

Taloudellinen ja tehokas valmistuksensuunnittelu tilausohjautu-
vassa tuotantoprosessissa

Outi Korpi

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelman opinnäytetyö
Kunnossapito
Insinööri (YAMK)

TORNIO 2012

ALKUSANAT

Kiitän työni valvojaa Päivi Uusikylää haasteellisesta ja kiinnostavasta aiheesta sekä tuesta ja ohjauksesta opinnäytetyön teossa. Kaunis kiitos koko tuotannosuunnittelun henkilöstölle opinnäytetyön aikana saamastani avusta.

Haluan kiittää myös työni ohjaajaani Timo Kauppia rakentavista kommentteista ja hyvästä ohjauksesta läpi opinnäytetyön prosessin.

Lämpimät kiitokseni miehelleni Juhalle ja tyttärilleni Alinalle ja Nellille kannustuksesta, tuesta sekä erityisesti kärsivällisyydestä.

Torniossa 7.12.2012

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma:	Teknologiaosaamisen johtaminen
Opinnäytetyön tekijä:	Outi Korpi
Opinnäytetyön nimi:	Taloudellinen ja tehokas valmistuksensuunnittelu tilausohjautuvassa tuotantoprosessissa
Sivuja (joista liitesivuja):	57 (10)
Päiväys:	7.12.2012
Opinnäytetyön ohjaaja:	TkL. Timo Kauppi
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksien tuotannonsuunnitteluosastolle. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, millaisia eri toimintamalleja valmistuksensuunnittelussa on käytössä. Tavoitteena oli myös määrittellä taloudelliset ja tehokkaat yhteiset toimintatavat erilaisista markkinatilanteista johtuviin materiaalivirtoihin ja erilaisiin tuotealueisiin. Toimintamallien määrittelyssä tuli huomioida pienentyneet varastotavoitteet ja lyhentyneet läpimenoajat.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin tilausohjautuvan tuotannon, tilaus-toimitusketjun sekä toiminnanohjauksen asettamia tavoitteita tuotannonsuunnittelussa.</p> <p>Erilaiset toimintatavat selvitettiin haastattelemalla valmistuksensuunnittelijoita. Haastattelujen perusteella määriteltiin nykyiset toimintatavat. Toimintatapojen pohjalta sekä lyhentyneiden läpimenoaikojen ja pienentyneiden varastotavoitteiden perusteella määriteltiin yhteiset toimintamallit. Toimintamallit määriteltiin erilaisille materiaalivirroille ja tuotealueille. Toimintamallien määrittelyä varten tutkittiin myös, miten vapaata materiaalia syntyy ja millaisilla toimenpiteillä voidaan välttää ei-toivotun vapaan materiaalin syntyminen.</p>	
Asiasanat: tuotannonsuunnittelu, toiminnanohjaus, toimitusketjut.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Technology Competence Management
Author:	Outi Korpi
Thesis title:	Economical and efficient production planning in order-based production process
Pages (of which appendixes):	57 (10)
Date:	7 December 2012
Thesis instructor:	Timo Kauppi, MSs, Lic(Tech.)
<p>This study was commissioned by the Production Planning of Outokumpu Tornio Works production plants. The aim was to study different methods used in production planning and to define efficient and economical production planning operation modes for different markets and product areas. The decreased value of stock and shortened lead-time had to be considered when specifying the operation modes.</p> <p>The theoretical part discusses the order-based production, supply chain and enterprise resource planning. The demands that these bring to production planning were also studied.</p> <p>First the different methods used in production planning were found out by interviewing production planners. Second the common operation modes were defined on the basis of the current methods, shortened lead-time and the decreased value of stock. This study also defined why extra material is produced and how to avoid this unwanted extra material from being produced. That was taken into account when defining the operation modes.</p>	
Keywords: production planning, enterprise resource planning, supply chain.	

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 TUOTANNONSUUNNITTELUN VIITEKEHYS	10
2.1 Tuotannonsuunnittelu Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksilla	10
2.2 Tilaus-toimitusketju	12
2.3 Tilaus- ja varasto-ohjautuvat tuotantomuodot	13
2.4 Toiminnanohjaus	14
2.5 Tuotannonohjaus terästeollisuudessa	16
2.5.1 Karkeasuunnittelu	18
2.5.2 Hienosuunnittelu	18
3 KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT	20
4 VALMISTUKSENSUUNNITTELUN NYKYTILAN KUVAUS	21
4.1 Vyöryttäminen	21
4.2 Tilauksen käsittely	24
4.3 Prosessissa olevan materiaalin läpikäynti	27
4.3.1 Sivuraiteiden käsittely	29
4.3.2 Rästien käsittely	29
4.3.3 Hylätyn materiaalin käyttö	32
4.3.4 Tiivistäminen	34
4.3.5 Vapaan materiaalin käyttö	36
4.4 Työnpurku	36
4.5 Vapaa materiaali	36
5.1 Vahvan materiaalivirran tunnusmerkit	42
5.2 Heikon materiaalivirran tunnusmerkit	42
5.3 Toimintamalli vahvassa materiaalivirrassa	43
5.4 Toimintamalli heikossa materiaalivirrassa	44
5.5 Vapaan materiaalin hallinta	48
5.6 Valmistuksensuunnittelun kehittäminen	49
5.6.1 Valmistuksensuunnittelu prosessien mallinnus	50
5.6.2 Valmistusprosessin muutos	51
6. YHTEENVETO	53
LÄHTEET	55

LIITELUETTELO	57
---------------------	----

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KYVA	Kylmävalssaamo
OKPO	Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitokset
OSP	Outokummun Hollanin yksikkö Terneuzen
RAP5	Rolling, Annealing, Pickling5
PTV	puolituotevarasto

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksien tuotannosuunnitteluun. Outokumpu on maailman johtava ruostumattoman teräksen valmistaja, joka toimii 30 maassa ja työllistää yli 8000 henkilöä, josta Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitokset työllistävät noin 2400. Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitokset mahdollistavat merkittävän kilpailuedun muihin toimittajiin nähden, koska se muodostaa yhtenäisen teräksen tuotantoketjun ferrokromisulatolta terästehtaaseen. Asiakslähtöisyys, korkea laatu ja luotettavuus ovat keskeisimmät asiat yhtiön toiminnassa ja ne ovat myös tuotannosuunnittelun keskeisimmät ohjenuorat.

Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksien tuotteista suurimman osan muodostavat kuuma- ja kylmävalssatut ruostumattomat, haponkestävät teräsnauhat ja levyt. Enenevässä määrin tehtaalta toimitetaan myös mustia kuumanauvoja, sekä ferriittisiä kuuma- ja kylmävalssattuja tuotteita. Teräslajeja on noin 40 ja lopputuotteiden paksuudet vaihtelevat 0,40 – 10,00 mm ja leveydet vaihtelevat 35 – 1630 mm.

Opinnäytetyön tavoite ja rajaus

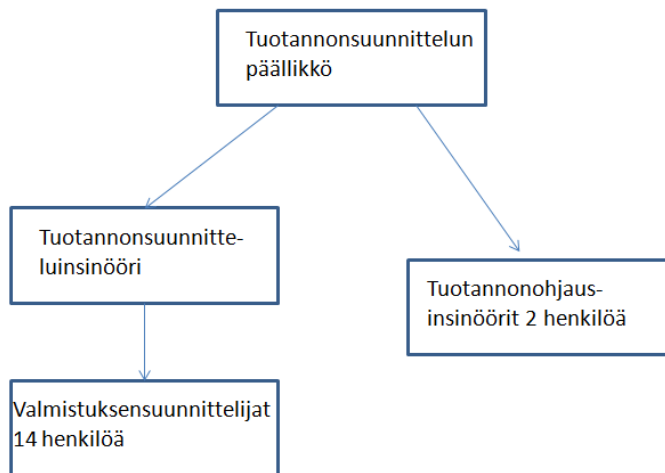
Opinnäytetyön tavoitteena oli Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksien tuotannosuunnittelun sisäinen kehittäminen toimintamallien avulla, sekä vapaan materiaalin ja varastojen pienentäminen. Outokummulla on menossa projekti 250, jonka päämääränä on varastomäärien pienentäminen pysyvästi, ja samalla varastoihin sitoutuneen pääoman huomattava vähentäminen kesäkuun 2013 loppuun mennessä. Edellytys tälle on tuotannon tasainen ja tavoitteiden mukainen käynti. Torniossa on myös lyhennetty tilausten suunniteltuja läpimenoaikoja viikolla, tällä toimenpiteellä on tarkoitus parantaa varastojen kiertonopeutta. Pienemmät varastotavoitteet ja tilauksen läpimenoajan lyhentäminen tuovat myös haasteita tuotannosuunnitteluun, erityisesti valmistuksensuunnitteluun. Oikea-aikainen valmistaminen tulee yhä tärkeämmäksi. Torniossa suurin osa materiaalista valmistetaan tilausohjautuvasti, vain tiettyjen pitkäaikaisten kumppaneiden kuten omien palvelukeskuksien kanssa on käytössä pitkälle jalostetut varastojen täydennysohjautuvat toimintamallit.

Tässä työssä kartoitetaan tilausohjautuvan tuotannon valmistuksensuunnitteluun liittyviä uudistuksia. Uudistukset kohdistuvat toimintatapoihin, huomioiden tiukennetut varasto- ja läpimenoaikatavoitteet. Työssä selvitetään ja kuvataan käytössä olevat erilaiset toimintamallit, niiden hyvät ja huonot puolet. Tehdään ehdotuksia uusista yhtenäisistä tehokkaista ja taloudellisista toimintamalleista. Työhön liitetään teoriaosuus, jossa selvitetään kirjallisuudesta eri malleja valmistuksen suunnittelusta tilausohjautuvassa tuotannossa. Opinnäytetyö rajataan koskemaan vain valmistuksensuunnittelijoiden toimintaa.

2 TUOTANNONSUUNNITTELUN VIIITEKEHYS

2.1 Tuotannonsuunnittelu Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksilla

Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksilla tuotannonsuunnittelu toimii pääsääntöisesti tilausohjautuvasti. Tuotannonsuunnitteluosastoon kuuluu tuotannonsuunnittelun päällikkö, tuotannonsuunnitteluinsinööri, tuotannonohjausinsinöörit, sekä valmistuksensuunnittelijat (Kuvio 1). Tuotannonohjausinsinöörit hallinnoivat tuotannon linjoja ja huolehtivat, että materiaalivirta etenee prosessissa aikataulussa linjojen teknisten ominaisuuksien ja optimaalisen ajojärjestyksen mukaan. Valmistuksensuunnittelijoiden tehtävänä on sovittaa yhteen tilaukset ja materiaalivirrat, huolehtia että tilaus ja materiaali vastaavat toisiaan prosessin eri vaiheissa, sekä poikkeamatilanteissa etsiä korvaava materiaali ja käyttökohde. Tehtäviin kuuluu myös tehdä tarvittavat toimenpiteet, jotta materiaalit valmistuvat tehtaalta oikea-aikaisesti.

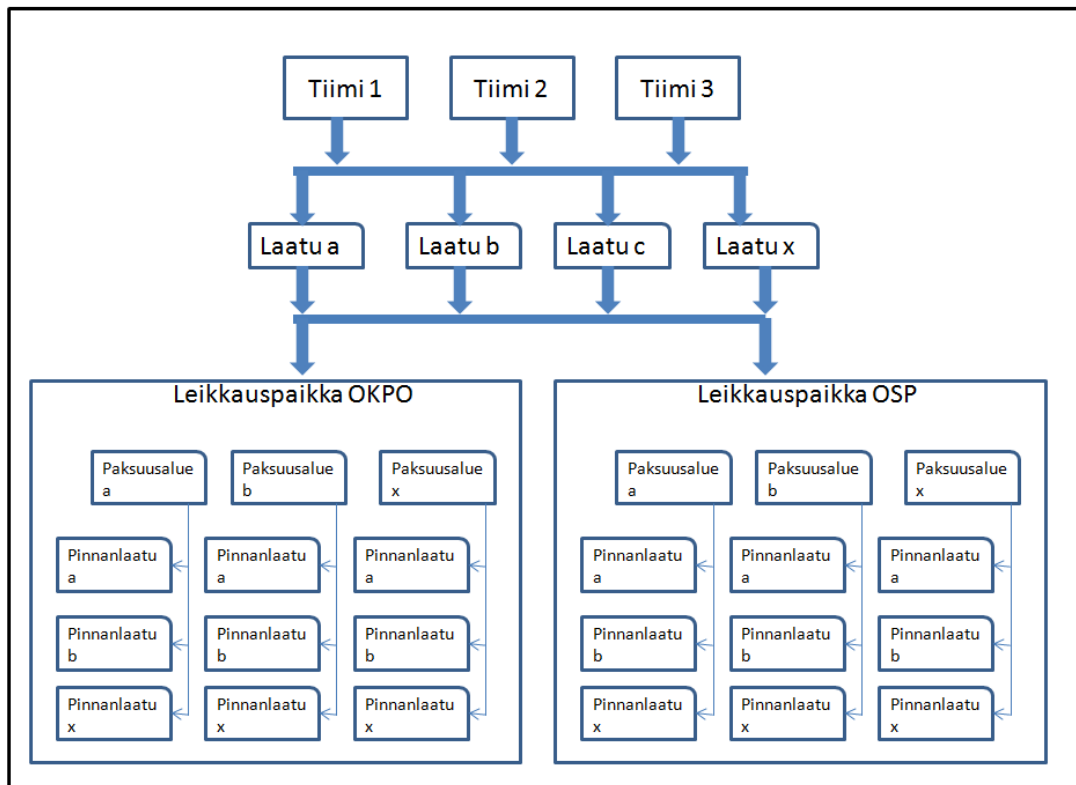


Kuvio 1 Tuotannonsuunnittelun organisaatio

Valmistuksensuunnittelutiimejä on kolme. Tiimit on jaettu materiaalien laadun ja leikkauspaikan mukaan (Kuvio 2). Leikkauspaikkoja on kaksi: OKPO ja OSP. Eri tiimeillä on suurimmaksi osaksi yhteneväiset tuotealueet, jotka kuitenkin kulkevat omina materiaalivirtoinaan sulatuksesta asti. Tiimeissä jokaisella valmistuksensuunnittelijalla on vastualueet laadun- ja paksuusalueen mukaan. Yhdellä valmistuksensuunnittelijalla voi olla 2-7 eri laatua. Laadut jakaantuvat eri paksuus- ja leveysalueisiin sekä pinnanlaatu-

hin. Jokainen näistä muodostaa oman materiaalivirtansa. Yhdellä valmistuksensuunnittelijalla on siis käsiteltävänä kymmeniä eri materiaalivirtoja.

Erilaisille teräs- ja pinnanlaaduille on määritelty läpimenoajat, jotka vaihtelevat kahdesta kuuteen viikkoon. Läpimenoaika määrittelee tuotteen prosessointiajan viikkoina aina sulatuksesta asiakkaalle toimitukseen asti. Tuotannonsuunnittelun vastuualueeseen kuuluu materiaalivirtojen hallinta sulatustilauksesta lähtien aina asiakkaalle valmiin tuotteen toimitusvalmiuteen asti.



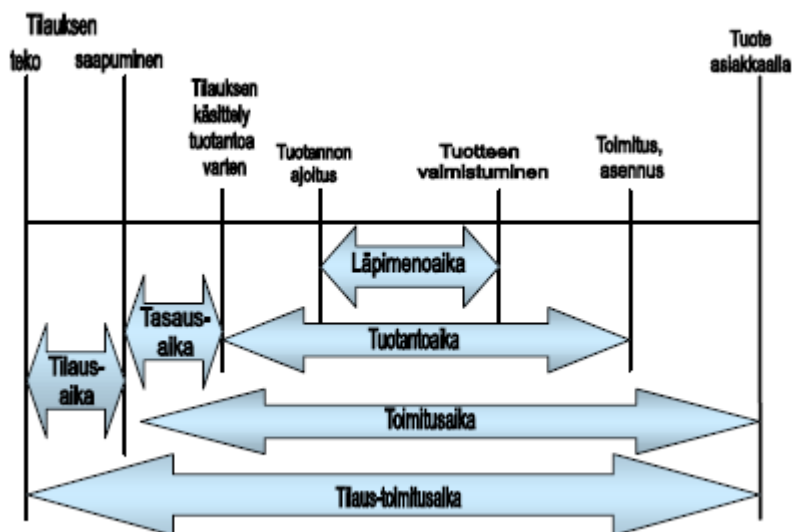
Kuvio 2 Tiimit ja materiaalin jakaantuminen

Valmistuksensuunnittelun tehtäviä ja toimintamalleja ei ole aiemmin dokumentoitu. Valmistuksensuunnittelijat perehdyttävät uudet työntekijät oman kokemuksensa ja tunteensa pohjalta. Yksittäisiä ohjeita on kirjattu yksityiskohdista kuten linjojen toiminnasta ja tuotteiden ominaisuuksista. Valmistuksensuunnittelijoiden toimintatavat eri tilanteissa ja erilaisilla tuote-alueilla ovat muokkautuneet valmistuksensuunnittelijan kokemuksen tuoman tiedon perusteella. Tämän kokemukseräisen tiedon perusteella eri valmistuksensuunnittelijat toimivat erilaisissa tilanteissa eri tavalla. Tuotannon- ja valmistuksensuunnittelussa toiminnalla voidaan aikaan saada isoja säästöjä ja toisaalta taas menettää katetta, jos ei ymmärretä toiminnan vaikutuksia tai ei osata toimia oikealla tavalla muuttuneessa tilanteessa.

2.2 Tilaus-toimitusketju

Perinteinen tilaus-toimitusketju käsittää kaikki tapahtumat asiakkaan tilauksen tekemisestä aina toimituksen vastaanottoon asti. Näitä tapahtumia ovat myynti, suunnittelu, tuotanto, varastointi ja logistiikka. Yhteisenä käsitteenä näille käytetään toiminnanohjausta. (Haverila, Kouri, Uusi-Rauva & Miettinen 2009, 397)

Parhaimmillaan tilaus-toimitusketjun idea on tarkastella prosessia kokonaisuutena ja toimintoina, unohtaen rajapinnat organisaatioiden välillä ja näin vaikuttaa prosessin kokonaisaikaan ja tiedonsiirtoon vähentäen viiveaikoja (Kuvio 3). Tehokkaimman hyödyn tilaus-toimitusketjusta saakin, jos sen mukaan pystytään mukauttamaan yrityksen organisaatorakennetta asiakastyytyväisyyden tavoittelussa ja kustannusten minimoimisessa. (Heikkilä 1994, 10)



Kuvio 3 Tilaus-toimitusprosessin aikasarjat (Karrus 1998, 48)

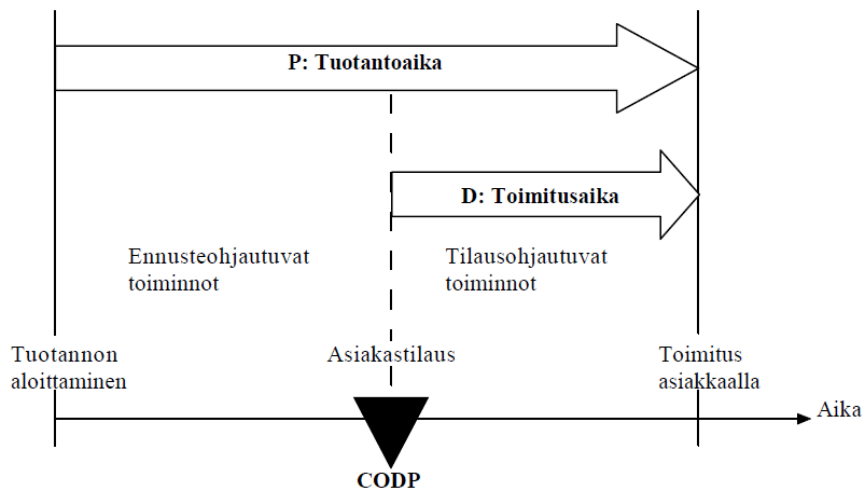
Pidemmälle vietyinä tilaus-toimitusketju laajennetaan käsittämään myös koko yrityksen prosessia materiaalinhankinnoista aina valmiin tuotteen vastaanottavaan asiakkaaseen asti. Tällöin ketju käsittää myös eri yritysten väliset toiminnot. Pystyäkseen toimimaan nykypäivän muuttuvassa taloudessa, on perinteisen tilaus-toimitusketjünkkin pystyttävä mukautumaan. Kilpailu asiakkaista käydäänkin yritysten kesken tehokkaalla ja mukautuvalla tilaus-toimitusketjulla tuotteiden sijaan. Tämä tarkoittaa, että staattisesta tilaus-toimitusketjusta on siirryttävä dynaamiseen tilaus-toimitusverkostoon. Dynaamisessa

verkostossa informaatio jaetaan tehokkaasti kaikkien osapuolien kesken, kun taas staattisessa tilaus-toimitusketjussa tieto siirretään aina lähimmälle osapuolelle. Dynaamisen verkostoitumisen avulla pystytään vastaamaan yhä vaativampiin asiakastarpeisiin. Teollisuudessa verkostoituminen ei ole uusi idea, vaan perinteisesti yritykset ovat riippuvaisia toisistaan välillisesti tai välittömästi. Yksi tällainen esimerkki voi olla yrityksen materiaalihankinnat tuotteen valmistamista varten. Verkostoajattelussa siirrytään kiinteiden yhteistyökumppaneiden sijaan valitsemaan projektikohtaisesti tilanteeseen sopiva yhteistyökumppani verkoston useiden eritoimijoiden sisältä. Yrityksellä olisi siis useita luotettavia kumppaneita yhden sijaan. (Luukkainen 2004, 25 - 51)

2.3 Tilaus- ja varasto-ohjautuvat tuotantomuodot

Terästeollisuudessa tyypillisiä tuotantomuotoja ovat tilaus- tai varasto-ohjautuva tuotanto. Varasto-ohjautuva, eli ennusteohjautuva tuotanto, on yleistä massa- ja sarjatuotannoissa, joissa tehdään suuria määriä samanlaisia tuotteita ja kysyntä on hyvin ennustettavissa. Tilausohjautuvaan tuotantoon soveltuvat ei-standardisoidut innovatiiviset ja erityistuotteet, joiden kysyntää on hankala ennustaa. (Fisher 1997, 107; Karrus 1998, 53 - 54).

Tilausohjautuvassa tuotannossa tuotanto alkaa aina asiakkaan tilauksesta toisin kuin varasto-ohjautuvassa tuotannossa, jossa tuotteita tehdään valmiiksi varastoon ennusteen perusteella (Kuvio 4). Tilausohjautuvassa tuotannossa kapasiteetin käyttöaste jää usein pienemmäksi, vastaavasti taas tuotevarastoihin sitoutunut pääoma on pienempi kuin varasto-ohjautuvassa tuotannossa. Tilausohjautuvassa tuotannossa tuotetta toimitetaan asiakkaan toivoma määrä sovittuna ajankohtana. Kilpailukeinoja tässä tuotantomuodossa ovat toimitusvarmuus, asiakaslähtöisyys ja lyhyet toimitusajat. Tyypillisesti varasto-ohjautuvien tuotteiden kysynnän volyymi on suuri ja suhteellisen tasainen, mikä mahdollistaa kysynnän ennustamisen. Kilpailutekijöitä varasto-ohjautuvassa toimintaympäristössä ovat tuotteiden laadun lisäksi toimitusvarmuus ja hinta. (Wikner & Rudberg 2005, 213; Hallgren & Olhager 2006, 3875)



Kuvio 4 Ennustehjautuvan ja tilausohjautuvan tuotannon aloitus suhteessa asiakastilauksen saapumiseen (Wikner & Rudberg 2005)

2.4 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjaus tarkoittaa yrityksen eri tehtävien ja toimintojen välistä jokapäiväistä koordinoitua ja ohjautua. Toiminnanohjauksen tavoitteet perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin kuten kustannusten minimoimiseen, hyvään kilpailukykyyn, laatuun ja joustavuuteen. Hyvin toimiva toiminnanohjaus on yrityksen kilpailuvaltti. (Paldanius 2004, 2; Haverila, ym 2009, 397 - 402)

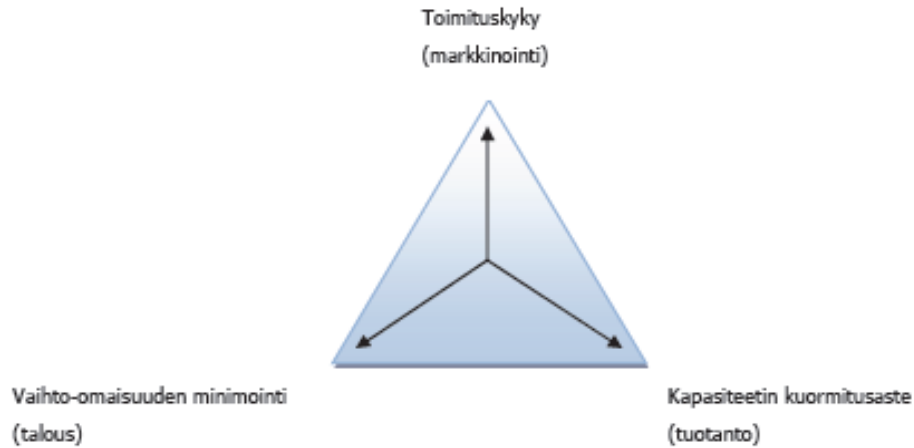
Toiminnanohjauksella tasapainotetaan käytännön toiminnassa tapahtuvia ristiriitaitteiki- jöitä tuotannon ja myynnin, sekä varastoinnin ja kuljetusten kesken. Tavoitteena on sekä tehta- an käytön että koko toimitusketjun kannalta taloudellisesti järkevä ja tasapainoinen tila. Toisaalta taas asiakkaiden tarpeet tulee tyydyttää mahdollisimman hyvin. Toimin- nanohjausperiaatteet muodostuvat keskeisistä pelisäännöistä ja toimintaperiaatteista, joita noudatetaan yrityksen tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa. (Haverila, ym 2009, 20)

Toiminnanohjausta hankaloittaa suuresti perustavoitteiden keskinäinen ristiriitaisuus. Hyvä toimituskyky vaatii puolivalmisteiden ja raaka-aineiden varastointia, sekä pienten tuotantoerien joustavaa valmistusta. Vakiotuotteiden valmistus suurina sarjoina on tär- keää koneiden ja laitteiden korkean kuormitusasteen saavuttamiseksi. Pitkät sarjat vaa- tivat vakiotuotteiden tasaisen menekin ja suuret varastot. Muusta tuotannosta poikkeaa-

vat asiakaskohtaiset erikoistuotteet häiritsevät kapasiteetin tehokasta käyttöä. Tuote- ja raaka-ainevarstojen pieni koko ovat tärkeitä vaihto-omaisuuden minimoimisessa. Keskenräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa vähennetään pienentämällä valmistussarjojen kokoa sekä puolivalmisteverastoja. Toiminnanohjauksen tavoitteena onkin löytää mahdollisimman tehokas ja taloudellinen kompromissi (Kuvio 5) materiaalin tehokkaaseen hyödyntämiseen pienillä varastotasoilla ja korkealla kapasiteetin kuormitusasteella sekä lyhyellä läpimenoajalla ja hyvällä toimituskyvyllä. (Haverila, ym 2009, 397 – 443)

Tavoitteena on hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti teollisen yrityksen resursseja, joita ovat ihmiset, koneet ja laitteet, jottei kapasiteetin menetystä syntyisi töiden puutteesta tai töiden odottelusta. Tuotannonohjattavuuteen vaikuttavat läpäisyajan lisäksi esimerkiksi tuotantomuoto, materiaalivirtojen selkeys, henkilöstön osaaminen sekä keskenräisen tuotannon arvo. Hallinnoimalla ja organisoimalla tehokkaasti materiaalinhallintaa voidaan pienentää varastoja ja samanaikaisesti lyhentää tilaustoimitusprosessin aikajäniteitä. Haasteena materiaalivirtojen ohjauksessa onkin vähentää ketjun varrella olevien varstojen määrä minimiin että toimitusketjun läpäisy aika pieneneisi. Varstojen pienten koon ansiosta tuotteet virtaavat nopeasti ketjun läpi, mikä taas parantaa reagoitukykyä. Varastoissa on kiinni myös pääomaa ja ne aiheuttavat kustannuksia ja heikentävät yrityksen kannattavuutta. Varastotasot ja lukumäärät pitäisikin laskea sille tasolle kuin juuri on välttämätöntä. (Haverila, Kouri & Uusi-Rauva 1994, 362; Jutila, 18; Lehtonen 2004, 18, 114- 116)

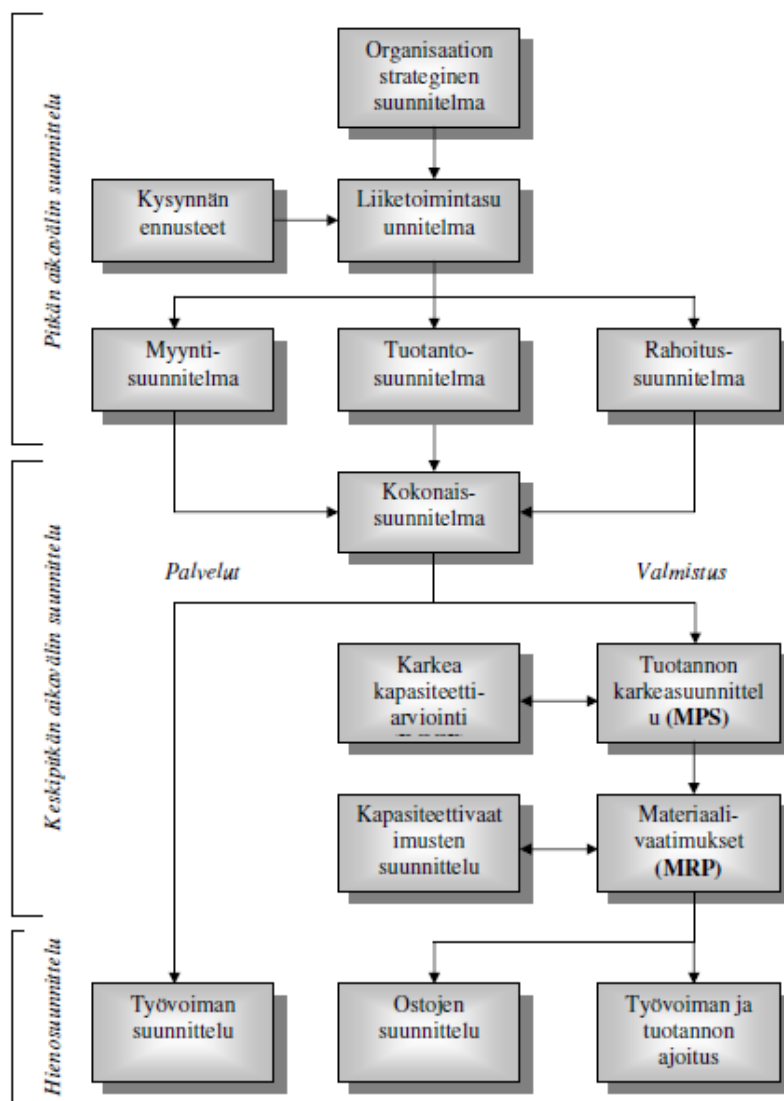
Yritysten toiminnanohjausta vaikeuttaa se että tavoitteiden tärkeys vaihtelee yrityksen eri toiminnoilla. Markkinoinnin näkökulmasta toimituskyky ja joustavuus asiakaskohtaisten toiveiden toteuttamisessa ovat tärkeimmät tavoitteet. Valmistuksessa pyritään puolestaan korkeaan käyttöasteeseen. Toimintaan sitoutunut pääoma vie yrityksen taloudesta vastuussa olevien henkilöiden huomion. Toimintojen väliset ristiriidat vaikeuttavat usein toiminnanohjauksen tarkoituksenmukaista toimintaa. (Haverila, ym. 2009, 404.)



Kuvio 5 Pääavoitteet ja tasapaino toiminnanohjauksessa (Putkiranta 2008)

2.5 Tuotannonohjaus terästeollisuudessa

Tuotannonohjauksella ohjataan ja tahdistetaan tuotantoa. Tuotannonohjaus toimii informatiivisena linkkinä tuotannon ja toimitusketjun muiden osien välillä. Tuotannonohjaus onkin merkittävä tekijä tilausohjautuvassa toimitusketjussa, koska asiakkaalle näkyvä toimitusaika sisältää koko tuotannon läpäisyajan. Yrityksen toiminnanohjaus jaetaan erilaisiksi tasoiksi suunniteltavan aikajänteen mukaan. Alla olevassa kuviossa on esimerkki varsin yleisesti käytettävästä jaottelusta (Kuvio 6) (Vonderembse, & White 1996, 845).



Kuvio 6 Toiminnanohjauksen tasot (Vonderembse & White 1996, 513)

Pitkän aikavälin suunnittelu käsittää lähinnä strategista johtamista sekä erilaista budjetointia. Strategisella suunnittelulla tarkoitetaan yrityksen visiota, yleisiä tavoitteita ja toiminnan suuria linjoja vuositasolla. Keskipitkän ja lyhyen aikavälin toiminnot taas ovat lähinnä resurssien allokoointia annetuissa raameissa. Keskipitkän ja lyhyen aikavälin toimintoja hallitaan usein toiminnanohjausjärjestelmillä. Kapasiteetin myynti tapahtuu yleensä karkeasuunnitelman perusteella (Vollmann, Berry & Whybark 1991, 210). Hienosuunnittelun tehtävänä on valmistuksen yksityiskohtainen suunnittelu aikajänteen ollessa viikosta yhteen päivään. (Haverila, ym 2009, 417)

2.5.1 Karkeasuunnittelu

Tuotannon karkeasuunnittelun (MPS, Master Production Schedule) tehtävä on koordinoita myynnin ja tuotannon yhteistoimintaa tilausten vastaanottovaiheessa, jossa karkeasuunnittelu antaa tiedon tuotannon kuormitustilanteesta. Karkeasuunnittelu perustuu keskipitkän ja pitkän tähtäimen myyntisuunnitelmaan sekä tuoteinformaatioon. Tässä suunnitelmassa varmistetaan myös tuotantokapasiteetin tehokas käyttö. (Bertrand, Wortmann & Wjingaard 1990, 68 - 69)

Karkeasuunnittelun yhteys tuotantomaailmaan syntyy karkean tason kapasiteettisuunnittelun (RCCP, Rough Cut Capacity Planning) ja materiaalilaskennan (MRP, Materials Requirement Planning) avulla. Toisaalta karkeasuunnittelussa ei oteta juuri lainkaan kantaa tuotannon ohjauksellisiin tekijöihin. Tuotteiden saatavuus mallinnetaan lähinnä lopputuotevaraston kautta. Tällöin myös kapasiteettitarpeen vaihtelut tasataan useimpien varastojen avulla. (Bertrand, ym 1990, 68 – 69)

Karkeasuunnittelun keskeisimpiä tehtäviä on yrityksen toimituskyvyn hallinta. Asiakkaalle luvattavat toimitusajat asiakasohjautuvassa tuotannossa perustuvat karkeasuunnitteluun. (Haverila, ym. 2009, 416)

Kuitenkin karkeasuunnitelman hyödynnettävyyttä myynnin apuvälineenä heikentää tarkastelun epätarkkuus. Budjetoitu kapasiteetti ei vastaa todellista kapasiteettia koska kapasiteetti vaihtelee eri aikajaksoilla, eikä kapasiteetin käytön suunnittelu vastaa todellisuutta koska kapasiteetti riippuu tuotejakaumasta (Aroesti 1992, 263).

2.5.2 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelussa jaetaan karkeakuormituksen, tilausten, tai muun vastaavan perusteella muodostetut työt yksityiskohtaiseksi aikatauluksi. Hienosuunnittelun päämäärät ovat varmistaa tuotteen valmistuminen määräaikaan mennessä, ohjata tuotannon virtausta kohti lyhyitä läpäisyajoja sekä maksimoida työpisteiden käyttösuhte (Vollmann, ym. 1991, 530).

Tuotannonhienosuunnittelu suoritetaan nykyään luultavasti lähes poikkeuksetta tietokoneavusteisesti tuotannonohjaukseen erityisesti kehitetyillä ohjelmistoilla. Järjestelmät ovat olleet varsin usein räätälöityjä mutta suuntaus on kohti valmiita kaupallisia ratkaisuja. Tuotannonohjausjärjestelmän tehtäviksi voidaan määritellä

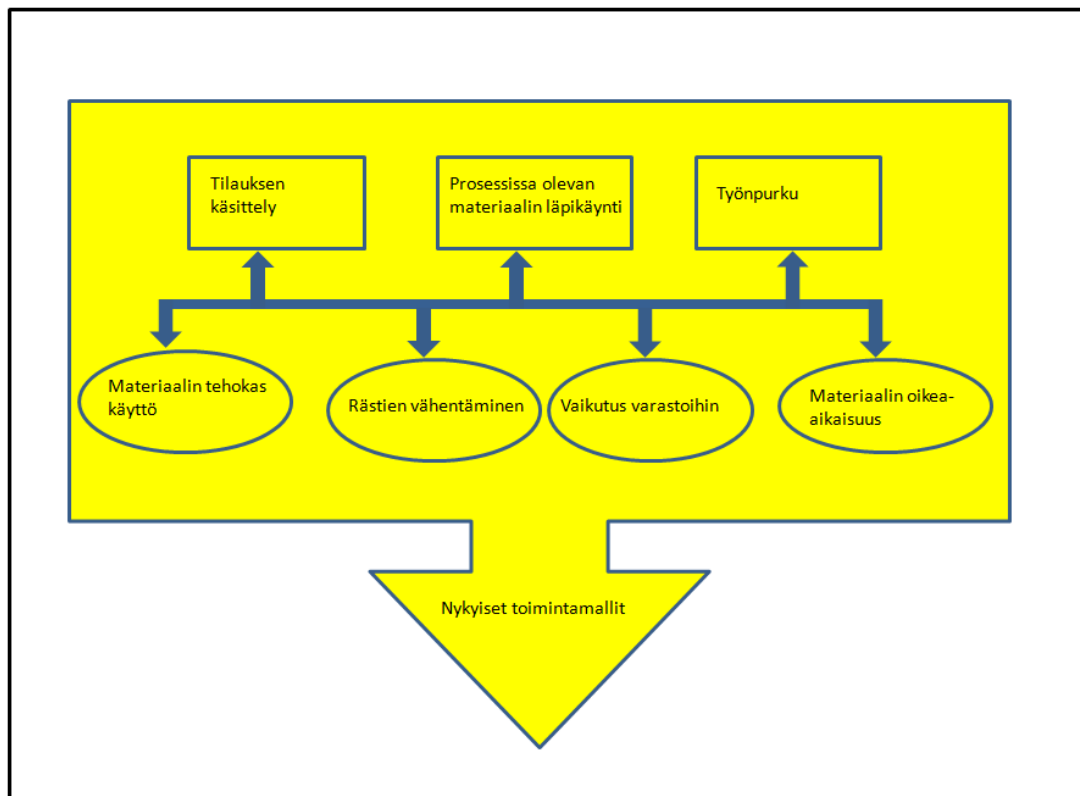
- Suunnitella kapasiteettivaatimukset ja kapasiteetin saatavuus vastaamaan tarpeita
- Suunnitella materiaalihankinnat saapumaan ajallaan ja oikeissa määrissä
- Varmistaa kapasiteetin tehokas käyttö pääomaintensiivisillä laitteilla
- Hallita varastot ja keskeneräinen tuotanto
- Ajoittaa tuotantotoimenpiteet siten, että tehdään oikeita asioita oikeassa järjestyksessä
- Mahdollistaa tuotannon tehokas seuranta
- Vastata asiakastarpeisiin dynaamisessa ympäristössä
- Hälyttää ongelmatilanteissa
- Tarjota informaatiota yrityksen muille funktioille, kuten kustannuslaskennalle (Vollmann, ym. 1991, 2).

Hienosuunnitteluakin käsitellään usein kahdessa tasossa. Ensimmäisessä tasossa jaetaan karkeasuunnitelman perusteella muodostetut tilaukset/työt tarkemmille päiväkohtaisille aikajaksoille. Tämän lisäksi usein tarkkaa ajoitusta vaativissa tuotantoympäristöissä, kuten esimerkiksi teräksen sulatusprosesseissa, käytetään lyhyemmälle aikavälille optimointijärjestelmiä, joiden tehtävänä on varmistaa mahdollisimman edullinen työjärjestys vaiheiden synkronoimiseksi toistensa suhteen (Neesam, Morris, Hogg & Barradell 1990, 57).

3 KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT

Käytössä olevat toimintamallit valmistuksensuunnittelussa selvitettiin haastattelututkimuksen avulla. Haastateltavina olivat valmistuksensuunnittelijat. Haastattelukysymyksiä varten määriteltiin valmistuksensuunnittelijan päätehtävät. Päätehtäviä ovat tilauksen käsittely, prosessissa olevan materiaalin läpikäynti ja työnpurku. Päätehtävistä muodostettiin tarkentavia kysymyksiä (LIITE Haastattelukysymykset valmistuksensuunnittelijoille), joiden avulla pyrittiin selvittämään miten näissä vaiheissa tehtävissä päätöksissä otetaan huomioon materiaalin tehokas käyttö, vaikutus varastoihin prosessin eri vaiheissa, rästien vähentäminen sekä materiaalin oikea-aikaisuus (Kuvio 7). Vastauksien perusteella analysoitiin toimintamallit yksittäisissä tilanteissa.

Haastatteluissa käytiin läpi 15 valmistuksensuunnittelijaa. (valmistuksensuunnittelijat 2012, haastattelu) Haastateltavia ei ole tarkoitus yksilöidä haastatteluista, mutta lähteisiin haastateltavat on merkitty erikseen. Haastattelut suoritettiin keskustelemalla kahden kesken. Yksi haastattelu kesti 1-3 tuntia.



Kuvio 7 Nykyisten toimintamallien määrittely päätehtävien avulla

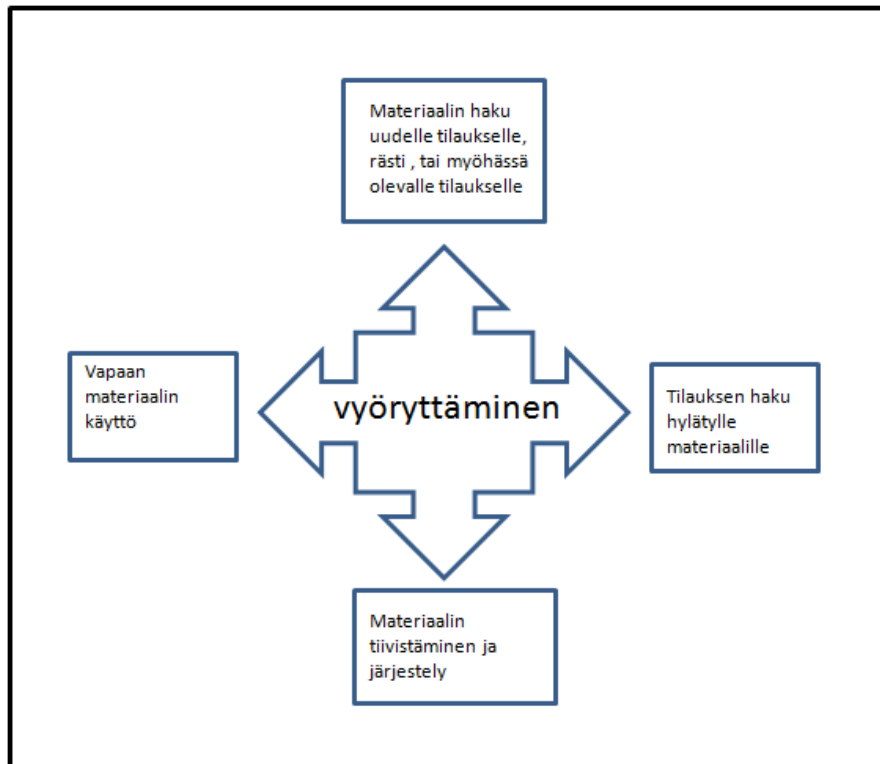
4 VALMISTUKSENSUUNNITTELUN NYKYTILAN KUVAUS

Alla olevissa kappaleissa on käsitelty haastatteluiden tulokset päätehtävittäin. Haastatte-
luista nousi keskeisenä käsitteenä vyöryttäminen, jonka merkitystä ja laajuutta eri tehtä-
vien suorittamisessa ei alkujaan ollut hahmotettu. Vyöryttämisen jälkeen käsitellään
tilauksen käsittely, prosessissa olevan materiaalin läpikäynti, työnpurku sekä vapaan
materiaalin muodostuminen.

4.1 Vyöryttäminen

Materiaalin, eli rullien, vyöryttäminen liittyy keskeisesti kaikkiin työtehtäviin. Vyöryt-
täminen tarkoittaa tilauksien siirtoa materiaalilta toiselle. Vyöryttämistä voidaan hyö-
dyntää kaikissa päätehtävissä (Kuvio 8). Tiivistettäessä materiaalin täyttöaste pyritään
saamaan mahdollisimman korkeaksi hakemalla tilauksia prosessin aikaisempien vaihei-
den materiaaleilta. Järjesteltäessä materiaalia oikea-aikaiseksi, siirretään tuotannonvi-
koltaan aikaisimmat tilaukset prosessissa pisimmällä oleville materiaalille ja vastaavasti
myöhempien tuotannonviikkojen tilaukset prosessin alkuvaiheille tai jopa sulatusjak-
soille asti. Vyöryttämistä käytetään myös etsiessä rästitilaukselle uutta materiaalia ja
vastaavasti hylätylle materiaalille uutta tilausta. Vyöryttämällä estetään myös turhien
vajaiden sulatustilauksien syntyminen ja sitä kautta vapaan syntyminen.

Vyöryttämistä voidaan tehdä monella tasolla. Mitä pidemmälle vyöryttämisessä men-
näen, sen suuremmat voivat olla hyödyt. Hyöty kuitenkin riippuu materiaalialueen omi-
naisuuksista ja materiaalivirrasta. Jokaisella alueella ei ole tarvetta mennä vyöryttämi-
sessä yhtä pitkälle.

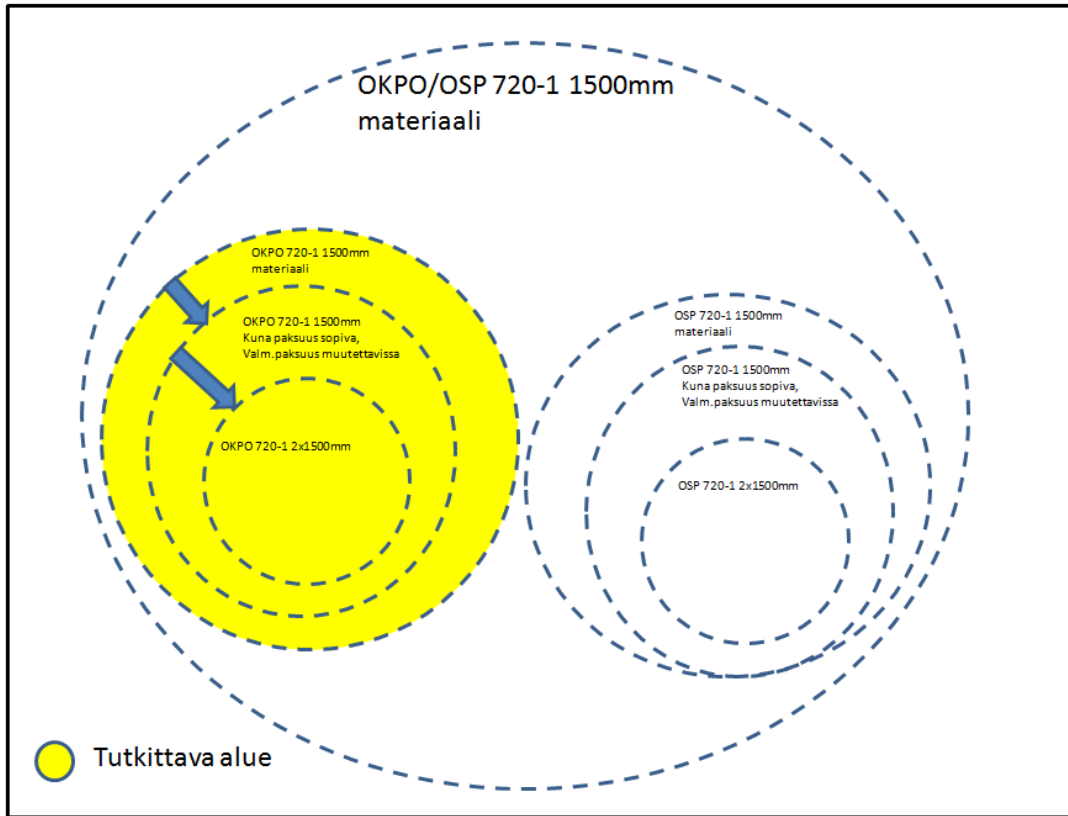


Kuvio 8 Vyöryttäminen osana päätehtäviä

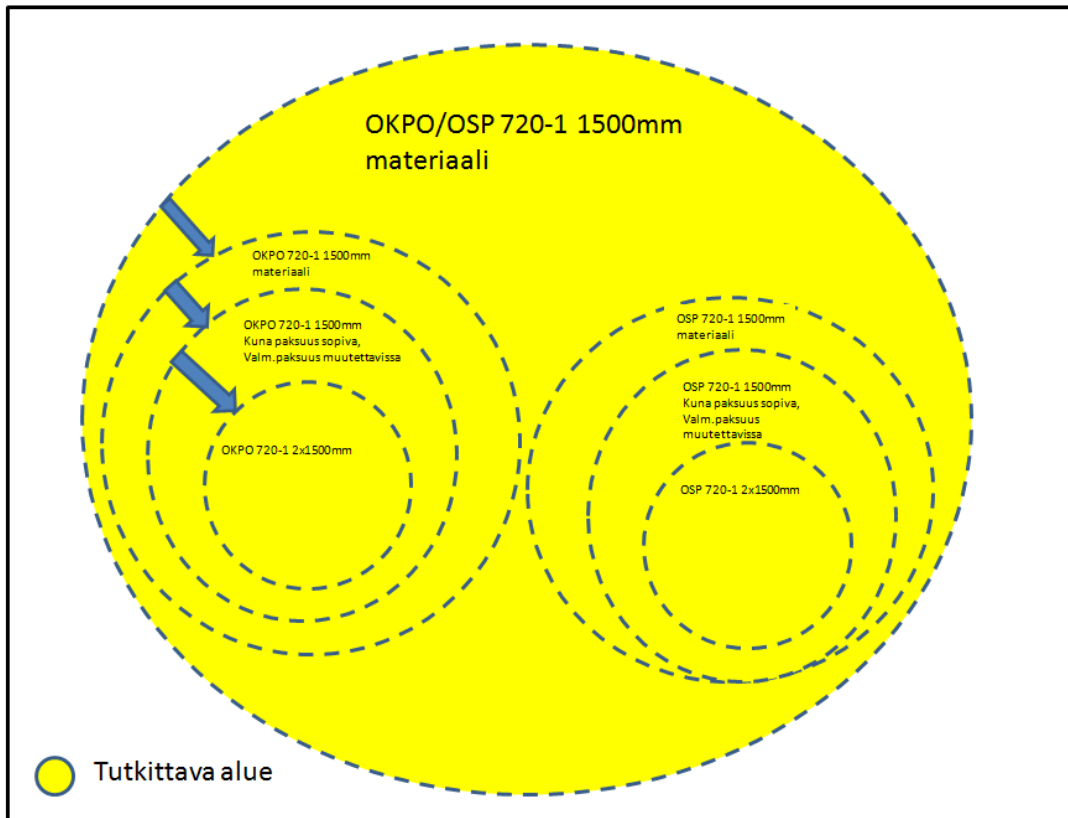
Haastatteluiden perusteella vyöryttämistä tehdään kahdella tasolla. Näitä kuvataan vyöryttämisen toimintamalleilla 1 ja 2.

Vyöryttämisen toimintamallit 1 ja 2

Toimintamallissa 1 (Kuvio 9) suunnittelija tekee vyöryttämistä ainoastaan oman materiaalialueen rajoissa. Toimintamallissa 2 (Kuvio 10) hypätään yli oman materiaalialueen rajojen. Periaatteena jälkimmäisessä toimintamallissa on, esimerkiksi hylätyn materiaalin tapauksessa, etsiä aikaisin mahdollinen tilaus mitä hylätystä materiaalista voidaan vielä tehdä. Näin tasataan myös laajemmalla alueella materiaalien valmistumisviikkojen hajontaa. Lisäksi materiaalille voidaan löytää rästitilaus jonkun toisen suunnittelijan materiaalialueelta. Muutoin rästitilaus olisi odottanut seuraavaa sulatuskertaa ja pahimmassa tapauksessa aiheuttanut yksistään uuden sulataustilauksen. Vapaan materiaalin ja rästitilauksen tapauksissa kakkostoimintamallilla voidaan vähentää ei-haluttuja sulatus-tilauksia, palvella paremmin asiakasta, pienentää varastoja ja parantaa materiaalialueen oikea-aikaisuuteen.



Kuvio 9 Vyöryttämisen toimintamalli 1

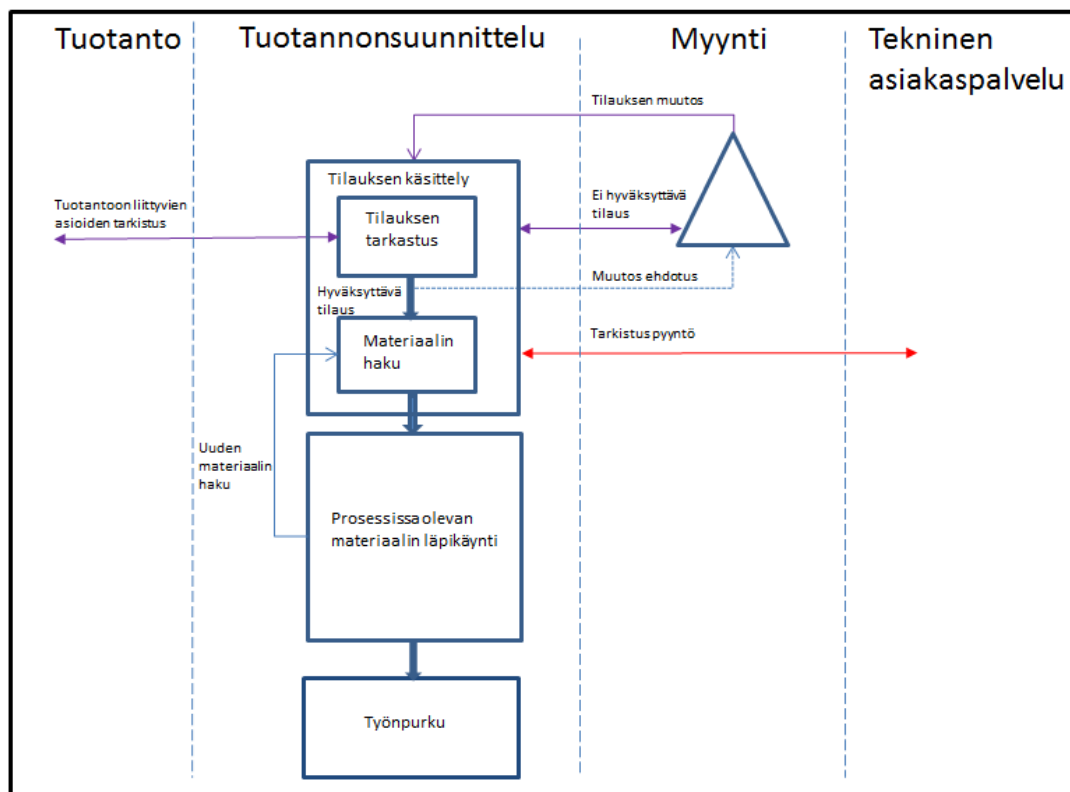


Kuvio 10 Vyöryttämisen toimintamalli 2

4.2 Tilauksen käsittely

Tilauksen käsittely jakaantuu tilauksen tarkastamiseen ja materiaalin hakuun tilaukselle (Kuvio 11). Rajapintoja ovat tuotanto, myynti ja tekninen asiakaspalvelu. Uutta tilausta vastaanotettaessa pystytään vaikuttamaan suuresti sekä kokonaan vapaan tai vajaan materiaalin käyttöön että uuden sulatustilauksen syntyyn. Tämän osion kysymyksillä haluttiin selvittää, mitkä asiat vaikuttavat siihen, mistä prosessin vaiheesta tilaukselle varataan materiaali. Lisäksi haluttiin tietää onko tilaukselle annettava tuotannonviikko yhteneväinen materiaalin aikataulun mukaan, eli onko materiaalin oikea-aikaisuus ratkaiseva tekijä päätökseen vai ei. Tällä on suuri vaikutus varastoihin prosessin eri vaiheissa, riippuen markkinatilanteesta ja tuotealueen volyyymistä.

Tilauksen käsittelyvaiheessa tilaus tarkastetaan tuotannollisilta ominaisuuksiltaan. Jos tilauksen teknisissä tiedoissa tai ominaisuuksissa on epäselvyyksiä, keskustellaan niistä teknisen asiakaspalvelun, tuotannon, tai myynnin kanssa.



Kuvio 11 Tilauksen käsittelyn vaiheet

Tilauksen käsittelyvaiheessa otetaan myös huomioon, että tilaus olisi mahdollisimman joustava tuotannon näkökulmasta. Tarkastamalla pakkaustavat ja -määrät suhteessa ti-

lattuun määrään sekä linjojen teknisiin mahdollisuuksiin, mahdollistetaan tilauksen etenemisen prosessissa ilman turhia viiveitä ja kustannuksia.

Tässä vaiheessa tilaus kiinnitetään materiaaliin. Tilaus voidaan kiinnittää materiaaliin joka on osittain tai kokonaan vapaata. Tilaukselle voidaan myös tehdä uusi varaus tulevilta sulatusjaksoilta tuotannonviikon mukaan. Kolmas vaihtoehto on kiinnittää tilaus jo syntyneeseen vajaan malliaihioon. Materiaalivarauksen suhteen löytyi kaksi selkeästi erilaista toimintamallia sekä niiden risteytyksiä. Tässä työssä niistä käsitellään kaksi, materiaalivarauksen toimintamallit 1 ja 2.

Materiaalivarauksen toimintamalli 1

Tässä toimintamallissa (Kuvio 12) korostuu materiaalialueen läpikäyminen prosessin kaikista vaiheista myös tilauksen vastaanotossa. Ensisijaisesti pyritään löytämään prosessista tilauksen tuotannonviikkoa vastaavaa materiaalia: prosessissa oleva vajaa materiaali tai kokonaan vapaa materiaali. Jos sopivaa vapaata tai vajaata materiaalia ei ole, tehdään joko uusi varaus sulatusjaksolle tai kiinnitys olemassa olevalle malliaihioille. Malliaihioille kiinnityksen mukaan toimintamalli jakaantuu kahteen eri tapaan:

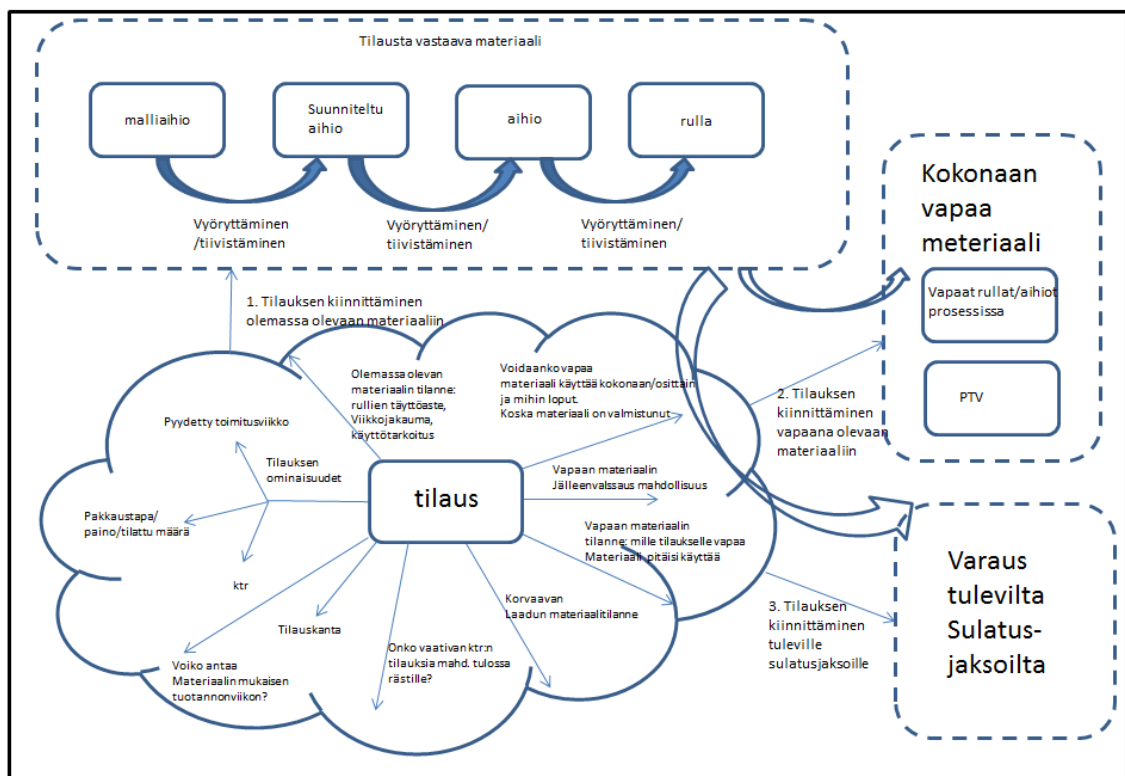
- Malliaihion sulatusjakso voi olla yhteneväinen tilauksen tuotannonviikon kanssa. Tällöin tilaus kiinnitetään oikea-aikaiseen materiaaliin.
- Malliaihion sulatusjakso voi olla myös aikaisempi kuin tilaukselle annettava tuotannonviikko. Tällöin tilaus kiinnitetään etuaikaiseen materiaaliin.

Tilausta vastaanotettaessa käydään läpi sitä vastaavan materiaalin tilanne. Samalla tehdään mitta-alueen vyöryttäminen ja tiivistäminen mikäli materiaalialueella on osittain vapaata materiaalia. Lisäksi järjestellään materiaali oikea-aikaiseksi siirtämällä tuotannonviikoltaan aikaisimmat tilaukset sopiville mahdollisille työvaiheiltaan pidemmälle prosessoiduille rullille. Samalla täytetään kokonaan vapaata materiaalia sulatustilauksen menevillä malliaihioilla. Kokonaan vapaan materiaalin osalta tarkastetaan ensin onko koko tuotealueella rästejä tai aikaisempia tilauksia, joille se olisi järkevämpää käyttää, jotta materiaalien oikea-aikaisuus säilyisi.

Riippuen markkinatilanteesta ja tilauskannasta tuote/mitta-alueella tehdään päätös, mistä prosessin vaiheesta materiaali varataan tilaukselle. Hyvässä markkinatilanteessa ma-

terialilla voi olla tilausten osalta viikkohajontaa parilta viikolta. Huonossa markkinatilanteessa ja erikoistuotealueilla hajontaa voi olla kymmeneltäkin viikolta.

Suoraan sulatusjaksolle tehtävä varaus tehdään yleensä vain tilauksille jotka ovat rullankerrannaisia. Tilaukselle annettava tuotannonviikko riippuu asiakkaan pyytämästä toimitusajasta, tilauskannan mukaan auki olevasta myyntiviikosta. Annettava tuotannonviikko riippuu myös siitä mistä prosessin vaiheesta materiaali on varattu tilaukselle. Yleisesti tilaukselle ei kuitenkaan anneta kahta viikkoa aikaisempaa tuotannonviikkoa kuin mitä asiakas on pyytänyt. Yleisesti tilaukselle ei myöskään kiinnitetä materiaalia, joka valmistuisi kahta viikkoa ennen pyydettyä tuotannonviikkoa.

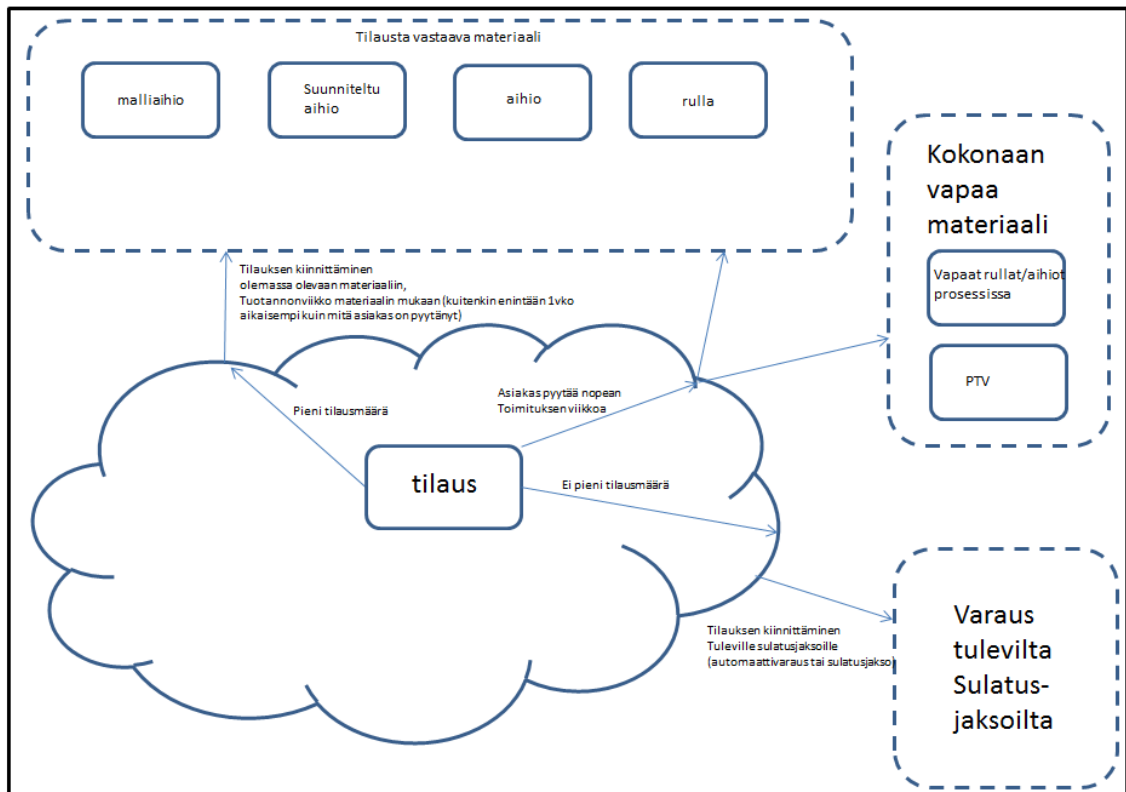


Kuvio 12 Materiaalivarauksen toimintamalli 1

Materiaalivarauksen toimintamalli 2

Materiaalivarauksen toimintamalli 2 on toiminnaltaan suoraviivainen tapa. Tässä tavassa tilausta vastaava materiaali käydään läpi vain tilanteissa, joissa tilausmäärä on pieni tai asiakas pyytää nopeaa toimitusta (Kuvio 13). Pääsääntöisesti uudelle tilaukselle tehdään uusi varaus sulatusjaksolta, joka on asiakkaan pyytämän tuotannonviikon ja auki

olevan myynnin viikon mukainen. Tällä alueella voi olla lyhyen läpimenoajan standardituotteita sekä yleisesti tilauksia jotka ovat rullankerrannaisia.



Kuvio 13 Materiaalivarauksen toimintamalli 2

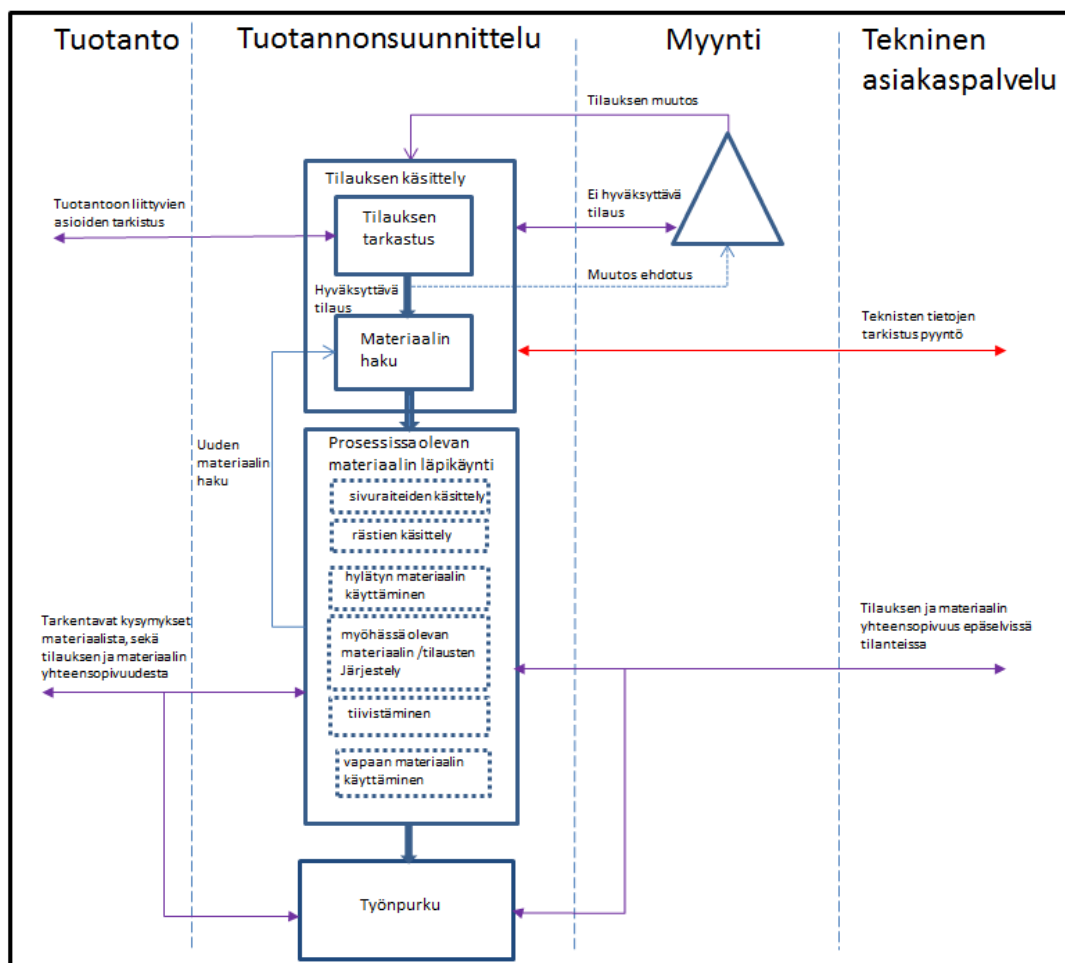
4.3 Prosessissa olevan materiaalin läpikäynti

Prosessissa olevan materiaalin läpikäyntiin (Kuvio 14) kuuluu poikkeamatilanteiden, eli sivuraiteiden ja rästien käsittely, hylätyn materiaalin käyttäminen, myöhässä olevien materiaalien/tilauksien järjestely, tiivistäminen sekä vapaan materiaalin käyttäminen. Nämä osiot vievät suurimman osan valmistuksensuunnittelijan työajasta ja kaikilla näillä pystytään vaikuttamaan materiaalin tehokkaaseen käyttöön ja oikea-aikaisuuteen, sekä varastojen tasoon.

Sivuraiteille materiaali päätty prosessin eri vaiheissa sen virheiden vuoksi. Tällöin materiaali ei ole kelvallinen siihen kiinnitettyyn tilaukseen. Toinen vaihtoehto on, että sitä ei voida edelleen prosessoida suunnitelman mukaan joko ollenkaan tai ilman ylimääräistä korjaustoimenpidettä ennen sitä. Rästitilaukset tarkoittavat tilauksia, joille alun perin suunniteltu materiaali ei käy joko osittain tai kokonaan. Siinä tapauksessa tilauk-

selle on etsittävä korvaavaa materiaalia ja vastaavasti hylätylle materiaalille on löydetävä uusi käyttökohde. Erityisen kiinnostavaa oli saada selville, kuinka laajalta alueelta uutta materiaalia etsitään erilaisissa tilanteissa. Tärkeä osa valmistuksensuunnittelijan tehtäviä on myös oman alueen materiaalin tiivistäminen. Tiivistämisessä osittain vapaa materiaalia täytetään tulevilla tilauksilla niin pitkälle kuin koetaan järkeväksi. Näihin kaikkiin yllä oleviin kuuluu olennaisesti myös materiaalin järjestely eli materiaalialueen oikea-aikaisuuden varmistaminen. Vaikka materiaali lähtisi sulatolta sulatusjaksojen mukaan aikaisin ensimmäisenä, voi materiaali kuitenkin pysähdellä prosessin eri vaiheissa ja tuotannonviikoltaan myöhäisempi vastaava materiaali voi lopulta valmistua ensin ja jopa etujassa.

Vapaan materiaalin käyttö yksistään tilausta vastaanottaessa ei riitä koska vapaata materiaalia muodostuu monella tapaa ja prosessin eri vaiheista. Haluttiinkin tietää, millaisia erilaisia tapoja on käydä vapaata materiaalia läpi sekä hyödyntää sitä.



Kuvio 14 Prosessissa olevan materiaalin läpikäynti

4.3.1 Sivuraiteiden käsittely

Sivuraiderullien käsittelyssä on tärkeää varmistaa materiaalin sopivuus asiakkaalle. Jos materiaali joudutaan ohjaamaan korjaustoimenpiteeseen, on ennen sitä varmistettava materiaalin sopivuus tilaukselle korjaustoimenpiteen jälkeen jotta vältytään turhilta prosessointikustannuksilta ja mahdollinen korvausmateriaali saadaan liikkeelle aiemmin. Sivuraiteet käydään läpi joka päivä ensimmäisten työtehtävien joukossa. Tavoitteena on saada materiaali nopeasti liikkeelle ja löytää tilaukselle uutta materiaalia niin pian kuin mahdollista, ellei alkuperäinen materiaali ole enää tilaukselle sopiva.

Haastattelujen perusteella löytyi eri tapoja hakea uutta materiaalia tilaukselle ja näin löytää asiakkaalle mahdollisimman nopeasti valmistuva korvausmateriaali. Näitä käsitellään kappaleessa 4.3.2 Rästien käsittely. Vastaavasti taas eroja löytyi haettaessa hylätylle materiaalille uusi tilaus tai uusi käyttökohde, jota käsitellään kappaleessa 4.3.3 Hylätyn materiaalin käyttö.

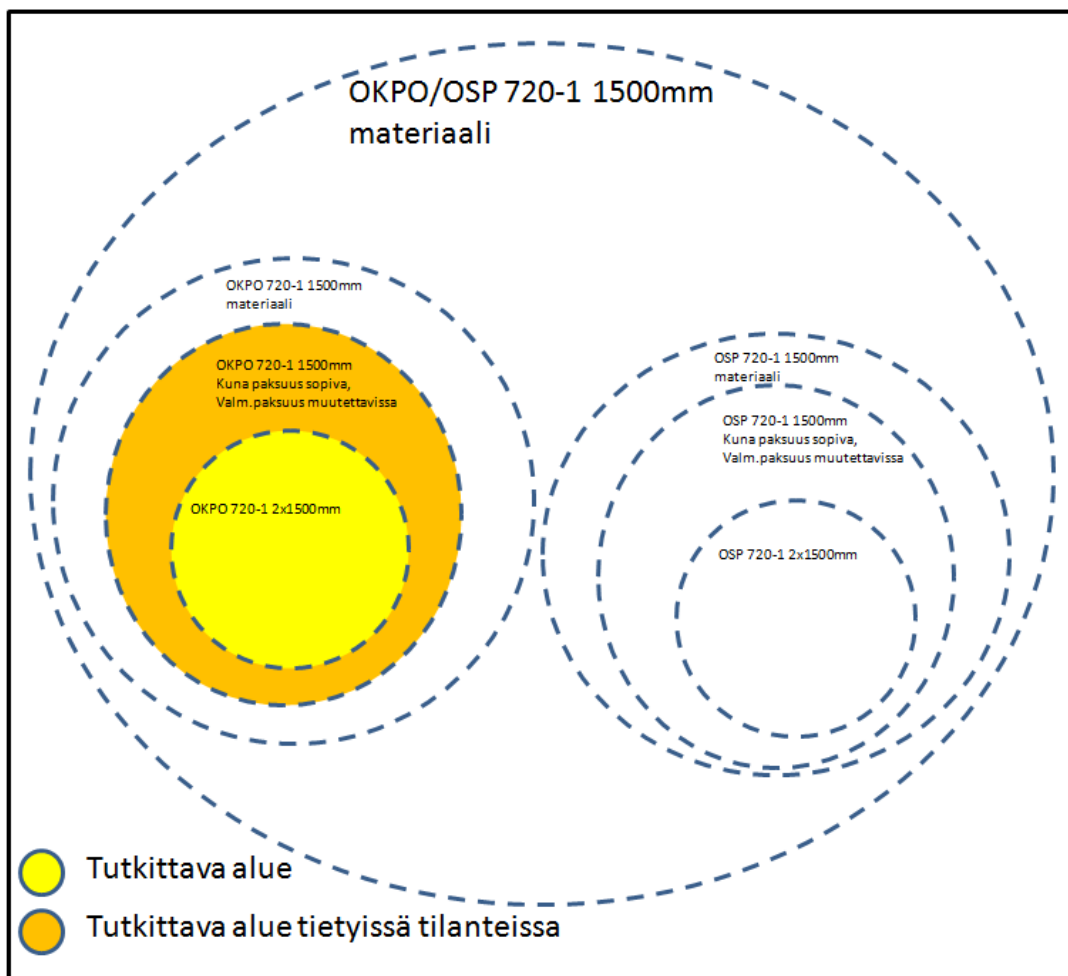
4.3.2 Rästien käsittely

Jos tilaukselle alun perin varattu materiaali ei käykään tilaukselle ominaisuuksiensa puolesta, jää tilaus ilman materiaalia ja siitä tulee rästitilaus. Rästitilaukselle on etsittävä korvaava materiaali. Vaihtoehtoja tässä tapauksessa on sijoittaa tilaus mahdolliseen vajaan prosessissa jo tulevaan materiaaliin, ottaa prosessissa olevasta materiaalista tuotannonviikoltaan myöhäisemmän tilauksen materiaali vyöryttämällä, hyödyntää prosessoimatonta vapaata materiaalia tai materiaalia PTV:stä. Yksi mahdollisuus on myös varata materiaali sulatuksesta asti eli tulevilta sulatusjaksoilta. Ensisijaisesti etsitään asiakkaalle aikaisin mahdollinen materiaali ja vyöryttämisen avulla sijoitetaan tilaus siihen, ellei vajaata ole.

Rästien käsittelyyn löytyi kolme erilaista toimintamallia. Toimintamallit vaikuttavat eri tavalla materiaalin oikea-aikaisuuteen ja toimitustäsmällisyyteen. Rästien käsittelyn toimintamalli 3 on tässä tapauksessa tehokkain, mutta myös työläin. Useita tilauksia voi myöhästyä vähän, mutta yksittäinen tilaus ei ole huomattavasti myöhässä. Vastaavasti rästien käsittelyn toimintamalli 1 on suppein malli, jossa materiaalialueella voi olla suuriakin toimitusviikon eroja.

Rästien käsittelyn toimintamalli 1

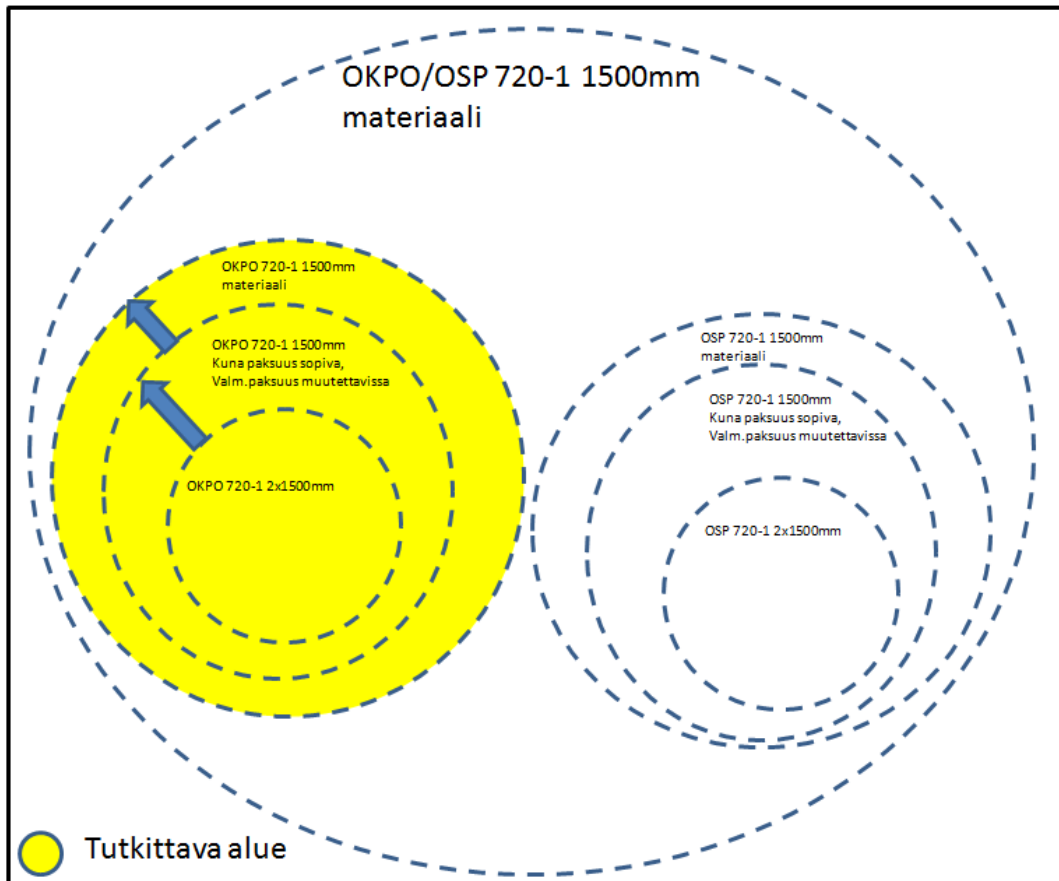
Rästien käsittelyn toimintamallissa 1 (Kuvio 15) korvaavaa materiaalia etsitään ensisijaisesti kokonaan vapaan materiaalin lisäksi omalta materiaalialueelta, eli prosessista samoilla mitoilla olevasta materiaalista. Jos rästellä jäänyt tilaus on huomattavasti myöhässä, haetaan korvaavaa materiaalia myös oman materiaalialueen sisältä samoilla kuumanauhapaksuustiedoilla olevista materiaaleista. Tällöin materiaalin täytyy olla prosessin vaiheesta jossa valmistuspaksuutta voidaan vielä muuttaa. Materiaali on silloin kuumavalssattu mutta ei esihelkuttettu.



Kuvio 15 Rästien käsittelyn toimintamalli 1

Rästien käsittelyn toimintamalli 2

Rästien käsittelyn toimintamallissa 2 (Kuvio 16) käydään läpi korvaavaa materiaalia etsiessä oma materiaalialue. Alue käydään läpi laadun ja leveyden mukaan. Tämä tarkoittaa, että korvaavaa materiaalia etsitään laatu- ja leveysalueen kaikista kuumavalssaukseen menevistä aihioista. Materiaali voi olla silloin eri kuumanauhapaksuudelle menossa, mutta kuumanauhapaksuus on vielä muutettavissa.

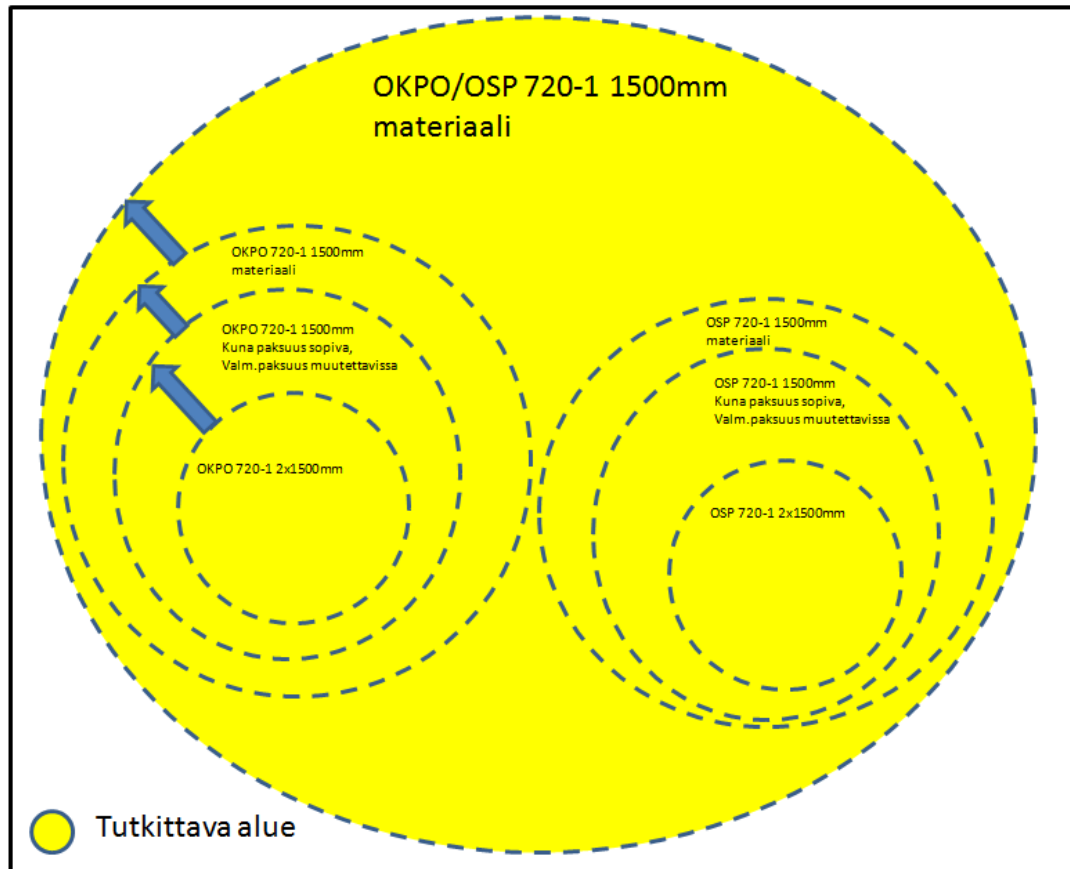


Kuvio 16 Rästien käsittelyn toimintamalli 2

Rästien käsittelyn toimintamalli 3

Rästien käsittelyn toimintamallissa 3 korvaavan materiaalin haku ulotetaan toimintamallin 2 lisäksi myös toisen leikkauspaikan materiaaliin (Kuvio 17). Tilaukselle voidaan todennäköisemmin löytää nopeammin valmistuva materiaali ja näin ollen asiakkaalle saadaan lähtemään tilattu materiaali vähemmän myöhässä. Tällä tavalla saadaan paremmin tasattua myös materiaalialueen oikea-aikaisuutta. Vaihto tehdään jopa viikon

valmistumisajan erolla. Vastaavasti taas ilman materiaalia jääneelle tilaukselle etsitään uusi materiaali vyöryttämällä. Vyöryttämistä jatketaan niin pitkälle, että materiaalialue on mahdollisimman oikea-aikainen.

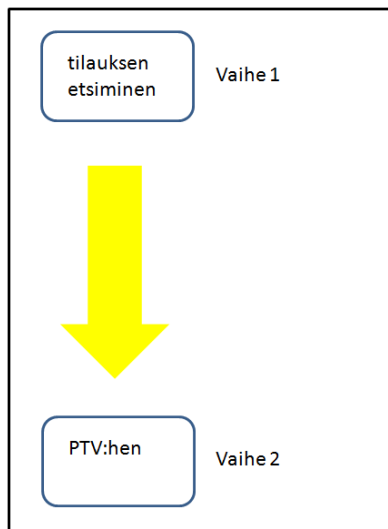


Kuvio 17 Rästien käsittelyn toimintamalli 3

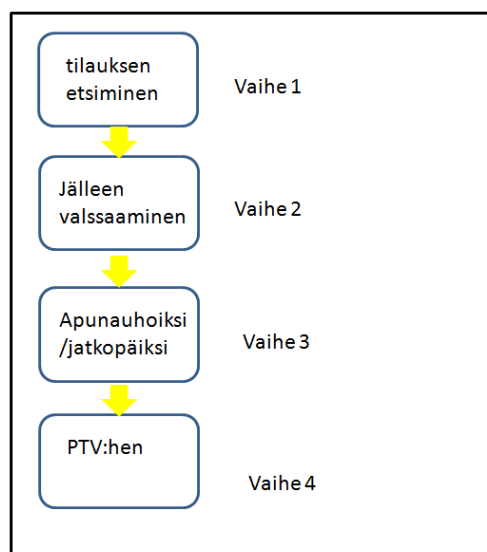
4.3.3 Hylätyn materiaalin käyttö

Hylätylle materiaalille pitäisi aina löytää taloudellinen ja järkevä käyttökohde. Tämä tarkoittaa sitä, että materiaalille olisi aina löydettävä uusi tilaus ja vieläpä mahdollisimman vähällä lisäprosessoinnilla. Hylätyn materiaalin käytöstä löytyi kaksi erilaista toimintamallia. Toimintamalleissa erottuivat tavat, millaisia käyttömahdollisuuksia materiaalille voidaan hakea. Toimintamallissa 1 (Kuvio 18) hylätty materiaali päätyy PTV:hen, mikäli omalta alueelta ei löydy sopivaa tilausta eikä vastaavan alueen toisella tiimilläkään ole siihen sopivia tilauksia. Toimintamallissa 2 hyödynnetään myös jälleentalousmahdollisuuksia sekä apunauhoiksi tai jatkopäiksi laittoa (Kuvio 19). Jäl-

leenalssauksessa materiaali valssataan ohuemmaksi linjan teknisten rajoitusten puitteissa ja erillisen reduktio-ohjeistuksen mukaan. Apunauhojen avulla varmistetaan tietyissä tilanteissa asiakasmateriaalin laatu HP3:lla ja RAP5:lla. Tällöin linjan tekniset säädöt tehdään apunauhojen ajon aikana ja tilanne saadaan stabiiliksi ennen varsinaisten asiakasnauhojen ajoa. Apunauhoja käytetään myös hyödyksi suunnitelluissa seisokeissa nauhakatkoihin. Apunauhoilla myös mahdollistetaan tietynlaisten ajosarjojen tekninen toteutus, esimerkiksi siirryttäessä paksuusalueelta toiselle liian suurella paksuserolla. Jatkopäitä tarvitaan loppumittaan valssauksessa tietyn paksuuden ylittävälle nauhoille laadun varmistamiseksi tai jotta niiden ajo olisi ylipäättään mahdollista kyseisellä linjalla.



Kuvio 18 Hylätyn materiaalin käyttäminen toimintamallissa 1



Kuvio 19 Hylätyn materiaalin käyttäminen toimintamallissa 2

4.3.4 Tiivistäminen

Tiivistämisestä löytyi 4 erilaista toimintamallia (Kuvio 20). Toimintamalleissa tiivistäminen tapahtuu prosessin erivaiheissa ja eri periaatteilla. Toimintamallit 1 ja 4 ovat selkeästi erilaiset. Toimintamallit 2 ja 3 ovat sekoitus kahdesta edellisestä. Kaikissa toimintamalleissa käytetään ensisijaisesti 1-2 viikon viikkojakaumaa. Tarpeen tullen materiaalia tiivistetään jopa 10 viikon päähän olevilla tilauksilla, ellei muita ole. Materiaali pyritään siis käyttämään hyödyksi mahdollisimman hyvin tilauksille jos sellaisia löytyy.

Tiivistämisen toimintamalli 1

Tiivistämisen toimintamallissa 1 tilauksen vastaanotossa käydään läpi mitta-alueen materiaalit ja tiivistetään realisoitunutta materiaalia. Tällöin järjestelmän annetaan tehdä optimointi malliaihioilla. Lopulliseen täyttöasteeseen materiaali tiivistetään vasta kun tiedetään rullan käyttötarkoitus. Kokoa alue käydään vielä järjestelmällisesti läpi 1-2 kertaa viikossa myös materiaalin mitta-alueittain.

Tiivistämisen toimintamallit 2 ja 3

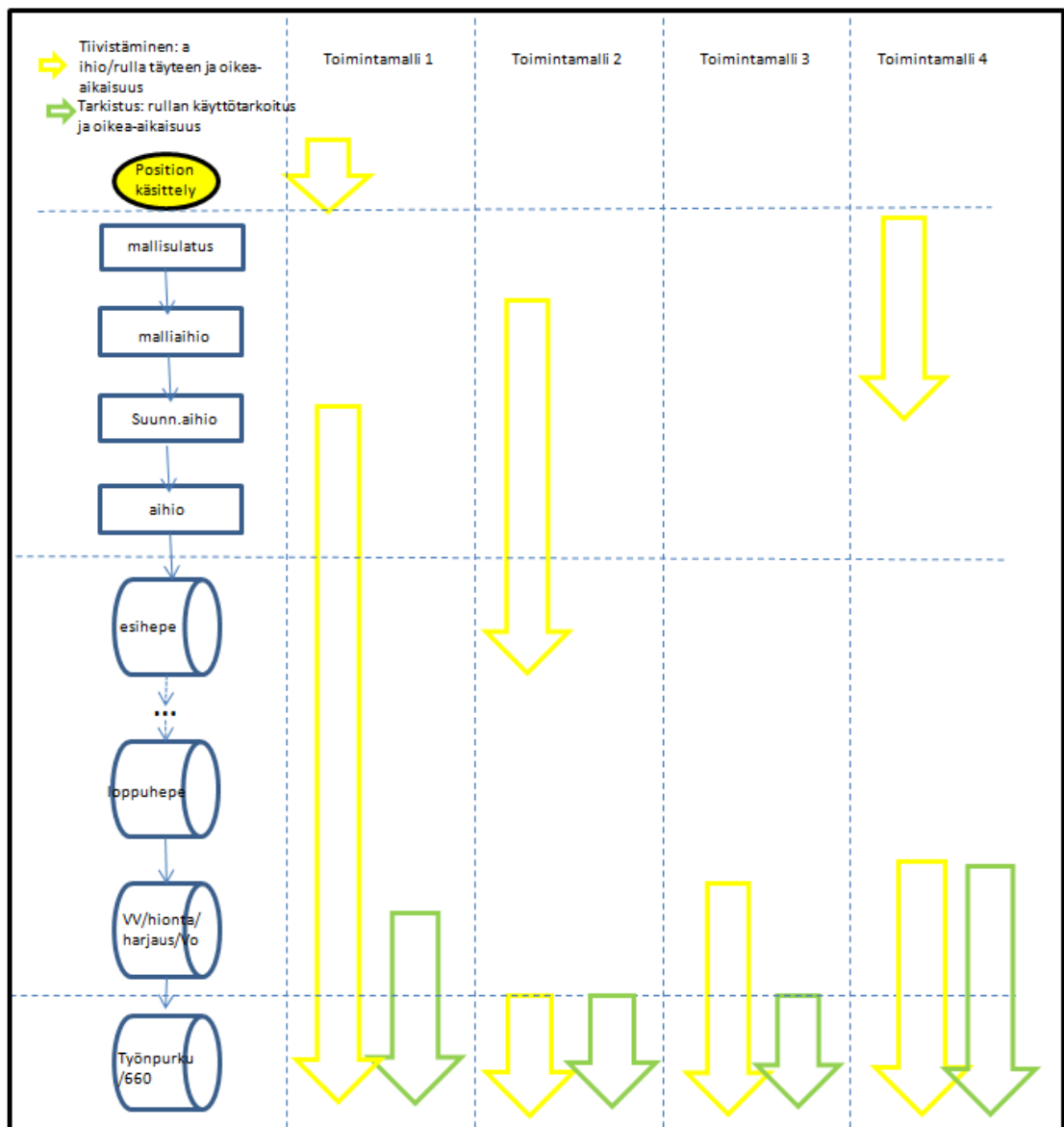
Tiivistämisen toimintamalleissa 2 ja 3 tiivistäminen painottuu pääasiassa vasta työnpurkuun. Ilman tiivistämistä prosessissa on voinut olla liikkeellä saman mitta-alueen sisällä useita vajaita rullia. Pahimmassa tapauksessa sulaton väärällä kuormituksella ja prosessiajan viemisellä oikea-aikaisilta ja myöhässä olevilta tilauksilta kasvatetaan vain puoli- tuote- tai myyntivarastoa.

Tiivistämisen toimintamalli 4

Toimintamallissa 4 periaatteena on saada materiaali tulemaan sulatuksesta asti halutulla sisällöllä ja halutulla täyttöasteella ilman, että järjestelmän annetaan tehdä optimointia. Tämä mahdollistetaan toiminnalla, jossa jo position vastaanottovaiheessa tilaus kiinnitetään sopivalle sulatusjaksolle, jollei vajaata materiaalia ole liikkeellä. Sopiva sulatusjak-

so ei tarkoita läpimenoajan mukaista sulatusjaksoa, vaan malliainiota jossa on esimerkiksi tuotantoreitiltään yhteneväisiä tilauksia tai sopivasti vajaata tilaa.

Sulatusjaksoilla voi siis olla usean eri tuotannonviikon tilauksia ja malliainion sisältöä voidaan joutua vaihtelevaan useaan kertaan, ennen kuin malliainiosta tulee sulatus tilaus ja se sulatetaan. Vaihtoehtoisesti materiaali tulee läpi prosessin kuormittaen linjoja etu-aikaisuudellaan ja lopulta kuormittaen lähetysvarastoa. Seuraavan kerran tiivistämistä on järjestelmällisesti tehtävä kun tiedetään rullan lopullinen käyttötarkoitus.



Kuvio 20 Tiivistämisen toimintamallit 1-4

4.3.5 Vapaan materiaalin käyttö

Vapaata materiaalia käytetään ensisijaisesti rästitilauksille normaalitilanteessa. Uusille tilauksille sitä käytetään, jos kyse on erikoislaaduista, tai asiakas pyytää nopeaa toimintusta. Lisäksi osa suunnittelijoista käy järjestelmällisesti läpi vapaata materiaalia etsien sille sopivia tilauksia tuotannonviikosta riippumatta, joko omalta alueelta tai kaikista mahdollisista tilauksista.

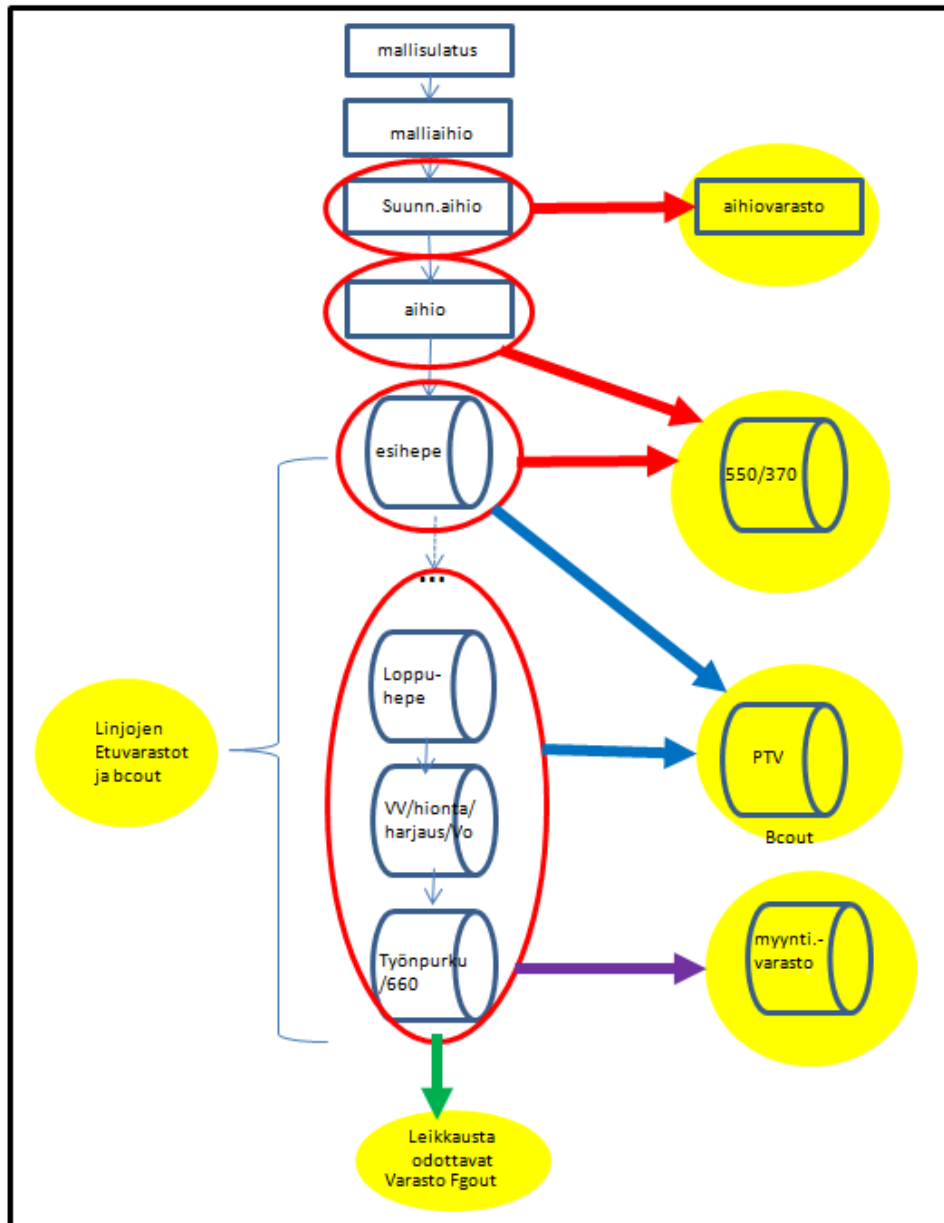
4.4 Työnpurku

Työnpurku työvaiheessa (Kuvio 7) rulla on loppupaksuudessaan ja pinnanlaadussaan. Rulla on silloin valmis leikattavaksi, mikäli kyseessä on Torniossa leikattava materiaali. Terneuzenissa leikattava materiaali on ensin laivattava ja kuljetettava Hollantiin. Materiaalista tehdään leikkausohjelma asiakkaan tilauksen mukaan ja leikkauksen jälkeen tilaus pakataan. Työnpurku työvaiheella on suuri merkitys materiaalin oikea-aikaisuuden hallintaan ja leikkauslinjojen oikeanlaiseen kuormitukseen. On tärkeää käydä leikkausvalmiit rullat läpi viipymättä niiden valmistuttua, jotta mahdolliset myöhässä olevat tilaukset huomataan. Jos materiaalilla on jo aikaisin mahdollinen tilaus kiinni, varmistetaan materiaalin ja tilauksen yhteen sopivuus. Materiaalista tulee tehdä viipymättä leikkausohjelma ja ohjata se suoraan odottamaan leikkausta, mikäli tilauksen tuotannonviikko sen sallii. Materiaalin valmistuessa etuajassa, tulee rulla ohjata erityiseen työvaiheeseen odottamaan vapautusta leikkauslinjalle. Tällä varmistetaan, ettei leikkauslinjoja kuormiteta etuajaisella materiaalilla tilanteessa, jossa on leikkausvalmiina oikea-aikaista ja myöhässä olevaa materiaalia. Mikäli materiaali tarvitaankin rästitilaukselle, puretaan leikkausohjelma ja kiinnitetään se rästitilaukselle leikkausohjelman kera.

4.5 Vapaa materiaali

Vapaata materiaalia syntyy suunnitellusti ja suunnittelemattomasti prosessin eri vaiheissa (Kuvio 21). Prosessin alkuvaiheissa suunnitellusti vapaana syntyvä materiaali varastoidaan aihioina aihiovarastoon tai kuumanauha/kylmänauhapaksuuksilla 550/370 työ-

vaiheisiin. Prosessin myöhemmissä vaiheissa suunnittelemattomasti syntyvä vapaa materiaali, jolle ei löydy sopivaa tilausta, varastoidaan PTV:hen tai myyntivarastoon. Mitä vähemmän vapaata materiaalia on prosessoitu, sitä laajemmat ovat sen käyttökohteet ja erityisesti sitä suuremmalla todennäköisyydellä pystytään varmistamaan vapaan materiaalin ja rästitilauksien kohtaaminen.



Kuvio 21 Vapaan materiaalin syntyminen

Suunnitellusti vapaata materiaalia syntyy, kun sulatustilaukset eivät täyty olemassa olevilla tilauksilla. Tällöin sulatuksen ylimääräiset aihiot ohjataan joko aihiovarastoon tai vapaiksi kuuma/kylmänauhoiksi odottamaan rästitilauksia tai uusia tilauksia. Voi olla myös tilanteita, joissa tietoisesti sulatetaan ylimääräistä materiaalia, esimerkiksi tulevia

huoltoseisokkeja varten. Toinen tilanne voi olla kun halutaan käyttää sulaton kapasiteettia yli tilauskertymän. Tällöinkin vapaa materiaali ohjataan vapaiksi aihioiksi tai kuumakylmänauhoiksi.

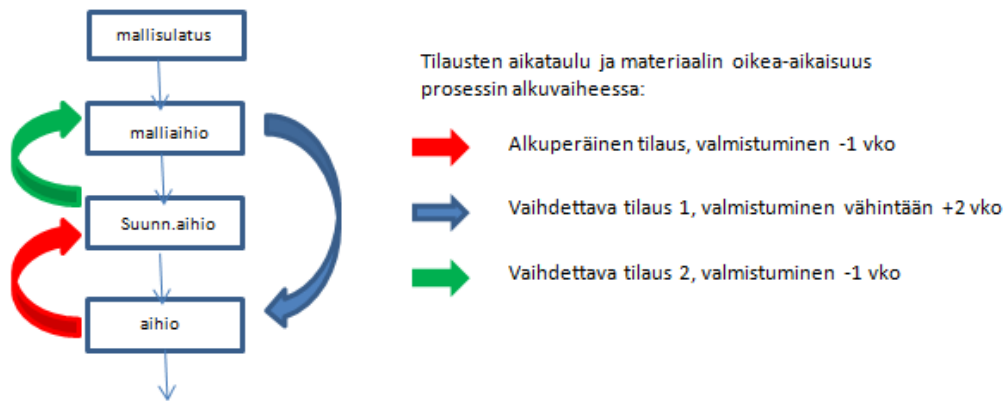
Aihiovarastoa ei mielellään kuormiteta kuumareitin taloudellisuuden, sulatto-kuva tasapainon ja aihiovaraston käytettävyyden vuoksi. On kuitenkin sovittu, että tiettyjen laatu-erien vapaat ahiot jätetään aihiovarastoon ilman kuumanauhapaksuutta. Toisaalta taas tiettyjä laatuja ei voida varastoida ilman kuumavalssausta, koska kuumareitti ei saa katketa laadullisista syistä. (Karjalainen, 2012)

Kun vapaalle aihiolle on annettu kuumanauhapaksuus, voidaan se laittaa eteenpäin kuumavalssaamolle valssattavaksi ainoastaan sulatusjaksojen välissä ja kun ollaan siirtymässä vastaavan leveyden/laadun valssaukseen. Tämä johtuu siitä, että kuumavalssaamo on mitoitettu toimivaksi sulaton tahdissa, ns. kädestä suuhun - periaatteella. Lisäksi kuumavalssausta tapahtuu leveyden osalta portaittain. Sulatusjaksojen välinen aika on myös ainoa mahdollinen aika, jolloin nosturiliikenne ja rata ovat vajaammalla kuormituksella. Jotta aihio saataisiin aihiovarastosta kuumavalssattavaksi, tulee sen myös sijaita päällimmäisenä pinossaan. Joissain tapauksissa ja tilanteissa voidaan pinosta saada siirtelemällä jokin muukin kuin päällimmäinen aihio. Aihiovarastosta valssattavaksi voidaan kerrallaan laittaa muutama aihio. (Karjalainen, 2012)

Suunnittelemattomuudella syntyy suunnitellusti vapaata materiaalia tilanteessa, jossa malliaihioilla tai sulatuslauksessa eivät yhdisty vajaat malliahiot, jotka muuten olisivat yhdistettävissä. Myöhemmin tiivistyksen myötä osasta tulee kokonaan vapaata materiaalia, ellei vajaata täytetä tulevilla ei-oikea-aikaisilla tilauksilla (Kuvio 26). Suunnittelemattomasti kokonaan - tai osittain vapaata materiaalia syntyy kun materiaali jää ilman sopivaa tilausta prosessissa tapahtuneiden virheiden, peruuntuneiden tilauksien tai tilauksille liian lyhyiden ahioiden vuoksi. Vapaata materiaalia syntyy myös tiivistämisen seurauksena kun saman tai eri sulatusjakson sisällä tulleiden vajaiden ahioiden ja rullien tilauksia yhdistetään. Suunnittelemattomasti syntyvä vapaa materiaali kerryttää eniten PTV:tä tai lopulta myyntivarastoa. Toisaalta taas vapaan materiaalin käyttö ei-oikea-aikaisilla tilauksilla voi kuormittaa liikaa linjojen etuvarastoja ja linjojen välisiä varastoja. Linjojen etuvarastojen koon kasvaminen liikaa hankaloittaa sen käyttöä ja toisaalta taas voi ohjata linjan käyttöä oikea-aikaisen materiaalin sijaan ei-oikea-

aikaisen materiaalin ajoon. Tällöin ei-oikea-aikainen materiaali vie prosessiaikaa oikea-aikaiselta materiaalilta, pahimmassa tapauksessa jopa myöhästyttäen sen.

Alla oleva kuva (Kuvio 22) osoittaa, kuinka liian lyhyenä syntynyt aihio (tumppiaihio) voi sekoittaa materiaalin oikea-aikaisuutta. Jos sopivaa vaihdettavaa tilausta ei löydetä saman sulatusjakson sisältä, etsitään alkuperäiselle tilaukselle seuraavaksi aikaisin materiaali esimerkiksi seuraavan sulatusjakson sisältä prosessin aikaisemmista vaiheista. Vastaavasti taas ilman materiaalia jääneelle tilaukselle täytyy löytää ajallisesti aikaisen mahdollinen materiaali. Lisäksi ainoa mahdollinen tilaus laitettavaksi tumppiaihiolle voi löytyä hyvinkin etuaikaisena. Pieni juttu sekoittaa siis materiaalin oikea-aikaisuutta melkoisesti jo prosessin alusta asti.



Kuvio 22 Tumppiaihio ja materiaalin oikea-aikaisuus

Sulatustilausta tehtäessä tulisi estää tilanne, jossa tulevan aihion kooksi tulisi pienempi kuin sen sisältävä tilauksen koko on. Mahdollisia keinoja ovat:

1. Siirretään sulatustilauksen sisällä sopivimman kokoisen tilauksen sisältävä malliaihio tulevalle tumppiaihiolle
2. Estetään tietyillä laaduilla sulatuksen kahden viimeisen aihion syntyminen vajaanmittaisena
3. Rajoitetaan vajaiden aihoiden lukumäärän syntymistä. Vajaanmittaisena voisi muodostua vain viimeinen aihio ja tietyn mitan alittavat aihiot romutetaan
4. Kohdistetaan tumppiaihiot suoraan kuumille 1-pintaisille sopivan kokoisille tilauksille jo sulatustilausta tehtäessä
5. Jätetään sulatustilausta tehtäessä tulevat tumppiaihiot vapaiksi.

Tehtaan rakenne on suunniteltu siten, että sulatto syöttää materiaalia optimaalisen käytön mukaisilla sarjoillaan samaa tahtia toimivalle kuumavalssaamolle. (Karjalainen, 2012, haastattelu) Siirryttäessä KYVA1:sen tai RAP5:en puolelle, täytyy niiden linjojen myös saada materiaalia sille linjalle optimaalisella ajojärjestyksellä ja määrällä. Linjoille täytyy löytyä oikeanlaista syötävää oikealla hetkellä, jotta laaduntuottokykykin säilyisi oikealla tasolla.

5 TULOSTEN TARKASTELU

Haastattelujen tuloksena oli joukko yksittäisiä kirjavia käytäntöjä ja toimintatapoja erilaisissa tilanteissa. Näiden pohjalta voidaan kuitenkin tehdä karkea jako kahteen erilaiseen toimintatapaan: staattiseen ja dynaamiseen toimintatapaan. Osa valmistuksensuunnittelijoista käyttää työssään muuttumattomia toimintatapoja, eli toimii samalla tavalla tilanteesta riippumatta. Tämä tapa voi olla joko peritty tai omakohtaisesti koettu toimivaksi ja työtä helpottavaksi jossain tilanteessa. Osa suunnittelijoista taas toimii dynaamisesti muuttaen toimintaansa muuttuneen tilanteen mukaan. Impulssi muuttuneesta tilanteesta tulee hyvin pitkälle valmistuksensuunnittelijan omien huomioiden ja kokemuksen perusteella.

Yksittäisiä toimintatapoja sellaisenaan on mahdotonta verrata keskenään johtuen valmistuksensuunnittelijoiden erilaisista materiaaialueista. Tästä syystä pyrittiinkin löytämään yksittäisistä toimintatavoista kehittyneimmät ja tavoitteita palvelevat. Näiden avulla määriteltiin toimintamallit erilaisiin tilanteisiin ja materiaalivirtoihin ottaen huomioon asetetut tavoitteet varastojen koon pienentämisestä ja materiaalin oikea-aikaisesta valmistumisesta, erityisesti läpimenoajan lyhentämisen myötä.

Tilausohjautuvassa tuotannossa tuotanto tapahtuu asiakkaan tilauksen myötä, eli tuotannon volyyymi seuraa markkinoiden vaihteluita. Tämän ja kokemusperäisen tiedon myötä voidaan olettaa, että myös valmistuksensuunnittelun toimintamallien täytyy perustua markkinoiden vaihteluun. Eli erilaisissa markkinatilanteissa tulee toimia eri tavalla ja tehdä päätöksiä eri vaiheissa. Pääsääntöisesti erilaisia toimintamalleja tarvitaan siten kahteen erilaiseen markkinatilanteeseen: hyvään ja huonoon markkinatilanteeseen.

Toimintamallien lisäksi pitää määritellä tilanteet, joissa toimintaa tehostamalla tai muuttamalla voidaan saavuttaa asetetut tavoitteet varastojen tason pienentämiseen sekä materiaalin valmistumiseen oikea-aikaisesti läpimenoaikojen lyhennyttyä. Varastojen tasoon pystytään vaikuttamaan tekemällä oikeanlaisia valintoja vapaan ja vajaan materiaalin käytössä pitkin prosessia ja erityisesti tilauksen vastaanotossa. Tiivistämisen tasolla, rästien käsittelyllä, sekä hylätyn ja vapaan materiaalin käytöllä voidaan vaikuttaa materiaalin oikea-aikaiseen valmistumiseen. Läpimenoajan lyhentäminen asettaa myös paineen siirtää materiaalin tarkastuspistettä, eli työnpurkua, systemaattisesti prosessissa ylemmäs kuten kappaleessa on esitetty.

Aluksi tarkastellaan yleisesti hyvän ja huonon markkinatilanteen tunnusmerkkejä. Hyvästä markkinatilanteesta käytetään nimitystä vahva materiaalivirta. Huonosta markkinatilanteesta käytetään nimitystä heikko materiaalivirta (Kuvio 23).

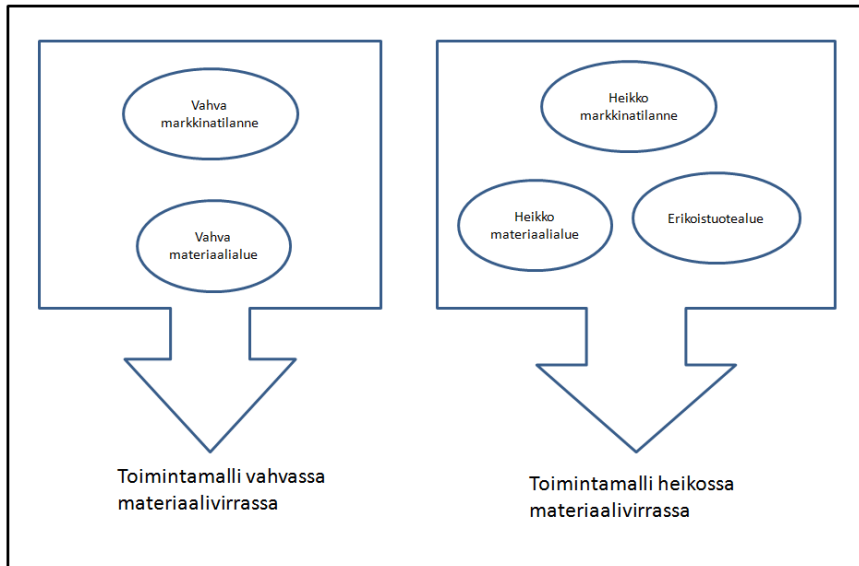
Materiaalivirtojen tunnusmerkkien jälkeen käsitellään toimintamallit ja lopuksi vapaan materiaalin hallinta.

5.1 Vahvan materiaalivirran tunnusmerkit

Vahvan materiaalivirran tapauksessa samanviikkoisia tilauksia mitta-alueella on paljon. Tästä syystä sulatustilaukset täyttyvät oikea-aikaisilla materiaaleilla. Linjojen optimaalinen ajo on mahdollista ja materiaalien vaihto samojen mittojen sisällä keskenään, samojen tuotannonviikkojen kesken, pienentää rästien määrää ja pitää myös materiaalin oikea-aikaisena. Usein laadukkaampaan materiaaliin päästäänkin juuri tilanteessa, jolloin linjoilla on paljon ajettavaa. Vapaan materiaalin määrä on pieni ja materiaali kulkee prosessin läpi suurimmaksi osaksi oikea-aikaisena. Vahva materiaalivirta on tunnusomainen hyvässä markkinatilanteessa ja suurien volyymien standardituotealueilla.

5.2 Heikon materiaalivirran tunnusmerkit

Heikon materiaalivirran tapauksessa saman mitta-alueen tilauksia on vähän, joten sulatustilauksia joudutaan täyttämään etuaikaisella tai vapaalla materiaalilla. Tästä syystä materiaalivirrassa on paljon etuaikaista materiaalia. Linjojen etuvarastoon voidaan joutua keräämään materiaalia, jotta teknisesti mahdollinen ja laadullisesti optimaalinen ajosarja onnistuisi. Tästä syystä asiakastilauksia voidaan joutua tahallisesti myöhästyttämään. Korvausmateriaalin saanti prosessissa jo tulevasta materiaalista on huono, joten rästien määrä suhteessa materiaalivirtaan on suuri. Toisaalta taas prosessoidun vapaan materiaalin määrä on suuri, eli rästitilaukset ja vapaa materiaali eivät kohtaa ominaisuuksiensa puolesta. Materiaalialueiden välillä on suuria eroja oikea-aikaisuuden suhteen, riippuen mitta-alueen ja laadun onnistumisprosentista. Tyypillisesti heikko materiaalivirta vallitsee huonossa markkinatilanteessa, pienen volyymin- ja erikoistuotealueilla.



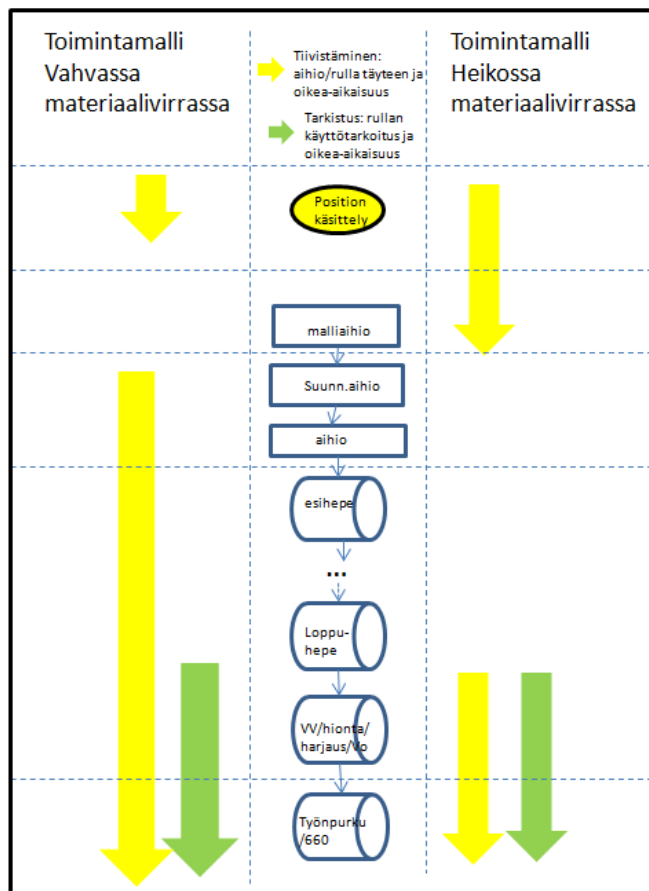
Kuvio 23 Toimintamallit erilaisiin materiaalivirtoihin

5.3 Toimintamalli vahvassa materiaalivirrassa

Vahvassa materiaalivirrassa tilaukset soljuvat materiaalivirtaan ja materiaali on oikea-aikaista. Oikea-aikaisena voidaan pitää 1-2 viikkojakaumaa suhteessa läpimenoajan mukaisten työvaiheiden aikatauluihin. Sulatustilaukset täyttyvät oikea-aikaisella materiaalilla ja vapaana tehtävän materiaalin määrä on pieni. Myynnille auki oleva viikko on tuotteen läpimenoaika+n. Mitä suurempi n on, sitä kauemmas tulevaisuuteen tehtaan tuotantokapasiteetti on myyty. Materiaalivirrassa voi olla osittain vajaata, mutta ne todennäköisesti saadaan täytettyä tilauksilla, joissa halutaan nopeampaa toimitusta kuin tilauksen syöttöhetkellä on mahdollista. Toisaalta taas materiaali voidaan antaa myösmennä leikkaukseen hieman vajaana, koska myynti- ja puolituotevarasto-myynti käyvät vilkkaina. Vallitsee ns. myyjän markkinat.

Uuden tilauksen käsittelyssä voidaan hyödyntää pitkälti automaattivarausta rullankerannaisten tilauksissa ja optimoinnin annetaan tehdä työnsä malli-aihoilla. Tilausta vastaanotettaessa käydään kuitenkin mitta-alue läpi (Kuvio 12). Samalla täytetään osittain vajaata materiaalia suunnitelluista aihioista eteenpäin, mikäli valmistumisaika on yhteneväinen, tai 1-2 viikkoa aikaisempi kuin tilauksessa pyydetty tuotannonviikko. Samalla tehdään tarvittava tiivistäminen ja vyöryttäminen mitta-alueen sisällä prosessin muissakin vaiheissa (Kuvio 10).

Materiaalin käsittelyssä voidaan keskittyä pitämään materiaali oikea-aikaisena (Kuvio 24) sekä kohdistamaan paras materiaali vaativimman käyttötarkoituksen tilaukselle. Vyöryttämistä ja tiivistämistä ei aina tarvitse ulottaa Kuvio 10 tasolle, koska materiaalia on liikkeellä paljon mitta-alueen sisälläkin. Tosin vyöryttämistä ja tiivistämistä tehdään koko prosessissa. Rästien käsittely ja korvaavan materiaalin haku tehdään aina Kuvio 17 ja Kuvio 10 mukaan. Asiakkaalle ei pystytä antamaan niin aikaista toimitusviikkoa kuin on pyydetty, sen sijaan luvatussa toimitusviikossa pystytään todennäköisesti pitäytymään. Työn painopiste tiivistämisen suhteen on tasaisesti pitkin prosessia (Kuvio 24).



Kuvio 24 Työn painopisteet toimintamalleissa

5.4 Toimintamalli heikossa materiaalivirrassa

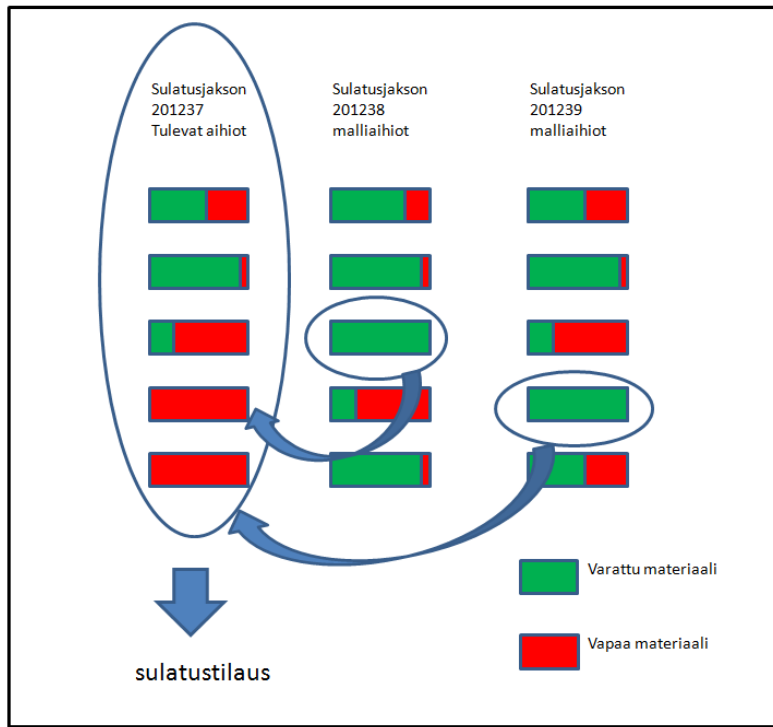
Heikon materiaalivirran vallitessa olemassa oleva materiaali pitää käyttää tehokkaasti hyödyksi. On tärkeää saada materiaali tulemaan sulatustilauksesta asti tiivistettynä, eli oikeassa täyttöasteessaan oikea-aikaisuudenkin kustannuksella (Kuvio 24). Tällöin tilauksen vastaanottovaihe on kaikista kriittisin vaihe. Mikäli tilaukselle löydetään materi-

aalia, johon se on aikaisin mahdollinen, tilaus kiinnitetään siihen (Kuvio 12). Materiaali voi olla konkreettinen materiaali tai malliaihio (Kuvio 24). Ensimmäisenä käytetään pisimmälle valmiina oleva materiaali. Tuotannonviikon antamisessa hyödynnetään mahdollisuutta antaa aikaisempi tuotannonviikko kuin asiakas pyytää.

Koska myynti on heikkoa, käy tuotantokapasiteetti alikierroksilla. Tästä syystä myynnille auki oleva tuotannonviikko voi olla yhtä kuin läpimenoaika. Yhtä aikaa samassa prosessin vaiheessa voi olla rullia, joiden tuotannonviikoissa voi olla eroa kymmenenkin viikkoa.

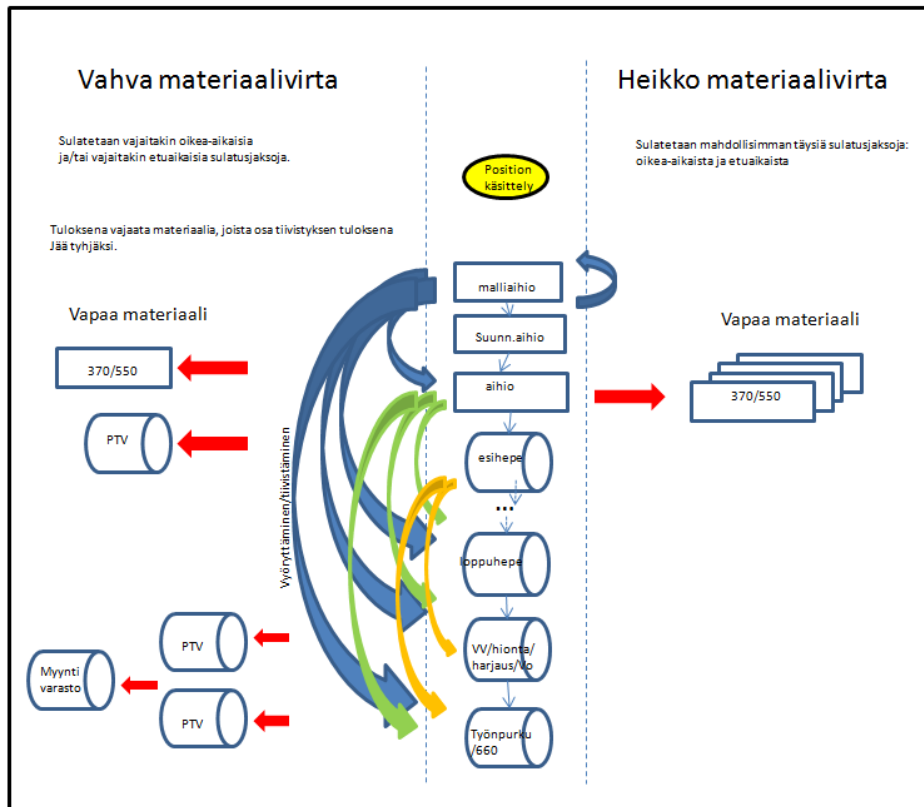
Materiaali käytetään tehokkaasti hyödyksi. Kokonaan vapaan materiaalin täytössä tilauksia etsitään yli oman materiaalialueen rajojen (Kuvio 10). Osittain vapaa materiaali käytetään aikaisimmalle mahdolliselle tilaukselle tuotannonviikosta riippumatta. Tilaukset voivat siis valmistua viikkoja etukäteen ja kuormittaa näin ollen lähetysvarastoa, myyntivaraston ja puolituotevaraston sijaan. Tarpeen tullen tilauksia vyörytetään materiaalivirrassa, jotta aikaisin tilaus saadaan toimitusvalmiiksi ensimmäisenä (Kuvio 10). Vyöryttämistä tehdään paljon, jotta löydetään aikaisin mahdollinen tilaus joka materiaalista voidaan valmistaa (Kuvio 10). Vastaavasti taas rästitilaukselle etsitään nopeimmin valmistuva materiaali yli oman alueen rajojen (Kuvio 17). Työn painopisteet vyöryttämisen suhteen painottuvat prosessin alkuvaiheille: malliaihioille ja mallisulatuksiin, sekä prosessin loppuvaiheille (Kuvio 24).

Sulatustilauksessa tavoitteena on tehdä sulatuksia, joissa materiaali on täytetty mahdollisimman pitkälle tilauksilla vapaan sijaan: oikea-aikaisilla malliaihioilla ja täysillä etuaikaisilla malliaihioilla niin kaukaa tulevaisuuden sulatusjaksoilta kuin on järkevää (Kuvio 25).



Kuvio 25 Sulatuslauksen täyttäminen

Pitkällä aikavälillä on tavoitteena tehdä osittain vajaan materiaalin sijaan kokonaan vapaata materiaalia ja hallitusti (Kuvio 26). Vapaan materiaalin mitta-alue pyritään määrittelemään mahdollisimman hyvin niin, että sen kiertonopeus olisi hyvä ja käyttö mahdollisille rästeille olisi mahdollista.



Kuvio 26 Vapaan syntymisen vahvalla ja heikolla materiaalialueella

Aihiovarastoa hyödynnetään etenkin erikoistuotteille. Kuumanauhapaksuuksia varten tarkastellaan millaisia kuumanauhapaksuuksia sulatustilaus sisältää, millaisilla kuumanauhapaksuuksilla tilauksia on prosessissa ja millä mitta-alueella rästien todennäköisyys on suurin. Vaikkakin rästeille uusi materiaali on saatavissa sulatolta viikossa, tarkoittaa se kuitenkin sitä, että rästitilaus voi pahimmassa tapauksessa synnyttää uuden sulatustilauksen ja taas lisää vapaata materiaalia. Heikon materiaalivirran alueella onkin varmistettava, että vapaa materiaali on mahdollisimman hyvin käytettävissä mahdollisille rästitilauksille. Voitaisiin olettaa, että tietyllä laatu- ja mitta-alueella, jolla on vähän tilauksia, vapaan materiaalin määrä on suhteessa suurempi kuin standardilaaduilla ja -mitta-alueilla vääränlaisen kohdistuksen vuoksi. Standardilaaduilla ja -mitta-alueilla materiaalia kiertää prosessissa suurempia määriä samassa ajassa ja näin ollen vapaa materiaali päätyy suuremmalla todennäköisyydellä ja nopeammin käyttöön tilauksille.

Etenkin heikossa materiaalivirrassa on erityisen tärkeää tehdä materiaalivaihtoja leikkauspaikkojen ja pinnanlaatujen välillä. Työnpurkutyövaihe, eli materiaalin ja tilauksen yhteensopivuuden tarkastuspiste pitäisi pystyä nostamaan prosessissa ylemmäs, jotta materiaalivaihtoja voitaisiin systemaattisesti ja turvallisesti tehdä eri leikkauspaikkojen

ja pinnanlaatujen välillä kuten kappaleessa 5.6.2 Valmistusprosessin muutos on esitetty. Materiaalinvaihdolla pystytään pitämään materiaalit oikea-aikaisina laajempina kokonaisuuksina. Sillä pystytään myös estämään tilanne, jossa loppuun asti prosessoitu materiaali jäisi ilman sopivaa tilausta poikkeamatilanteessa. Tällöin materiaali jää puoli-tuotevarastoon, vaikka se olisi voitu riittävän aikaisilla toimenpiteillä ohjata sille sopivalle asiakastilaukselle pinnanlaadun ja leikkauspaikan muutoksilla

5.5 Vapaan materiaalin hallinta

Tällä hetkellä ei ole selkeää sääntöä ja suunnitelmaa, kuinka vapaata materiaalia tulisi käyttää. Ainoastaan on sovittu, että normaalitilanteessa, eli hyvässä markkinatilanteessa, vapaata materiaalia on ensisijaisesti hyvä käyttää rästitilauksille, tai myöhässä oleville tilauksille. Normaalitilanteessa vapaata materiaalia syntyykin vähemmän ja sen kiertonopeus on nopeampi kuin huonossa markkinatilanteessa. Hyvässä markkinatilanteessa vapaa materiaali voidaan myös prosessoida pidemmälle, koska rästitilauksille saadaan helpommin korvaavaa materiaalia prosessissa tulevasta materiaalista vyöryttämällä myöhäisempiä tilauksia materiaalivirrassa taaksepäin.

Ei ole myöskään sääntöä, kuinka suureksi vapaan materiaalin osuus saa hetkellisesti kasvaa. Ja etenkin millaisiin käyttökohteisiin sitä tulisi käyttää. Tällä hetkellä jokainen tahollaan käyttää yhteistä vapaata materiaali parhaaksi katsomallaan tavalla. Toisella voi olla periaatteena käyttää vapaa materiaali heti hyödyksi ”kuleksimasta”, toinen käyttää vapaata materiaalia vain äärimmäisessä hätässä. Pahimmassa tapauksessa rästitilaukselle nyt tarvittava vapaa materiaali onkin juuri hetki sitten käytetty etuaikaiselle tilaukselle.

Ei ole siis määrättyä yksittäistä henkilöä kuka ohjaisi tai seuraisi vapaan materiaalin määrää, syntymistä ja käyttämistä. Tästä syystä voisi olla järkevää miettiä tiimien kokoonpanoa uudella tavalla. Tiimit voisivat koostua vastaisuudessa laaduittain jaettuna standardi- ja erikoislaatuihin, leikkauspaikan ja pinnanlaadun sijaan. Tiimi yhdessä voisi määritellä millaisilla kriteereillä vapaata millaisissakin tilanteissa käytettäisiin. Tiiminvetäjä voisi olla vastuussa yleisesti vapaanmateriaalin prosessointiasteesta ja varastoinnista, sekä käytöstä ja ohjauksesta. Etenkin työpareiksi vastaavia laatu- ja mitta-

alueita eri leikkauspaikoille tekevät olisivat luonnollinen valinta ja voisivat tehostaa materiaalinvaihtoa sekä käyttöä.

Olellisinta suunnitellusti syntyvän vapaan materiaalin käytössä on ratkaista mihin vapaata materiaalia pitäisi pystyä käyttämään ja millaiseen kiertonopeuteen pitäisi päästä missäkin markkinatilanteessa ja tuotevolyymillä. Näiden kriteerien mukaan pitäisi määrittellä prosessointiaste ja kuumanauhapaksuus sulatuksesta tulevalle vapaalle materiaalille.

5.6 Valmistuksensuunnittelun kehittäminen

Valmistuksensuunnittelun menestyksenkäs suorittaminen vaatii laajaa tietämystä tehtaasta ja sen prosessien toiminnasta, vahvuuksista ja heikkouksista, sekä ennakoitokykyä tulevista ongelmista ja kuinka niistä selviydytään. Kaiken tämän oppiminen tarkoittaa siis useamman vuoden työkokemusta ja sen mukanaan tuomaa kykyä tunnistaa muuttuvat tilanteet sekä ratkaisu- ja toimintamahdollisuudet. Haastattelujen perusteella voi myös todeta, että useassa eri tiimissä tai erilaisilla materiaali-alueilla toiminut suunnittelija oli kenties parhaiten harjaantunut toimimaan dynaamisesti toimintamallien suhteen.

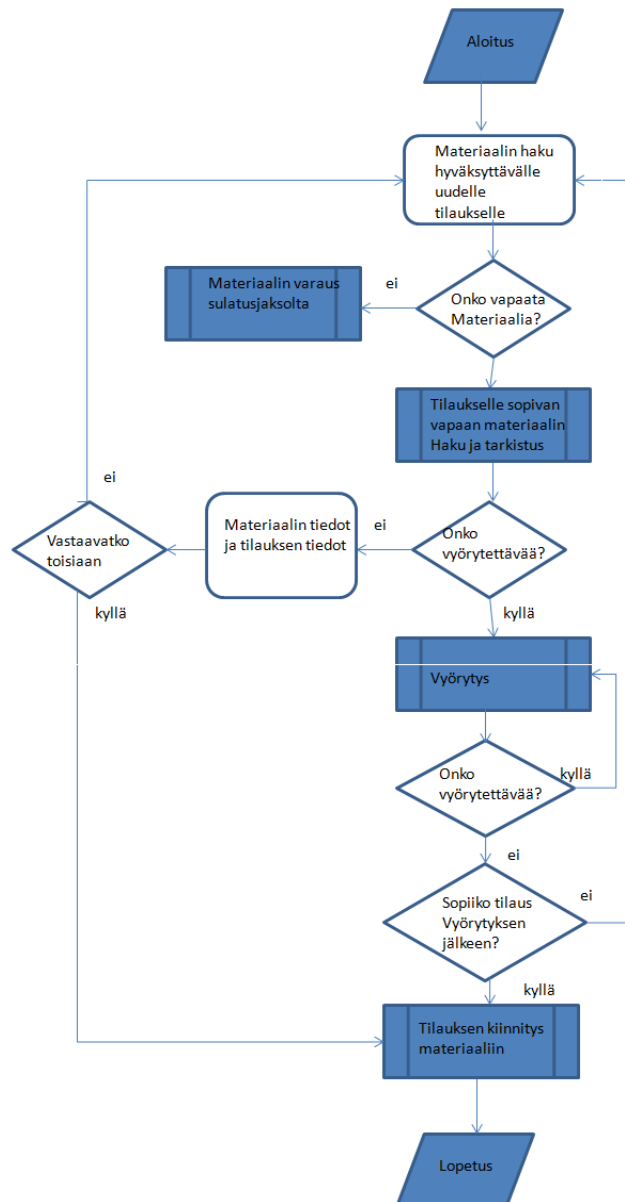
Tällä hetkellä valmistuksensuunnittelun tehokkuutta mitataan asiakastyytyvyydellä, jonka mittarina Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksilla käytetään toimitusvarmuutta. Toinen mittari on varastojen taso ja kolmas mittari on läpimenoaika. Läpimenoaika on hiljattain lyhennetty ja varastojen tasoa on pyritty laskemaan etsimällä niille asiakastilauksia ja romuttamalla systemaattisesti. Toimitusvarmuutta seurataan laadittain ja valmistuksensuunnittelijoittain. Tähän mittariin valmistuksensuunnittelija voi vaikuttaa tietyllä tasolla, mutta kuitenkin merkittävin tekijä on tuotannon laaduntuotokkyky. Mikä olisi sitten tarkoitukseen sopiva mittari? Mikä asia osoittaisi, että valmistuksensuunnittelija on tehnyt työnsä taloudellisesti ja tehokkaasti? Reilu ja työn suoritukseen ja sitä kautta tuotantokustannuksiin perustuva mittari, joka kuitenkin perustuu asiakaslähtöisyyteen ja kilpailuhenkisyyteen, voisi oikein käytettynä tuoda lisää motivaatiota työn suorittamiseen. Motivaatiota se toisi myös pyrkimykseen palvella asiakasta paremmin mahdollistamalla oikea-aikaisen tai ainakin mahdollisimman vähän myöhästyvän toimituksen.

Mielestäni valmistuksensuunnittelua tulisi vieläkin selkeämmin ohjata valintoihin, joilla päästäisiin asetettuihin tavoitteisiin. Pitäisi määritellä vaihtoehtoiset keinot sekä millaisten asioiden kustannuksella ne ovat mahdollisia ja hyväksyttäviä saavuttaa ja missä määrin. Esimerkiksi tavoitteet materiaalin oikea-aikaisuudesta ja varastojen pienentämisestä: on määriteltävä kuinka toimitaan, kuinka etuaikaisille tilauksille vapaata käytetään, sekä mikä merkitys on vapaan materiaalin prosessointiasteella tai laadulla.

5.6.1 Valmistuksensuunnittelu prosessien mallinnus

Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksien tuotannonsuunnittelu ja erityisesti valmistuksensuunnittelu sisältää paljon dokumentoimatonta tietoa. Tieto olisi tärkeää saada kaikkien valmistuksensuunnittelijoiden käyttöön. Kuvaamalla tilanteet ja päätösten tekoon vaikuttavat asiat, saataisiin todennäköisesti myös tehostettua toimintaa ja karsittua pois vääriä oletuksia. Samalla myös varmistetaan päätösten oikeellisuudesta ja voidaan löytää uusiakin ratkaisukeinoja. Mallinnuksesta voitaisiin käyttää ns. pohdintapuuta, eli vuokaaviota (Kuvio 27).

Alla olevassa kuvassa on esimerkin avulla kuvattu yksinkertainen tilanne materiaalin hausta. Esimerkissä materiaalia lähdetään hakemaan uudelle, hyväksyttävälle tilaukselle. Tilanne lähtee liikkeelle vapaan materiaalin hausta. Mikäli tilaukselle löydetään vapaata materiaalia, tarkistetaan ensin onko vyörytettävää. Jos vyörytettävää löytyy, tehdään se. Vyöryttämistä jatketaan kunnes ei ole enää vyörytettävää. Mikäli vielä on vapaata ja tilaus sopii siihen, kiinnitetään tilaus vapaaseen materiaaliin. Mikäli vapaata materiaalia ei ole, tilaukselle varataan materiaali tulevilta sulatusjaksoilta. Kaavio materiaalinhausta voisi olla jatkoa kaaviolle, jossa käydään läpi uuden tilauksen oikeellisuus.

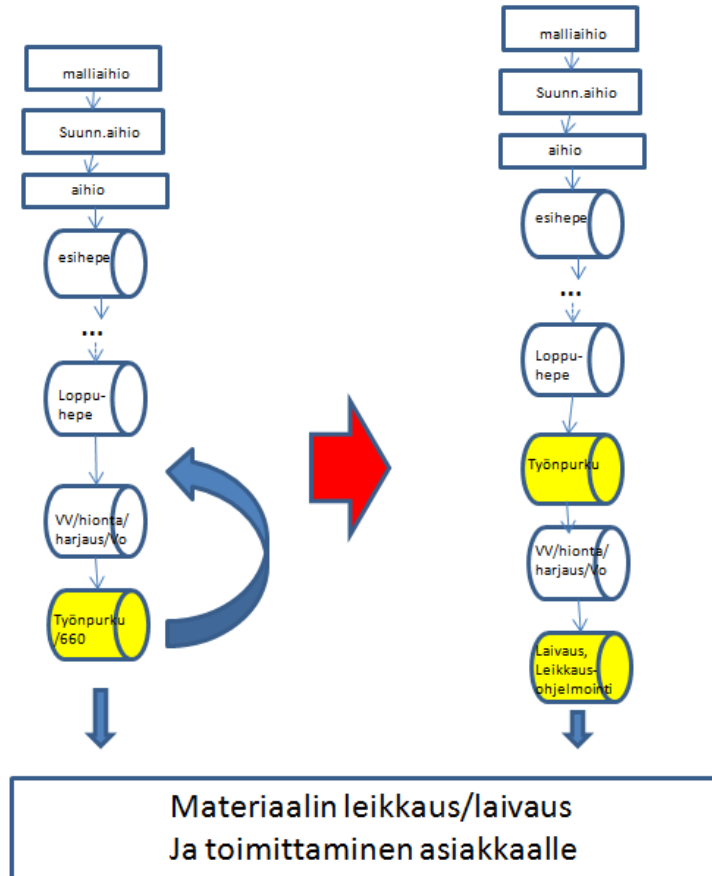


Kuvio 27 Mallinnus vuokaavion avulla

5.6.2 Valmistusprosessin muutos

Toinen kehityskohde voisi olla työnpurku työvaiheen nostaminen valmistus prosessissa ylemmäs (Kuvio 28). Loppuheikutuksessa materiaalin käyttötarkoitus määritellään pintavirheiden avulla. Tämän työvaiheen jälkeen rulla käy vielä viimeistelyvalssauksen ja joissain tapauksissa lisäksi hionnan, harjauksen, tai venytysoikaisun ennen kuin se ohjataan työnpurun kautta leikkaukseen tai laivattavaksi. On järkevää ja taloudellista pysäyttää materiaali heti kun tiedetään mihin käyttötarkoitukseen se käy ja päättää sen jälkeen jatkoprosessoinnit sekä lopullinen leikkauspaikka. Tärkeää on myös ensisijassa etsiä

tilaukselle uusi materiaali, mikäli käyttötarkoitus ei ole sopiva. Muutosehdotuksella voidaan etenkin heikossa materiaalivirrassa vaikuttaa asiakastyytyvyyteen, varastojen tasoon ja materiaalin oikea-aikaisuuteen



Kuvio 28 Työpurku työvaiheen siirtäminen prosessissa ylemmälle tasolle

6. YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää ja kuvata Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksien tuotannonsuunnittelussa käytössä olevat valmistuksensuunnittelun toimintamallit, sekä löytää yhteiset tehokkaat ja taloudelliset toimintamallit huomioiden tiukennetut varasto- ja läpimenoaikatavoitteet. Kirjallisuutta vastaavanlaisesta tilausohjautuvasta valmistuksensuunnittelusta, joka sopisi Outokumpu Tornio Worksin tuotantolaitoksien tuotannonsuunnitteluun, oli hyvin vaikea löytää. Tästä syystä teoriaosuudessa tarkasteltiin yleisesti tilaus-toimitusketjua, tilausohjautuvaa tuotantoa ja toiminnanohjausta ongelmien ratkaisun avuksi ja tavoitteiden tueksi.

Teoriaosuudessa käsiteltiin perinteisen tilaus-toimitusketjun periaatteita ja sitä kuinka jatkuva toimintojen tehostaminen ja ajatusmallien muuttaminen on yrityksen elinehto. Ajatusmallit ovat muuttumassa totutusta: ”me olemme aina tehneet sen näin”, suuntaan: ”mikä olisi asiakkaan ja meidän kannalta tehokkain tapa tehdä se tässä tilanteessa”. Pikkuhiljaa on ymmärretty, että ulkopuolinen maailma ei välttämättä usko meidän tapamme toimia tuovan enää tarvittavaa lisäarvoa kovenevassa kilpailutilanteessa. Sen sijaan asiakas on halukas etsimään yhä enemmän ja enemmän innovatiivisempia ratkaisuja kustannusten minimoimisessa ja tehokkuuden lisäämisessä. Omalta osaltaan tähän pyrkii myös valmistuksensuunnittelu tehostamalla ja muuttamalla toimintatapojaan entistä enemmän markkinalähtöiseksi ja joustavammaksi, siinä ristitulessa johon se on asetettu toiminnanohjauksen puitteissa.

Opinnäytetyön aihe oli erittäin kiinnostava, mutta työn luonteen vuoksi todella haastava. Lähtökohtaisesti oli pystyttävä etsimään käytännöstä opinnäytetyössä tavoiteltavat asiat: missä tilanteissa niihin pystytään vaikuttamaan, millä keinoilla ja millaiset ovat ristikkäisvaikutukset. Myöskään konkreettisia mittareita ei ole siitä, kuinka valmistuksensuunnittelun tehtäviä tulisi menestyksekkäästi hoitaa. Ei ole myöskään määritelty, mitkä ovat tavoitteet ja kuinka niihin päästään.

Toimintamalleja määriteltäessä vaikeutta toivat haastateltavien erilaiset työalueet. Toisen alueella toimivat menetelmät eivät sovi käytettäväksi sellaisenaan toisen alueella. Yksi suunnittelija tekee kaiken mahdollisen tehtävissä olevan ja toinen kaikista välttämättömimmän. Yksityiskohtaisia kaiken kattavia toimintamalleja on mahdoton tehdä.

Sen sijaan pyrittiin luomaan ajatusmaailmaa siitä, mitä asioita tavoittelemalla saamme yrityksellemme kilpailuetua asiakkaan näkökulmasta ja taloudelliselta kannalta. Toimintamallit hahmottamalla halusimme selkeyttää, millaista toiminnan vaikutusta haemme suhteessa varastojen tasoon ja materiaalin oikea-aikaiseen valmistumiseen. Lisäksi toiminnanohjauksen päätavoitteet haluttiin tuoda selkeämmin esille valmistuksen suunnitteluun ja löytää käytännön keinot joilla niitä tukea. Toiminnanohjauksen päätavoitteet ovatkin suoraan johdettavissa valmistuksensuunnittelijan päivittäistä toimintaa ohjaaviksi tekijöiksi.

Opinnäytetyö saa jatkoa kokeilujaksosta, jossa toimintamallit otetaan käyttöön valmistuksensuunnittelussa.

LÄHTEET

- Alatalo, R., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Aroesti, M. 1992. A production Control Solution for the Steel Industry. *Steel Technology International*. sivut 263 – 268.
- Fisher, M., L. 1997. What is the right supply chain for your product?. 105-116. *Harvard Business Review*.
- Bertrand, J. W. M. & Wortmann, J. C. & Wijngaard, J. 1990. *Production Control: A Structural and Design Oriented Approach*. Amsterdam: Elsevier. sivu 320.
- Hallgren, M & Olhager, J 2006. Differentiating manufacturing focus. 3863-3878, vol 44. *International Journal of Production Research*.
- Harjuoja, M., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Haverila, M. & Uusi-Rauva, E. & Kouri, I & Miettinen, A. 2009. *Teollisuustalous*. Tampere: Infacts Oy.
- Haverila, M & Kouri, I & Uusi-Rauva, E. 1994, *Teollisuustalous*. 2. painos. Ylöjärvi: Infacts Johtamistekniikka.
- Heikka, A., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu elokuu.
- Heikkilä, M Tiedonsiirtovälineestäkö kilpailuetu? *Materiaalitalous* 10/94, 10.
- Hietala, N., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Hirvasniemi, P., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Hiukka, P., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Jutila, J, Tuotantos suunnan muutos ja tuottavuuden kehittäminen lämmönsiirrintuotannossa. Raportti. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta.
- Juvonen, P., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Kadenius, J., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu elokuu.
- Karjalainen, E., käyttöinsinööri, terässulatto, 2012, haastattelu elokuu.
- Karrus, K. E 1998. *Logistiikka*. Porvoo: WSOY-kirjapainoyksikkö.
- Karrus, K. E. 2005. *Logistiikka*. 3.-5. painos. Helsinki: WSOY.
- Kraft, P., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Kunnari, A., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Lehtonen, J-M. 2004. *Tuotantotalous*. 1. painos. Helsinki: WSOY.
- Luukkainen, M. 2004. Tilaus-toimitusverkoston kehittämismahdollisuudet - Staattisista tilaus-toimitusketjuista kohti dynaamisia virtuaaliorganisaatioita. Pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.
- Marti, A., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Neesam, J. & Morris, D. & Hogg, D & Barradell, D.V. 1990. Operating results from a complex steelmaking route and the scheduling control system developed to optimise production at Teesside Works, British Steel. 3rd international oxygen steelmaking congress.sivu 57.

- Oinas, J., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu elokuu.
- Orava, P., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu kesäkuu.
- Paldanius, J. 2004. Kartonkitehtaan tuotannonsuunnittelu jalostuslähtöisesti. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Imatra.
- Pudas, T., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu elokuu.
- Putkiranta, A. 2008. Oppimateriaali. Tuotannonohjaus. Metropolia
- Vollmann, T.E. & Berry, W. L. & Whybark, D. C. 1991. Manufacturing Planning and Control. 2.p. Boston: Irwin. sivu 844.
- Vonderembse, M. A. & White, G. P. 1996, Operations Management: Concepts, Methods, and Strategies. 845. 3.p. Minneapolis: West Publishing Company.
- Ylijääskö, I., valmistuksensuunnittelija, tuotannonsuunnittelu osasto, 2012, haastattelu elokuu.
- Wikner, J. & Rudberg, M. 2005. Introducing a customer order decoupling zone in logistics decision making. International Journal of Logistics: Research and Application. Vol.8, No3.

LIITELUETTELO

LIITE Haastattelukysymykset valmistuksensuunnittelijoille

1 TILAUKSEN VASTAANOTTO

Joustava tilaus tuotannon näkökulmasta, kaikki tiedot alusta asti oikeat ja asiakkaan näkökulmasta oikealla tasolla.

1. Varauksen tekeminen uudelle hyväksyttävälle positiolle: milloin teet alla olevilla tavoilla ja miksi. Minkä tuotannonviikon annat?
 - a. automaattivaraus
 - b. vapaan materiaalin käyttö
 - c. varauksen tekeminen prosessissa olevaan materiaaliin:
 - i. malliaihio, suunniteltuaihio, aihio, rulla ja
 - ii. varauksen tekeminen sulatusjaksolle.
2. Läpimenoaika: missä tapauksissa lisäät läpimenoaikaa ja kuinka paljon? (Esimerkiksi vaativa käyttötarkoitus, työvaihe joka voi viedä enemmän aikaa kuin on suunniteltu, suuri tilausmäärä, tunnettu/tärkeä asiakas, jokin muu ...)
3. Varattavan materiaalin määrä: missä tapauksessa positiolle varataan enemmän kuin tilattu määrä on?
 - a. suuri tilausmäärä
 - b. pakkauskoko
 - c. vaativa käyttötarkoitus
 - d. tunnettu/tärkeä asiakas
 - e. jokin muu, mikä?
4. Minimipositio koon alittavat tilaukset: missä tilanteissa otat vastaan position, joka on alle minimipositio koon, eli mitkä asiat vaikuttavat position hyväksymiseen?
 - a. vaatimaton/yleinen käyttötarkoitus
 - b. positioiden kokonaismäärä asiakkaalla (eri paksuudet/laadut/leveydet)
 - c. standardi laatu/paksuus
 - d. volyymituote
 - e. kun laadutus sallii vaihtamisen korvaavaan laatuun jossa määrä ylittää minimipositio koon (esim. korvaavaa laatua kulkee määrällisesti enemmän)
 - f. asiakas syyt/myynnin ”sopimus”
 - g. vapaa kapasiteetti
 - h. huono markkinatilanne

- i. jokin muu.
5. Materiaalivarauksen tekeminen minimipositioon alittavalle tilaukselle: miten teet varauksen tilaukselle joka on alle minimipositio koon ja minkä tuotannonviikon annat?
 - a. malliaihiolle
 - b. suunnitellulle aihiolle
 - c. aihiolle
 - d. rullalle
 - e. varaus sulatusjaksolle.
6. Leikkauspaikan muuttaminen: milloin vaihdat position leikkauspaikan, mitkä asiat vaikuttavat leikkauspaikan vaihtoon?
 - a. tuotannon kustannukset
 - b. logistiset kustannukset
 - c. position myöhästyminen
 - d. läpimenoaika vs. asiakkaan pyytämä tuotannonviikko
 - e. tuotannon rajoitukset
 - f. myynnin toive
 - g. jokin muu, mikä?
7. Position hylkäys: missä tapauksessa hylkäät position?
 - a. pieni positio
 - b. liian tiukat toleranssit
 - c. väärä analyysivaatimus
 - d. pakkaustapa
 - e. pakkauskoko vs. tilattu määrä vs. materiaalin saanti
 - f. jokin muu, mikä?
8. Miten hylkäät position ja millä kielellä?
 - a. laittamalla tilauksen käsittelypisteeseen 10
 - b. sähköpostilla
 - c. soittamalla.
9. Teetkö ehdotuksia myyntiin, jotta hylätty positio voitaisiin vastaanottaa. Onko ongelmia, millaisia?
 - a. paksuusalueen muutos, jotta minimipositio koko täytyisi
 - b. laadun vaihto
 - c. määrän muutos

- d. leveysalueen muutos
 - e. pinnanlaadun muutos
 - f. pakkauskoon vaihto
 - g. käyttötarkoituksen muutos
 - h. Jokin muu, mikä?
10. Hyväksyttävä tilaus: milloin ja millaisia asioita pyydetään muuttamaan hyväksyttävästä tilauksesta, jotta tilaus olisi mahdollisimman ”joustava” tuotannon näkökulmasta
- a. positio koko vs. pakkauskoko
 - b. pakkaustyyppi
 - c. rullapaino tai taakkapaino
 - d. käyttötarkoituksen tarkistus
 - e. jokin muu, mikä?
11. Rajapinnat: keiden rajapintojen kanssa käydään keskustelua ja millaista?
- a. myynti tai asiakas
 - b. ohjaustiimi
 - c. tuotanto
 - d. tekninen asiakaspalvelu
 - e. oma tiimi, ja/tai
 - f. toiset tiimit.

2 MATERIAALIN TIIVISTÄMINEN

1. Millaista tiivistämisen ja järjestelemisen periaatetta käytät ja mitä se sinun mielestäsi tarkoittaa? Mitä hyötyjä tavallasi saavutetaan (mitä varastoa pienentää)? Mitä mahdollisia haittoja siitä voi olla (mitä varastoa kasvattaa)?
- a. oikea-aikainen materiaali
 - b. materiaalin tehokas käyttö: hyvä täyttöaste
 - c. leikkaustyövaiheen helpottaminen
 - d. vaativan käyttötarkoituksen hajaannuttaminen
 - e. leikkauslinjojen tehokas hyödyntäminen
 - f. jokin muu
 - g. jos ylläolevien sekoitus, mitkä ovat merkitsevimmät?

2. Missä vaiheessa tiivistät materiaalia, miksi ja millaisella viikkojakaumalla?
 - a. malliaihiolla
 - b. suunnitellulla aghiolla
 - c. aghiolla
 - d. rullalla
 - i. HP:n jälkeen
 - ii. työnpurussa
 - iii. jossain muussa työvaiheessa, mikä työvaihe?
3. Kuinka usein teet tiivistämistä? Missä tilanteissa?
4. Kuinka usein sitä olisi hyvä sinun mielestäsi tehdä?
5. Kuinka paljon vapaata jätät tiivistäessä?
6. Kuinka huomiot mahdolliset tulevat rästit ja saannin rullasta?
7. Mitkä asiat vaikuttavat tiivistämiseen ja millä tavalla:
 - a. Position tuotannonviikko vs. materiaalin aikataulu (kuinka suurta viikkojakaumaa käytät ja mikä olisi mielestäsi tehokas/taloudellinen ja miksi?)
 - b. Positioiden käyttötarkoitukset (esimerkiksi sekoitetaanko vaativa/ei vaativa riippumatta tuotannonviikosta, jolloin tuloksena yhden sijaan 2 samanaikaista rullaa joissa tuotannonviikkoja 0 ja +1)
 - c. Materiaalin täyttöaste (tavoitteena materiaalin tehokas käyttö. lähetysvarasto vs. PTV/myyntivarasto)
 - d. Levyt/nauhat, sisähalkaisija (esimerkiksi pyritäänkö järjestelmään leikkaustyövaihe mahdollisimman sujuvaksi, esim. kombilinjat)
Pakkaustyyppi (pyritäänkö järjestelemään pakkausvaihe mahdollisimman sujuvaksi)
 - e. ”kerralla valmista”: ei turhaan uudelleen linjaan ottamista (esimerkiksi kapeat kaistat ja nauhat samalla)
 - f. Mikä yllä olevilla on tärkeysjärjestys?
8. Missä tapauksessa hajautat position useammalle materiaalille?
 - a. tilattu määrä yli 16 kg/levmm,
 - b. vaativa käyttötarkoitus
 - c. tilattu määrä vs. pakkauskoko
 - d. materiaalin tehokas käyttö
 - e. jokin muu, mikä?

9. Miten optimoinnin pitäisi toimia ja miten se toimii (mitä puutteita) seuraavilla tasoilla?
 - a. malliaihiolla
 - b. suunnitellulla aghiolla
 - c. aghiolla
 - d. rullalla.
10. Kenen (esimerkiksi optimointin, ohjaustiimin tai, suunnittelijoiden) olisi järkevintä ja tehokkainta hoitaa tiivistäminen seuraavilla tasoilla?
 - a. malliaihiolla
 - b. suunnitellulla aghiolla
 - c. aghiolla
 - d. rullalla.
11. Minkä rajapintojen kanssa käydään keskustelua ja millaista?
 - a. myynnin, tai asiakkaan
 - b. ohjaustiimin
 - c. tuotannon
 - d. teknisen asiakaspalvelun
 - e. oman tiimin
 - f. toisten tiimien.
12. Mikä olisi mielestäsi paras tapa hoitaa materiaalin tiivistäminen ja mitä etuja sillä saavutettaisiin?
13. Mikä olisi mielestäsi paras tapa hoitaa materiaalin järjesteleminen ja mitä etuja sillä saavutettaisiin?
14. Vaihdatko omaa materiaalia esimerkiksi projektien M6, T7, tai DCB materiaalien kanssa? Missä vaiheessa ja missä tilanteessa?

3 VAPAAN MATERIAALIN KÄYTTÄMINEN

1. Vapaata materiaalia ovat vapaat ahiot, vapaat rullat (550, 370), myyntivarasto ja PTV. Millaisissa tilanteissa hyödynnät vapaata materiaalia ja miksi? Mitä hyötyjä tällä tavalla saavutetaan (lähety/varasto vs. WIP)? Mitä haittoja tästä voisi olla?
 - a. rästitilauksille

- b. vapaana olevalle materiaalille
 - c. myöhässä oleville tilauksille
 - d. tilauksille, joille materiaali on ylipäättään mahdollista käyttää (rullakoko pieni: kuumat, harvinainen paksuus/laatu)
 - e. oikea-aikaisille materiaaleille (esim tilauksen alkuperäinen materiaali on käytetty rästille)
 - f. johonkin muuhun, mihin?
2. Miten mielestäsi vapaata materiaalia syntyy (esimerkiksi suunnitellusti, suunnittele mattomasti, tumppiihiot, linjan ajo-ominaisuudet/ajon ylläpito, sulatuksen koko, materiaalitarve määrittäminen, alustavan optimointi, suunnitteluvirhe yms...)?
 3. Mikä olisi mielestäsi paras ja tehokkain tapa käyttää vapaa materiaali ja mitä hyötyjä sillä saavutettaisiin? Entä mitä haittoja siitä olisi?
 4. Mitkä estävät vapaan materiaalin käytön?
 - a. huono kuumanauha paksuus, kun huomioidaan ohjeistus reductioista
 - b. laatu
 - c. käyttötarkoitus
 - d. sulatusanalyysi
 - e. leveys
 - f. loppupaksuus
 - g. aihion tai rullan koko
 - h. jokin muu, mikä?
 5. Millaista vapaan materiaalin tulisi olla, jotta pystyisit sen omalla alueellasi mahdollisimman hyvin hyödyntämään (esim. kuumanauhapaksuus muutettavissa, erilaisia kuumanauhapaksuuksia ja -leveyksiä, harvinaisempia laatuja/paksuuksia, volyymimittoja, mahdollisimman pitkälle prosessoitua, kooltaan 16kg/levmm) alla oleville?
 - a. myöhässä oleville tilauksille
 - b. rästeille
 - c. oikea-aikaiselle
 - d. etuaikaiselle.
 6. Mikä olisi mielestäsi tehokkain tapa ”tehdä” suunnitellusti vapaata materiaalia ja hallinnoida sitä?
 7. Miten estettäisiin suunnittele maton vapaa materiaali?

8. Millä tavalla mielestäsi vapaata materiaalia tulisi käyttää, mihin tarkoitukseen, kenen ja kuinka usein?
9. Minkä rajapintojen kanssa käydään keskustelua ja millaista?
 - a. myynnin, tai asiakkaan
 - b. ohjaustiimin
 - c. tuotannon
 - d. teknisen asiakaspalvelun
 - e. oman tiimin
 - f. toisten tiimien.

4 HYLÄTYN MATERIAALIN KÄYTTÄMINEN

1. Missä työvaiheessa hylkää alla olevan materiaalin?
 - a. kun materiaali on aihiona aihio
 - b. prosessin sivuraiteella
 - c. HP:n jälkeen
 - d. työnpurussa.
2. Mitkä asiat vaikuttavat materiaalin edelleen käyttämiseen?
 - a. position oikea-aikaisuus
 - b. huonomman käyttötarkoituksen positio
 - c. nauhatilaus, levytilaus
 - d. tuotannonviikko vs. läpimenoaika
 - e. kun materiaali mahdollista käyttää kokonaan (position koko vs. materiaalin koko)
 - f. saanti materiaalista vs. tilauksen koko.
3. Mitkä asiat vaikuttavat materiaalin uudelleen/edelleen prosessointiin?
 - a. materiaalin virheet (poistuvatko/voimistuvatko uudelleen/edelleen prosessoinnissa)
 - b. uudelleen prosessoinnin kustannukset
 - c. materiaalin määrä
 - d. materiaalin paksuus/tuotannon optimi paksuus prosessoinnissa
 - e. linjojen käynnissä pito.
4. Missä tilanteessa laitot hylätty materiaalin PTV:hen?

5. Milloin romutat hylätyn materiaalin?
6. Mitä muita tapoja on hyödyntää hylätty materiaali?
7. Mikä olisi mielestäsi paras ja tehokkain tapa hyödyntää hylätty materiaali ja mitä hyötyjä sillä saavutettaisiin?
8. Minkä rajapintojen kanssa käydään keskustelua ja millaista?
 - a. myynnin, tai asiakkaan
 - b. ohjaustiimin
 - c. tuotannon
 - d. teknisen asiakaspalvelun
 - e. oman tiimin
 - f. toisten tiimien.

5 MYÖHÄSSÄ OLEVA MATERIAALI TAI TILAUS

1. Missä vaiheessa ja millä tavalla käyt myöhässä olevaa materiaalia läpi ja miksi näin?
2. Millä tavalla voit nopeuttaa myöhässä olevaa materiaalia?
 - a. neuvottelemalla ohjaustiimin kanssa
 - b. siirtämällä prosessissa pidemmällä olevalle materiaalille
 - c. käyttämällä vapaata materiaalia
 - d. hyödyntämällä myyntivarastoa
 - e. jokin muu, mikä?
3. Missä vaiheessa etsit myöhässä olevalle positiolle aikaisempaa materiaalia?
 - a. päivittäin/viikoittain myöhässä olevia positioita läpikäydessä
 - b. materiaalin tiivistämisvaiheessa: päivittäin, viikoittain
 - c. kun on vapaata materiaalia: päivittäin/viikoittain
 - d. kun on materiaalia
 - e. työnpurussa
 - f. leikkausohjelmaa tehtäessä
 - g. jokin muu, mikä?
4. Mikä olisi paras tapa järjestellä myöhässä oleva materiaali/positio ja mitä etuja sillä olisi?

6 RÄSTITILAUKSET

1. Milloin vyörytät rästin vuoksi positioita materiaaleilla ja millaisissa tapauksissa (osuus, mitä käytät eniten)?
 - a. prosessissa jo tulevan samanlaisen materiaalin kanssa
 - b. prosessissa jo tuleva tuotannonviikoltaan myöhempi materiaali, jonka tietoja voidaan vielä muuttaa (leikkauspaikka, lopullinen paksuus)
 - c. prosessissa vapaana oleva materiaali
 - i. PTV
 - ii. kokonaan vapaa/prosessoimaton materiaali
 - d. uusi varaus. (millaiselle sulatusjaksolle: ensimmäinen vapaana oleva, läpimenoajan mukainen vai mikä?)
2. Mikä olisi mielestäsi paras ja tehokkain tapa varata materiaalia rästeille ja mitä hyötyjä sillä saavutettaisiin?

7 LAIVAUS

1. Miten, missä vaiheessa ja kuinka usein päivität materiaalille laivausviikon?
2. Millä tavalla se mielestäsi pitäisi tehdä, jotta siitä hyötyisivät muut tiimin jäsenet ja ohjaustiimi?
3. Mistä tiedät montako rullaa tiimisi muut jäsenet tarvitsevat laittaa seuraavaan laivaan ja millaisilla rullilla on prioriteetti?
4. Miten saataisiin mahdollisimman tehokkaasti selvitettyä tiimissä seuraavaan laivaan menevät/laitettavat rullat?
5. Millaisena koet laivaustyövaiheen ja laivan täyttöasteen ennustettavuuden?
6. Millaisissa tapauksissa laivaat etuaikaisia rullia ja kuinka etuaikaisia?
7. Millaisia kehitettäviä asioita koet olevan laivaustyövaiheessa?

8 LEIKKAUSOHJELMOINTI

1. Millaista tiivistämistä ja järjestelemistä teet leikkausohjelmointi työvaiheessa?

2. Missä työvaiheessa teet leikkausohjelmoinnin, hyödyt/haitat?
 - a. myöhässä oleville materiaaleille
 - b. oikea-aikaisille materiaaleille
 - c. etuaikaisille materiaaleille.
3. Hyödynnätkö 665 työvaihetta? Hyötyjä ja haittoja?

9 TYÖRYTMI

1. Mitä työtehtäviä päivittäinen työsi sisältää ja mitkä ovat prioriteetit?
2. Mitä työtehtäviä viikoittainen työsi sisältää ja mitkä ovat prioriteetit?

10 TIIMIT JA TEHTÄVIENJAKO

1. Millä tavalla alueet/työtehtävät tulisi mielestäsi jakaa, jotta tuotannosuunnittelu olisi mahdollisimman tehokasta ja taloudellista? Mitä etuja niistä saavutettaisiin, entä haittoja?
2. Mitä hyötyjä ja haittoja nykyisestä mallista on?
3. Mitä osaamisalueita tulisi vahvistaa tai korostaa?