ferrokromi käsitellään ferrokromikonvertterissa. Terässulaton valokaariuuniin panostetaan kierrätysterästä ja muita raaka-aineita. Kun panos on sulanut ja kuona on poistettu, sula sekoitetaan ferrokromisulaan ja siirretään AOD-konvertteriin ja sen jälkeen senkka-asemalle, jossa tehdään lopulliset käsittelyt ennen valua. Käsittelyjen jälkeen saavutetaan sulatustilausten mukainen teräksen koostumus ja teräslaji. Sula siirretään seuraavaksi jatkuvavalukoneelle. Valun aikana teräs jäähdytetään ja katkaistaan aihioiksi. Aihiot siirretään aihiohiomoon tai kuumavalssaamolle. Kuvioista 3 voidaan tarkastella terässulaton prosessikaaviota. (Metallinjalostajat ry 2014, 43, 48.)



Kuvio 3. Terässulaton prosessikaavio (Outokumpu 2021c)

2.1.3 Kuumavalssaamo

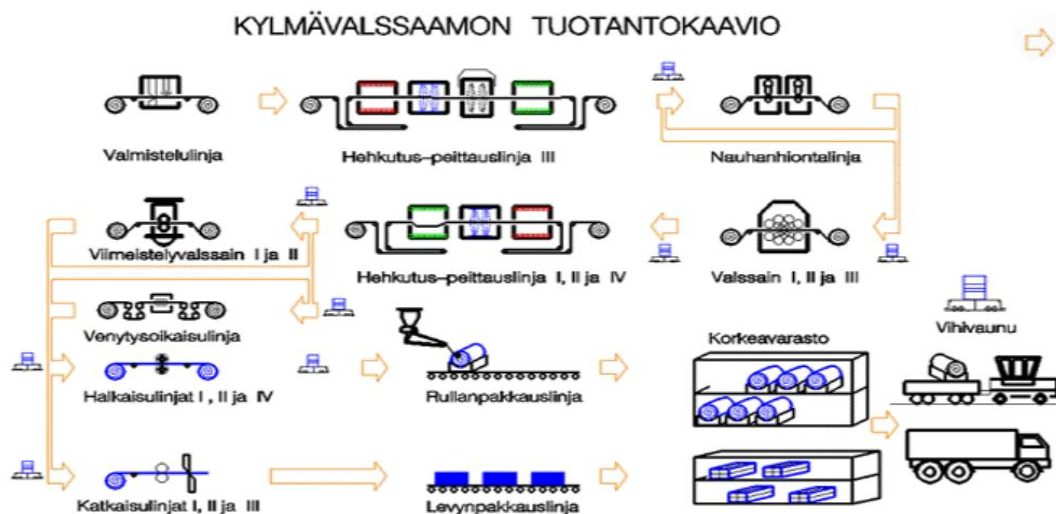
Kuumavalssaamalla ahiot sijoitetaan askelpalkkiuuniin, jossa teräksen lämpötila nostetaan yli 1200 asteeseen. Ahiota valssataan edestakaisin etuvalssaimella, jossa ahiota ohenee ja sen pituus kasvaa, jolloin se muuttuu esinauhaksi. Esinauhaa valssataan steckel- ja tandemvalssaimilla, joten nauha ohenee lisää. Näiden valssausten jälkeen nauha kelataan rullaksi ja siirretään joko jäähdytysaltaaseen tai kuivavarastoon jäähtymään. Jäähdytyksen jälkeen rullat kuljetetaan kylmävalssaamolle tai suoraan satamaan, josta ne toimitetaan joko sisäisille tai ulkoisille asiakkaille mustana kuumananauhana. Kuviossa 4 on nähtävissä kuumavalssaamon tuotantokaavio. (Outokumpu 2021c.)



Kuvio 4. Kuumavalssaamon tuotantokaavio (Outokumpu 2021c)

2.2 Kylmävalssaamon tuotantolinjat

Kylmävalssaamon kapasiteetti on 1,2 miljoonaa tonnia vuodessa, josta 750 000 tonnia on kylmävalssattuja tuotteita ja 450 000 on kirkkaita kuumavalssattuja tuotteita. Tarkoituksena on toimittaa asiakkaille tilausvaatimusten ja standardien toimitusehtojen mukainen tuote. Kuviossa 5 on kylmävalssaamo 1:n tuotantokaavio, jossa on esitetty, kuinka teräsnauha etenee aina valmistelinjalta kuljetukseen. (Outokumpu 2019.)



Kuvio 5. Kylmävalssaamon tuotantokaavio (Outokumpu 2020b)

Tornion kylmävalssaamoilla valmistetaan useita eri toimitustiloja, joista yleisimpiä ovat 1D, 2E ja 2B. Taulukossa 1 on kuvattuna kaikki toimitustilat eri standardien mukaan, sekä kuvaus materiaalin toimitustilasta eli pinnanlaadusta.

Taulukko 1. Toimitustilat (Siukonen 2019)

Toimitustila EN/SAP	Toimitustila TW/MTS	Toimitustila ASTM	Kuvaus
1D	1	1	Kuumavalssattu, hehkutettu, peitattu
1K	1N	1	Kuumavalssattu, hehkutettu, peitattu, pisto Sz-valssaimella, 3N-hiottu
1H	1H	TR	RAP-tuote, hehkutettu ja peitattu, lujitettu viimeistelyvalssaimella (kvaratto)
1E	1E	1	RAP-tuote, kuumavalssattu, hehkutettu ja peitattu
1U	A		Musta kuumanauha
1C	1C		Musta kuumanauha, hehkutettu, ei hilseenpoistoa
2E RAP	2E	1	RAP- tuote, tandem-valssattu, hehkutettu ja peitattu
2D	2D	2D	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu
2B	2B	2B	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, viimeistelyvalssattu ja/tai venytysoikaistu
2A	BB	(2BB)	Kylmävalssattu, hehkutettu, kiiltopeitattu, laatu 1.4016
2G	3N	3	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, toinen puoli hiottu, (Ra=0.35-0.60 µm)
2G	3M	3	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, molemmat puolet hiottu, (Ra=0.35-0.60 µm)
2K	4N	4	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, toinen puoli hiottu, (Ra=0.20-0.30 µm)
2K	4M	4	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, molemmat puolet hiottu, (Ra=0.20-0.30 µm)
2J	DB	6	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, toinen puoli harjattu
2J	DM	6	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, molemmat puolet harjattu
2K+2H	4H	(4+TR)	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, lujitettu SzIIä, 4N-hiottu
2H	TR	TR	Kylmävalssattu, hehkutettu, peitattu, lujitettu

2.2.1 Esihehkutus ja peittäus

Kuumavalssaamolta tullut musta kuumanauha käsitellään kylmävalssaamalla ensimmäisenä hehkutus-peittäuslinjoilla (HP-linja). HP1 ja HP3-linjoilla kuumanauhasta syntyy hehkutuksen ja peittauksen tuloksena toimitustila 1D-pinta. HP-linjoilla nauhaa hehkutetaan teräksen sisäisen rakenteen tasaamiseksi. Tämän

jälkeen nauha puhdistetaan mekaanisesti kuulapuhalluksella ja sen jälkeen vielä peitataan. Esihehkutuksen jälkeen rulla etenee toimitustilasta riippuen joko suoraan leikkauslinjoille tai vaihtoehtoisesti jatkokäsittelyyn kylmävalssaukseen. (Outokumpu 2020b.)

2.2.2 Kylmävalssaus

Tornion kylmävalssaus koostuu kolmesta eri sendzimir-valssaimesta ja nauhan alkupaksuuden perusteella rulla ohjautuu lopulliseen kylmävalssaukseen sopivimpaan linjaan. Kylmävalssauksessa kuumanauha valssataan tilauksen mukaiseen loppupaksuuteen. Valssauksen aikana nauhassa tapahtuu muokkauslujittumista ja jotta nauha kestää valssauksen katkeamatta, sitä voidaan valssata vain tietyn suuruiseen reduktion verran.

2.2.3 Loppuhehkutus ja peittäus

Kylmävalssauksen jälkeen loppumittaan valssattu tuotenauha ohjautuu välivarastoinnin kautta uudestaan hehkutus-peittäuslinjalle, mutta tässä vaiheessa käsittely tapahtuu HP-linjoilla 1, 2 tai 4. Näillä linjoilla tehdään rullaan kylmänauhahehkutus eli loppuhehkutus, toimintapaperiaatteet ovat samanlaisia kuin hehkutus-peittäuslinja 3:lla. Loppuhehkutuksessa suoritetaan myös rullan pinnanlaatu- ja mittatarkastus eli rullalle annetaan automaatin ja pinnatarkastajien toimesta arvostelu, eli todetaan mihin käyttötarkoitukseen rulla soveltuu.

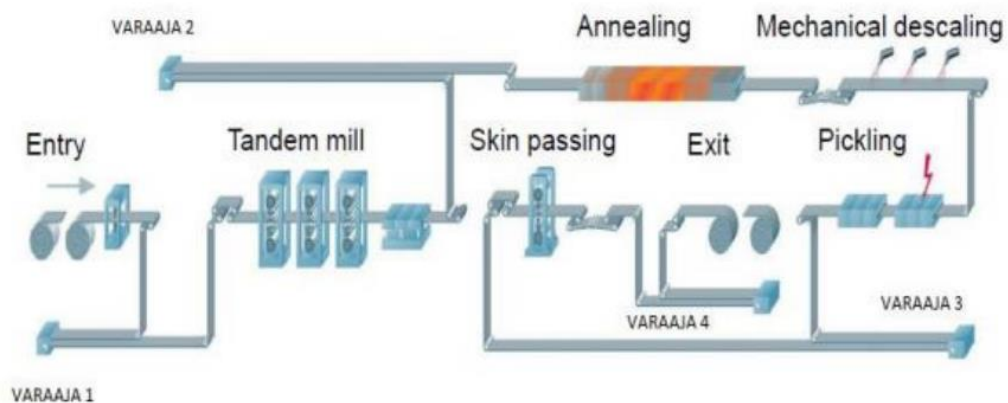
2.2.4 Viimeistelyvalssain ja venytysoikaisu

Kylmävalssauksen ja loppuhehkutus-peittäuksen jälkeen nauhaa valssataan vielä kevyesti viimeistelyvalssaimilla 1 ja 2. Tämä käsittely parantaa nauhan pinnan sileyttä ja tasomaisuutta ja näin myös tuotteen pinnanlaatu paranee. Viimeistelyvalssauksen jälkeen nauhaa voidaan tarvittaessa vielä lujittaa venytysoikaisulinjalla. Tällä toiminnolla voidaan myös korjata tiettyjä pintavirheitä.

2.2.5 RAP-linja

Torniossa sijaitsee myös yksi maailman suurimmista jatkuvatoimisista kylmävalssaamoista eli RAP-linjasto (rolling-annealing-pickling), jossa on samaan linjaan

integroitu kaikki edellä mainitut kylmävalssaamon työvaiheet. RAP sisältää siis kylmävalssaamisen, hehkutuksen, peittauksen, viimeistelyvalssaamisen ja venytys-oikaisun ja kaikki työvaiheet tapahtuvat saman linjaston sisällä. Kuviossa 6 voidaan nähdä RAP:n tuotantokaavio. Linjalla voidaan valmistaa sekä kuuma- että kylmänauhaa, riippuen siitä ajetaanko nauha linjaston läpi yhden vai kaksi kertaa. Lisäksi RAP:illa tehdään myös karkeaa kylmänauhaa, jonka toimitustila on 2E. (Outokumpu 2019.)



Kuvio 6. RAP-linjan tuotantokaavio (Outokumpu 2019)

2.2.6 Leikkauslinjat Tornio

Näiden joko kylmävalssaamo 1:llä tai RAP:lla tapahtuvien muokkausten jälkeen ja toimitustilasta riippuen, rulla ohjautuu hiontalinjalla tai suoraan leikattavaksi halkaisuun tai katkaisuun. Myös hionnan jälkeen rulla ohjautuu lopulta leikkaukseen. Torniossa sijaitsee neljä halkaisu- ja kolme katkaisulinjaa. Halkaisulinjoilla voidaan valmistaa nauhapaketteja ja katkaisulinjoilla sekä nauha- että levypaketteja lukuun ottamatta katkaisulinjaa 3, jossa voidaan valmistaa vain levyjä.

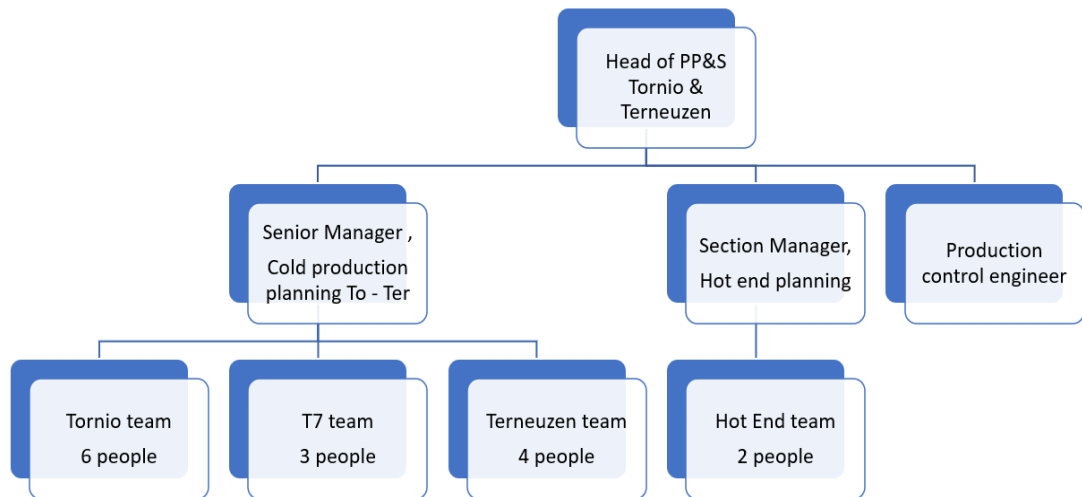
2.2.7 Leikkauslinjat Terneuzen

Outokummun toinen leikkauspaikka sijaitsee Hollannissa Terneuzenissa, jonne laivataan rullia leikattavaksi joka viikko 8 000–10 000 tonnia. Emorullia lähtee pääsääntöisesti viikon aikana kolmessa eri laivassa. Tällä taataan, että tuotanto ja materiaalivirta myös Hollannissa pysyy mahdollisimman tasaisena. Samoissa

laivoissa lähtee myös muuta materiaalia tarpeen mukaan. Hollannissa on kaksi halkaisulinjaa, joissa prosessoidaan nauhatilauksia ja kaksi katkaisulinjaa, joissa voidaan prosessoida sekä nauha- että levytilauksia. Leikkauksen jälkeen tuote pakataan asiakastilausten mukaisesti määrättyihin pakkauksiin ja paketit toimitetaan tilauksen mukaisena toimitusaikana asiakkaalle.

2.3 Outokummun tuotannosuunnittelu

Outokummun Tornion tuotannosuunnittelun osasto kuuluu Euroopan liiketoiminta-alueeseen ja on osa Outokummun SCM (Supply Chain Management) Value Stream FIN-NED-GER organisaatiota. Osastolla työskentelee 19 henkilöä ja osaston tärkeimpänä tehtävänä on suunnitella ja ohjata asiakkaiden tilauksia tehokkaasti läpi koko tuotantoprosessin alkaen sulatustensuunnittelusta päättyen rullien leikkausohjelmointiin. Tuotannosuunnittelun voidaan sanoa olevan koko tehtaan toiminnan keskiössä sillä ilman toimivaa tuotannosuunnittelua tehdas ei pyörisi. Tuotannosuunnittelu vastaa osaltaan materiaalin ohjauksesta, oikeellisuudesta, ajallaan toimittamisesta sekä tarvittaessa uuden materiaalin suunnittelusta. Kuviossa 7 on tuotannosuunnittelun organisaatiokaavio.



Kuvio 7. Tuotannosuunnittelun organisaatiokaavio

2.3.1 Tuotannonohjaus

Tuotannosuunnitteluosasto on jaettu kahteen eri vastuualueeseen: tuotannonohjaukseen ja valmistuksensuunnitteluun. Tuotannonohjaus koostuu kahdesta

eri päävastuualueesta: kuumanpään tuotannosuunnittelusta ja -ohjauksesta sekä kylmänpään materiaaliohjauksesta. Kuumanpään suunnittelutiimissä työskentelee kolme henkilöä, joista kaksi suunnittelee sulatustilaukset sulatoille ja kolmas henkilö vastaa aihoiden etenemisestä kuumavalssaamolle. Kylmänpään ohjaustiimissä työskentelee yksi henkilö ja hänen vastuulleen kuuluu valvoa materiaalin etenemistä kylmävalssaamon eri tuotantolinjoilla.

Sulatustensuunnittelun tärkein työkalu on tuotannosuunnittelujärjestelmä Quintiq. Quintiq otettiin käyttöön vuonna 2017 ja se on räätälöity Outokummun Tornion sulatustensuunnittelun tarpeisiin sopivaksi järjestelmäksi. Kun sulatussuunnitelma on laadittu Quintiqissä, lähetään valusuunnitelmat sulattoja ja kuumavalssaamaa ohjaavaan Qmato-järjestelmään. Quintiqistä ja Qmadosta on sanomaliikenneyhteys tilaus- ja materiaalinkäsittelyjärjestelmä MTS2000:een, mikä on tuotannonohjauksen aihoiden ja rullien käsittelyiden tärkein järjestelmätyökalu.

2.3.2 Valmistuksensuunnittelu

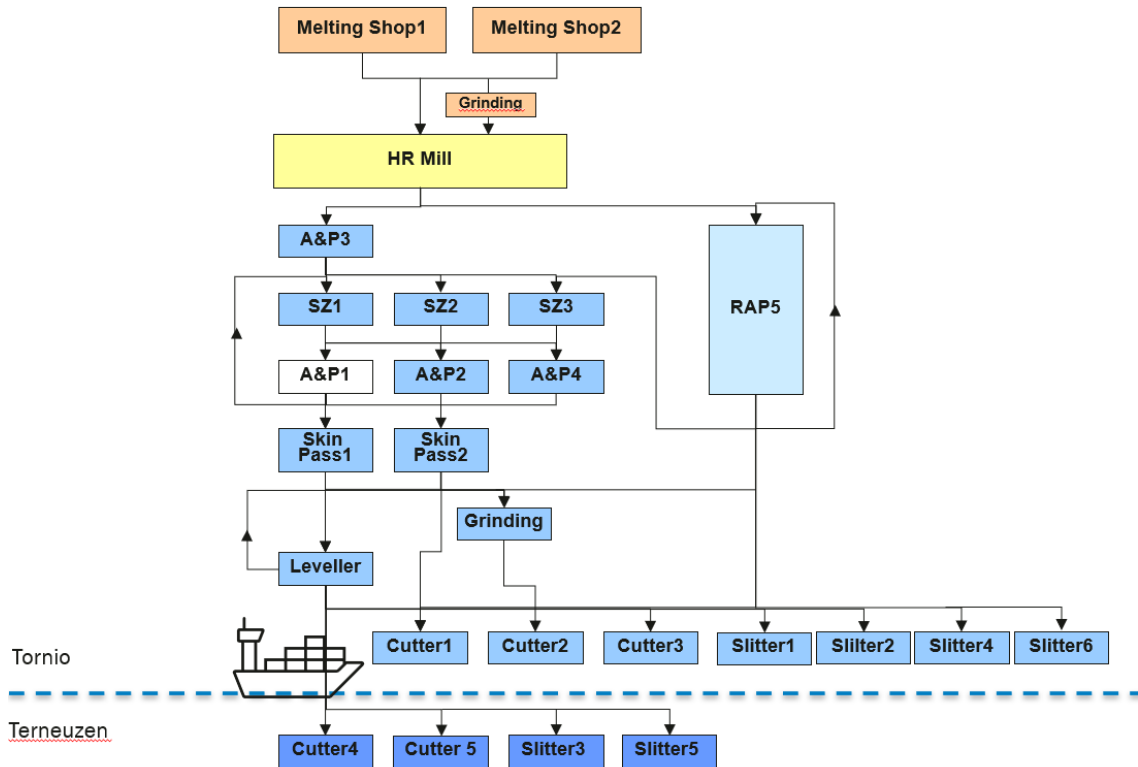
Valmistuksensuunnittelussa työskentelee 13 henkilöä. Vastuualueet on jaettu kolmeen eri tiimiin materiaalin laadun, paksuuden ja leikkauspaikan mukaan: Tornion tiimi, Terneuzenin tiimi ja T7-tiimi. Jokainen valmistuksensuunnittelija vastaa omaan vastuualueensa osalta asiakastilausten käsittelystä, niiden oikea-aikaisuudesta, valmistumisen seurannasta, materiaalin uudelleen järjestelystä, laaduntarkastamisesta sekä leikkausohjelmoinnista.

Valmistuksensuunnittelun tärkein järjestelmätyökalu on MTS2000, jossa tapahtuu tilauksen vastaanotto, materiaalivarauksen teko, materiaalin seuranta ja leikkausohjelmointi. Lisäksi MTS2000 työkalulla voidaan tarkastella kaikkea prosessia olevaa materiaalia ja avoimia tilauksia. Uudet tilaukset tulevat käsittelypisteisiin, joista jokainen valmistuksensuunnittelija poimii oman alueensa tilaukset. Kun valmistuksensuunnittelija tekee tilaukselle materiaalivarauksen, tilaus on järjestelmässä ensin varauksena. Kun sulatusjakso lähenee, materiaalivaraus muuttuu automaattisen materiaalitardeenmäärittelyn optimoinnin myötä malliaihioksi. Tuotannonohjaustiimi muodostaa sulatussuunnitelmat sulatusjakson mukaisesti ja tällöin malliaihio muuttuu suunnitelluksi aihioksi. Suunniteltu aihio muuttuu aihioksi, kun se on sulatettu ja valmis kuumavalssaukseen.

Valmistuksensuunnittelijan on asiakastilausta vastaanottaessa ja käsiteltäessä tärkeää tarkistaa tilaus huolellisesti. Yksi tilaus voi sisältää useita erilaisia positiota eli rivejä. Yksi tilaus voi siis koostua useasta eri positiosta, joilla voi olla eri laatu tai paksuus ja positio voi olla joko nauha- tai levytilaus. Suunnittelija on vastuussa, että materiaali tilaukselle lähtee etenemään oikeanlaisena ja vaaditut ominaisuudet täyttyvät. Suunnittelija seuraa tilauksen etenemistä tuotannossa ja tarkistaa, että rulla kulkee oikealla reitillä.

Kun rulla on valmis, valmistuksensuunnittelija tarkistaa RETU:sta, PIHA:sta tai ASIS:sta rullan soveltuvuuden tilaukselle. Mikäli rulla ei esimerkiksi käyttötarkoituksesta johtuen sovellu tilaukselle, varmistetaan käyttötarkoitus vielä pinnanlaaduntarkastajilta. Jos rulla ei ole soveltuva tilaukselle, valmistuksensuunnittelija etsii tilaukselle uuden materiaalin. Mikäli tuotantoprosessista tai vapaasta materiaalista ei löydy tilaukselle soveltuvaa materiaalia, tehdään sille uusi materiaalivaraus sulatolta. Näissä tapauksissa tilauksen valmistumisaika yleensä siirtyy ja asiakkaalle luvattu toimitusviikko ei välttämättä ole enää saavutettavissa.

Valmistusajan muuttuessa valmistuksensuunnittelijan tehtävänä on päivittää realistinen muuttunut valmistumisaika tilaukselle, jotta asiakas pystyy reagoimaan odotettuun viivästymiseen. Mikäli materiaali käy tilaukselle, Terneuzenin tiimi hyväksyy rullan oikeaan laivaan, rulla leikkausohjelmoidaan ja leikataan leikkauslinjoilla asiakkaan tilaamiksi levyiksi, nauhoiksi tai kaistoiksi. Torniossa tiimi tekee saman prosessin pois lukien rullan laivaan hyväksymisen. Kuviossa 8 on nähtävissä Tornion ja Hollannin tuotantolinjat ja prosessikaavio.

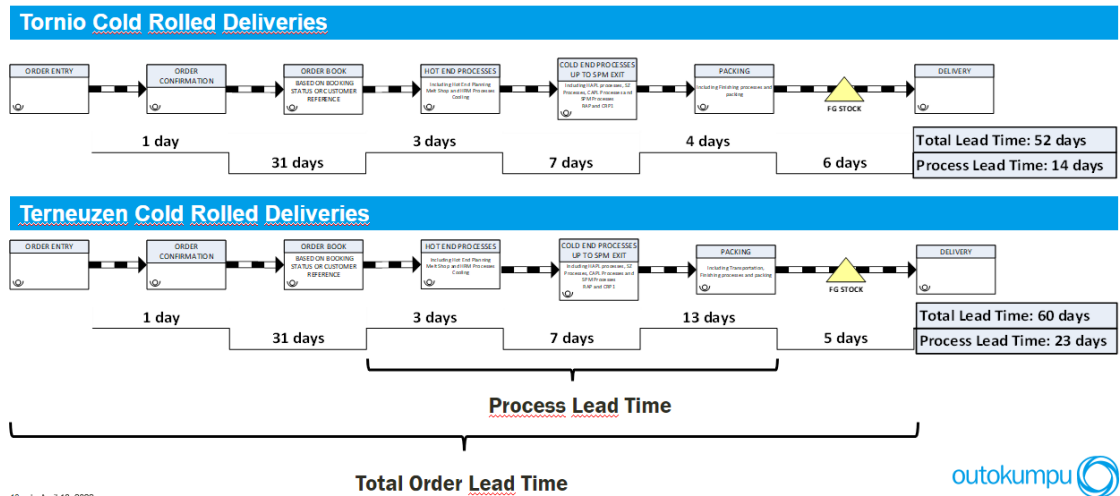


Kuvio 8. Tornion ja Hollannin tuotantolinjat ja prosessikaavio (Orasvuo 2022)

2.3.3 Tilausohjautuva tuotantoprosessi

Outokummun pääsääntöinen tuotantomuoto on tilausohjautuva tuotanto (MTO) eli tuotteen valmistusprosessi aloitetaan vasta vahvistetun asiakkaan tilauksen vastaanoton jälkeen. Tehtaalte on laadittu karkea tuotantosuunnitelma useiksi kuukausiksi eteenpäin ja sulatustensuunnittelijoiden tehtävänä on toteuttaa tätä tuotantosuunnitelmaa asiakkaiden tilausten toimitusajat huomioon ottaen. (Hayes 2020.) Kuviossa 9 on esitetty Tornion ja Hollannin leikkauspaikkojen tilausten läpimenoajat.

Lead Time of Tornio/Terneuzen 2B,



Kuvio 9. Tilauksen läpimenoaika (Outokumpu 2020a)

Myyntiyhtiöt eri puolilla maailmaa syöttävät järjestelmään asiakastilauksia ja valmistuksensuunnittelija Torniossa tarkistaa tilauksen ja tekee sille materiaalivarausten sulatuskapasiteetista. Mikäli tilauksella on joitain erityisiä vaatimuksia, tilauksen tarkistukseen osallistuu myös tekninen asiakaspalvelu ja asiakaspalvelutiimi. Tilaukselta tarkistettavia asioita ovat muun muassa tilausmäärä, mitta- ja määrätoleranssit, toimitustila, analyysivaatimukset, valmistusohjeet, E-ohjeet, huomautukset sekä rullan reititys eli miten rulla etenee työvaiheelta toiselle.

Outokummun tuotantoprosessissa materiaalin varsinainen valmistus alkaa, kun tilauksen materiaalivarauksella määritetty sulatusajankohta lähestyy. Tuotannonohjauksen sulatustensuunnittelijat vastaavat siitä, että asiakkaiden tilaukset suunnitellaan sulatettavaksi ajallaan, jotta asiakas saa tilaamansa tuotteen oikeaan aikaan. Valmistuksensuunnittelijan työtehtäviin kuuluu seurata tilauksen etenemistä sulatolta kuumavalssaamon ja kylmävalssaamon kautta viimeistelylinjoille ja sieltä valmiiksi tuotteeksi. Kun materiaali on suunniteltuina aihiona ja sulatuksen ajankohta on lähestymässä, valmistuksensuunnittelija tarkastelee täytöasteita ja tarvittaessa tekee muutoksia niihin.

Kun rulla on saanut hehkutus- ja peittäuslinjan jälkeen käyttötarkoitusarvostelun, valmistuksensuunnittelija tarkistaa, soveltuuko rulla tilaukselle. Tässä vaiheessa

tarkasteltavia asioita ovat muun muassa käyttötarkoituksen soveltuvuus eli pinnanlaatu, analyysivaatimukset, paksuus ja leveys. Mikäli materiaalille täyttää tilauksen vaatimukset, valmistuksensuunnittelija laatii leikkausohjelman asiakastilausten mukaisesti.

2.3.4 T7-toimitusketjukonsepti

Outokummulla on käytössä myös T7-toimitusketjukonsepti eli kulutusohjattu (FTO) tuotteiden tarjonta. T7-asiakkaisiin on valittu suuren volyymin eurooppalaisia palvelukeskuksia ja asiakkaita, jotka tilaavat standardituotteita. T7-tuoteportfolioon on valikoitu vain tietyt laadut ja paksuudet. T7-toimitusketjukonsepti luotiin osana P250-projektia, jonka tavoitteena oli parantaa pääoman tehokkuutta keskittämällä puskurivarastot yhteen paikkaan. T7-toimitusketjukonseptilla saavutetaan parempi saatavuus nopeasti liikkuville standardituotteille ja saadaan aikaan säästöjä optimoidun sidotun pääoman ansioista.

Hollannin Terneuzeniin on rakennettu puskurivarasto T7-portfolion tuotteista ja tämä mahdollistaa sen, että T7-asiakkaat saavat tilaamansa tuotteet heti seuraavalla viikolla tilauksen vastaanotosta. Varastoa täydennetään valmistuksensuunnittelijoiden toimesta, joten varaston täydentäminen vaatii valmistuksensuunnittelijoilta osaamista ja tietoa mitä materiaalia varastoon tulee milläkin viikolla täydentää. Varaston täydentämiseen liittyy kunkin viikon kysyntä ja varastoa täydennetään viikoittain. T7-tiimin valmistuksensuunnittelijat laativat viikoittain tilauksen varastossa olevan materiaalin ja kysynnän pohjalta.

T7-tilaukset tulee olla syötettynä järjestelmään maanantaina tai tiistaina riippuen laadusta. T7-tiimin valmistuksensuunnittelijat käsittelevät tilaukset ja laativat leikkausohjelmat näille tilauksille. T7-rullien leikkaaminen asiakkaille aloitetaan heti, kun leikkausohjelmat on laadittu. Toimitusviikko on tilauksen vastaanotosta seuraavalla viikolla, joten T7-rullia priorisoidaan tuotannossa, jotta toimitustäsmällisyys pysyy mahdollisimman korkealla.

3 TUOTANNONSUUNNITTELU

Tuotannonsuunnittelun tavoitteena on luoda optimaalinen materiaalivirta, jossa tuotanto etenee tuotantoprosessista seuraavaan ilman pullonkauloja ja tarpeettomia pysähdyksiä. Valmistavassa teollisuudessa tuotantotilanteet toistuvat harvoin samanlaisina päivästä toiseen ja esimerkiksi yllättäviä tuotannon pysähdyksiä tapahtuu usein. Tuotannonsuunnittelijoiden tehtäviin kuuluu ratkoa päivittäin yhteistyössä tuotannon henkilöstön kanssa, kuinka sopeudutaan muuttuviin tuotannon tilanteisiin. Tuotannonsuunnittelijoiden on osattava reagoida nopeasti muuttuviin tilanteisiin ja osattava valita oikeanlaiset toimintatavat, jotta pysytään tuotannolle asetetuissa tavoitteissa ja materiaalivirta ei pysähdy. (Pinja 2021.)

3.1 Tilaus-toimitusketju

Tilaus-toimitusketju on eri toimintojen kokonaisuus, ja sen tarkoituksena on muuntaa raaka-aineet asiakkaan tilaamaksi lopputuotteeksi. Tilaus-toimitusketjun tehokkuudella ja hallinnalla on merkittävä vaikutus yrityksen tuottavuudelle. Osaavan henkilöstön ja sujuvien prosessien avulla saavutetaan hyvä toimitustämällisyys, tavoitteen mukaiset varastotasot ja tehokas materiaalivirta. (Sakki 2003, 20.)

Outokummun SCM:n (Supply Chain Management) uuden strategian tavoitteena on luoda kysyntävetoinen ja tehokas toimitusketju, joka auttaa Outokummun vision toteuttamisessa. Kuviosta 10 nähdään, miten tilaus-toimitusketjun strategia perustuu viiteen pääperiaatteeseen ja keskittyy neljään pääalueeseen: kysyntävetoinen toimitusketju, myynnin ja toiminnan suunnittelu, toimitusketjun toimintamalli ja tilausten toteutusprosessi. (Outokumpu 2021a.)



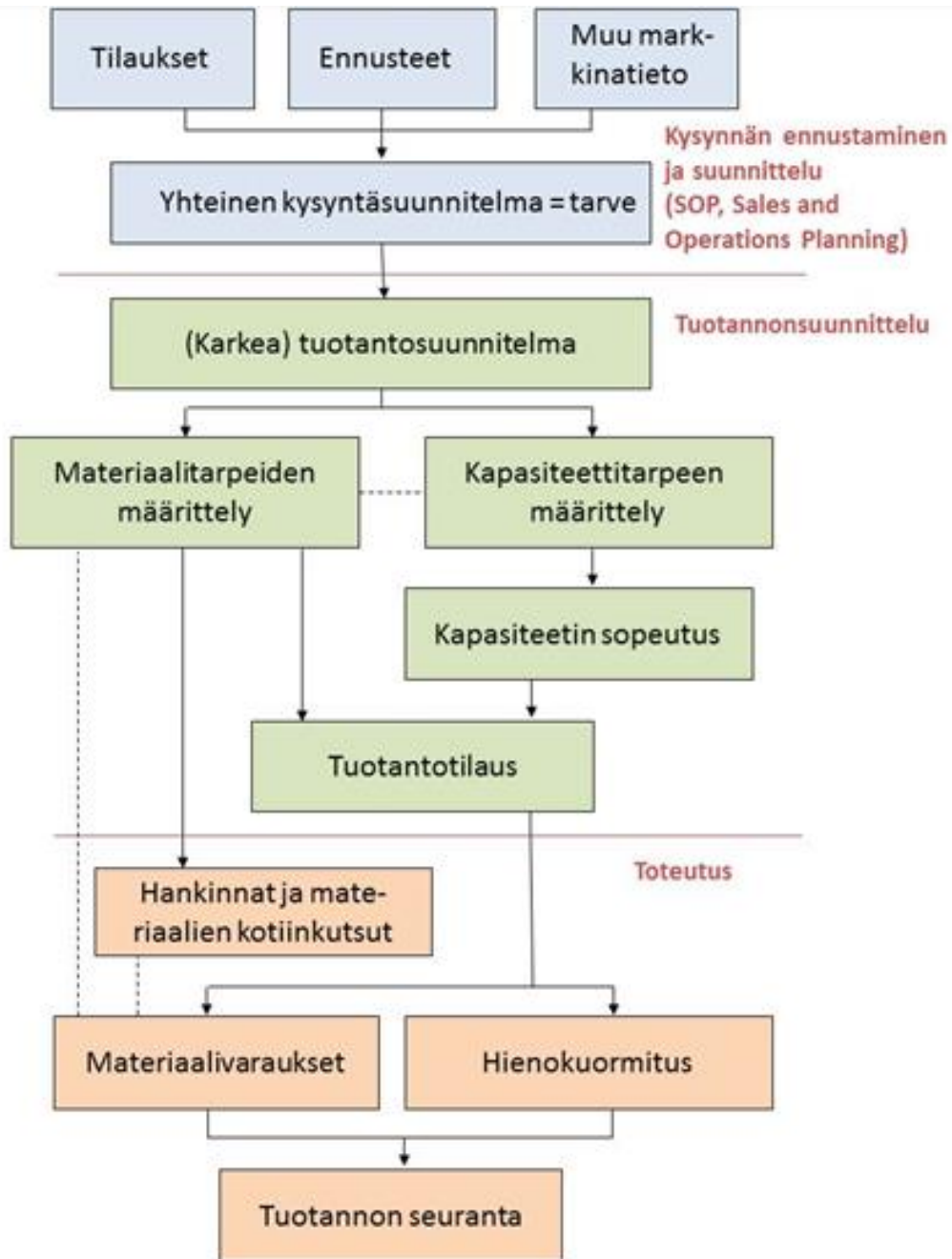
Kuvio 10. Tilaus-toimitusketjun strategia (Outokumpu 2021a)

Uusi strategia ja organisaatorakenne vie Outokumpua paikallisesta ja toimipaikkakeskeisestä lähestymistavasta kohti toiminnallisempaa suuntaa, jossa keskitytään vahvasti kysyntävetoiseen tilaus-toimitusketjuun, koko prosessin kattaviin vastuisiin, tehtaiden väliseen päätöksentekoon ja tärkeimpien arvoketjujen prosessien standardoimiseen. Näiden oleellisten muutosten avulla voidaan reagoida muuttuviin markkinaolosuhteisiin oikea-aikaisesti ja entistä ketterämmin sekä mukauttaa suunnittelu tarpeen mukaan. (Outokumpu 2021a.)

3.2 Tuotannonohjaus ja valmistuksensuunnittelu

Tuotannonohjauksen tehtävänä on suunnitella ja ohjata yrityksen tuotantoa, määrittää tuotannon ajoitus, valvoa varastoja, hyödyntää kustannustehokkaasti tuotantokapasiteettia sekä toteuttaa yrityksen valitsemaa tuotantotavoitetta ja –strategiaa. Tuotannonohjaukseen sisältyy koko tilaus-toimitusketjun kustannusten ja laadun hallinta sekä materiaalivirtojen lisäksi myös informaatiovirrat. Tuotannonohjaus vastaa siitä, että asiakkaalle ilmoitetuista toimitusajoista pidetään kiinni, mutta myös myynnin on sitouduttava tähän siten, että myynti myy tilauksia vain sen verran mihin tuotantokapasiteetti riittää. (Logistiikan Maailma 2021.)

Kuviossa 11 on kuvattu karkealla tasolla tuotannonsuunnittelun pääelementit. Tuotannonsuunnittelijan käytännön toimenkuva samoin kuin prosessin vaiheiden järjestys ja painotus voivat olla hyvinkin erilaisia toimialasta riippuen, joten tuotannonsuunnittelussa on alakohtaisia eroavaisuuksia ja painotuksia. (Logistiikan Maailma 2021.)



Kuvio 11. Tuotannosuunnittelun pääelementit (Logistiikan Maailma 2021)

Tuotannonohjauksen yksi merkittävin työkalu on kattavat ja toimivat järjestelmät. Jotta tuotantoa voidaan ohjata mahdollisimman tehokkaasti, täytyy ohjauksesta vastaavien henkilöiden pystyä luomaan selkeä kokonaiskuva tuotannossa meillä olevista toiminnoista, töistä, varastoista, aikatauluista ja kaikesta mikä voi vaikuttaa tuotteen läpimenoaikaan. (Pinja 2021.)

Valmistavassa teollisuudessa yksi asiakkaan tilaama tuote saattaa käydä monissa tuotantoprosessin eri vaiheissa ja tuotteella voi olla monenlaisia eri reitti- vaihtoehtoja, jonka mukaan se tuotannossa etenee. Lisäksi yllättäviä laiterikkoja voi ilmaantua ja myös resurssipula voi muuttaa alkuperäisiä tuotantosuunnitelmia. Muuttuvia tekijöitä on teollisuusympäristössä paljon ja kaikki nämä seikat vaikeuttavat tuotannonohjauksen materiaalivirtojen optimointia. Muuttuvissa tuotanto-olosuhteissa tuotannonohjauksessa tarvitaan usein nopeaa päätöksentekokykyä ja henkilöstön on osattava valita parhaat toimintatavat useista eri vaihtoehdoista. (Pinja 2021.)

Tuotannonohjauksella ja siihen liittyvällä valmistuksensuunnittelulla on merkittävä rooli tuotantoprosessissa läpi virtaavan materiaalin hallinnassa. Kuvioista 12 nähdään, millaisiin osa-alueisiin operatiivinen tuotannonohjaus voidaan suunnitteluvaiheessa jakaa.



Kuvio 12. Tuotannonohjaus suunnitteluprosessina (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2003, 230)

Tuotanto perustuu usein asiakas- ja tilausohjautuvuuteen. Ennen tätä on kuitenkin oltava olemassa karkeasuunnitelma, jonka kautta tuotantoa ohjataan ja resursoidaan eteenpäin. Karkeasuunnittelua on tehtävä mahdollisimman realistisesti, jotta saadaan tuotantokustannukset pysymään aisoissa. Tuotannon ohjauksella ja karkealla suunnitelmalla pyritään myös mahdollisimman hyvään toimitusvarmuuteen ja toimitustäsmällisyyteen. Näiden hallinta vaatii läpäisyajan ja eritoten kokonaisläpäisyajan määrittämistä. Toimitustäsmällisyyden hallinta sisältää suunnittelun, materiaalinhankinnan, tuotteen valmistuksen ja lähtölogistiikan. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 231.)

4 MATERIAALINOHJAUS JA –VALVONTA

Tuotannon johtaminen on tärkeää, jotta päästään asetettuihin tavoitteisiin. Kansainvälinen kilpailu on kovaa ja yritykset pyrkivät keskittämään toimintansa niihin asioihin, joilla ne pystyvät tuottamaan asiakkailleen lisäarvoa. Digitalisaatio mahdollistaa sen, että toimintaa on nykyisin mahdollista koordinoida ja seurata hyvinkin tehokkaasti. (Heikkilä & Ketokivi 2005, 17.)

Hyvää materiaalinohjausta tukee ymmärrys kysynnän ja tarpeen luonteesta sekä luo mahdollisimman hyvän näkyvyyden kysyntään ja sen vaihteluihin. Loppuasiakkaan tarpeen tulisi ohjata materiaalivirtaa ja imeä sitä, läpi koko ketjun. (Logistiikan Maailma 2021.)

4.1 Materiaalinohjaus

Materiaalin- ja kapasiteetinhjaus ovat tuotannonohjauksen kulmakiviä. Materiaalinohjaukseen ja –valvontaan liittyy myös varastojen ohjaaminen ja hallinta. Tavoitteena on, että materiaalinohjauksella huolehditaan siitä, että asiakkaalla, tuotannolla ja toimitusketjun eri toimijoilla on käytettävissään oikeat materiaalit oikeaan aikaan, oikeassa paikassa, oikeissa määrissä, oikeassa laadussa ja oikein kustannuksin. (Logistiikan Maailma 2021.)

Materiaalinohjaukseen vaikuttaa se mitä yritys valmistaa. Esimerkiksi komponentti, jota tarvitaan asiakkaalle tilauksesta räätälöitävissä erikoistuotteissa ja joiden kysyntä on epätasaista ja huonosti ennustettavissa, vaatii erilaisia ohjausponnisteluja kuin raaka-aine volyyminen tuotanto, jolla on kohtuullisen tasaisen kysyntä. (Logistiikan Maailma 2021.)

Materiaalinohjaukseen vaikuttavat useat seikat, joita tulee ottaa huomioon:

- kysynnän vaihtelu ja ennakoitavuus
- nimikkeen kokonaistarpeen arvo
- nimikkeen yksikköhinta
- toimitus- sekä täydennysaika ja sen vaihtelu

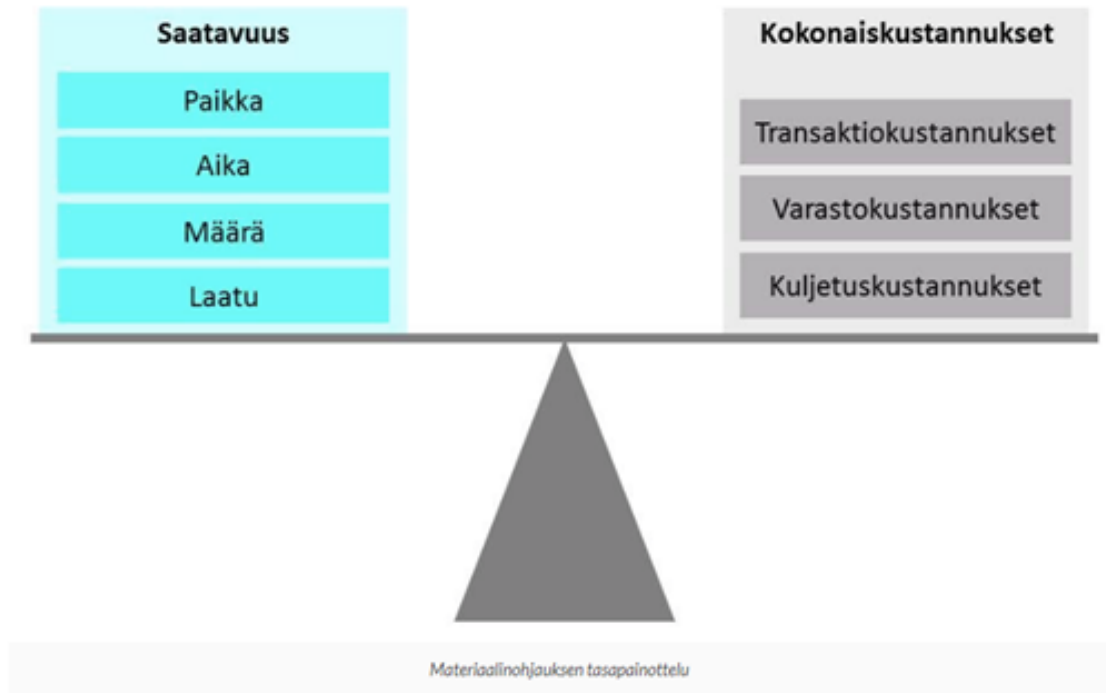
- nimikkeen yleinen saatavuus: standardi- vai erikoisnimike
- potentiaalisten toimittajien määrä ja uusien toimittajien validointiin liittyvä työ
- mahdolliset globaalit puutetilanteet. (Logistiikan Maailma 2021.)

Monilla aloilla on myös omia erityispiirteitä, joita tulee ottaa huomioon. Esimerkiksi suurien laitteiden valmistuksessa tulee huomioida niiden koko. Elektroniikketeollisuudessa voi esiintyä voimakasta hintaeroosiota ja nimikkeiden arvonlaskua. Elintarviketeollisuudessa puolestaan problematiikkana on elintarvikkeiden säilyvyys ja niiden viimeinen ja parasta ennen käytettävyys. (Logistiikan Maailma 2021.)

Yrityksen strategian ja tuotannon välillä on oltava yhteys, jotta tuotanto voi luoda yritykselle kilpailukykyä. Tuotantoyksikkötasolla mietitään, miten liiketoimintastrategia saadaan toteutettua tehtaan ja toimitusketjun toiminnassa. Lisäksi suunnitellaan tuotannonsuunnittelun, tuotannon ja toimitusketjun integrointia toimivaksi kokonaisuudeksi yhdessä yrityksen muiden toimintojen kanssa. (Heikkilä & Ketokivi 2005, 19.)

4.2 Materiaalinhjauksen kustannukset

Materiaalinhjauksella tavoitellaan hyvää tasapainoa saatavuuden ja kustannusten välillä. Materiaalinhjauksen kokonaiskustannukset muodostuvat transaktiokustannuksista, varastokustannuksista ja kuljetuskustannuksista. Transaktiokustannuksilla tarkoitetaan itse täydennystapahtumaan liittyvistä kustannuksista kuten ostotilauksen teko ja saapuvan materiaalin laadunvalvonta. Tasapaino kustannusten ja saatavuuden välillä on helpompi saavuttaa, jos materiaalivirtaa voi kehittää nopeaksi, tasaiseksi ja ohueksi. Yllätyksiin reagointi on myös tällöin helpompaa. Kuviossa 13 on esitetty, mitkä asiat vaikuttavat materiaalinhjaukseen ja siihen liittyviin kustannuksiin. (Logistiikan Maailma 2021.)



Kuvio 13. Materiaalinhjaus ja siihen liittyvät kustannukset (Logistiikan Maailma 2021)

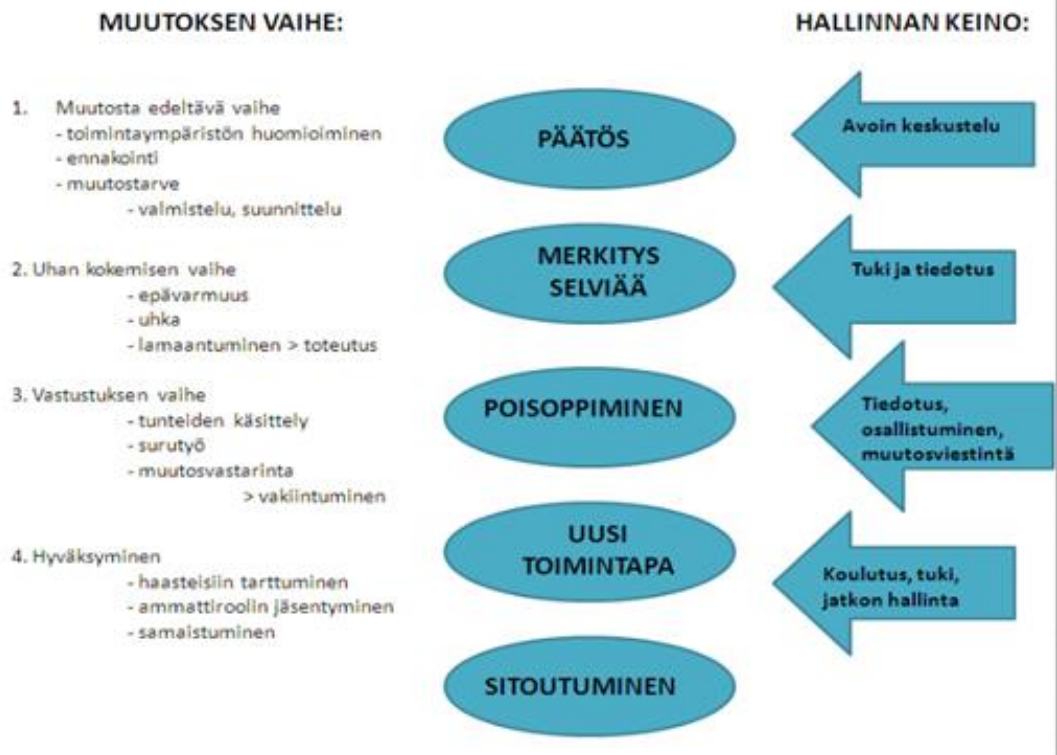
Materiaalinhjauksella pyritään myös siihen, että valmistusprosessit saadaan mahdollisimman energia- ja materiaalitehokkaiksi ja tietenkin varmistetaan, että tuotannon turvallisuus- ja terveysstandardeja noudatetaan. Toimivassa organisaatiossa myös tutkimus- ja kehitystyöhön satsataan paljon ja toiminnassa pyritään olemaan edelläkävijöitä. (Bärlund & Perko 2013, 180.)

4.3 Osastojen roolit, vastuut ja valtuudet

Tuotantotasolla määritellään tuotantotavoitteet ja se, miten tavoitteisiin pyritään päivittäisessä toiminnassa tuotannon organisoimalla, tuotantokäytäntöjen ja operatiivisten suorituskyvyn mittareiden avulla. Tuotantotavoitteista eivät ole vastuussa vain operatiivisen tuotannon parissa työskentelevät työntekijät, vaan tuotantotavoitteita koskevia päätöksiä tehdään monilla eri tasoilla aina yrityksen ylimmästä johdosta yksittäisten tuotantolaitosten johtoryhmiin saakka. Operatiivisen henkilöstön rooli korostuu tuotantotavoitteiden toteutuksessa, varsinkin jos tuotannolla on keskeinen rooli yrityksen kilpailukyvyssä. (Heikkilä & Ketokivi 2005, 59.)

Yhteisen arvon ja yrityskulttuurin luonti edellyttää, että ensin johto ja sitten koko henkilöstö sisäistää tavoitteet ja pyrkii toteuttamaan niitä. Tällöin tuloksena on kokonaisvaltainen ponnistus ja koko henkilöstö saadaan osallistumaan suunniteltuihin muutoksiin ja toimimaan niiden mukaisesti. Asennemuutos vaatii myös sidosryhmien osallistumista ja uusia mittaus- ja palkitsemisjärjestelmiä. (Bärlund & Perko 2013, 21.)

Muutos prosessina voidaan myös vaiheistaa ja luoda keinot vaiheiden hallintaan esimerkiksi kuviossa 14 olevan prosessin mukaisesti.



Kuvio 14. Muutoksen vaiheet (Ponteva 2012, 18)

Muutoksessa onnistuminen on ennen muuta tahdon asia. Mitä enemmän organisaatiossa saadaan aikaan positiivisia tunteita, sitä enemmän on yhteistyötä ja vähemmän ristiriitoja. Muutoksessa mukana olevan esimiehen piirteitä onnistuneessa muutosjohtamisen prosessissa ovat esimerkiksi: inhimillisyys, reiluus, myönteisyys, peräänantamattomuus ja kannustavuus. (Ponteva 2012, 28–29.)

4.4 Kestävä johtajuus ja työntekijöiden osallistaminen

Kestävä johtajuus on laadullisesti hyvää johtajuutta, mikä tukee organisaation toiminnan strategisia tavoitteita ja varmistaa sen, että organisaatio onnistuu siinä tehtävässä, mitä varten se on olemassa. Kestävän johtajuuden elementteihin kuuluu mahdollistaminen, avoimuus ja toiminnan läpikäynti työntekijöiden kanssa. Sidosryhmien osallistaminen on yksi menestystekijöistä yrityksen kehittäessä toimintaansa. Kestävän johtajuuden avulla voidaan luoda työyhteisöön kannustava työilmapiiri, motivoituneet työntekijät, kannattava ja vastuullinen liiketoiminta ja sitä kautta pystytään vahvistamaan koko yhteiskuntamme kestävyttä. (Bärlund & Perko 2013, 103.)

Työnantajan tulisi ottaa huomioon, mitä vaaditaan, jotta saadaan ihmiset käyttämään kykyjään mahdollisimman hyvin työssään. Kun organisaation toiminta sujuu, myös työssä olevat ihmiset voivat hyvin. Haasteita voi aiheuttaa muun muassa se, että tehtävien rajat ovat liian tiukkoja, kulttuurista puuttuu avuliaisuuden henki tai osastojen rajat estävät järkevän ja joustavan työskentelyn. Tällöin pääsee syntymään herkästi myös ihmisten välisiä ristiriitoja, joiden seurauksena kakkien työmotivaatio ja –hyvinvointi kärsii. Joustava ja avulias toiminta organisaation sisällä on kaikkien etu. Valitettavan usein organisaatiossa hallitseva kulttuuri estää joustavan toimintatavan. (Juuti 2013, 16.)

Hyviä taloudellisia tuloksia harvoin syntyy ilman pyrkimystä tehdä ahkerasti työtä, parantaa jatkuvasti osaamisen ja tekemisen tasoa ja tehdä avuliasta yhteistyötä. Taloudellinen tulos syntyy hyvän osaamisen, hyvän tahdon sekä ahkerien ponnistelujen risteyksessä. Työyhteisön kehittyminen vaatii vuorovaikutustaitojen jatkuvaa kehittämistä ja haluaa kantaa yhä suurempaa vastuuta. (Juuti 2013, 17.)

4.5 Organisaation toimintamallit ja -ympäristö

Monissa yrityksissä on tietyt, jo pitkään käytössä olleet toimintamallit, joita on aika-ajoin syytä pysähtyä tutkimaan tarkemmin ja optimoida niitä tehokkaampaan suuntaan. Tuotantoprosessin tulisi olla koko ajan käynnissä mahdollisimman paljon, ilman turhia seisonta-aikoja. Jokainen suurempi häiriö ja seisahdus täytyy

tarkastella erikseen ja päättää, millainen toimintatapa on kulloinkin oikea ratkaisu palvelemaan materiaalivirtoja parhaiten. (Eurometalli 2020.)

Koko materiaalivirtaan liittyvien indikaattoreiden tutkiminen kannattaa yleensä aina. Usein on niin, että materiaalivirtaa tutkittaessa yksittäiset pienemmät ongelmat liittyvät toisiinsa muodostaen suuremman kokonaisuuden. Näissä tapauksissa yritys ei ole välttämättä huomannut materiaalivirran tehokkuuden merkitystä tuotannossa. Tuotantoyrityksille on kannattavaa selvittää oman tuotantonsa materiaalivirtojen tila. (Eurometalli 2020.)

4.6 Suorituskyvyn arviointi

Operatiiviset suorituskyvyn mittarit liittyvät tuotantojärjestelmissä tapahtuvaan toimintaan siten, että tuotannosta vastuussa olevat henkilöt pystyvät omaa toimintaa koskevilla päätöksillä vaikuttamaan operatiivisilla mittareilla mitattavaan suorituskykyyn. (Heikkilä & Ketokivi 2005, 223.)

Mittaaminen on olennainen osa suorituskyvyn arviointia. Mittaamalla ja vertailmealla lukuja keskenään voidaan varmistaa, että yrityksen toiminta menee oikeaan suuntaan ja henkilöstö toteuttaa asetettuja tavoitteita. Ilman mittareita on hankalaa arvioida, tapahtuuko muutosta haluttuun suuntaan. Mittareiden lisäksi tarvitaan myös visio ja strategia halutusta toivetilasta, johon koko henkilöstö sitoutuu. On tärkeää asettaa tavoitteet mihin pyritään ja mikäli tavoitteisiin ei päästä, tekee yritys korjausliikkeitä. Mittarit ja seurantajärjestelmä on tärkeitä siksi, että niillä saadaan ajantasaista tietoa ja näin ollen pystytään tekemään tarvittaessa korjaavia toimenpiteitä. Organisaation tulisi aina pyrkiä kehittämään toimintaansa ja parantamaan tuloksia, mikäli se tähtää markkinajohtajaksi. (Bärlund & Perko 2013, 201, 217.)

Ennen mittaamisen aloittamista tulee päättää, mitä mitataan, koska kaikkea ei kannata mitata. Mittareita luotaessa tulee keskittyä asioihin, jotka nähdään yrityksessä tärkeimmiksi ja tämän jälkeen voidaan muodostaa mittarit. Tyypillisesti usean mittauskerran mittaustuloksista muodostetaan trendi. Trendin avulla yritys voi nähdä, miten mittaustulosten perusteella tehdyt muutokset tai muut strategiset linjaukset ovat vaikuttaneet mitattavaan asiaan. On tärkeää muistaa, että mit-

taria ei saa muuttaa, mikäli trendiä halutaan seurata. Mittarin muuttamisen seurauksena vanha ja uusi data eivät ole vertailukelpoisia. (Bärlund & Perko 2013,218.)

4.7 Jatkuva parantaminen

Strategia eli toimintasuunnitelma avataan koko henkilöstölle ja toiminnanarviointia varten luodaan mittarit. Toimintaa varten yrityksessä tulee olla valmiutta muutostavaiheeseen ja oppimisprosessin käynnistämiseen ja läpivientiin. Muutoksen läpivientiä varten johdon tulee määritellä vastuutoiminnot, resurssoinnit ja riskit. Kun nämä ovat määriteltä valitaan vastuuhenkilöt, jotka käynnistävät suunnitellut toimenpiteet jokaisessa toiminnossa. Osallistamisen edistämiseksi on tärkeää nimetä kuhunkin funktioon ihmisiä, jotka ottavat vastuulleen kokonaisuuden. Näiden henkilöiden tehtävänä on myös inspiroida muita. (Bärlund & Perko 2013, 214.)

Kuviossa 15 on esitetty onnistumiseen tarvittavat viisi askelta:

- toimintaympäristö- ja kilpailija-analyysi: olemassa olevien vahvuuksien tunnistaminen ja niiden hyödyntäminen systeemisinä mahdollisuuksina
- tahtotila, vision ja tavoitteiden määrittely
- strategian luominen
- toiminnan ja mittareiden määrittely
- toiminnan mahdollistaminen ja seuranta. (Bärlund & Perko 2013, 214.)



Kuvio 15. Viisi askelta onnistumiseen (Bärlund & Perko 2013, 203)

Jotta jatkuvaa parantamista voidaan tehdä, tarvitaan visio ja tavoitteet, joita kohti suunnataan määrätietoisesti. Periaatteessa hyvä visio toimii samoin kuin mikä

tahansa hyvä aie omassakin elämässämme. Kyse on tavoitteiden saavuttamiseksi tehtävästä systemaattisesta työstä, joka suunnitellaan aina tarpeen mukaan. Jotta tavoitteeseen päästään, on hyvä pilkkoa asiat realistisiksi toimenpiteiksi ja aikatauluttaa ne etukäteen. Tällöin päästään todennäköisesti asetettuihin tavoitteisiin. (Bärlund & Perko 2013, 213.)

Strategia on luonteeltaan yrityksen toimintasuunnitelma ja sen pohjalta määritellään ne kriittiset menestystekijät, joiden avulla päästään strategissa linjattuihin tuloksiin. Strategia on onnistunut vain, jos se johtaa haluttuun lopputulokseen. Strategia on voitava muuttaa tarpeen vaatiessa nopeastikin. Nykystrategiat ovatkin luonteeltaan yleensä osallistavia, testaavia ja ketteriä. Tämän taustalla on se, että toimintaympäristö ja kilpailutilanne voivat muuttua huomattavasti ja hyvinkin nopeasti. Suurimmat murrokset tulevat hyvin usein yllätyksinä. Tähän haasteeseen yritykset voivat pyrkiä varautumaan skenaariotyöllä, jossa opetellaan varautumaan yllättäviin murroksiin. (Bärlund & Perko 2013, 214.)

4.8 Palkitseminen

Tunnetusti toimiva keino saada yrityksen tavoitteet maaliin on tulospalkkiojärjestelmä. Työntekijöiden suorituskyvyn mittaaminen ja hyvästä suorituksesta palkitseminen olisi hyvin tärkeää. Kun tavoitteisiin päästään, olisi vastuullista palkita työntekijät hyvästä suorituksesta eli siitä, että organisaatio on saavuttanut tavoitteensa. Erityisen tärkeää on, että henkilöstö ymmärtää tavoitteet, tunnistaa olemassa olevat mittarit, joilla tavoitteiden toteutumista seurataan sekä tiedostaa keinot ja toimintatavat, joilla tavoitteisiin päästään. (Bärlund & Perko 2013, 220.)

Palkitseminen on osa strategiaa, kun yritys pyrkii edistämään tavoitteiden saavuttamista ja arvojensa mukaista toimintaa. Yrityksen tulisi myös kehittää aktiivisesti ja kokonaisvaltaisesti palkitsemis- ja palkkausjärjestelmän toimivuutta. Kokonaispalkitseminen on sekä aineetonta että aineellista palkitsemista. Kun tavoitellaan toiminnan tuloksellisuutta, muutoksissa onnistumista, henkilöstön saataavuutta, pysyvyyttä sekä innostumista tarvitaan kokonaispalkitsemista johtamisen tueksi. Kokonaispalkitseminen sisältää myös kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin tunteen, esimerkiksi tärkeäksi ja merkitykselliseksi koetun työn, työnyhteisön ja esi-

miehen tuen sekä onnistumisen työn ja muun elämän yhteensovittamisessa. Kuviossa 16 on esitetty kokonaispalkitsemisen pääelementit. (Kunta- ja hyvinvointialueuetyöntajat KT 2017.)



Kuvio 16. Kokonaispalkitseminen (Kunta- ja hyvinvointialueuetyöntajat KT 2017)

Kokonaispalkitseminen sisältää sekä aineellisia että aineettomia palkitsemistapoja, joita yritys tarjoaa työntekijöille vastineeksi heidän osaamisestaan, työpanoksestaan, ajastaan ja innostuksestaan. Kokonaispalkitseminen on johtamisen työväline, joka on Suomessa yleistynyt kahden viime vuosikymmenen aikana. Kokonaispalkitseminen mahdollistaa sen, että muun muassa matalan inflaation ja pienten palkankorotustenkin aikana voidaan käyttää erilaisia kerta-, pika-, kehitys- ja tulospalkkiota ja näin pystytään antamaan työntekijöille tunnustusta hyvästä työstä. (Kunta- ja hyvinvointialueuetyöntajat KT 2017.)

5 OUTOKUMMUN MATERIAALIVIRRRAN NYKYTILA

Materiaalivirroilla ja niiden ohjauksella on merkittävä vaikutus tuotantoprosessin kustannustehokkuuteen, ja ne ovat avaimia tuottavuuden kehitykseen. Toimivaa, tasaista ja tuottavaa materiaalivirtaa suunniteltaessa tulee huomioida useita eri asioita, materiaalivirran suunnittelu vaatii suunnittelijalta kykyä hahmottaa kokonaiskuva materiaalivirran ja valmistusprosessin eri vaiheista. (Manufacturing Material Flow 2022.)

5.1 Tuotantosuunnitelma

Outokumpu Stainless Oy:ssä materiaalivirta lähtee liikkeelle sulatustensuunnittelusta, jota toteutetaan asiakaskysynnän mukaisesti eli suunnitelmia laatiessa toimintaa ohjaa asiakkaan tilaukset. Koko vuodelle laaditaan etukäteen tuotannon vuosisuunnitelma yhdessä SCM:n, kaupallisen osaston, tuotannon ja raaka-aineiden kanssa. Vuosisuunnitelmassa määritetään tuotantotonnit kullekin sulattolinjalle ja lajijakaumalle. Tätä suunnitelmaa pyritään noudattamaan kaikkien osapuolten kesken.

Tuotanto- ja myyntitilannetta tarkastellaan kuukausittain ja tarpeen mukaan tehdään hienosäätöjä jatkuvan tuotantosuunnitelman tuotantolukuihin tuotannon vuosihuollot huomioiden. Jatkovaa tuotantosuunnitelmaa tarkastellaan SCM:n, sulattojen, kuumavalssaamon, raaka-aineosaston ja raaka-ainehankinnan kanssa joka viikko. Yllättäviä laiterikkoja voi sattua milloin vain sekä ylä- että alavirrassa, tai raaka-ainehankinnat eivät välttämättä aina saavu tehtaalle suunnitellusti, silloin kaikkien osapuolten on osattava varautua muutoksiin suunnitelmassa. Tuotantomaailmassa tapahtuu koko ajan yllättäviä asioita ja säännöllisellä yhteistyöllä näihin muutoksiin on helpompi sopeutua ja reagoida tarpeen vaatimalla tavalla.

5.2 Terässulatot ja kuumavalssaamo

Terässulattojen tuotantosuunnitelmat laaditaan kuumavalssaamon valssausjaksojen mukaisesti. Valettujen aihoiden leveydet täsmäävät kuumavalssaamon

ajokampanjoihin ja aihiot voidaan panostaa kuumavalssaamalla kuumina heti valamisen jälkeen, tällä aihioiden suorapanostuksella saavutetaan huomattava energian säästö. Kuumavalssaamo valssaa yksillä etuvalsseilla noin 10 000 tonnia ja leveydet menevät valssauskampanjassa leveästä kapeaan. Kuumavalssaamon on valssattava eri leveydet sulaton tuottamien valuleveyksien mukaisesti. Sulatustensuunnittelussa on erityisen tärkeää huomioida, että sulattolinja 2:n tuotanto on synkronoitu kuumavalssaamon tuotantoon.

Sulatussuunnitelma on karkea tuotantosuunnitelma, ja tuotannolla on oikeus ja mahdollisuus muuttaa suunniteltuja sulatusjärjestyksiä tarpeen mukaan. Muutoksia sulatussuunnitelmiin voidaan joutua tekemään yllättävien tuotantokatkosten vuoksi ja erityisesti viikonloppuisin, sillä tuotanto-osastojen vastaavat työnjohtajat työskentelevät keskeytymättömässä vuorotyössä.

Tornion tuotannon sulatussuunnitelmia laadittaessa on huomioitava tasainen materiaalivirta kaikkiin alavirran tuotantoprosesseihin. Sulatustensuunnittelijan täytyy osata muodostaa laaja kokonaiskuva koko tehtaan tuotantolinjojen materiaalitytarpeista, sillä materiaali tulee ohjata oikeassa järjestyksessä kuumavalssaamolle, ja sen tulee jakautua tasaisesti kuumavalssaamolta eteenpäin: aihiohioon, kuputukseen, RAP:lle, esihehkutukseen, valssaimille, leikkaukseen ja lähetysiin.

Yllättävät laiterikot ja tuotannonkeskeytykset tuotantolinjoilla ovat aina mahdollisia ja sulatustensuunnittelijan on pystyttävä reagoimaan näihin asioihin nopeasti ja osattava sopeuttaa tuotantosuunnitelma vallitsevaan tuotantotilanteeseen mahdolliset rajoitukset huomioon ottaen. Sulatussuunnitelmia voidaan joutua muuttamaan erittäin pikaisellakin aikataululla ja materiaalivirtaa tarkastellaan ja ohjataan tarpeen mukaan siten, että tuotantolinjojen etuvarastot pysyvät maltillisella tasolla. Kun asiakkaiden tilaukset on valettu aihioiksi ja aihiot on valssattu kuumanauhoiksi, syntyneet rullat kuljetetaan aliurakoitsijan toimesta RAP:lle, Kyva1:lle tai satamaan, josta ne lähetään Saksan kylmävalssaamoihin. Tässä työssä kuitenkin keskitytään tarkastelemaan materiaalivirtaa vain Tornion tuotantolinjojen osalta.

5.3 Valmistelulinja

Kuumavalssaamolta tulleiden poikkeamien, kuten kierojen keulojen ja häntärutujen takia rullia joudutaan ohjaamaan korjauskäsittelyyn kylmävalssaamon valmistelulinjalla. Tässä kohtaa rulla pysähtyy tuotannossa laatupoikkeaman takia. Saannin parantamiseksi valmistelulinjalle ohjautuu myös automattisesti joka toinen 6 mm:n tai paksumpi rulla jatkopään lisäykseen. Valmistelulinjan ajo-ohjelmat laatii linjan vastaava työnjohtaja, joka toimii myös HP-linjojen vastaavana työnjohtajana.

Tuotannosuunnittelun ohjaustiimin tehtävänä on priorisoida ajojärjestyksiä tarpeen mukaan. Priorisoinnin tarve korostuu erityisesti silloin kun valmistelulinjan etuvarastoon on kertynyt runsaasti materiaalia. Oikea ajojärjestys on tärkeä, jotta eniten materiaalia tarvitseva tuotantolinja saa sitä ensimmäisenä. On huomioitava, että edeltävien tuotantolinjojen ajojärjestysten priorisoinnilla on merkittävä vaikutus aina seuraaviin tuotantolinjoihin. Tätä priorisointia tehdään ohjaustiimin ja vastaavan työnjohtajan toimesta vain arkena ja päivävuorossa, jolloin esimerkiksi illat ja viikonloput ovat priorisoinnin ulkopuolella. Tästä johtuen joskus voidaan ajautua tilanteeseen, jossa materiaali on ohjautunut epätasaisessa tahdissa ja väärille tuotantolinjoille.

5.4 Esihehkutus

Virheettömät rullat etenevät kuumavalssaamolta esihehkutukseen Kyva1:lle tai RAP:lle ja korjauskäsittelyä vaativat sitä mukaan, kun valmistelulinja saa niitä korjattua. Mikäli esihehkutus onnistuu vaaditulla tavalla, rulla etenee seuraavaan työvaiheeseen. Aina on mahdollista, että rullan ajo epäonnistuu syystä tai toisesta ja rullaan tulee laatupoikkeama. Näissä tapauksissa linjan vastaava työnjohtaja pysäyttää rullan etenemisen, siirtää sen järjestelmässä sivuraiteelle ja merkitsee pysäyttämisen syyn rullan tietoihin. Sivuraiteelle siirron syy voi olla muun muassa uuninseisaus, likaisuus, paksuus- ja leveyspoikkeamat tai se, että käyttötarkoitus ei vastaa asiakkaan tilausta.

5.5 Valssaimet

Materiaalilla olevan tilauksen ollessa kuumanauhamyntiä rulla ohjautuu esihehkutuksen jälkeen joko suoraan rullanpakkaukseen tai leikkauslinjoille. Kylmänauhana myyty materiaali jatkaa esihehkutuksen jälkeen joko RAP:in valssaimille tai sendzimir-valssaimille, missä se valssataan lopulliseen paksuuteen. Mikäli valssaus toteutuu suunnitellusti, rulla etenee prosessissa seuraavaan työvaiheeseen, mutta mikäli rullaan kohdistuu jokin poikkeama, rulla siirretään valssauksen jälleen sivuraiteelle. RAP:in ja sendzimirin poikkeamasyitä voivat olla muun muassa suunnittelematon välimitta, paksuuspoikkeama, näppylät ja tärinä. sendzimirin jäljiltä rullat ovat öljyisiä, joten ne voidaan korjaus käsitellä ainoastaan hiontalinjalla. Hiontalinja on usein muutenkin ylikuormitettuna, joten korjauskäsittely voi joissakin tapauksissa kestää hiontalinjalla kohtuuttoman kauan.

5.6 Loppuhehkutus

Sendzimirin jälkeen rulla ohjautuu loppuhehkutukseen, jossa se saa lopullisen käyttötarkoituksen. Loppuhehkutuksessa suoritetaan rullan lopullinen pinnanlaatu- ja mittatarkastus. Rullalle annetaan automaatin ja pinnatarkastajien toimesta arvostelu eli todetaan mihin käyttötarkoitukseen rulla soveltuu. Poikkeamarullat siirretään HP:n tai RAP:in vastaavan työnjohtajan toimesta sivuraiteelle työvaiheeseen 090 tai 390, missä rullat odottavat pinnantarkastajan lopullista arviointia. Pinnatarkastajat työskentelevät arkisin päivävuorossa, joten viikonloppuisin rullat pysähtyvät odottamaan pinnantarkastajan arviointia. Läheskään aina rullat, joiden käyttötarkoitus ei vastaa asiakaan tilausta, eivät mene sivuraiteelle. Näissä tapauksissa valmistuksensuunnittelija varmistaa vielä käyttötarkoituksen oikeellisuuden pinnanlaadun päivämestareilta.

5.7 Viimeistelyvalssaus ja venytysoikaisu

Loppuhehkutuksen ja peittauksen jälkeen rulla valssataan vielä viimeistelyvalssain 1:llä tai 2:lla ja tarvittaessa rulla voidaan vielä lujittaa venytysoikaisulinjalla. Venytysoikaisussa voidaan myös korjata tiettyjä pintavirheitä. Esimerkiksi tällä hetkellä venytysoikaisuun ohjataan korjauskäsiteltäväksi RAP:in painauman

vuoksi kaikki 1,2–1,5 mm:n nauhatilaukset, joilla on RAP:in kautta tulevan materiaalin vaativin käyttötarkoitus 253, eli hionta. Venytysoikaisun ansiosta painauma lievenee ja rullat käyvät pääsääntöisesti hiontaa vaativille asiakastilauksille.

5.8 Leikkausohjelmointi

Rullat ohjautuvat KYVA1:lla tai RAP:lla tapahtuvien muokkausten jälkeen ja toimitustilasta riippuen joko hiontalinjalla tai suoraan leikattavaksi halkaisuun tai katkaisuun. Hollannissa leikattavat rullat hyväksytään valmistuksensuunnittelijoiden toimesta oikeisiin laivoihin ennen leikkausohjelman tekoa. Valmistuksensuunnittelija tarkistaa vielä materiaalin ja tilausten oikea-aikaisuuden ja laatii leikkausohjelman asiakastilausten mukaan. Rullat leikataan tuotantopaikasta riippuen joko Tornion tai Hollannin leikkauslinjoilla.

6 TEHDYT TUTKIMUKSET

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin laadullista eli kvalitatiivista tapaututkimusta. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tyypillistä kerätä aineistoa käyttämällä eri metodeja, kuten tutkimalla dokumentteja tekemällä osallistuvaa havainnointia ja haastatteluja apuna käyttäen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa kohdejoukko on ennalta määritelty ja tarkoituksenmukainen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 161–162.)

Opinnäytetyössä aineistonkeruumenetelmänä käytettiin osallistuvaa havainnointia sekä haastatteluja ennalta määrätylle kohdejoukolle. Haastattelut olivat luonteeltaan teemahaastatteluja ja niissä esitetyt kysymykset on esitetty erillisissä liitteissä (Liite 1 ja 2). Tutkimuksen aikana opinnäytetyön tekijät työskentelivät tuotannonsuunnittelussa, toinen tuotannonohjauksessa ja toinen valmistuksensuunnittelussa.

6.1 Haastattelututkimus

Toimintamallien, työtapojen ja materiaalivirtaan liittyvien haasteiden kartoittamiseksi tuotannonsuunnittelussa työskenteleville valmistuksensuunnittelijoille ja yhdelle ohjaustiimin jäsenelle tehtiin haastattelututkimus. Haastattelut suoritettiin Teamsillä ja ne nauhoitettiin litterointia ja tulosten analysointia varten.

Haastatteluissa kartoitettiin, mitä asioita tulee ottaa huomioon tilausta vastaan otettaessa, miten vapaata materiaali voidaan hyödyntää, mitkä syyt johtavat siihen miksi materiaali pysähtyy tuotannon eri vaiheisiin, mitkä seikat voisivat parantaa materiaalivirtaa ja mitä asioita voitaisiin tehdä toisin, jotta materiaali etenisi optimaalisemmin tuotannossa. Lisäksi tutkittiin, miten valmistuksensuunnittelijat voivat omalla toiminnallaan vaikuttaa SOTIF:in eli toimitustäsmällisyyden parantamiseen. Haastatteluiden avulla kartoitettiin myös roolien ja vastualueiden selkeyttä, tiimirakenteita, viikonloppupäivystykseen liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia, uusien mittareiden tarvetta sekä Daily Managementin eli niin sanotun aamupalaverin sisältöä.

6.2 Osallistuva havainnointi

Molemmat tämän työn tekijät työskentelivät opinnäytetyötä tehdessä tuotannon suunnittelussa, joten työhön liittyvää osallistuvaa havainnointia on tehty useampien työvuosien ajan päivittäisessä työssä. Työkokemuksesta oli hyötyä myös pohdittaessa millaisia asioita haastatteluissa tulisi ottaa esille. Työn tekijöiden työkokemuksen myötä osallistuvan havainnoinnin avulla mahdollistettiin laaja kokonaiskuva materiaalivirrasta.

7 KOHTI TEHOKKAAMMIN TOIMIVAA MATERIAALIVIRTTAA

Tässä luvussa käydään läpi opinnäytetyötä varten tehdyt tutkimukset sekä niistä saadut tulokset. Haastattelututkimus tehtiin neljälle valmistuksensuunnittelijalle ja haastateltaviksi valittiin suunnittelijoita jokaisesta tiimistä. Lisäksi haastateltiin yhtä henkilöä tuotannonohjauksen tiimistä. Tutkimus keskittyy kylmävalssaamon materiaalivirran kehittämiseen, joten ohjaustiimin osalta valittiin haastateltavaksi henkilö, jonka toimenkuvaan kuuluu kylmävalssaamoiden materiaalivirran valvonta ja ohjaus.

7.1 Tilauksen vastaanotto

Haastatteluiden pohjalta tilauksen vastaanottoa ei koettu ongelmalliseksi ja toimintatavat eri suunnittelijoiden kesken olivat lähes yhdenmukaisia. Tilaus tarkastetaan aina perusteellisesti annettujen ohjeiden mukaisesti. Joitain muistinvaraisia asioita nousi esille, ja koettiin että kaikki ohjeet ja säännöt tulisi dokumentoida yhteiseen ja kaikkien saatavilla olevaan tiedostoon, esimerkiksi osaston omaan tietokantaan tai tehtaan yhteiseen laatukäsikirjaan.

Haastatteluissa nousi esille, että erityisesti kaistatilauksia vastaanotettaessa tulee kiinnittää huomiota oikean valmistusleveyden valintaan. Haastatteluiden aikana keskusteltiin siitä, että etenkin harvemmin sulatettavissa ja pienen volyymin laaduissa, on aiheellista tarkastella jo vahvistettujen tilauksien valmistusleveyksiä ja mahdollisuuksien mukaan valita sama valmistusleveys, kuin saman laadun muissa tilauksissa on. Tämä mahdollistaa tilausten sujuvamman yhdistelyn sulatussuunnittelussa ja näin saadaan aikaan tuotantotehokkaampia valusarjoja sulatolle.

Tornion ja Terneuzenin tilauksen käsittelyt eroavat toisistaan siten, että osa Terneuzenin standarditilauksista menee niin sanottuina vakiotuotteina varauksiksi pyydetylle viikolle ja oikealle sulatusjaksolle automaattisesti käymättä käsittelypisteen kautta. Osa Tornion tiimin suunnittelijoista koki toimivana työtapana sen, että kaikki tilaukset tulevat käsittelypisteen kautta, kun taas osa koki, että vakiotuotteet voisivat hyvinkin mennä suoraan varauksiksi käymättä käsittelypis-

teessä. Terneuzenin vakiotuotteet on määritelty teknisenasiakaspalvelun toimesta ja sama määrittely voitaisiin toteuttaa myös Tornion tilauksille. Tällä saataisiin karsittua pois yksi ylimääräinen työvaihe.

7.2 Vapaan materiaalin hyödyntäminen ja puolituotevarastot

Haastateltavien mukaan vapaata materiaalia pyritään sekä tarkastelemaan että hyödyntämään mahdollisimman laajasti ja monipuolisesti. Tällä hetkellä järjestelmät toimivat siten, että tulevaisuuden tilaukset muuttuvat järjestelmissä malliaihioiksi vasta sulatusjakson lähestyttyä, joten malliaihioiden täyttäminen uusilla tilauksilla ei ole mahdollista. Suurin osa haastateltavista keskittyikin kuitenkin suunniteltujen aihioiden täyttämiseen. Todettiin, että kaistatilaus on tarpeellista tarkastella jo siinä vaiheessa, kun ne ovat malliaihiona ja tehdä malliaihiolle MTM-lukitus, jolloin kaistat pysyvät samalla malliaihioilla. Jos tämä työvaihe jää suunnittelijalta tekemättä, on mahdollista, että kaistat saattavat jakautuvat usealle eri malliaihiolle vajaina täyttöasteina ja materiaalia syntyy liikaa.

Hieman poikkeavuuksia työtavoissa esiintyi tilausten ja materiaalinkäsittelyn suhteen. Osa haastateltavista tarkasteli ja hyödynsi työssään sekä Tornion että Hollannin materiaalia, kun taas osa keskittyi tarkastelemaan lähinnä vain oman leikkauspaikka-alueen materiaalia eli joko Tornion tai Hollannin materiaalia. Joskus sulatussuunnitelmat eivät toteudu suunnitellusti ja tuotannosta valmistuu tyhjiä aihioita, joilla ei ole tilauksia. Osa suunnittelijoista kävi näitä aihiota läpi säännöllisesti ja osa harvemmin.

7.3 Leikkauspaikat

Tilauksille on määritetty leikkauspaikka-alueet jo myyntitapahtuman yhteydessä. Haastatteluissa selvitettiin, minkälaisissa tilanteissa olisi syytä tehdä tilausten leikkauspaikan vaihtoa Tornion ja Hollannin välillä. Jotta rullien täyttöasteet saataisiin mahdollisimman hyväksi, voisi olla tarpeellista siirtää esimerkiksi pieniä tilauksia tai positiota joko Hollantiin tai Tornioon. Haastatteluissa selvisi, että leikkauspaikan vaihtoa toteutetaan tarvittaessa sekä Tornion että Hollannin tilausten pienille positiolle. Yleensä leikkauspaikan vaihtoa tarkastellaan siinä vaiheessa, kun tilaus on jo tuotantoprosessissa eli rullana, aihiona tai suunniteltuna aihiona.

Leikkauslinjojen kuormituksen vuoksi tilauksille tehdään tarpeen mukaan leikkauspaikan vaihtoa, mutta nämä muutokset toteutetaan yleensä esimiesten pyynnöstä.

7.4 Puolituotevarasto

Mikäli rulla ei sovellu alkuperäiselle asiakastilaukselle tai siinä on virheitä, joiden takia se ei sovellu millekään asiakastilaukselle, materiaali siirretään PTV eli puolituotevarastoon. Poikkeamien vuoksi PTV-materiaalia ei voida aina hyödyntää asiakastilaukselle. Ennen PTV:oon siirtoa, valmistuksensuunnittelijat tarkastavat onko avoimia asiakastilauksia, joihin materiaali voitaisiin käyttää. Lisäksi rullaa voidaan tarjota tuotannon apunauhaksi mutta mikäli apunauhatarvetta ei ole, rulla päätyy PTV:oon.

Asiakkaat voivat ostaa PTV:sta materiaalia ja markkinatilanteen ollessa hyvä, materiaali kiertää hyvin PTV:sta. PTV:t on jaettu kolmeen eri ryhmään, priima, slow moving ja sekunda. Mikäli materiaali on standardia ja rullassa ei ole suurempaa poikkeamaa, se laitetaan ensin priimavarastoon. Mikäli valmistuksensuunnittelijalla on näkemys, että kyseiselle materiaalille ei ole juurikaan kysyntää, se voidaan ohjata suoraan myös hitaamman kierron slow moving -varastoon. Jos materiaalille ei ole kysyntää priimavarastosta, se siirretään valmistuksensuunnittelijan toimesta slow moving -varastoon, rullan varastopäiväkertymien määritysten mukaisesti.

Mikäli rullassa on paljon poikkeamia ja se on luokitettu sekundamateriaaliksi, rulla ohjataan suoraan sekundavarastoon. Tällä hetkellä slow moving- ja sekundavarastoon ohjattu materiaali menee suoraan WEB-shopiin, josta asiakkaat voivat varata ja ostaa materiaalia helpommin. Haastatteluissa nousi esille myös se, että joskus WEB-shopin materiaalia varataan hyvinkin pitkäksi aikaa ennen kuin materiaalista oikeasti tehdään ostopäätös. Pohdittiin, olisiko tässä hyvä olla sääntö siitä, kuinka kauan materiaalia voi varata WEB-shopissa.

7.5 Materiaalin romutus

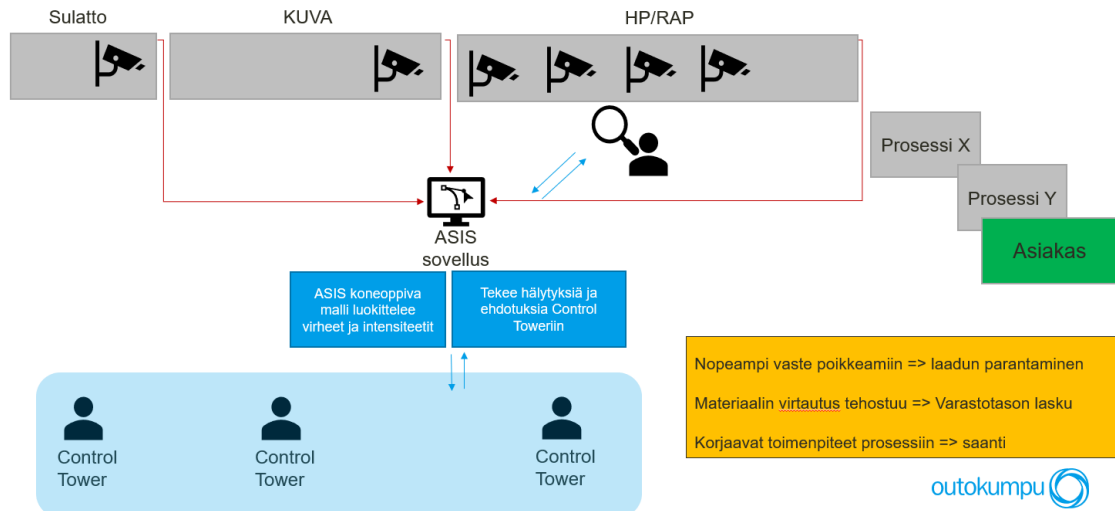
Kaikki haastateltavat totesivat, että materiaalinkäsittelyssä romutus on viimeinen vaihtoehto. Kuitenkin joissain tapauksissa, esimerkiksi jos rullassa on niin iso reunaruttu, joka estää materiaalin linjaan oton, rulla joudutaan romuttamaan. Rae- kokopoikkeamat olivat suurin romutusten syy, mutta näissäkin tapauksissa rullasta yleensä jouduttiin romuttamaan joitakin tonneja. Toki esille nousi myös se, että joissakin harvinaisissa laaduissa, jos pinnanlaatu ei käy tilaukselle, niin ainoa vaihtoehto on materiaalin romuttaminen, koska materiaalille ei vain ole muita tilauksia, joihin se voitaisiin hyödyntää.

7.6 Kylmävalssaamon sivuraidekäsittelyiden toimintatavat

Outokummun laadunvalvonnan digitalisaation kehitysprojektien myötä on kehitteillä uusi Control Tower-konsepti. Konseptia varten perustetaan oma organisaatio, jonka tarkoituksena on kehittää ja nopeuttaa tuotelaadunvalvontaa ja -tarkastusta aina sulatolta leikkauslinjoille asti. Control Tower-konseptiin liittyy olennaisesti digitaalinen automatisoitu kameravalvonta, jonka avulla voidaan tarkastella rullan laatua tarkemmin.

Control Tower-organisaation toimintaan on tarkoitus sisällyttää myös poikkeamrullien käsittelyä. Tämän konseptin käyttöönoton myötä sivuraiderullien käsittely siirtyy osittain tuotannonohjauksesta Control Tower-toiminnoiksi. Control Towerin arvioitu käyttöönotto on kesäkuussa ja aluksi toiminnot ovat päivävuorossa ja tavoitteena on saada miehitys päivystämään 24/7, mutta aikataulu tämän osalta on vielä avoin. Kuviossa 17 on esitetty Control Towerin-toimintaperiaate ja tavoitteet. Control Tower-konseptilla pyritään siihen, että poikkeamat voidaan huomata nopeammin, jolloin laatu paranee. Materiaalivirta tehostuu mikä vaikuttaa suoraan varastotason laskuun ja prosessissa tapahtuvilla korjaavilla toimenpiteillä on suora vaikutus saantiin.

Askel askeleelta kohti Visiota – fyysinen tarkastus ja ASIS mallin yhteistyö



Kuvio 17. Control Tower toimintaperiaate ja tavoitteet (Tarkiainen 2022)

7.7 Materiaalivirran optimointi

Haastatteluissa nousi esille sekä kehitysideoita että haasteita materiaalivirran parantamiseen liittyen. Optimaaliseen materiaalivirtaan vaikuttaa useat eri tekijät ja asiat, ja kaikkiin haasteisiin on hankala vastata. Yksi muutos voi vaikuttaa moneen eri asiaan, ja toteutettava muutos voi vaikuttaa monella eri tavalla materiaalivirtaan.

7.7.1 Haasteet

Haasteena nähtiin muun muassa 1000 mm leveät rullat, jotka jäävät valitettavan usein tuotannossa ajamatta. Syitä voi olla useita, mutta usein tämä johtuu siitä, että tuotannossa joudutaan vaihtamaan ajosarja, esimerkiksi toiseen laatuun tai leveyteen ja rullat ajetaan usein leveysjärjestyksessä leveimmästä kapeimpaan. Tästä johtuen 1000 mm leveät siirretään valitettavan usein odottamaan seuraavaa ajosarjaa. Toinen syy on se, että tuotannon tavoitteena on ajaa mahdollisimman paljon tonneja ja silloin valitaan ajettavaksi leveämpiä rullia, joista syntyy enemmän tuotantotonneja. Tuotannonsuunnittelun näkökulmasta tämä ei kuitenkaan ole tavoite, vaan asiakastyytyvyyden saavuttamiseksi tavoite on kunnioittaa asiakkaan aikatauluja ja saada materiaali toimitettua asiakkaalle luvatus toimitusviikon mukaisesti.

Hiontalinjan käsittelyn vaativat materiaalit nähtiin myös haasteena optimaalisen materiaalivirran osalta. Hiontalinjan tuotantokapasiteetti vuorokaudessa on erittäin rajallinen ja yhden rullan ajo on hidasta. Hionnan etuvarasto voi joskus kohota kohtuuttoman suureksi ja rullia voidaan joutua odottamaan pahimmassa tapauksessa useita viikkoja. Lisäksi hiontalinjalle ohjautuu materiaalia korjauksikäsiteltäväksi myös sendzimiriltä, sillä sendzimirin ajon jälkeen rulla on öljyinen, joten se täytyy ensin puhdistaa hiontalinjalla, jotta sitä voidaan prosessoida muissa työvaiheissa. Öljyistä rullaa ei voida ohjata esimerkiksi leikkauslinjoille prosessoitavaksi, koska se likaa linjan ja voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa korjaustoimenpiteitä linjalle. Hiontalinjalla ei ole miehitystä kaikissa vuoroissa, ja tuotannon suunnittelunkin pyynnöstä on toivottu lisää vuoroja hiontalinjalle, jotta materiaali saataisiin toimitettua asiakkaille oikeassa ajassa.

Osa suoraan pakettiin menevästä materiaalista etenee tuotannossa ilman turhia pysähdyksiä, mutta jotkin tapaukset, kuten paksuuspoikkeamat, näytteiden puuttuminen ja mekaaniset ominaisuudet voivat pysäyttää materiaalin etenemisen tuotantoprosessissa. Nämä syyt vaativat aina toimenpiteitä, esimerkiksi paksuus pitää aina tarkastella uudelleen tarkastajan toimesta. Näitä tapauksia ei käydä viikonloppuisin läpi, joten joissain tapauksissa materiaali voi olla niin sanotusti turhaan pysähtynyt useamman vuorokauden ajan.

Vuoden 2022 aikana on alkamassa järjestelmien uudistaminen. Tällä hetkellä haastavaa on, että data hajoaa useaan eri järjestelmään ja seuranta on hankalaa ja monimutkaista. Jos koko materiaalivirta olisi samassa järjestelmässä, priorisointi ja materiaalivirtojen tasapainotus olisi yksinkertaisempaa ja tehokkaampaa.

7.7.2 Kehitysideat

Haastatteluissa keskusteltiin siitä, että mikäli suoraan pakettiin menevällä tilauksella on esimerkiksi rullapainomaksimi 26 000 kg ja rulla painaa 26 050 kg, niin automaattinen leikkausohjelmointi ei toteudu rullapainon ylityksen takia. Todellisuudessa rullasta leikataan alusta ja lopusta jonkin verran metrejä pois ja rullapaino vähenee noin 500 kg. Näihin pieniin ylityksiin voitaisiin säätää painoraja, jonka automaatti antaisi ohittaa. Tämä estäisi materiaalin turhan pysähtymisen eikä vaatisi erikseen valmistuksensuunnittelijan toimia.

Materiaalin etenemisessä työvaiheiden oikeellisuudella on merkittävä vaikutus läpimenoaikaan. Materiaalien reiteissä työvaiheet ovat pääsääntöisesti oletuksena oikein määrittyneet, mutta jos materiaalille tehdään tilausmuutoksia, järjestelmä ei huomioi muun muassa tilauksen paksuutta eikä näin ollen anna oletuksena oikeaa tuotantolinjaa vaan ehdottaa aina kyseisen alueen ensimmäisen tuotantolinjavaihtoehdon kuten HP1 tai SZ1. Jokainen valmistuksensuunnittelija voisi itse päivittää tuotantolinjat oikeiksi tilauksen- ja materiaalinkäsittelyn yhteydessä. Tällä voitaisiin vaikuttaa myös turhiin sisäisiin materiaalinsiirtoihin. Mikäli rullalla on väärän työvaiheen koodi, se voidaan ehtiä siirtämään väärälle linjalle. Haastatteluissa pohdittiin, onko tätä asiaa perehdytetty kaikille valmistuksensuunnittelijoille.

Harvinaisemmissa laaduissa materiaali sulatetaan esimerkiksi 4 viikon välein. Tilauksia kuitenkin otetaan vastaan jokaiselle viikolle ja materiaalivaraus muodostuu kyseisen viikon sulatusjaksolle. Tämä aiheuttaa ristiriitaisen tilanteen, koska joissain tapauksissa käy väistämättä niin, että materiaali tulee lähes poikkeuksetta myöhästymään. Haastatteluiden aikana nousi esille ajatus voisiko harvinaisten laatuojen osalta myynnit määrittää vain tietyille viikoille. Lisäksi nähtiin niin, että esimerkiksi RAP:lla harvoin ajettavan laadun 850 sulatusjakso tulisi olla synkronoituna RAP:in ajoon.

7.8 SOTIF-toimitustäsmällisyyden parantaminen

Haastateltavien mukaan toimitustäsmällisyyteen voidaan jonkin verran vaikuttaa valmistuksensuunnittelijan toimesta käymällä aktiivisesti läpi oman vastuualueensa materiaalia ja siirtelemällä tilauksia materiaalilta toiselle toimitusviikon mukaisesti. Lisäksi toimitustäsmällisyyttä voidaan parantaa yhdistelemällä mahdollisuuksien mukaan vajaan täyttöasteen materiaalia toisiinsa. Osa haastateltavista oli puolestaan sitä mieltä, että omalla toiminnalla ei juurikaan voi vaikuttaa toimitustäsmällisyyteen varsinkaan silloin, jos myöhästymiset johtuvat siitä, ettei tilausta ole voitu sulattaa ajoissa vaikkapa raaka-ainetilanteen takia tai jos tehdas on ylikuormitettuna tilausten suhteen.

Haastatteluissa selvisi myös, että joskus tilaukselta joudutaan laadullisesta tai tuotannollisista syistä pidättämään paketteja. Yksi valmistuksensuunnittelijoista

kävi läpi yhden tai kaksi kertaa kuukaudessa pidätetyt paketit raportin. Jos koko muu tilaus on toimitettu, mutta yksi paketti jää jostain syystä pidätetyksi eikä sitä voida toimittaa ajallaan asiakkaalle, tämä vaikuttaa toimitustäsmällisyyteen. Mikäli tilaus on määritetty toimitettavaksi koko tilaus yhtenä toimituksena, yksi pidätetty paketti voi estää koko tilauksen toimittamisen. Haastateltu valmistuksen suunnittelija kertoi, että usein nämä listan paketit ovat vain jumittuneet pidätetyiksi ja ne voitiin vapauttaa, kun asiasta huomattiin kysyä laadunvalvonnasta. Jäimme pohtimaan, kenen toimenkuvaan pidätettyjen pakettien läpi käynti oikeasti kuuluu, koska tuotannosuunnittelun järjestelmätyökaluilla tämän listan läpi käynti on hidasta.

7.9 Roolit, vastuualueet ja tiimirakenteet

Roolit ja vastuualueet oman osaston sisällä koettiin selkeiksi ja todettiin, että näiden asioiden osalta onkin tehty korjaavia toimenpiteitä, mitkä ovat selkeyttäneet osaston sisäisiä rooleja. Sen sijaan sidosryhmien osalta laatuosaston vastuualueet koettiin edelleen hieman epäselviksi. Tiimirakenteet koettiin toimiviksi eikä niissä nähty muutostarpeita. Esille nousi kuitenkin, että ristiin koulutus tiimin sisällä sekä yli tiimien rajojen voisi olla tarpeellista.

7.10 Viikonloppupäivystys

Tuotannosuunnittelun viikonloppupäivystyksen päätarkoituksena on suunnitella leikkausohjelmoinnit tuotantoprosessista valmistuneille rullille ja tällä suunnittelulla pidetään leikkauslinjat käynnissä. Haastatteluissa tiedusteltiin, millaisiksi suunnittelijat kokivat omat valmiutensa ohjelmoida rullia, sillä viikonloppuisin pitää ohjelmoida kaikkien alueiden materiaalia, ei vain omaa aluetta. Viikonloppupäivystys koettiin pääsääntöisesti selkeäksi työtehtäväksi, ja vastaajat totesivat ohjelmoivansa vain selkeät tapaukset ja mikäli materiaalissa on jotain epäselvää he jättävät leikkausohjelmoinnin tekemättä.

7.11 Daily Management-palaveri

Daily Management palaverin sisältöön oltiin pääosin tyytyväisiä. Ehdotukseksi tuli, että palaveri voisi olla vaikkapa joka toinen päivä. Osa taas koki palaverin

tarpeen jokaiselle päivälle, jotta tuotannon kriittiset tiedotettavat asiat kulkeutuvat tuotannonsuunnitteluun. Tuotannonsuunnittelun kannalta palaverin sisällön tärkeimpinä asioina nähtiinkin tulevaisuuden näkymät, esimerkiksi äkilliset laiterikot, jotka vaikuttavat tulevien päivien työtehtäviin.

Hyväksi huomioksi nousi se, että jos jotain tuotantolinjaa halutaan kuormittaa, niin tästä on syytä kommunikoida Daily Management palaverissa selkeästi valmistuksensuunnittelijoille. Valmistuksensuunnittelijat pyrkivät siihen, että myöhässä olevin tilaus valmistetaan ensimmäisenä. Joskus voi kuitenkin olla tilanteita, että jokin linja on vuosihuollossa, rikki tai muodostunut jostain syystä pulonkaulaksi. Näissä tapauksissa voidaan joutua ohjaamaan etuaikaisia tilauksia tuotantoon, jotta koko tehtaan kuormitus pysyy tasapainossa. Mikäli asiaa ei tarpeeksi hyvin kommunikoida voi olla, että kukin valmistuksensuunnittelija katsoo oman alueensa läpi ja muuttaa esimerkiksi suunniteltuja aihiota myöhässä olevimmille tilauksille. Tämä taas johtaa siihen, että tehtaan kuormitus ei olekaan enää tasapainossa.

7.12 Hälytysviestit ja uudet mittarit

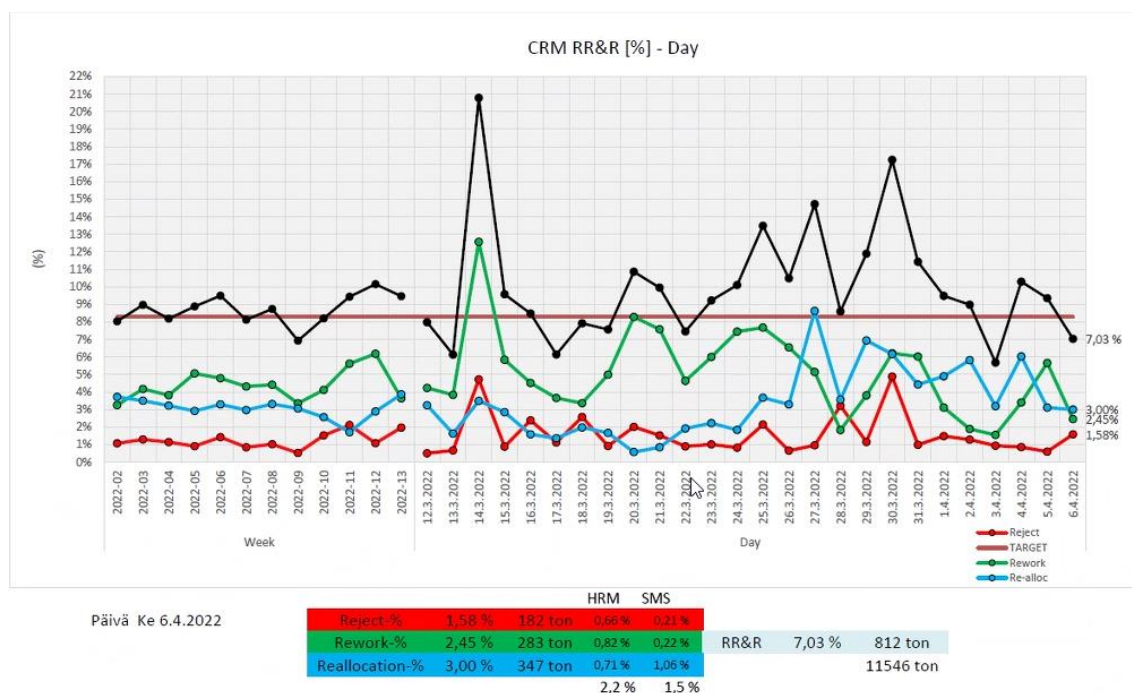
Haastatteluissa tiedusteltiin, kaivattaisiinko hälytysviestejä siitä, mikäli materiaali esimerkiksi seisahtuu jonkin työvaiheen eteen pitkäksi aikaa. Pääsääntöisesti haastateltavat olivat sitä mieltä, että hälytysviestejä ei kaivata ja vastuu materiaalin ohjauksesta prosessissa kuuluu tuotannon henkilöille ja työnjohtajille. Muun muassa uudelleenpeittauksista joudutaan tuotannonsuunnittelun toimesta muistuttamaan tuotantolinjan työnjohtajia, vaikka päävastuu ajo-ohjelmien laattimisesta kuuluu tuotannon työnjohtolle. Työnjohtajien tulisi olla valppaana ja varmistaa, että uudelleenpeittaukset ajetaan aina silloin kun on mahdollista niitä ajaa. Kaikki haastateltavat kokivat, että mittareita on tällä hetkellä tarpeeksi eikä kukaan kaivannut uusia mittareita.

8 TULOSTEN TARKASTELU JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Työn tavoitteena oli kuvata materiaalivirran nykytila, etsiä materiaalin pysähtymiin vaikuttavia asioita, löytää vastauksia siihen, miksi materiaali pysähtyy tuotannossa sekä tutkia olisiko kehitettävissä uusia toimintatapoja, joiden avulla materiaali virtaisi tuotannon läpi ilman turhia pysähdyksiä. Haastatteluissa tuli esille varteenotettavia kehitysehdotuksia, joista osa on toteutettavissa heti, ja osa sellaisia, jotka olisi syytä ottaa tarkemman tarkastelun kohteeksi. Osa asioista, joita selvitimme opinnäytetyössä, kehittynee jo käynnissä olevien projektien myötä kuten Control Tower-konsepti ja uusien kehitteillä olevien järjestelmä uudistusten myötä. Alla esitetty kehitysehdotukset tärkeysjärjestyksessä.

8.1 Poikkeamarullien käsittelyiden kehittäminen

Materiaalivirran nykytilasta ilmenee, että kun rulla ajetaan työvaiheen läpi, on aina mahdollista, että ajo ei toteudu suunnitellusti ja rulla eteneminen pysähtyy poikkeaman takia. Kuviossa 18 on esitetty kylmävalssaamon poikkeamarullien prosentuaalinen osuus koko tuotannosta. Sivuraidesiirrot on eritelty Rework-janana.



Kuvio 18. Kylmävalssaamon poikkeamarullat (Outokumpu 2022)

Materiaali poikkeutetaan tuotantolinjalla työnjohtajan toimesta sivuraidesiirtona. Sivuraiderullat käsitellään tuotannonohjauksen toimesta vain arkipäivinä ja päivävuoron aikana. Perjantai-iltapäivänä sivuraideteelle siirretty rulla pysähtyy varastoon odottamaan, että tuotannonohjaaja tulee töihin maanantaina ja tekee reititysmuutokset rullalle, ja sen jälkeen rulla etenee uuteen korjaavaan toimenpiteeseen. Perjantaina sivuraideteelle siirretty rulla odottaa varastossa 64 tuntia, että tuotannonohjaaja vapauttaa sen seuraavaan työvaiheeseen.

Sivuraiderullien käsittely vaatii osaamista ja ammattitaitoa, jotta tekijä osaa reagoida poikkeamiin oikein. Joskus rulla käy alkuperäiselle tilaukselle poikkeamasta huolimatta ja joskus ei. Rullalle voidaan joutua vaihtamaan tilaus, ja tässä vaiheessa vaaditaan tuotannonsuunnittelun ammattitaitoa, sillä tekijän on osattava toimia oikein ja tehdä oikeat päätökset materiaalin, tilauksen ja korjaavan työvaiheen suhteen.

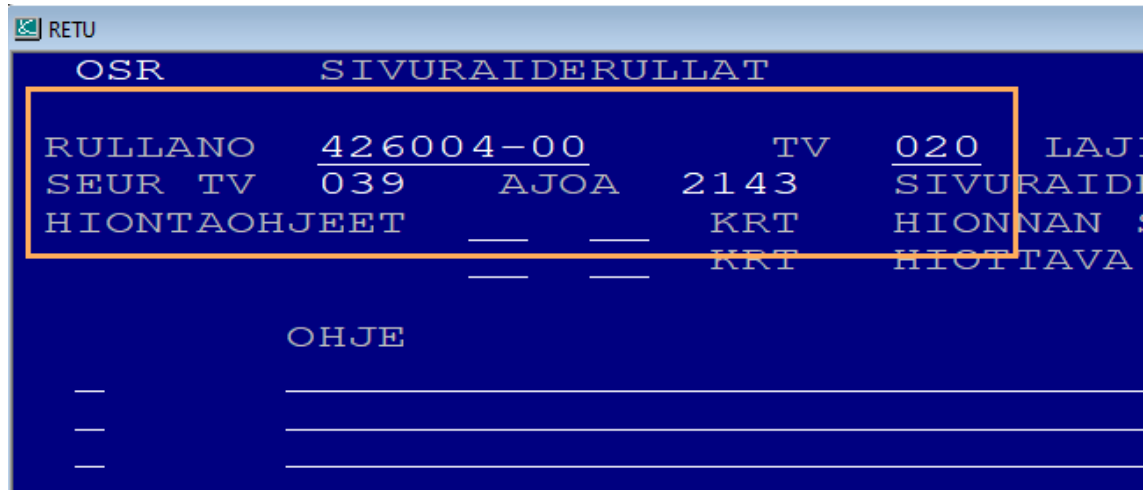
Osa RAP:n ja HP:n sivuraidesiirtojen järjestelmään tehtävistä toimenpiteistä, kuten esihehkutuksen likaisuuden aiheuttamat poikkeamat ja niiden korjaustyövaiheen lisääminen materiaalin reititykseen, on kuitenkin hyvin yksinkertaisia. Kun rulla todetaan esihehkutuksessa likaisuuden takia uudelleenpeittaukseen työnjohtajan toimesta (Kuva 3), voisi hän saman tien lisätä rullalle korjaavan työvaiheen RETU:un (Kuva 4) ja vapauttaa rullan sivuraideteelta (Kuva 5). Näin rulla etenisi huomattavasti nopeammin prosessissa, ehtisi kenties jopa samaan ajokampanjaan uudestaan.

QTH		TARKASTUKSEN HUOMAUTUKSET			01	SY
LINJA	HP3					
RULLANO	KRT	AJOPVM	TV			
426004-00	1	90422	113		ESIHEPE	
157	2 2					
160	YP.ER,PIENTÄ MUSTAA PISTETTÄ					
	Sivuraidesyy: Virhe 160, korjaava työvaihe 039					
	SR 020 SYY:160,UUD.PEITTAUS					
229	NOLLAMITTAUKSIA YLI 90 %					
KUVA huom. SISÄKEHÄLLÄ KEULASSA KÄYRÄÄ JA POIM						
Esihepe lev.poikkeama 7,3 mm						

Kuva 3. Sivuraidesyyn määrittys (RETU 2022)

ORA		RULLAN AIKATAULU				NYSS.
RULLA/AIHIO	A/L	PKS	LKM	LEVEYS	PAINO	
426004-00	A	3,0000	1	1547,0	25610	
		HALK	1744	SISHLK	610	
VPAKS	0,7700					
PAINO	26120					
RAEKOKOVAATIMUS			8,0			
KOVUUSVAATIMUS				APUNAUHASYY		
OSARULLAT				HUOM		
REITTI				OKPO	LERä	00
JNO	TV	AJOA	LINJA	Korjaavan työvaiheen ja syykoodin lisäys.		
	039	2143	HP3			
1	022	2141+	VA1	Ajo päivävuorossa. Paika		
2	113	2142+	HP3			
3	039	2143	HP3	SYY:160,UUD.PEITTAUS.		
4	551	2143	SZ1			
5	604	2145	HP4			
6	662	2146	VV2			
7	660	2152	OHJ			
8	792	2153	HA2			

Kuva 4. Työvaiheen ja syykoodin lisäys (RETU 2022)



Kuva 5. Sivuraiteelta vapautus (RETU 2022)

Sivuraidesiirtojen käsittelyyn on tulossa muutoksia kesäkuussa käyttöön otettavan Control Tower-konseptin myötä. Tavoitteena on, että poikkeamakäsittelyt ja sivuraidevapautukset hoidettaisiin osittain tämän konseptin toimesta. Control Towerin henkilöstö työskentelee kuitenkin aluksi vain arkisin ja päivävuorossa, joten tämäkään ei vaikuta sivuraiderullien vapauttamiseen viikonloppuisin.

Kylmävalssaamon poikkeamarullien määriä ja syitä voisi analysoida tarkemmin käymällä läpi montako rullaa poikkeutetaan iltojen ja viikonloppujen aikana edellä mainittujen syiden vuoksi sivuraiteelle ja montako näistä voitaisiin vapauttaa eteenpäin työnjohtajan toimesta. Ottamalla edellä mainittu toimintatapa heti käyttöön voitaisiin lyhentää materiaalin läpimenoaikaa, kasvattaa tuotantotehokkuutta ja parantaa toimitustäsmällisyyttä.

8.2 Viikonloppupäivystys

Valmistuksensuunnittelijoiden toimesta suoritettavan viikonloppupäivystyksen työtehtävänä on muodostaa leikkausohjelmia rullille, jotka valmistuvat ohjelmointivalmiiksi perjantain virka-ajan jälkeen. Tällä viikonlopputyöllä varmistetaan leikkauslinjojen keskeytymätön tuotanto. Viikonlopun työtehtävien osalta on laadittu sopimus, missä määritetään mitä työtehtäviä viikonlopun aikana tulee tehdä. Haastatteluissa ilmeni kuitenkin, että moni valmistuksensuunnittelija tekee viikonloppuisin myös muita tärkeitä materiaalin etenemiseen vaikuttavia työtehtäviä, kuten suoraan pakettiin menevien rullien leikkausohjelmointia ja sivuraiderullien käsittelyä.

Viikonloppupäivystyksen osalta voitaisiin pohtia olisiko tarpeen tehdä uudelleenmääritys viikonlopputoita koskevan sopimuksen suhteen. Voisiko viikonloppun työtehtäviin sisältyä myös kylmävalssaamoiden materiaalivirran tukeminen. Mikäli viikonloppuisin käsiteltäisiin myös suoraan pakettiin menevää materiaali sekä vapautettaisiin sivuraiderullia, olisi näillä toimenpiteillä suora vaikutus toimitustämällisyyteen sekä materiaalin läpimenoaikaan. Mikäli viikonloppupäivystyksen työtehtäviä uudistetaan, tulee myös huomioida perehdytykset uusiin työtehtäviin.

8.3 Valmistuksensuunnittelun kehittäminen

Valmistuksensuunnittelun osalta voitaisiin pohtia voisiko vakiotuotteet mennä myös Tornion leikkauspaikassa käymättä käsittelypisteen kautta. Tämä vähentäisi käsin tehtävää työtä ja vapauttaisi aikaa muuhun työntekoon. Jos kaikki eivät ole halukkaita muuttamaan tätä toimintatapaa, olisi syytä tarkistaa millä määrityksillä ohjaukset tehdään ja voidaanko tämä muutos toteuttaa vain tiettyjen alueiden osalta.

Haastatteluissa selvisi, että vapaan ja prosessia olevan materiaalin tarkastelussa oli hieman eroja valmistuksensuunnittelijoiden välillä. Osa suunnittelijoista hyödynsi tilausten uudelleenallokoinnin aikana kaikkea prosessissa olevaa materiaalia, kun taas osa teki uudelleenallokointia rajoitetummin hyödyntämällä ainoastaan oman leikkauspaikka-alueensa materiaalia. Osa suunnittelijoista hyödynsi vapaita aihioita useammin kuin toiset. Osastolla on jonkin verran uudehkoja työntekijöitä, joten vapaiden aihoiden hyödyntämistä ja täyttämistä olisi tarpeellista käydä läpi uusien henkilöiden kanssa. Vapaita aihioita täytettäessä tulee osata ottaa huomioon tilauksen vaatimukset ja tarkastella tarkemmin sitä, mille tilaukselle mikäkin aihio voidaan käyttää.

Kun tarkastellaan vapaita sekä prosessissa olevaa materiaalia olisi syytä aina huomioida sekä Tornion että Hollannin tilausten tilanne ja täyttää materiaali tilausten aikataulun mukaan, aina niin että myöhässä tai ajallaan oleva tilaus pyrittäisiin valmistamaan ensimmäisenä. Rullan valmistuessa tulisi valmistuksensuunnittelijan tarkastella kokonaisuutta eli sekä Tornion että Hollannin tilauksia ja

valita rullalle aina myöhäisin tilaus. Ylipäättään materiaalinkäsittelyssä voi hyödyntää koko prosessissa olevaa materiaalia aina suunnitellusta aiheista rullaan asti.

Haastatteluiden aikana keskusteltiin siitä, että etenkin harvemmin sulatettavissa ja pienen volyymin laaduissa on aiheellista tarkastella jo vahvistettujen tilauksien valmistusleveyksiä ja mahdollisuuksien mukaan valita sama valmistusleveys, kuin saman laadun muissa tilauksissa on. Tämä mahdollistaa tilausten sujuvamman yhdistelyn sulatustensuunnittelussa ja näin saadaan aikaan tuotantotehokkaampia valusarjoja sulatolle.

8.4 Tuotannonsuunnittelun ja tuotanto-osastojen yhteistyön kehittäminen

Tuotanto-osastojen tulisi kommunikoida poikkeustilanteista, esimerkiksi laiterikoista, tuotannonsuunnitteluun aina viiveettä. Näin tuotannonsuunnittelu voisi reagoida muuttuneeseen tuotantotilanteeseen nopeasti ja muuttaa materiaalin ohjausta tuotantolinjojen materiaalitarpeiden mukaisesti. Kuumavalssaamon ja tuotannonohjauksen välillä on otettu käyttöön molemmin puolinen perehtyminen toistensa työtapoihin. Samanlaista ristiin koulutusta tulisi suunnitella ja toteuttaa myös valmistuksensuunnittelijoiden ja kylmävalssaamon tuotanto-osastojen kanssa. Esimerkiksi leikkauslinjoilta voisi tulla henkilöstöä tutustumaan kuinka valmistuksensuunnittelijat laativat leikkausohjelman. Ja taas puolestaan valmistuksensuunnittelusta voisi mennä henkilöstöä tutustumaan leikkauslinjoille. Näin voisi syntyä uusia kustannustehokkaampia toimintatapoja puolin ja toisin.

Kylmävalssaamon tuotantolinjoilla voisi ottaa käyttöön tarkemman seurannan etuvarastoon pysähtyvistä rullista, vaikka hälytysviestien avulla. Kun rulla on tietyn ajan tuotantolinjan etuvarastossa samassa työvaiheessa, tulisi siitä hälytysviesti tuotantolinjan työnjohtajalle ja hänen tulisi reagoida asiaan ja vastata, että rulla ajetaan heti kun mahdollista. Tätä asiaa tulisi seurata muun muassa kunkin tuotantolinjan päivittäisissä linjapalavereissa. Näiden hälytysviestien avulla voitaisiin reagoida nopeammin etuvarastoon pysähtyneisiin rulliin ja materiaalin läpimenoaika lyhenisi.

8.5 Toimitustäsmällisyyteen vaikuttaminen

Toimitustäsmällisyyden laskenta perustuu siihen, että tilaus tilastoidaan ajallaan toimitetuksi, kun sen koko tilausmäärä on lähetetty ajallaan. Jos esimerkiksi 500 tonnin tilauksesta puuttuu yksi 20 tonnin rulla, tilauksen toimitustäsmällisyys on 0. Asiakas on saanut 96 %:a tilauksesta ajallaan, mutta 4 %:n takia toimitustäsmällisyys raportoidaan 0:ksi. Jos laskenta perustuisi ajallaan toimitettuihin tonneihin, esimerkkitapauksen toimitustäsmällisyys olisi 0 %:n sijaan 96 %. Nykyinen mittaustapa ei kuvaa realistista toimitustäsmällisyyden tilannetta ajallaan toimitettujen tilausmäärien suhteen ja toimitustäsmällisyyden seurannassa voitaisiinkin ottaa käyttöön nykyisen raportointitavan lisäksi myös toimitettuihin tonneihin perustuva laskenta. Tällä raportoinnilla nähtäisiin, kuinka paljon todellisudessa materiaalia lähetetään ajallaan.

Toimitustäsmällisyyden laskennassa kaikki tilaukset vaikuttavat lopputulokseen samantarvoisesti tilauksen määrästä riippumatta eli 500 tonnin tilaus vaikuttaa lopputulokseen yhtä paljon kuin 1 tonnin tilaus. Toimittamalla monta pientä tilausta ajallaan yhden ison tilauksen sijaan saadaan aikaan suurempi vaikutus lopputulokseen. Tällä taktikoinnilla voidaan vaikuttaa toimitustäsmällisyyteen.

Haastatteluissa tuli esille tuotantoon pysähtyneet pidätetyt paketit ja niiden osalta tulisi selkeyttää toimintatapoja: kenen vastuulle ne kuuluvat ja miten niihin reagoidaan. Pidätetty paketti on jo valmistunut tuotannosta ja sen seuraava työvaihe on lähetys. Paketti siirtyy logistiikkaosaston tietojärjestelmiin ja logistiikka vastaa paketin toimittamisesta asiakkaalle. Tämä osasto on tietoinen pidätetyistä paketeista ja tulisikin selvittää miten logistiikka reagoi ja toimii pidätettyjen pakettien kanssa. Tuotannonsuunnittelun järjestelmätyökaluilla pidätettyjen pakettien seuraaminen on monimutkaista ja hidasta.

Suoraan pakettiin menevien rullien osalta tulisi tarkastella leikkausohjelmointiin vaikuttavien rullapainotoleranssien määrytykset. Toleranssit tulisi määritellä siten, että automaattinen leikkausohjelmointi toimii toteutuneen painon pienestä poikkeamasta huolimatta. Esimerkiksi viikonloppuisin rullia voi jäädä turhaan ajamatta, mikäli automaattisen leikkausohjelmointi ei toimi. Joissain tapauksissa voi

käydä niin, että rullat eivät ehdi samaan ajosarjaan muiden saman laadun rullien kanssa.

Pohdittavaksi jäi myös se, tulisiko hiontaan menevän materiaalin läpimenoaikaan pidentää viikolla, koska hiontalinjan tuotantokapasiteetti on erittäin rajallinen ja etuvarasto usein suuri. Lisäksi hiontaa vaativa materiaali saattaa olla pinnanlaadultaan vaativaa, ja tämä voi lisätä epäonnistumisen mahdollisuutta. Joissain tapauksissa uuden materiaalin löytäminen prosessista on mahdotonta ja valmistaminen voidaan joutua aloittamaan sulatolta saakka.

8.6 Perehdytykset

Tuotannonsuunnittelun tiimeissä olisi hyvä lisätä vuorovaikutusta ja perehtyä laajemmin erilaisiin työskentelytapoihin. Olisi hyvä kartoittaa millaisia työskentelytapoja tiimeissä on, tuoda esille erilaisia erityisosaamisalueita ja tavoitteellisia työskentelytapoja ja tarpeen vaatiessa karsia pois pelkästään mieltymyksiin perustuvia toimintatapoja. Tuotannonsuunnittelun osaston sisällä voitaisiin harkita laajempaa ristiin koulutusta ja näin ollen myös päästäisiin laajentamaan jokaisen omaa osaamista.

8.7 Tietojärjestelmät

Tällä hetkellä tuotannonohjauksen käytössä on useita eri tietojärjestelmiä ja materiaalivirtojen hallintaan tarvittava data hajoaa useaan eri sovellukseen. Datat kootaan yhteen joka aamu tuotannonohjauksen tiimien toimesta ja tuotannon kokonaistilanne käydään läpi osaston päivittäisjohtamispalaverissa. Täydellisempään yleiskatsaukseen, helpommin seurattavaan tuotannon hienokuormitustilanteeseen ja tulevaan tuotannonohjaukselliseen näkymään voitaisiin päästä uudistamalla järjestelmiä ja yhdistämällä niitä samaan sovellukseen. Tämä tietojärjestelmien uudistaminen on yhtiössä juuri meneillään, joten tulevaisuudessa nähdään, miten näissä onnistuttiin.

9 POHDINTA

Viime vuonna rikottiin tuotantoennätyksiä Tornion tehtailla: terässulatto ja kuumavalssaamo tekivät historiansa suurimman vuosituotannon. Tehdasta ajettiin täydellä tuotannolla koko vuoden ajan ja tällaisessa tuotantotilanteessa on erityisen tärkeää, että materiaalivirrat etenevät tuotannossa optimaalisesti ilman turhia pysähtymisiä. Tehtaan täysi kuormitus tarkoittaa runsasta materiaalin määrää kaikilla tuotantolinjoilla. Ylimääräiset keskeytykset materiaalin läpimenossa kuormittavat varastoja ja mikäli jollain keinoilla tai uusilla työtavoilla voidaan tähän asiaan vaikuttaa, tulisi meidän jokaisen reagoida asioihin ja epäkohtiin.

SCM ja tuotannonsuunnittelu on poikkeuksellinen osasto verrattuna muihin tehtaan osastoihin. Koko osaston päivittäisiin työtehtäviin sisältyy ylläpitää tasaista materiaalivirtaa koko tehtaan tuotantolinjat huomioiden. Moni tuotanto-osastoista keskittyy oman reviirinsä hallintaan ja ylläpitoon sekä tuotannon maksimoimiseen, mutta helposti unohtaa tärkeimmän asian eli asiakkaan. Tuotannonsuunnittelun tehtävänä on toimia asiakkaalle luvatus sopimuksen mukaisesti eli varmistaa asiakkaan tilaaman tuotteen valmistus oikea-aikaisesti. Asiakastyytyväisyyden lisäksi tuotannonsuunnittelun tehtävänä on huomioida koko tilaus-toimitusketjun eri osapuolet ja omilla toiminnoillaan varmistaa tasainen materiaalivirta kaikille tuotantolinjoille. Tuotannonsuunnittelu onkin koko tehtaan sykkivä sydän.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää asioita, mitkä vaikuttavat materiaalin etenemiseen sekä löytää myös korjaavia toimenpiteitä, joilla voitaisiin vaikuttaa materiaalin läpimenoaikaan. Haastatteluiden avulla löydettiin toteutuskelpoisia toimintatapamuutoksia, joista osa voidaan ottaa käyttöön heti ja osa pienten järjestelmämuutosten tai perehdytysten jälkeen. Työssä löydettiin uusia toimintatapoja sekä tuotannonsuunnittelun että tuotanto-osastojen osalta ja näillä esitetyillä uudistuksilla voidaan vaikuttaa materiaalin optimaaliseen etenemiseen.

LÄHTEET

Bärlund, A. & Perko, S. 2013. Kestävä Johtajuus. Bisneksen uusi elinehto. Helsinki: Talentum.

Design Systems, Inc. 2022. Manufacturing Material Flow. Viitattu 3.2.2022. <https://www.dsidsc.com/manufacturing-material-flow/>

Eurometalli 2020. Materiaalivirran optimointi tuotannon tehostamisessa. Viitattu 5.2.2022. <https://eurometalli.com/materiaalivirran-optimointi-tuotannon-tehostamisessamateriaalin-kasittelyn-ja-automaattisten-varastojarjestelmien-asiantuntija-remmert-gmbh-antaa-kaytannon-vinkit-tuottavuuden-nostoon/>.

Hayes, A. 2020. Corporate Finance & Accounting. Financial Analysis. Make to Order. Viitattu 3.2.2022. <https://www.investopedia.com/terms/m/make-to-order.asp>.

Heikkilä, J. & Ketokivi, M. 2013. Tuotanto murroksessa strategisen johtamisen uusi haaste. 3. uudistettu painos. Helsinki: Talentum.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Jyväskylä ammattikorkeakoulu.

Juuti, P. 2013. Jaetun johtajuuden taito. Jyväskylä: PS-kustannus.

Kunta- ja hyvinvointialueyönantajat KT - Kokonaispalkitseminen on sekä aineellista että aineetonta palkitsemista 2017. Viitattu 15.3.2022. <https://www.kt.fi/henkilostojohtaminen/henkilostovoimavarojen-johtaminen/kokonaispalkitseminen>

Logistiikan Maailma. Materiaalinojtaus. 2021. Viitattu 29.1.2022. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinojtaus>.

Metallinjalostajat ry 2014. Teräskirja. 9. painos. Porvoo: Metallinjalostajat ry.

Orasvuo, J. 2022. Tornion ja Hollannin tuotantolinjat ja prosessikaavio. Sähköposti jenni.korsman@outokumpu.com 15.3.2022.

Outokumpu 2019. Tornion tuotanto-osastot. Viitattu 16.10.2021. <http://onet.outokumpu.com/fi/Work/Content/EMEA/Sivut/Terästehtaan%20tuotanto-osastot/Kylmävalssaamo.asp>.

Outokumpu 2020a. Mini VSD 2020,10. Lead time analysis.

Outokumpu 2020b. Yleistietoa kylmävalssaamosta. Viitattu 17.10.2021. https://stainlesssteels.sharepoint.com/sites/onet-fi-kemi-tornio/Yleistietoa_kylmävalssaamosta.

Outokumpu 2021a. Kohti kysyntävetoista tilaus-toimitusketjua. Viitattu 28.1.2022. <https://stainlesssteels.sharepoint.com/sites/onet-fi-outokummun-uutiset/SitePages/Kohti-kysyntävetoista-tilaus-toimitus-ketjua.aspx?web=1>.

Outokumpu 2021b. Sustainability e-learning. Viitattu 26.10.2021. http://stainlesssteels.sharepoint.com/:p:/r/sites/onet-en-sustainability/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B2F7682A0-CCEF-4912-A9F47301C63F43F3%7D&file=Outokumpu_sustainability%20presentation%202022_v4.pptx&action=edit&mobileredirect=true

Outokumpu 2021c. Tornion yleisesittely. Viitattu 14.2.2022. http://stainlesssteels.sharepoint.com/:p:/r/sites/onet-fi-kemi-tornio/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B5941FF29-99F3-4B72-B0AD-

1E588FA4FC87%7D&file=Tornion-yleisesittely-2021.pptx&action=edit&mobile-redirect=true

Outokumpu 2022. RR&R. Kylmävalssaamon poikkeamarullat. Viitattu 6.4.2022. <https://stainlesssteels.sharepoint.com/sites/onet-fi-kemi-tornio/SitePages/Kylmävalssaamo.aspx>

Pinja 2021. IPes by Pinja. Viitattu 17.10.2021. <https://pinja.com/palvelut/valmistava-teollisuus/ipes>.

Ponteva, K. 2010. Onnistu muutoksessa. Helsinki: WSOYPro.

Reaaliaikainen tuotannonohjausjärjestelmä. RETU. Viitattu 29.3.2022.

Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 6., uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Siukonen, S. 2019. Pelisäännöt 03.5 toimitustilat. IBM Notes, sisäinen tietokanta. Viitattu 18.10.2021.

Tarkiainen, R. 2022. Control Tower-esitys. Sähköposti johanna.gronholm@outokumpu.com 6.4.2022.

Tornion yleisesittely 2021. Sisäinen intranet. Viitattu 20.11.2021. <https://stainlesssteels.sharepoint.com/:p:/r/sites/onet-fi-kemi-tornio/Tornion-yleisesittely-2021.pptx>. Viitattu 18.10.2021

LIITTEET

Liite 1. Tuotantoprosessi materiaalivirtojen optimointikysely valmistuksensuunnittelijoille

Liite 2. Tuotantoprosessin materiaalivirtojen optimointikysely ohjaustiimille

Liite 1. Tuotantoprosessi materiaalivirtojen optimointikysely valmistuksensuunnittelijoille

Nimi _____

Toimenkuva _____

Tiimi _____

1. Miten vastaanotat tilauksen?
 - Miten hyödynnät vapaata materiaalia?
 - Harvinaiset laadut – millä perusteella valitset materiaalin leveyden?
 - Vaihdatko tarvittaessa leikkauspaikkaa pienille positiioille?

2. Miten tarkastelet alueesi vapaata materiaalia?
 - Miten hyödynnät sitä?
 - Miten ja milloin hyödynnät puolituotevaraston materiaalia?

3. Milloin romutat materiaalin?

4. Miksi Hollannin tilauksista osa menee vakiotuotteina automaattisesti ja Tornion ei?

5. Miksi materiaali pysähtyy prosessissa ja miten pysähtymisiä voitaisiin estää?

6. Olisiko hyödyllistä saada hälytysviesti, jos rulla pysähtyy johonkin työvaiheeseen liian pitkäksi aikaa?

7. Miten materiaalivirtaa voitaisiin yleisesti parantaa?

8. Mitä voitaisiin tehdä toisin, jotta materiaali etenisi jouhevammin?

9. Miten voit omalla toiminnallasi kehittää SOTIF:a paremmaksi?

10. Onko roolit ja vastualueet selkeät?

11. Miten muuttaisit tiimirakenteita?

12. Viikonloppupäivystys:

- Miten koet omat valmiudet tehdä Tornion leikkausohjelmointia?
- Käsitteletkö viikonloppuna sivuraidemateriaalia?
- Ohjelmoitko Rapin ja HP:n suoraan pakettiin menevän materiaalin?

13. Miten muuttaisit DM:n (Daily Management) palaveria?

14. Tarvitaanko uusia mittareita?

Liite 2. Tuotantoprosessin materiaalivirtojen optimointikysely ohjaustiimille

Nimi _____

Toimenkuva _____

Tiimi _____

1. Miten kehittäisit kylmävalssaamon sivuraidekäsittelyiden toimintatapoja?
2. Miten materiaalivirtaa voitaisiin yleisesti parantaa?
3. Mitä voitaisiin tehdä toisin, jotta materiaali etenisi jouhevammin?
4. Miten muuttaisit DM:n (Daily Management) palaveria?
5. Tarvitaanko uusia mittareita?
6. Onko roolit ja vastualueet selkeät?
7. Mitä muuta kehitettävää osastolla olisi?