



# **Malliverstaan kehittäminen**

Ulla-Maija Lepistö

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2015  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestel-  
mät

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät

ULLA-MAIJA LEPISTÖ:  
Malliverstaan kehittäminen

Opinnäytetyö 80 sivua, joista liitteitä 25 sivua  
Tammikuu 2015

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Jyväskylässä sijaitsevan Valmet Technologiesin valimon malliverstaalle. Työn tarkoituksena oli kehittää mallivarusteiden toimitusvarmuutta malliverstaalta valimolle sekä parantaa materiaalivirtausta. Opinnäytetyön aikana tutkittiin ja kehitettiin seuraavia osa-alueita: malliverstaan prosessit, pohjapiirustus, verstaan kuormitus sekä mallivarastojen toiminta.

Koska työn aihe oli melko laaja työhön varattuun aikaan nähden, opinnäytetyön alussa piti päättää, mihin osa-alueeseen keskityttäisiin eniten. Valmetilla oli aloitettu lean-valmistumenetelmän mukainen kehitystyö. Tähän kuuluu myös 5S-ohjelma, jonka tarkoitus on vähentää tuotannossa ilmeneviä hukkia, eli turhia toimintoja siistimällä työtiloja ja järjestelemällä tarvittavat koneet ja työkalut työpisteiden läheisyyteen. Malliverstaalla oli aloitettu 5S jo ennen opinnäytetyön alkua, joten sen loppuunsaattamisesta tuli myös osa opinnäytetyötä.

Työ aloitettiin haastattelemalla malliverstaan henkilöstöä verstaan työtiloista, koneista, työturvallisuudesta sekä muista heidän havainnoimistaan parannuskohteista. Haastattelun perusteella tehtiin suunnitelma verstaan pohjapiirustuksen muuttamiselle toimivammaksi ja 5S:n loppuunsaattamiseksi. Verstaalla vähäisessä käytössä ollut muovien valuun tarkoitettu työtila muutettiin viralliseksi tulityöpaikaksi. Suuremmille koneille suunniteltiin uudet sijoituskohteet pohjapiirustuksessa, jotta malliverstaalle saataisiin loogisempi järjestys sekä väliaikaiset varastopaikat verstaalle tuleville ja sieltä lähteville valumalleille. Verstaas jaettiin siivousta varten neljään osaan ja jokainen osa käsiteltiin vuorollaan, poistaen työtiloista ylimääräiset ja rikkinäiset tavarat sekä suunnittelemalla tarvittaville tarvikkeille omat paikkansa. Siivouksen ohessa luotiin valumallien rakennustarvikkeille myös inventaariolista, joka ehkäisee töiden katkeamista puuttuvien osien takia.

Verstaan kuormitusta ja valimon mallivarastoja ennätettiin opinnäytetyön aikana tutkia ja suunnitella niille kehitysehdotuksia, mutta varsinainen työ jäi näiltä osin kesken. Jotta kesken jääneet työt saataisiin päätökseen, on tämän opinnäytetyön lopussa lista kaikista jo tehdyistä muutoksista sekä kehitysehdotukset niille osa-alueille, joita ei vielä saatettu päätökseen.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering  
Modern Production Systems

ULLA-MAIJA LEPISTÖ  
Development of patternmakers' workshop

Bachelor's thesis 80 pages, appendices 25 pages  
January 2015

---

This thesis was made for foundry patternmakers' workshop in Valmet Technologies Oy in Jyväskylä. Thesis purpose was to develop foundry patterns reliability of delivery from patternmakers' workshop to foundry and improve its material current. Thesis had four different topics: workshops processes, layout, workload and foundry patterns storing.

Because subject of this thesis was so large, it was necessary to decide which topic would be most important and thus where it should start. Valmet Technologies had started to work on lean-manufacturing development and in patternmakers' workshop they had started 5S-program. Lean-manufacturing has a goal to reduce all unnecessary work in the production line and 5S-program is a part of this, by cleaning and reorganizing all necessary supplies and machines close to workers workstations. Because this had already taken place in the company, it was easy place to start working.

Thesis was started by interviewing patternmakers about workshops machines, layout and improvement areas. As a result was a plan for the workshops new layout. Old and unused room called plastic-room was transformed to metal working station. Reorganizing some of the bigger machines, workshop floor space increased enough that the coming and going foundry patterns could easily be temporarily stored in the workshop. Machines and supplies were moved closer to patternmakers' workstations and old and broken tools were disposed. By doing this and involving patternmakers to the workload, workshops atmosphere and appearance changed for the better. Workers safety in the workplace was also addressed and talking to patternmakers about problems in workshop got them to recognize those also and take action to change things.

Workshops workload was addressed during 5S-program and after it. Biggest problem was that the workload was too much for patternmakers and it came in as waves. To even these waves were developed a schedule for the info-board that all workers could see the upcoming works and if necessary affect them by negotiating with the foreman about hiring an extra hands or reorganizing work shifts.

At the end of thesis work, some improvements were still at the process. To ensure that all developments and work in the workshop will be done, at the end of this thesis is a list of finished and unfinished jobs at the workshop, foundry pattern storages and in workload.

---

Keywords: development, lean, 5S-program, layout

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	VALMET JYVÄSKYLÄ.....	6
2.1	Yrityksen historia.....	7
2.2	Malliverstas.....	9
3	Malliverstaan lähtötilanne opinnäytetyön alussa .....	10
3.1	Kyselytutkimus verstaan tiloista .....	12
3.2	Työterveydenhuollon tutkimukset malliverstaasta .....	13
4	Malliverstaan prosessien kuvaus ja kehittäminen .....	15
4.1	Valumallien rakentaminen verstaalla.....	16
4.2	Valumallien muutostyöt verstaalla .....	20
4.3	Valumallien korjaus verstaalla.....	23
5	Malliverstaan kehittäminen .....	25
5.1	Nostopöytä-kokeilu.....	26
5.2	Pohjapiirustus.....	28
5.3	Lean 5S .....	30
5.4	Inventaario .....	33
6	Mallivarastot.....	34
6.1	Nykytilanne.....	35
6.2	Varastoinnin prosessit.....	40
6.2.1	Mallien haku varastosta.....	40
6.2.2	Mallin varastoiminen .....	42
6.3	Tarvittavat toimenpiteet .....	44
7	Kuormituksen hallinta .....	46
8	Yhteenvedo.....	49
9	Pohdinta.....	53
	LÄHTEET.....	54
	LIITTEET .....	55
	Liite 1. Kyselytutkimus malliverstaan työntekijöille .....	55
	Liite 2. Valumallien rakentamisen prosessikuvaus .....	57
	Liite 3. Valumallien muutostöiden prosessikuvaus.....	60
	Liite 4. Valumallien kunnostamisen prosessikuvaus .....	64
	Liite 5. Malliverstaan uuden pohjapiirustuksen suunnitelma.....	66
	Liite 6. Kuvia salista, ennen ja jälkeen 5S siivouksen .....	69
	Liite 7. Kuvia maalaamosta, ennen ja jälkeen 5S siivouksen.....	71
	Liite 8. Kuvia muovikopista, ennen ja jälkeen 5S siivouksen.....	74
	Liite 9. Kuvia konepuolesta.....	78

## 1 JOHDANTO

Kyetäkseen kilpailemaan globaalissa yritysmaailmassa, yrityksellä tulee olla laadukkaat tuotteet/palvelut, hyvät asiakassuhteet, kilpailukykyinen hintataso ja toimitusvarmuus. Koska tuotteiden/palveluiden hintatason määrittelee usein yleinen kilpailuhinta, pyrkivät yritykset parantamaan myynnistä tullutta voittoa pienentämällä tuotteen valmistamiseen kuluja kustannuksia. Tätä varten on maailmalla kehitetty useita eri menetelmiä ja ohjeita, suosituimpina Lean, SixSigma ja näiden yhdistelmä Lean-SixSigma. Tässä työssä on keskitytty Lean-valmistusmenetelmiin, joiden tarkoitus on pienentää yrityksen tuotannossa ilmeneviä kuluja eliminoimalla siellä ilmenevät hukat, eli turhat toiminnot.

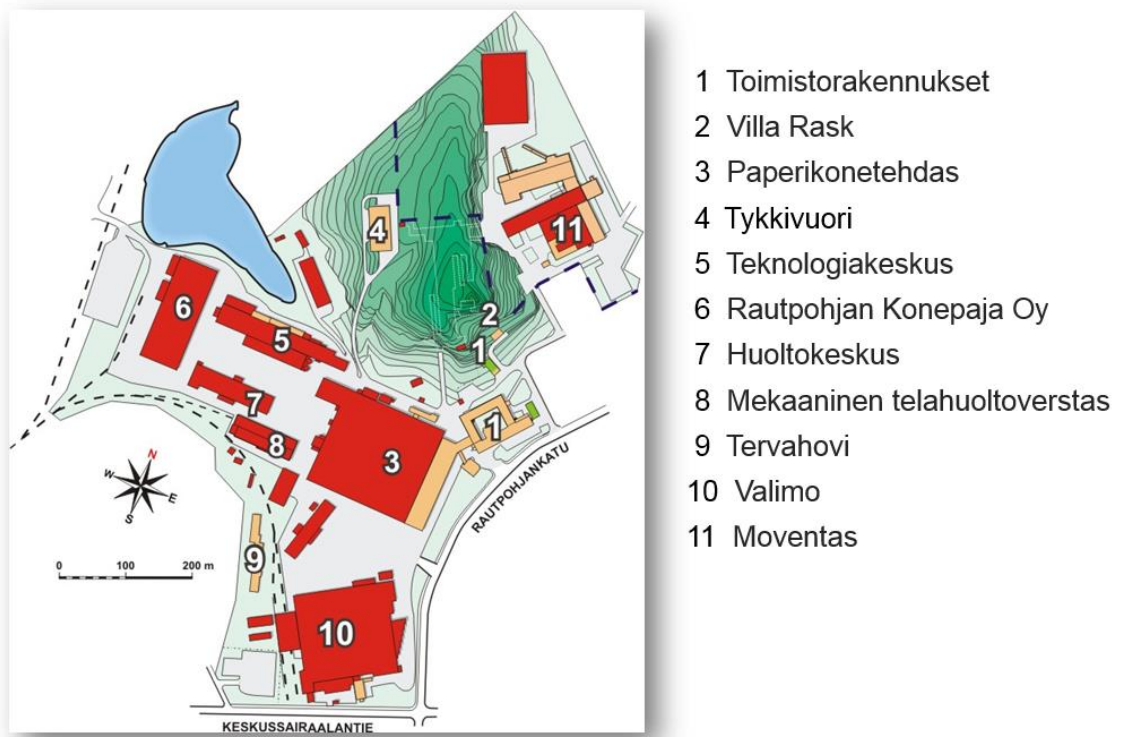
Hukat voidaan järjestellä Lean-konsultin Chris A. Ortizin mukaan kolmeen eri tärkeysasteeseen. Korkeaan tärkeysasteeseen kuuluvat osien ja tarvikkeiden etsiminen sekä työn parista/työpisteeltä poistuminen mistä tahansa syystä. Keskitason tärkeysasteeseen kuuluvat tuotannossa ilmenevät odotusajat ja matalaan tärkeysasteeseen lukeutuu kapaleiden kuljetukset.

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus keskittyä korkean tärkeysasteen hukkien korjaamiseen. Menetelminä työssä käytetään Leanin 5S-ohjelmaa, jossa tavaroiden etsimistä ja työpisteeltä poistumista pyritään vähentämään hävittämällä työpisteiltä ylimääräiset ja tarpeettomat tavarat, järjestämällä tarvittavat tarvikkeet ja työkonet järkevästi työpisteiden läheisyyteen sekä luomalla jatkuva toimintamalli järjestyksen parantamiseksi ja ylläpitämiseksi. Työssä on huomioitu myös Leanin 7 hukkaa, joihin kuuluvat tuotteiden ylituotanto, ylimääräiset työt/toiminnot, tuotteiden turhat kuljetukset, ylimääräinen liikuminen, odottelu, varastointi sekä susikappaleet.

Työn kohteena toimi Jyväskylän Valmet Technologiesien valimon malliosasto. Osaston työkonet, tilat ja toimintamallit olivat pysyneet lähes muuttumattomina usean vuosikymmenen ajan. Työn tavoitteena oli parantaa tuotteiden toimitusvarmuutta malliversaalta valimoon sekä nopeuttaa tuotantoa verstaalla. Tähän kuului tuotantoprosessien tarkastelu ja kehittäminen, toimitilojen parantaminen, verstaan 5S-ohjelman edistäminen, valimon mallivarastojen läpikäyminen ja niiden kehittäminen sekä parannuksien suunnittelu verstaan kuormitukseen.

## 2 VALMET JYVÄSKYLÄ

Valmet Technologies Oy sijaitsee Jyväskylässä Rautpohjankadulla ja kattaa noin 40 hehtaarin alueen. Alueella toimii useita Valmetin toimipisteitä, kuten valimo, paperikonetehtas, paperikoneiden huoltokeskus jne. Alueen kartta ja siellä toimivat yksiköt on esitelty kuvassa 1.



KUVA 1. Valmet Technologies Oy:n aluekartta (Valmet, Rautpohjan yleisesittely).

Valmetin alueella toimiva Rautpohjan valimo on keskittynyt yksinomaan käsinkaavausvaluihin. Valuja tehdään paperikoneille, tuulivoimaloille sekä muulle investointiteollisuudelle. Valettujen tuotteiden maksimipituus on 15 metriä ja ne voivat painaa jopa 63 tonnia. Valimossa työskenteli vuonna 2014 yhteensä 67 työntekijää, joista 15 toimihenkilöinä. (Valmet, Rautpohjan yleisesittely.)

## 2.1 Yrityksen historia

Jyväskylän Rautpohja aloitti toimintansa vuonna 1938 Valtion Tykkitehtaan nimellä. Tehdas valmisti ja korjasi ruotsalaisen asetehtaan Boforsin malliston mukaisia tykkeitä Suomen armeijalle sekä muille Baltian maille. Tykkien lisäksi tehdas valmisti ammuksia. Talvisodan loputtua tykkitehdas jatkoi toimintaansa, sillä sodan aikana menetetyt tykit, sytyttimet ja ammuksia piti korvata määrävahvuuteen asti. Pian tämän jälkeen alkanut jatkosota toi mukanaan sotasaaliina saatua ja ulkomailta hankittua sotakalustoa tehtaalle. Tehdas toimi korjaamon tavoin lähes koko jatkosodan ajan.

Syksyllä 1944 astui voimaan välirauhasopimus. Tämän sopimuksen myötä Valtion tykkitehdas sekä muut Suomen sotatoimiin tarvikkeita valmistaneet tehtaot saivat käskyn alkaa valmistamaan vain siviilikäyttöön tarkoitettuja tuotteita. Sotakorvauksina nyt entinen tykkitehdas valmisti pylväsporakoneita, poraistukkoita, hydraulisia puristimia auto-teollisuutta varten sekä taottuja putken osia. Tuotannon muututtua näin rajusti tehtaon nimeä lähdettiin miettimään uudestaan. Uuden nimen tehtaalle antoi silloinen tehtaon johtaja Olavi Syvänen vuonna 1946. Tehtaon nimeksi annettiin Valtion Metallitehtaat, Rautpohjan tehdas. (Tykki taipui paperikoneeksi, Jukka Jokinen.)

1940-luvun lopulla tehdas alkoi suunnittelemaan paperikoneiden tuotantoa ja 1950-luvun alussa niistä muodostuikin tehtaon päätuote. Paperikoneiden ohella Rautpohjan tehdasalueella valmistettiin siirto- ja kuljetinlaitteita, nostureita sekä vesivoimaloiden patoluukkuja. 1950-luvun lopulla tehtaon tuotanto-ohjelmaan lisättiin laivojen dieselmoottorit.

Jyväskylän Rautpohjan valimo perustettiin sotakorvauksien maksamiseksi vuonna 1948 (kuva 2). Valimo valmisti 1950- ja 1960-luvulla pääasiassa Rautpohjan sekä muiden Valmetin tehtaiden tuotteita, kuten paperikoneiden ja dieselmoottoreiden osia. Valimoa laajennettiin vuonna 1976 rakentamalla kaksi uutta hallia, joiden lattiapinta-ala oli lähemmäs 5000m<sup>2</sup>. Vuonna 1980 valimoa modernisoitiin rakentamalla uudet sosiaalililat, uusi malliveistäjä sekä automaattinen kaavauslinjasto. (Tykki taipui paperikoneeksi, Jukka Jokinen.)



KUVA 2. Jyväskylän Rautpohjan valimo vuonna 1947 (Keski-Suomen museon kuvaarkisto).

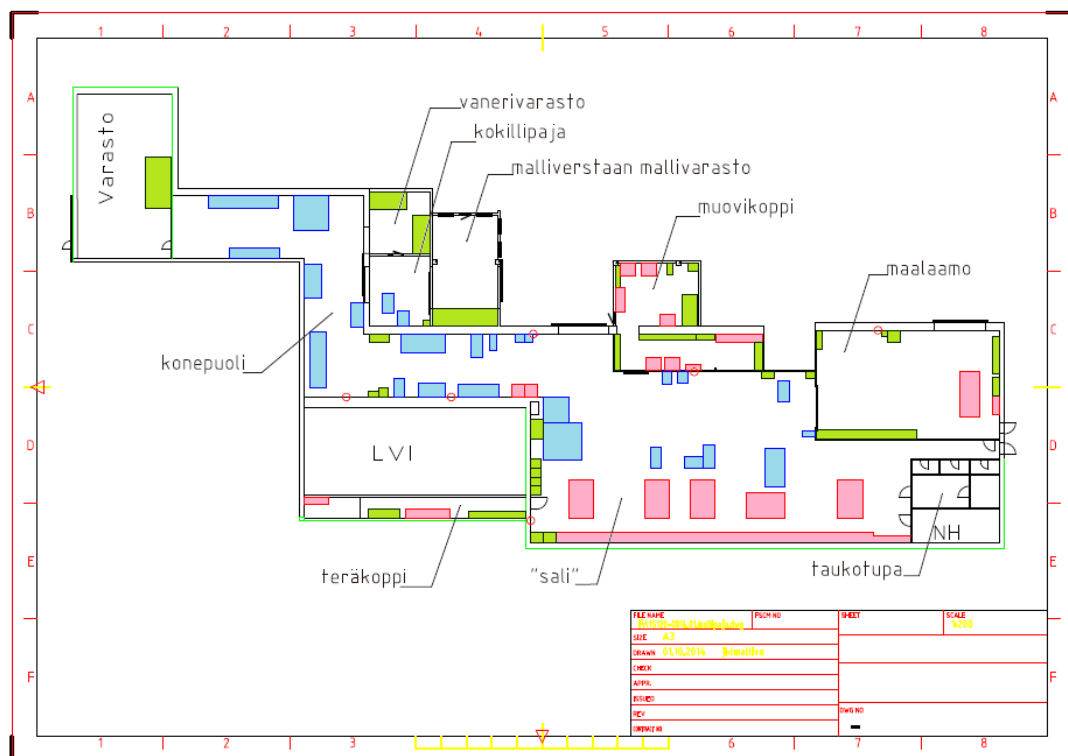
Valmet ja Rauma fuusioituivat 1.7.1999. Valmetin paperi- ja kartonkikoneiden valmistus sekä Rauman kivenmurskainten valmistus ja kuituteknologia loivat yhdessä yhtiöstä maailmanlaajuisen prosessiteollisuutta palvelevan laitetoimittajan. Yhtiön nimeksi annettiin aluksi Valmet-Rauma Oy, mutta elokuussa 1999 nimi muutettiin Metso Oyj:ksi. Yhteistyö päättyi 31.12.2013, kun yritys jaettiin kahdeksi pörssiyhtiöksi, Metsoksi ja Valmetiksi. (Valmetin kotisivut, Valmet lyhyesti, historia.)



## 2.2 Malliverstas

Rautpohjan malliosasto perustettiin vuonna 1948 kahteen eri paikkaan valimon alueella. Malliosastoja sijaitsi valimorakennuksen sisällä nykyisen keernaosaston paikalla sekä ulkopuolella niin sanotussa naulaamossa. Nykyiseen sijaintiinsa malliverstas rakennettiin vuosien 1980–1982 aikana. Parhaimmillaan malliverstaat työllistivät 46 valumallinvalmistajaa, joista 5 toimi vakituisina maalareina. (Tirkkonen, valumallinvalmistaja, Valmet.)

Aluksi malliverstaalla rakennettiin ja kunnostettiin lähinnä puisia valumalleja. Vuonna 1998–1999 verstaaseen liitettiin muovipuoli, jonka pääasiallinen tarkoitus oli valmistaa ja pitää huolta valimon automaattisen kaavauslinjaston valumalleista. Automaattikaavaamo lopetti toimintansa vuonna 2008 ja tämän seurauksena muovipuolen työt loppuivat lähes kokonaan. Sen jälkeen tilaa, jota muovikopiksi kutsutaan, pidettiin lähinnä hukkatilana ja varastona. Muovivaluja suoritetaan satunnaisesti yhä edelleen, mutta näkymät vihjaavat siihen, että automaattikaavaamon aikaista muovin menekkiä ei enää ikinä saavuteta. Malliverstaan pohjapiirustus on esitetty kuvassa 3. Pohjapiirustuksessa verstaan koneet on merkattu sinisellä, pöytätasot punaisella ja kaapit sekä hyllyt vihreällä.



KUVA 3. Malliverstaan osastot (syyskuu 2014).

### 3 Malliverstaan lähtötilanne opinnäytetyön alussa

Rautpohjan malliverstas työllistää 4 vakituista mallipuuseppää, joista yksi hoitaa myös mallien ajon trukilla ja huolehtii mallivarastoista. Heidän lisäksi pajalla työskentelee osa-aikaisesti Rautpohjan malliosastolta eläkkeelle jäänyt ja nyt yrittäjänä toimiva mallipuuseppä sekä tarvittaessa kiireapuna valimossa työskentelevä kaavaaja. Malliverstaan töiden suunnittelusta ja ohjauksesta vastaavat valimon menetelmäsuunnittelija sekä akselien valusuunnittelija.

Malliverstaan päätuotteita ovat laippa-akselit, H-akselit, laakeripukit sekä telat. Suurin osa uusista malleista tilataan ulkopuolisilta alihankkijoilta ja malliverstaan töiksi jää muutostöiden tekeminen sekä valumallien korjaukset. Mallien rakennusaineena pajalla käytetään pääasiassa koivuvaneria, filmivaneria sekä mäntylankkua.

Rautpohjan malliverstas pitää sisällään kaikki puutyöverstaan perinteiset työkoneet. Työkoneiden pienemmistä huolloista vastaavat mallipuusepät, mutta perusteellisempi huolto suoritetaan kerran vuodessa ulkopuolisen tahon toimesta. Malliverstaan koneet on kuvattu pohjapiirroksessa kuvassa 4. Työntekijöiden työpisteet sijaitsevat verstaan ikkunoiden vieressä. Töitä tehdään pääasiassa laaneilla, eli pöytätasoiltaan 2m x 3m, koneistetuilla valurautapöydillä, joiden korkeus on noin 70cm lattia-tasosta.



### 3.1 Kyselytutkimus verstaan tiloista

Opinnäytetyön alussa suoritettiin kyselytutkimus, johon vastasivat kaikki mallipuolella vakituisesti työskentelevät työntekijät. Kysymykset suunnattiin koskemaan mallipuuseppien työpisteiden toimivuutta sekä työkoneiden sijaintia ja käyttöä pajalla. Kysymykset ja vastaukset on esitetty liitteessä 1. Tutkimuksella saatiin selville pajan, ellei suurimmat, niin ainakin kiireisimmät parannuskohteet.

- Kysyttäessä töiden vaatimista työkoneista ja tarvikkeista ilmeni, että pajalta oli päässyt loppumaan suuri osa ruuveista sekä malleissa käytettävistä muovisista irtonumeroista. Näiden lisäksi pajalle kaivattiin liikuteltavia teollisuusimureita.
- Työtasoista, nostureista ja muista apuvälineistä kysyttäessä lähes yhtenäinen mielipide oli, että verstaan katto on liian matalalla ja näin ollen nostureiden nostokorkeus on riittämätön. Nostettaessa malleja, työntekijät joutuvat usein asettamaan liinat ja ketjut turvallisuusohjeiden vastaisiin kulmiin ja ottavat näin riskin aina nostoja suorittaessaan. Toinen huolenaihe oli imureiden riittämättömät tehot. Työpisteillä olevat imurit eivät kykene enää suoriutumaan tehtävistään, kun varastosta tai kaavaamosta tuotu malli pitää puhdistaa.
- Työkoneiden sijainneissa ainoa korjaus oli taukotupaa lähimmän rullahiomakoneen sijainti. Rullahiomakoneen ja viereisen laanin välimatka on noin metri, jolloin koneen käyttötila jää hyvin ahtaaksi.
- Työturvallisuudesta kysyttäessä, suurimmat ongelmat olivat työpisteiden ympäristössä lattioilla lojuvien johtojen ja imurien letkujen aiheuttama kompastusvaara. Tämän lisäksi huolta herätti verstaan ilmassa alituisen leijuva pöly.
- Työpisteiden laanien kokoa ja hankalaa säätöä kritisoitiin jonkin verran. Laaneilla työskennellessä työntekijät joutuvat usein kulkemaan turhaan laanin ympäristössä sekä työskentelemään hankalissa työasennoissa ja isojen mallien ollessa kyseessä, kiipeämään laanin päälle päästäkseen malleihin käsiksi. Työpöytäinä laanit ovat liian matalia, jolloin työntekijät joutuvat istumaan usein kumarassa.

Kyselytutkimuksen jälkeen työntekijät löysivät vielä lisää parannuskohteita, joita kyselyn aikana ei tullut esille. Verstaan prässin paikkaa arvioitiin turhan etäiseksi töiden teon pääasiallisesta alueesta ja pajalle toivottiin paikkaa säilöä kuormalavoja. Valumal- leja varastoitiin verstaalla epävirallisilla varastopaikoilla, jolloin ne usein hankaloittivat työkoneille pääsyä ja tukkivat kulkureittejä. Roskasäiliöitä oli verstaalla osittain liian vähän ja osalle jätteistä roska-astiat olivat väärän kokoisia tarpeeseen nähden. Nosturi- en nostokoukuille, liinoille ja ketjuille tarvittiin vakituinen paikka, jolloin niiden turha etsiminen verstaan tiloista loppuisi.

### 3.2 Työterveydenhuollon tutkimukset malliverstaasta

Valmetin työterveydenhuolto suoritti oman kyselytutkimuksensa 27.1.2014 – 10.2.2014 malliverstaalla. Kyselyn ja pajalla tehdyn havainnoinnin perusteella työterveydenhuol- lon työfysioterapeutti sekä työterveyshoitaja kirjoittivat raportin verstaan mallipuusep- pien työterveyden riskeistä. Alustavan raportin tulokset esiteltiin malliverstaan väelle 5.11.2014.

Kyselytutkimuksessa kysyttiin työtiloista ja työvälineistä, kemiallisista ja biologisista vaaroista, fysikaalisista vaaroista, työturvallisuudesta, fysikaalisesta ja henkisestä kuormituksesta sekä työn hyvistä puolista. Parannettavaa löytyi

- työtila ja -välineet: ahtaat mallivarastot
- kemialliset ja biologiset vaarat: muoviosasto, maalaamo, puupöly ja mallivaras- tossa oleva pöly
- fysikaaliset vaarat: melu, lämpöolosuhteet kesä / talvi, mallivarastojen valaistus sekä koneiden tärinät
- työturvallisuus: mallivarastoissa yksintyöskentely ja kiipeily
- fyysinen kuormitus: toistotyöt, jatkuva paikoillaan olo, niska / hartian, ala- ja yläraajojen sekä alaselän kuormitus
- henkinen kuormitus: ajoittain kiire, yksintyöskentely ja tekemättömät työt
- työn hyviä puolia: itsenäinen työ ja hyvät työkaverit.

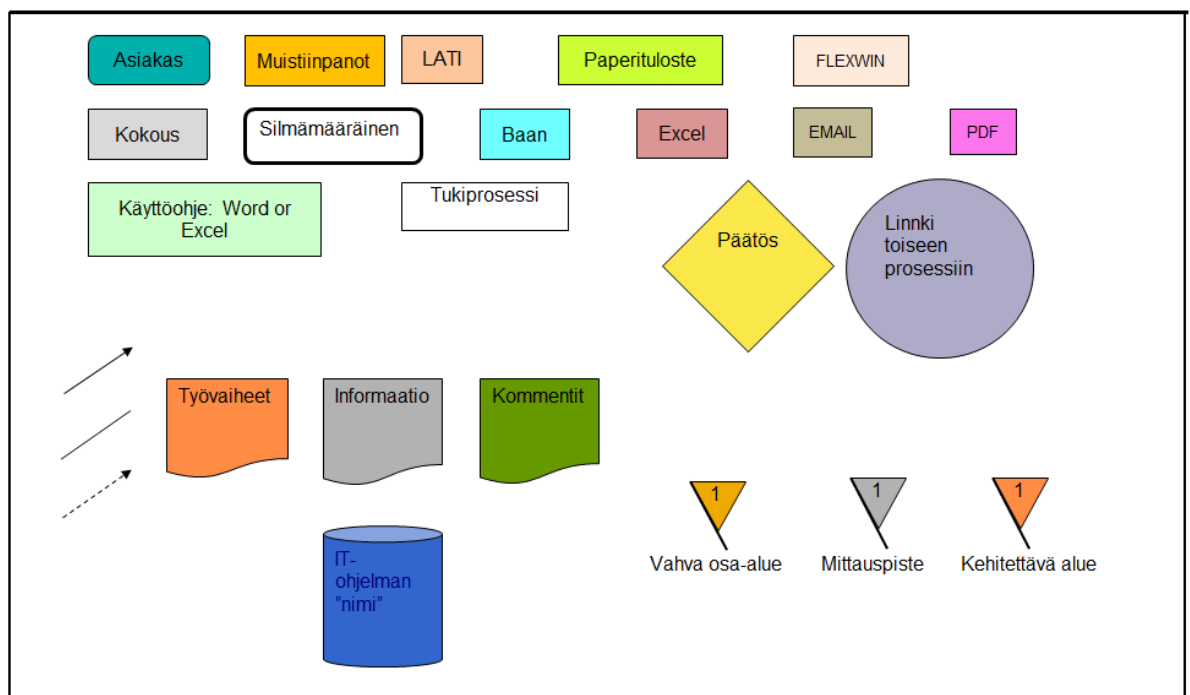
(Työterveyshuollon työpaikkaselvitysraportti 2014.)

Työterveydenhuollon tarkkailijat vierailivat myös malliverstaalla ja kirjasivat omia huomioitaan raporttiinsa.

- Melu: Iskevää meteliä pitävät sorvit, vannesahat, jyrsimet sekä höylät. Suurimman äänen aiheuttajat ja siksi vaarallisimmat koneet melun kannalta ovat höylä 102dB, yläjyrsin 97dB ja sirkkeli 89dB. Kuulo voi vaurioitua, kun äänen taso ylittää 80dB ja kuulosuojaimet ovat pakolliset, kun äänen voimakkuus ylittää 85dB.
- Tärinä: Tärinää verstaalla aiheuttavat vannesahat, jyrsimet, sorvit, sirkkelit, grafiitin sahaus sekä epäkeskoiomakoneet. Liialliselle tärinälle katsotaan altistuneeksi jos käyttää päivässä 15-30min iskevää konetta, 30-60min sahaavaa konetta tai yli tunnin hiovia koneita.
- Valaistus: Työterveyslaitos suosittelee yleisvalaistuksessa valoisuudeksi 200-500lx ja tarkkuutta vaativissa töissä valoisuuden vähimmäistaso on 500-1000lx. Malliverstaalla suoritettujen mittausten tulokseksi saatiin maalaamossa 530lx ja verstaan keskellä 908lx. Mallivarastoissa valaistus oli keinoa.
- Lämpötilat: Mitattaessa verstaan lämpötila oli matalimmillaan talvella +14C° ja korkeimmillaan kesällä +32C°.
- Verstaalla käytetään monia ihmiselle haitallisia tai suorastaan vaarallisia kemikaaleja. Vaarallisimpia näistä ovat liuotinpohjaiset maalit ja vahat sekä neste-mäiset kaksikomponenttimuovit. Kemikaalien tarkempi kuvaus löytyy Valmetin työterveydenhuollon virallisesta raportista.
- Verstaan työntekijät tekevät töitään pääosin seisoen ja usein hankalissa työasennoissa.
- Työpaikan henkistä kuormaa aiheuttavat kiiretyöt, vastuut sekä yksintyöskentely mallivarastoissa. (Työterveyshuollon työpaikkaselvitysraportti 2014.)

#### 4 Malliverstaan prosessien kuvaus ja kehittäminen

Malliverstaan tuotantoon kuuluvat uusien valumallien rakentaminen, vanhojen valumallien muutostyöt sekä niiden korjaaminen. Tuotantoprosessit ovat erilaisten töiden takia aina yksilöllisiä, eikä niiden vaatimia työvaiheita siksi pystytä kuvaamaan yksiselitteisesti. Tässä luvussa on keskitytty työvaiheiden kartoittamiseen ja luettelointiin siinä järjestyksessä, kuin ne useimmiten esiintyvät tuotannossa. Kartoituksen tarkoituksena on auttaa kuormituksen suunnittelussa sekä nostaa esille prosessien mahdollisia parannuskohteita. Prosessien kuvauksissa esiintyvät merkinnät on esitetty kuvassa 5.



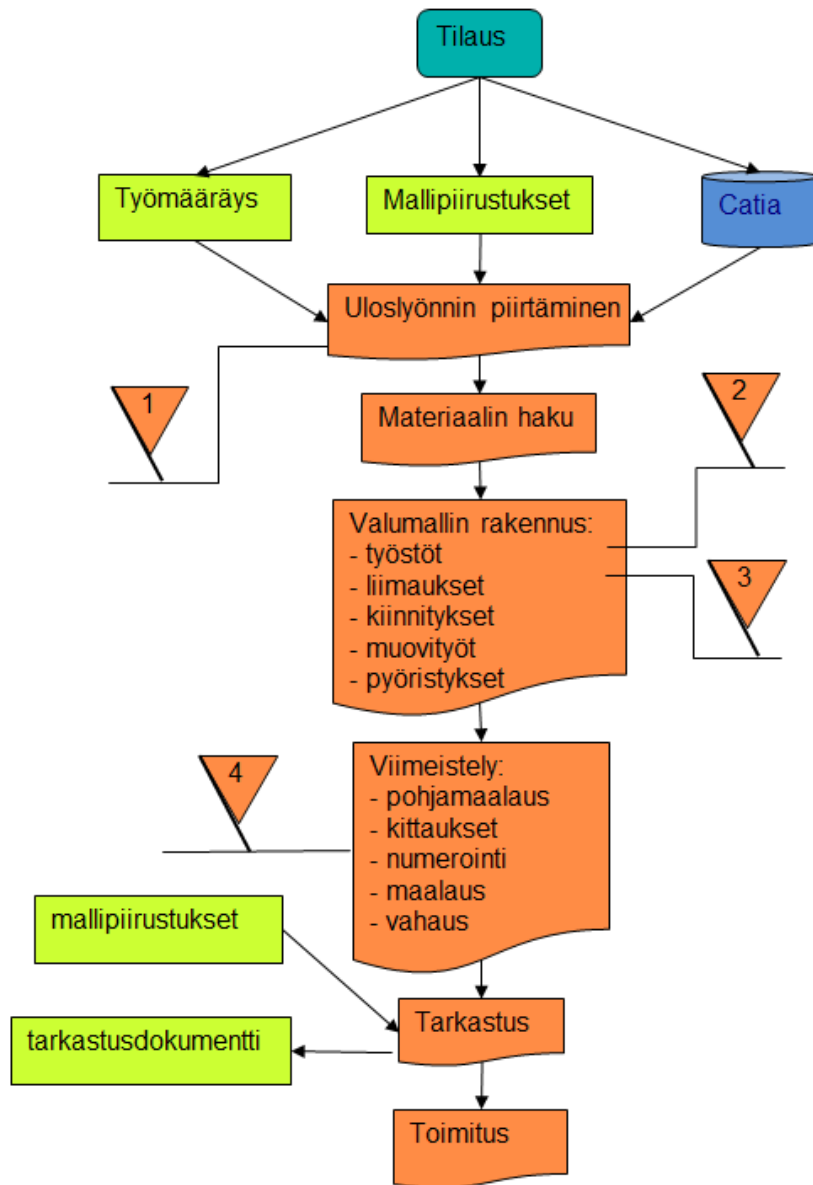
KUVA 5. Prosessien esitysten kannalta oleelliset merkinnät.

#### 4.1 Valumallien rakentaminen verstaalla

Valumallien rakennus aloitetaan piirtämällä mallista uloslyönti. Uloslyönnillä tarkoitetaan yleensä vanerille piirrettävää kuvantoa valumallista. Uloslyöntiä käytetään mittojen tarkastamisessa sekä usein kokoonpanon apuna. Piirustusten jälkeen aloitetaan mallin rakennus. Rakennuksen työvaiheisiin kuuluu materiaalin haku, aihion kasaus sekä koneistus / työstö. Kappaleesta riippuen valumallin muodot voidaan tehdä kiinteiksi kokonaisuuksiksi tai mallit voidaan jakaa useampaan osaan. Mikäli mallin profiili sen sallii, voidaan valumallille rakentaa puinen runko ja päällystää se sitten ohuella vanerilla. Tällä menetelmällä mallit valmistuvat nopeammin, niistä tulee kevyempiä ja tarvittavan materiaalin määrä on huomattavasti pienempi, kuin kokonaan puusta valmistetuissa valumalleissa. Valumallin muotojen valmistuttua, mallit maalataan, numeroidaan ja vahataan.

Uusia valumalleja rakennetaan Rautpohjassa nykyään erittäin vähän. Koska kyseinen toiminta ei kuitenkaan vielä ole kokonaan loppunut, on oleellista kartoittaa myös tämän prosessin eri vaiheet. Prosessi on esitetty karkeasti kuviossa 1. Tarkempi prosessikuvaus on nähtävillä liitteessä 2.





1 Ulosyönnit voidaan jatkossa tehdä tulostamalla, mikäli laiteinvestoinnit onnistuvat ja pajalle saadaan lakantulostin.

2 Mallien valmistukseen kuluvaa aikaa saataisiin pienennettyä hankkimalla osa tarvittavista mallin osista CNC-koneistusta harjoittavilta puualan yrittäjiltä.

3 Työstöaikaa ja turvallisuutta voidaan parantaa laiteinvestoinneilla.

4 Suunnitteilla on hankkia pajalle 3d-tulostin, jolla valunumerot saataisiin kerralla tulostettua. Tämä vähentää numeroiden etsimiseen ja asetteluun kuluvaa aikaa.

KUVIO 1. Uusien valumallien valmistuksen työvaiheet ja kehityskohdat.

Valumalleja on valmistettu malliverstaalla pajan rakentamisesta ja käyttöönotosta lähtien. Jokaisella valimon mallipuusepällä on tänäkin päivänä riittävä pätevyys ja taito uusien valumallien valmistamiseksi. Vuosien saatossa hiottujen menetelmien ansiosta nämä taidot jopa ylittävät useat nykypäivän alihankkijat. Syy siihen, että valumalleja ei enää kuitenkaan rakenneta Rautpohjassa, on verstaan vanhentuneet työstölaitteet. CNC-työstökeskuksen uupuminen verstaalta tekee mallinvalmistuksesta huomattavasti hitaampaa kuin alihankkijoilla. 1950–1980-luvun työstökoneilla mallien koneistaminen sujuu verkkaisesti, eikä koneistusaikoja saada ilman laiteinvestointeja juurikaan lyhennettyä.

Toinen aikaa vaativa toimenpide on uloslyönnin piirtäminen. Useassa muussa yrityksessä uloslyöntien perinteisestä piirtämisestä vanerialustalle on luovuttu kokonaan ja tilalle on tullut lakanatulostimet. Uloslyönnin käsin piirtämisen etuna on, että mallipuuseppä tutustuu syvemmin työhönsä, kuin mitä tulostetta tuijottaessa olisi mahdollista. Piirtämiseen kuluu kuitenkin usein tunnista neljään tuntia aikaa, kun taas tulostimella työ hoituu muutamassa minuutissa. Laadukkaita lakanatulostimia on nykyään saatavilla useita erilaisia ja kohtuulliseen hintaan. Selvitettäväksi jää tulostusmateriaalien vaihtoehdot. Uloslyönti on paitsi tarkastuspiirros valumallin oleellisista mitoista, usein myös malline, jonka päällä valmistuvaa valumallia liikutellaan ja vertaillaan näiden kahden mittoja keskenään. Perinteinen paperituloste ei kestä tällaista käsittelyä, joten toisen materiaalin löytäminen tulostusalustaksi on oleellista tulostimen hankinnan kannalta.

Yhtenä hidasteena mallinvalmistuksessa on valumalleissa käytettävät muoviset irtonumerot ja irtokirjaimet. Näillä merkataan valumalliin yritys joka kappaleen valmistaa, mallinnumero sekä valettava materiaali. Koska jokaiseen valumalliin liimataan yksilölliset numerosarjat, löytyi verstaalta laatikoittain irtonumeroita sekä irtokirjaimia useassa eri koossa (kuva 6).

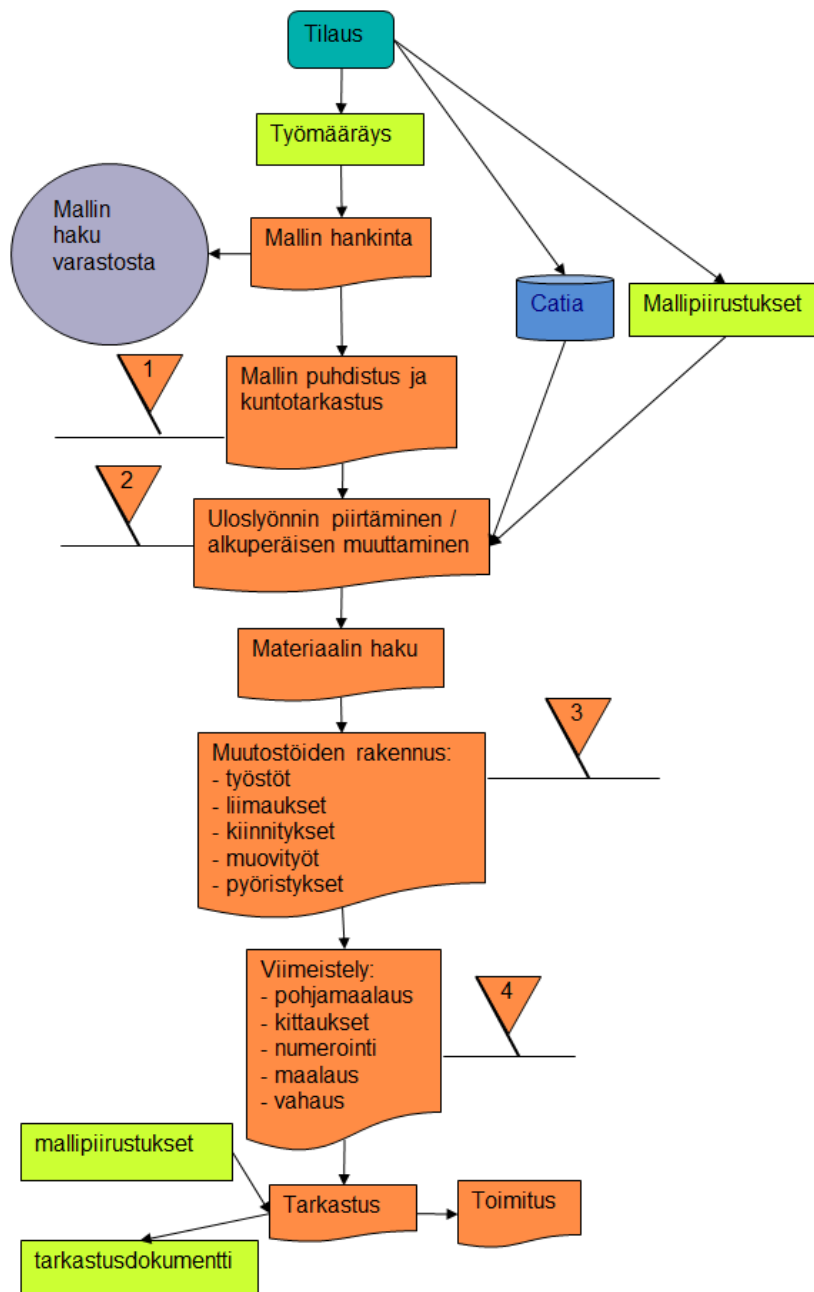


KUVA 6. Irtonumerot ja kirjaimet säilytettiin lokeroita sisältävissä vetolaatikoissa (Leppistö 10/2014)

Irtonumeroiden ongelmana oli ollut sekaisin oleva järjestys sekä yleinen haluttomuus lähteä selvittämään useita eri kokoja sisältäviä numerolaatikoita. Tämän seurauksena inventaariota numeroista ja kirjaimista ei ole tehty aikoihin, joten osa useimmiten käytetyistä numeroista oli päässyt kokonaan loppumaan. Jäljellä olevat numerot ja kirjaimet olivat päässeet ajan kanssa sekoittumaan laatikoissansa, mikä hidasti valumallin valmistusta ja aiheutti yleistä mielihapaa malliverstaalla. Tähän pikakorjauksena oli kunnollisen inventaarion tekeminen ja paremman varastointimenetelmän kehittäminen. Toinen vaihtoehto on erään valimon valusuunnittelijan ajatus pikavalmistusmenetelmiin kuuluvan 3d-tulostimen hankkimisesta pajalle. 3d-tulostimella kyettäisiin valmistamaan ohut levy, jolle kirjaimet ja numerot voitaisiin tulostaa juuri halutun kokoisena ja vaadittuun asentoon. Kyseinen menetelmä poistaisi irtonumeroiden ja kirjainten tarpeen kokonaan.

## 4.2 Valumallien muutostyöt verstaalla

Valumallien muutostöitä tehdään malliverstaalla paljon. Rajallisten mallivarastojen takia, useita valumalleja ja niiden osia käytetään hyödyksi monissa eri valutuotteissa. Tämän takia kappale, joka on aloittanut kiertonsa valimossa yhdellä nimikkeellä, voi vuosien saatossa muuttua lukemattomia kertoja ja saada kylkeensä jopa kymmeniä eri mallinumeroita merkkamaan, missä valukappaleessa tätä samaista mallia on käytetty. Valumallien muutostöiden työvaiheet on esitetty karkeasti kuviossa 2. Tarkempi kuvaus muutostöiden työvaiheista on nähtävillä liitteestä 3.



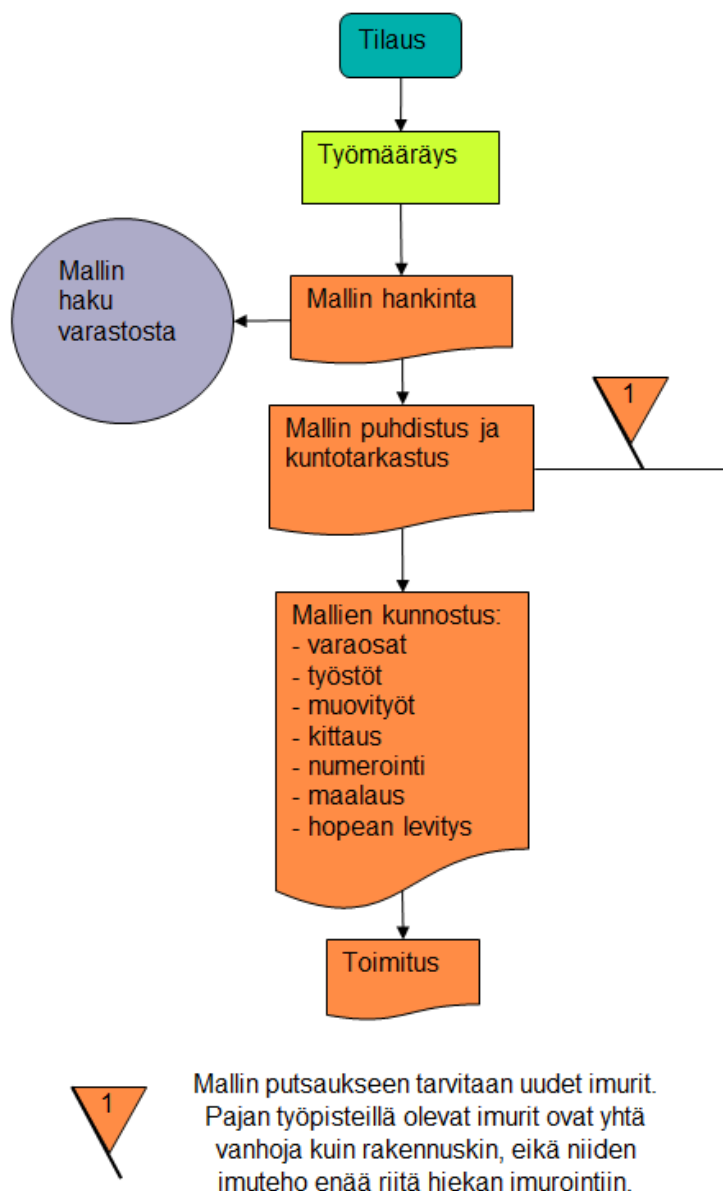
- 1 Mallin putsaukseen tarvitaan uudet imurit. Pajan työpisteillä olevat imurit ovat yhtä vanhoja kuin rakennuskin, eikä niiden imuteho enää riitä hiekan imurointiin.
- 2 Ulosyönnit voidaan jatkossa tehdä tulostamalla, mikäli laiteinvestoinnit onnistuvat ja pajalle saadaan lakana-tulostin.
- 3 Työstöaikaa ja turvallisuutta voidaan parantaa laiteinvestoinneilla.
- 4 Suunnitteilla on hankkia pajalle 3d-tulostin, jolla valunumerot saataisiin kerralla tulostettua. Tämä vähentää numeroiden etsimiseen ja asetteluun kuluva-aikaa.

KUVIO 2. Valumallien muutostöiden työvaiheet ja kehitysalueet.

Mallien muutostöiden työvaiheissa on lähes samat kehityskohteet, kuin uusienkin mallien työvaiheissa. Ainoa uusi kehitysehdotus on uusien imureiden hankinta tai vanhojen imureiden perusteellinen kunnostus malliverstaalla. Valumallien saapuessa tuotannosta tai mallivarastosta verstaalle, mallit putsataan ensimmäiseksi kaavaushiekasta. Koska kyseinen hiekka pölyää helposti, ei malleja ole suositeltavaa harjata puhtaiksi. Näin ollen malleista imuroidaan kaikki ylimääräinen lika ja hiekka Allaway Jumbo-merkkisillä imureilla. Nykyiset verstaan imurit asennettiin paikoilleen samoihin aikoihin, kuin kyseinen siipi rakennettiin, eli 1980-luvulla. Imureita sijaitsee jokaisella työpisteellä, maalaamossa sekä muovikopissa. Vuosien saatossa työpisteiden imureiden imuteho on pudonnut merkittävästi. Tämä johtuu pääasiassa vuodoista, joita esiintyy imureiden putkistoissa sekä imureiden suodattimista, joita ei ole vaihdettu vuosikymmeniin. Imurit eivät jaksakaan imeä malleissa tullutta hiekkaa, joten ne pöllyttävät sitä malliverstaan ilmaan. Työpisteillä sijaitsevien imureiden lisäksi verstaalta löytyy (3 kappaletta) Hilko nimisen imurin katosta tulevia putkia (ei toiminnassa), työkoneiden puurimurit sekä yksi liikuteltava imuri. Liikuteltava imuri on useasti ollut hajalla, oletettavasti hiekan kuluttavan vaikutuksen takia, eikä sen uskota toimivan enää paljoa kauempaa.

### 4.3 Valumallien korjaus verstaalla

Valumallien korjauksia suoritetaan malliverstaalla mahdollisesti kaikista eniten. Malleja saapuu verstaalle korjattavaksi niin ennakkoon ennen kaavauspäivämäärää, kuin kiiretinä valimostakin. Korjaustyöt saattavat tapauskohtaisesti viedä mallinikkareilta muutamasta tunnista kokonaiseen työviikkoon mallin vaurioista ja kunnostustarpeista riippuen. Kuviossa 3 on nähtävillä mallien korjausten työvaiheet. Työvaiheet on esitetty tarkemmin liitteessä 4.



KUVIO 3. Valumallien korjausten työvaiheet ja kehitysalueet.

Valumallien korjaukset aiheuttavat malliverstaalla eniten kiireitä ja ruuhkaa verstaan kuormituksessa. Valumallit vaurioituvat useimmiten varastoinnin aikana tai valimossa kaavauksessa. Mikäli valumalli vaurioituu kaavaamossa ja sitä tarvitaan useamman muotin tekemiseen, tuodaan malli kiiretyönä malliverstaalle korjaukseen. Jos mallia ei kuitenkaan enää tarvita kaavaamossa, viedään se mallivarastoon odottamaan seuraavaa käyttökertaa. Näin tehtäessä mallin kuntoa ei yleensä tarkasteta ennen varastoimista ja kun malli myöhemmin sieltä haetaan, huomataan vauriot vasta kun mallia jo tarvittaisiin kaavaamossa. Opinnäytetyön aikana asia huomioitiin ja siitä keskusteltiin. Keskustelujen tuloksena päädyttiin lisäämään mallien ajoon varattuja tunteja, jotta mallikuskilla riittäisi aikaa tulevien töiden valumallien tarkastukseen jo hyvissä ajoin ennen kaavauspäivämäärää. Mikäli valumalli tarvitsee huoltoa, saadaan se huomioitua verstaan kuormituksessa riittävän ajoissa.



## 5 Malliverstaan kehittäminen

Opinnäytetyön alkupuolella suoritetun kyselytutkimuksen, työterveyshuollon suorittaman tutkimusten ja malliverstaalla tuotantotilojen ja toimintatapojen havainnoinnin seurauksena saatiin melko kattava kuva tarvittavista parannustoimenpiteistä. Merkittävimmät parannuskohteet olivat

- malliverstaan pohjapiirustusten uudelleen järjestely työn kannalta toimivammaksi kokonaisuudeksi.
- töissä tarvittavien käsikäyttöisten koneiden ja tarvikkeiden järjesteleminen järkevästi työpisteiden läheisyyteen.
- ylimääräisten valumallien poistaminen verstaalta ja työn alle tulevien mallien varastointipaikkojen määrittelemine.
- työturvallisuuden parantaminen poistamalla vaaroja ja sijoittamalla tarvittavat työturvallisuusohjeet näkyville paikoille.
- toimivan inventaariolistan luominen.
- laite- ja tarvike-investointien kartoitus ja vieminen eteenpäin.

## 5.1 Nostopöytä-kokeilu

Malliverstaalla on käytetty työtasoina toimivia laaneja vuosikausia. Laanit ovat valuraudasta valmistettuja, suoriksi koneistettuja pöytiä, joiden mitat ovat 2x3x0,7m (kuva 7). Osassa töistä laanit ovat lähes korvaamattomia, kun suurempia keernalaatikoita pitää avata tai kun mallin vaatima lattiapinta-ala on suuri. Mikäli työn alle tuleva kappale on kuitenkin lähemmäs 1x1m pinta-alaltaan, ovat laanit työhön nähden turhan isoja. Tämän kokoisia kappaleita rakennettaessa tai kunnostettaessa, mallipuusepät joutuvat usein kurottelemaan, kumartelemaan, nousemaan laanin päälle, kääntelemään mallia kyetäkseen käsittelemään sitä sen toiseltakin puolelta ja kiertelemään laanin ympärillä, joko ulottuakseen valumalliin tai hakeakseen tarvittavia työkaluja sen läheisyydestä.



KUVA 7. Malliverstaalla käytetyt laanit. (Lepistö 09/2014)

Kyselytutkimuksen seurauksena päätettiin ottaa kokeiluun verstaan maalaamosta löytnyt nostopöytä (kuva 8.). Verstaalla eniten tiellä ollut laani varastoititiin toisen laanin päälle ja akselien kunnostuksia ja muutostöitä tekevän mallipusepän työpisteelle tuotiin voimavirtapistoke nostopöytää varten. Pöydän vaihdon seurauksena kappaleiden käsittely helpottui ja nopeutui, kun laanille kiipeily ja kurottelu hävisivät työnteosta. Pöydän käytön ansiosta liikkeet hartiatason yläpuolella vähenivät ja työpisteelle normaalisti kertyvät tavarat löysivät helpommin takaisin oikeille paikoilleen. Malliverstaalla ongelmana ollut matala katto ja näin ollen nosturien matalat nostokorkeudet eivät enää juurikaan koskettaneet nostopöydän töitä. Nostopöytä saadaan laskeutumaan alimmillaan noin 25cm korkeuteen ja nostettua maksimissaan noin metrin korkeuteen.



KUVA 8. Kokeilukäyttöön otettu nostopöytä. (Lepistö 10/2014)

## 5.2 Pohjapiirustus

Malliverstaan pohjaratkaisuja lähdettiin miettimään pajalla lojuvien valumallien varastoinnin parantamiseksi. Keskeneräisiä ja työn alle tulevia valumalleja oli varastoituna seinustojen viereen sekä koneiden edustoille (kuva 9.). Malliverstaalla on käytössään entisenä öljyvarastona tunnettu huone, jonka tarkoitus on toimia jatkossa valumallien välivarastona. Mallien välivaraston käyttö oli opinnäytetyön alussa kuitenkin melko vähäistä.

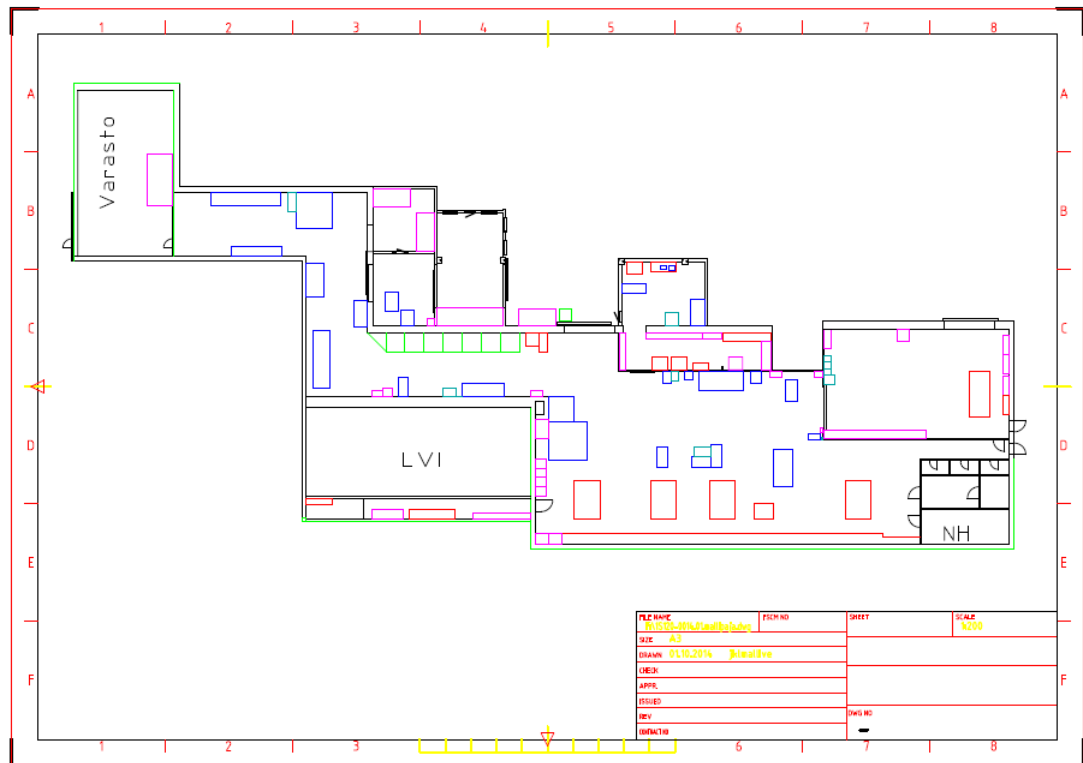


KUVA 9. Valumalleja varastoitiin malliverstaalla siellä, missä tilaa oli. (Lepistö 09/2014)

Erilaisten pohjasuunnitelmien lähtiessä käyntiin, malliverstaalla heräsi ajatus prässin siirtämistä konepuolelta verstaan salin puolelle. Tästä ideasta seurasi keskustelua koko konepuolen toisen seinustan tyhjentämisestä ja muuttamisesta mallien varastopaikoiksi. Lopputuloksena oli suunnitelma, jossa vähäisessä käytössä ollut muovikoppi muutetaan metallikopiksi ja viralliseksi tulityöpaikaksi, konepuolen käytävän toisesta seinustasta (kuva 10.) muokataan valumalleille virallinen välivarasto ja prässä siirretään salin puolelle lähemmäksi työntekijöiden työpisteitä. Suunnitelman pohjapiirustus on esitetty kuvassa 11. Suunnitellut valumallien ja kuormalavojen varastopaikat on esitetty kuvassa vihreällä. Tarkemmat tiedot pajan suunnitellusta järjestyksestä on nähtävillä liitteessä 5.



KUVA 10. Konepuolen tyhjättävä seinusta. (Lepistö 11/2014)



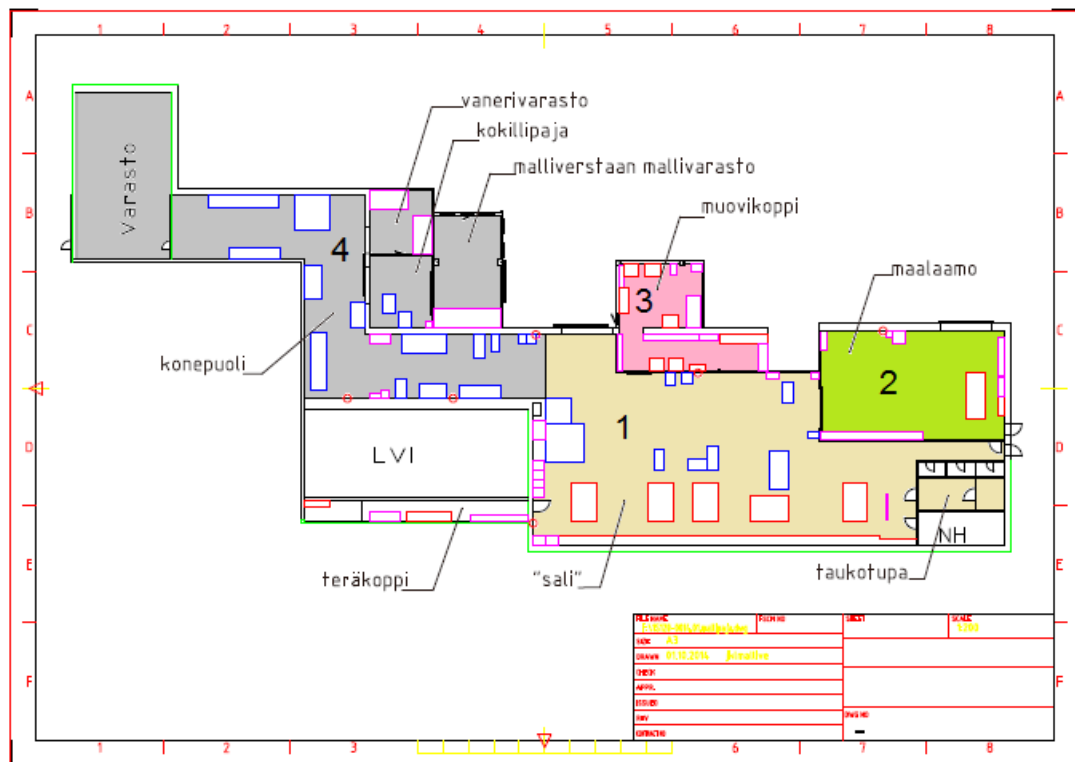
KUVA 11. Malliverstaan uuden pohjapiirustuksen suunnitelma.

Suunnitelman valmistuttua aloitettiin tutkimukset tulityöpaikan vaatimuksista. Muovikoppia tarkastamassa oli valimon työsuojelupäällikkö, malliverstaan työnjohtaja sekä kiinteistön huoltovastaava. Tarvittavat toimenpiteet kopin muuttamisesta kartoitettiin ja sovittiin työnjoosta. Verstaalla suoritettiin opinnäytetyön aikana Lean 5S:sää, eli pajan kokonaisvaltaista siivousta. Muovikopin muutostyöt oli tarkoitus aloittaa samaan aikaan kuin kopin siivouskin.

### 5.3 Lean 5S

Lean-valmistus on Japanilaisen Toyota Motor Corporationin kehittämä menetelmä, jonka päätarkoitus on lyhentää tuotteiden läpimenoaikoja hävittämällä kaikki tuotannossa ilmenevä hukka, eli tuotannon kannalta turha toiminta. Yrityksen aloittaessa harjoittamaan Lean-valmistusta, usein ensimmäinen vaihe on suorittaa 5S. Leanin 5S-menetelmän nimi tulee japaninkielisistä sanoista *Seiri* (erottele), *Seiton* (järjestä), *Seiso* (puhdistaa), *Seiketsu* (vakioi) ja *Shitsuke* (ylläpidä) (Lean 5S, Kari Tuominen). Menetelmän tarkoituksena on vähentää tavaroiden etsimiseen kuluvaa aikaa sekä parantaa niin työpaikan viihtyisyyttä, ulkonäköä kuin turvallisuuttakin. 5S:n tärkeimpiä tavoitteita on hävittää kaikki turha tavara työpisteiltä sekä nimikoida ja järjestää tarvittavat työkalut siten, että työntekijöiden ei tarvitse lähteä etsimään niitä työpisteensä ulkopuolelta.

Ensimmäinen askel 5S:ssä on perehdyttää työntekijät menetelmän vaiheisiin ja tarkoitukseen. Opinnäytetyön alkaessa, tämä vaihe oli jo suoritettu malliverstaan osalta ja ensimmäistä ja toista vaihetta (erottele ja järjestä) oli jo aloiteltukin verstaan teräköpisä. Työn loppuun saattamiseksi verstaan osastot numeroitiin ja luotiin suunnitelma sekä aikataulut 5S:n läpiviemiseksi (kuva 12.).



KUVA 12. 5S:n suorittamisen järjestys malliverstaalla.

Työt aloitettiin verstaan salin puolelta pian 5S-aloituspalaverin jälkeen. Ikkunoiden vierustan kaapistot tyhjätettiin eläkkeelle jääneiden mallipuuseppien tavaroista ja yhteisessä käytössä olevat kaapistot siivottiin ja järjesteltiin. Kaapeista löytyneet ylimääräiset, toimivat työkalut varastoitiin, jotta mallipuusepät voivat myöhemmin käydä ne läpi ja vaihtaa tarvittaessa omat, kuluneet työkalunsa parempiin. Töissä käytettäville yleisille tarvikkeille (kuten tupit, salvat, nostoraudat jne.) nimikoitiin paikat kaapeissa inventaarioiden helpottamiseksi. Pajan nurkissa lojuneet turhat tavarat hävitettiin ja suunniteltiin paikka nostokoukuille, -liinoille sekä -ketjuille. Ongelmana ollut muovisten irtonumeroiden ja kirjainten epäjärjestys korjattiin hävittämällä suurin osa numero- ja kirjain-sarjoista. Jäljelle jätettiin vain yleisimmin käytetyt koot, eli 25mm korkeat ja 15mm korkeat numero- ja kirjain-sarjat. Ennen ja jälkeen kuvia salin puolelta on esitetty liitteessä 6. Osa saliin suunnitelluista muutoksista jäi tekemättä opinnäytetyön aikana. Näitä olivat tyhjennettyjen laatikostojen purkaminen ikkunoiden viereltä, roskasäiliöiden paikkojen merkintä verstaan lattiaan sekä pohjapiirustuksen muutossuunnitelmissa ajateltu prässin ja pienen rullahiomakoneen siirto konepuolelta salin puolelle.

Kahden viikon kuluttua 5S:n aloituspalaverista, siirryttiin maalaamon järjestelyyn. Maalaamosta hävitettiin sinne kantautuneita toimistopöytien levyjä, vanhoja mittapöytäkirjoja sekä vanha maalarin kaappi. Siivouksen seurauksena syntyneelle tyhjälle seinustalle tuotiin roska-astiat niin aerosolijätteille, kaatopaikkajätteille, energiajätteille kuin pahveillekin. Kaapeissa olevat kemikaalit järjesteltiin ja merkkeamattomiin pulloihin lisättiin nimitarrat pullojen sisällön tunnistamiseksi. Kuvia maalaamosta ennen ja jälkeen siivouksen on nähtävillä liitteessä 7.

Maalaamon jälkeen siirryttiin muovikopin kimppuun. Muovikopin perällä oleva huone tyhjätettiin kaikista palavista materiaaleista turvallisen tulityöpaikan luomiseksi. Vanhat, puiset kaapistot purettiin ja hyllyillä lojuneet työkalut joko hävitettiin tai laitettiin talteen myöhempää jakoa varten. Huoneeseen tuotiin verstaan konekäytävältä metallisaha, tahkot, metallisorvi sekä pajalta löytyneet metalliset levyt, tangot, putket ja kierretangot. Muovikopin etupuolelle järjesteltiin paikka vähemmän käytetyille, mutta tarpeellisille työkaluille. Kaikkien pajalta löytyneiden muovisten negatiivien käyttöaste arvioitiin ja seulonnasta läpipäässeet järjesteltiin kaappeihin. Muovipuolelle tuotiin myös kemikaalikaappi muoveja ja hartseja varten. Kuvia muovikopin siivouksesta sekä uudesta metallikopista ovat nähtävissä liitteestä 8.

Viimeisenä siivousvuorossa oli konepuoli. Valitettavasti malliverstaalla olevien kiireiden vuoksi, konepuolen siivousta ei ennätetty suorittamaan opinnäytetyön aikana loppuun. Suunnitelmana oli siirtää konepuolen käytävän seinustalla sijainneet koneet salin puolelle uuden pohjapiirustuksen suunnitelman mukaisesti ja tyhjätä sekä hävittää seinustalla oleva harmaa kaappi (kuva 13.). Tyhjätylle käytävälle oli tarkoitus maalata lattiaan valumalleille välivarastopaikat ja käytävää vastapäätä, yläjyrsimen ja sorvin väliin merkata pyörillä kulkevalle energiajäte-säiliölle vakituinen paikka. Sirkkelin läheisyydessä lojuneille vanereille ehdittiin opinnäytetyön aikana rakentaa pumppukärryillä liikuteltavat telineet, jotka sijoitettiin sirkkelin viereiseen vanerivarastoon sekä levysahan vierustalle.



KUVA 13. Konepuolella sekalaisena varastona toimiva kaappi (Lepistö 11/2014)

Konepuolen siivouksen lisäksi, malliverstaan 5S:stä jäi uupumaan roskasäiliöiden paikkojen merkkäminen lattiaan kaikilla osastoilla sekä kuormalavojen varastopaikan merkitseminen verstaan valimon puoleisten ovien ulkopuolelle. Uuteen metallipajaan etsittiin metalleille pientä roskalavaa, jota voitaisiin liikuttaa joko pajan pumppukärryillä tai siinä olisi mukana pyörät.



## 5.4 Inventaario

Opinnäytetyön alkaessa malliverstaalla ei juurikaan tehty suurimittaisia inventaarioita. Vanerien ja lankkujen laskemisesta vastasi mallipuusepät ja muita tarvikkeita tilattiin valimon logistikolta silloin kun tavarat alkoivat olla vähissä. Suurimman osan tarvikkeista mallipuusepät kävivät hakemassa itse valimon tarvikevarastosta.

Vakituisen inventaarion tarve tuli esille, kun malleihin tarvittavat muoviset numerot sekä ruuvit alkoivat loppua, eikä kukaan ollut tilannut niitä lisää. Järjestelmän parantamiseksi siivottiin ensimmäisenä ruuvikaappi ylimääräisistä pulteista sekä väärillä kannoilla olevista vanhoista ruuveista. Ruuveja kuluu malliverstaalla mahdollisesti kaikista tarvikkeista eniten, joten niitä ei saanut päästää loppumaan. Niinpä sovittiin Valmetin alueella toimivan Wurthin toimipisteen kanssa, että Wurth tarkastaa ja hoitaa malliverstaan ruuvikaappia siitä eteenpäin. Ulkopuolisen toimijan varmistaessa tietyin väliajoin, että ruuvikaapista löytyy tarvittava määrä erikokoisia ruuveja, vähennetään mallipuuseppien turhaa ravaamista tarvikkeiden haussa ja pyritään estämään töiden seisahduminen puuttuvien ruuvien takia.

Muille tarvikkeille luotiin inventaariolista, joka tullaan käymään läpi vähintään kerran kuussa. Lista lähtee etenemään malliverstaan vanerivarastosta ja etenee verstaan läpi, päättyen maalaamoon. Listaan merkattiin tuotteiden nimet, tuotekoodit, mitat mikäli samankaltaisia tuotteita oli useampaa eri kokoa, tarvittava minimimäärä, todellinen määrä inventaariota läpikäydessä sekä paikka mistä tuote löytyy verstaalta. Pajan kaappien oviin tehtiin tavaroiden löytämisen helpottamiseksi listat kaappien sisällöistä (kuva 14.). Inventaarion hoidosta vastaavat jatkossakin verstaan mallipuusepät sekä valimon logistikko.



KUVA 14. Kaappien merkinnät. (Lepistö 12/2014)

## 6 Mallivarastot

Mallivarastojen tarkoituksena on säilyttää valumallit ja niiden mahdolliset keerna-laatikot sekä irtopalat kunnossa ja mitoillansa tulevaisuuden valuja varten. Rautpohjan valumallit on rakennettu joko puusta, muovista tai ”block-levyistä”, eli kovasta polyuretaanivaahdon ja liiman sekoituksesta. Koska suurin osa valumalleista on tehty kuitenkin puusta, vaativat ne mallivarastoilta tiettyjä ominaisuuksia. Mallivarastoissa pitää olla tasaisen viileä lämpötila ympäri vuoden, eikä siellä saa olla kosteutta. Puumalleihin tulee helposti lommoja, jolloin varastopaikkojen pitää olla tilavat ja malleja pitää pystyä siirtelemään helposti varastoissa. Valumalleja ei tule säilyttää ulkotiloissa eikä varsinkin taivasalla.

Rautpohjan valimon mallivarastoja oli vielä 2000-luvun lopussa 8 kappaletta. Niitä sijaitsi valimorakennuksen sisällä, valimoalueella sekä tehtaan alueen ulkopuolella. 2010-luvun alussa tehtyjen leikkausten takia, valimo luopui tehtaan ulkopuolella olevasta varastostaan ja siirsi valumallit tehdasalueelle. Valimon siirryttyä kokonaan Valmet Technologiesin alaisuuteen, osa tehdasalueen mallivarastoista luovutettiin tai vuokrattiin muihin tarkoituksiin, jolloin mallivarastojen pinta-ala pieneni noin puoleen 2000-luvun aikaisesta. Valumallien määrä ei ole kuitenkaan pudonnut samaa tahtia varastopaikkojen mukana. (Colliander, mallikuski/valumallinvalmistaja, Valmet.)

## 6.1 Nykytilanne

Nykyään valumalleja säilytetään viidessä mallivarastossa sekä tilanpuutteen vuoksi myös epävirallisesti entisen automaattikaavaamon paikalla, valimon 2-hallissa, 3-hallin putsaamossa ja valimon ulkopuolella olevassa katoksessa. Valumalleja on karkean arvi-  
on mukaan valimoalueella 2500 kappaletta ja suurella osalla näistä on vielä keernalaati-  
koita ja irtopaloja. Opinnäytetyön aikana kartoitettiin valumallien jakaantuminen viralli-  
siin mallivarastoihin. Kartoituksessa mallit on laskettu sen mukaan, kuinka monta va-  
rastopaikkaa varastoidut mallit, keernalaatikot ja irtopalat tarvitsisivat, jotta ne saataisiin  
varastoitua siististi ja turvallisesti.

Varasto 1 sijaitsee valimon 3-hallin alakerrassa. Varastossa säilytetään pääasiassa pie-  
nempien laippa-akseleiden, laakeripukkien ja laakeripesien valumalleja. Mallien siirrot  
suoritetaan varastossa joko sähkökäyttöisillä pinoamisvaunuilla tai pumppukärryillä.  
Varastosta haettaessa mallit siirretään varaston ulkopuolella sijaitsevaan hissiin ja noste-  
taan valimon pääkerrokseen, josta ne voidaan kuljettaa edelleen trukilla. Mallien nos-  
toon käytetyllä hissillä on kohdattu usein toimintahäiriöitä ja se kaipaa perusteellista  
huoltoa. Varaston 1 nykytilanne on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Varaston 1 tilanne 11.11.2014.

Varasto 1		hylly	virallisia varastopaikkoja	malleja hyllyissä	malleja lattialla
	H1	8	34	31	
	H2	12	21		
	H3	6	11		
	H4	9	17		
	H5	12	20		
	H6	12	27		
	H7	9	18		
	H8	12	15		
	H9	12	17		
	H10	12	22		
	H11	12	19		
	H12	12	25		
	H13	12	27		
	Varaston "aula"				
		H14	8	11	30
	H15	12	23		
yhteensä		160	307	61	



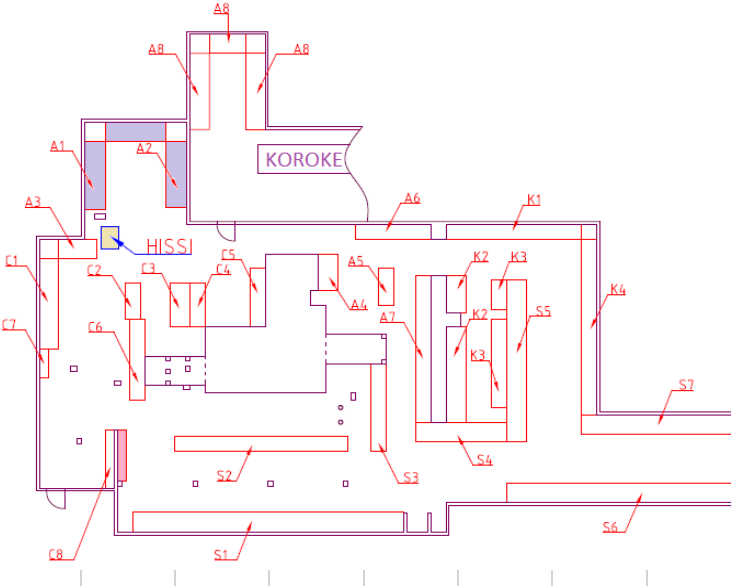
Vasikkalampena tunnettu mallivarasto (varasto 6) sijaitsee valimosta katsottaessa tehdasalueen toisella puolella. Rakennus on pinta-alaltaan noin 1600m<sup>2</sup>. Varastossa on neljä lähes koko rakennuksen pituuden kattavaa hyllykköä, joissa jokaisessa on neljä kerrosta. Rakennuksen toinen pääty ja osa hyllypaikoista on Valmet Technologiesin koelaitoksen käytössä. Valumalleja säilytetään niin hyllyillä, lattialla kuin B ja C hyllyjen välisessä tilassakin. Vasikkalammen mallivaraston hyllypaikat ja säilyssä olevien valumallien lukumäärät on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Vasikkalammen mallivaraston tilanne 12.11.2014.

Vasikkalampi		virallisia varastopaikkoja	malleja hyllyissä	malleja lattialla
	hylly			
	A			
	(1-36)	144	252	21
	B			
	(1-34)	136	231	-
	C			
	(16-34)	72	142	-
	D			
	(23-39)	53	86	20
	yhteensä	405	711	41

Varastossa 8, eli automaatin alakertana tunnetussa mallivarastossa säilytetään lähes kaikki valimon muoviset valumallit, pienet irtopalat ja keernalaatikat sekä suuri osa pienempien akseleiden malleista. Varasto sijaitsee nimensä mukaisesti entisen automaattikaavaamon alakerrassa. Varastoon ei ole kulkua trukilla, joten isompia malleja kuljetetaan varastossa sähkökäyttöisellä pinoamisvaunulla ja nostetaan sieltä hissin avulla valimon pääkerrokseen. Hissiin on mahdollista laittaa maksimissaan 1,2m x 1,5m x 1,7m mittaisia kappaleita. Varaston mallien säilytyskapasiteetti ja nykytilanne on esitetty taulukossa 4.

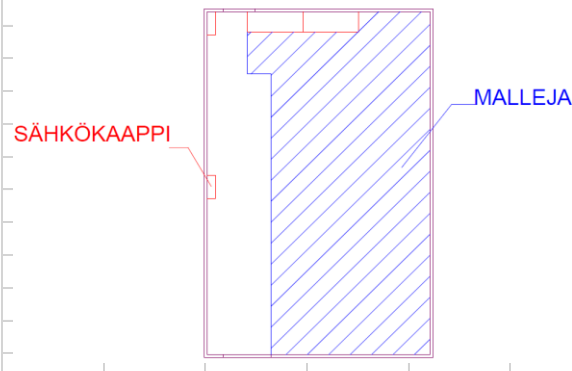
TAULUKKO 4. Automaatin alakerran mallivaraston tilanne 11.11.2014.

Automaatin alakerta	hyllyt	viralliset varastopaikat	malleja hyllyissä	malleja lattialla
	C1	21	26	77
	C2	6	6	
	C3	9	13	
	C4	9	15	
	C5	9	8	
	C6	12	14	
	A3	9	10	
	A4	12	12	
	A5	12	13	
	A6	20	23	
	A7	24	32	
	A8	42	50	
	K1	27	26	
	K2	22	30	
	K3	19	28	
	K4	33	42	
	S1	34	62	
	S2	9	11	
	S3	13	10	
	S4	12	7	
	S5	36	48	
S6	26	24		
S7	18	32		
yhteensä		434	542	77

Automaatin alakerrassa hyllyissä A1 ja A2 varastoidaan tällä hetkellä sekalaisia koneen osia. Hyllyn C8 viereinen hylly on tarkoitettu vanhan automaatin ja keernaosaston mallitarvikkeiden varastointiin (puhallusholkit, nostajan holkit jne.).

Viides virallinen mallivarasto on siilohuone. Siilohuone sijaitsee valimon kyljessä, jonka kulkuyhteys on ulkokautta. Koska varasto sijaitsee valimon pääkerroksessa, säilytetään siellä pääasiassa suuria malleja, jotka eivät mahdu muihin varastoihin. Siilohuoneessa on kaksi hyllyä joihin valumalleja voi varastoida, mutta mallien suuren koon vuoksi suurin osa niistä on aseteltu lattialle. Siilohuoneen tilanne on esitelty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Siilohuoneen mallivaraston tilanne 3.12.2014.

Siilohuone	hyllyt	viralliset varastopaikat	malleja hyllyissä	malleja lattialla
	1	-	5	66
	2	-	5	
	yhTEENSÄ	0	10	66

Mallivarastoja hoitaa pääasiassa malliverstaalla mallipuuseppänäkin toimiva trukkikuski. Niin sanotun mallikuskien tehtäviin kuuluu mallien tuominen ja vieminen varastosta malliverstaalle sekä kaavaamoon, varastojen siisteydestä ja järjestyksestä huolehtiminen sekä valumallien kirjaaminen valimon tietokannassa olevaan mallivarasto-ohjelmaan. Koska varastojen kapasiteetti on ylikuormittunut, on tärkeää, että vain yksi ihminen ajaa valumalleja varastoihin. Mikäli joku asiaan perehtymätön lähtee tekemään sitä, katoaa nopeasti mallikuskilta tieto siitä mihin varastoon on viety mitään malleja, ja näin ollen varastot ovat pian täysin sekaisin. Suurin osa valimon työntekijöistä kunnioittaa tätä järjestelyä.

Mallivarasto-ohjelma tilattiin aikoinaan valimolle valumallien muutostöiden ja nimikkeiden seuraamisen helpottamiseksi, mutta myös mallien varastopaikkojen löytämiseksi. Ohjelma pitää sisällään mallinumerot, asiakkaat, piirustusnumerot, huollon ja tarkastuksen suunnitellut ja toteutuneet päivämäärät, varastopaikat, tekijöiden nimet, mallien koot, tiedot irtopaloista, keernoista sekä mallien muutoksista. Ohjelmasta uupuu kuitenkin mahdollisuus liittää mallinumeroille kuvia, piirustuksia sekä 3d-malli. Syystä tai toisesta mallivarasto-ohjelma on jäänyt pitkälti unholaan ja nykyään sitä käyttääkin vain mallikuski.

## 6.2 Varastoinnin prosessit

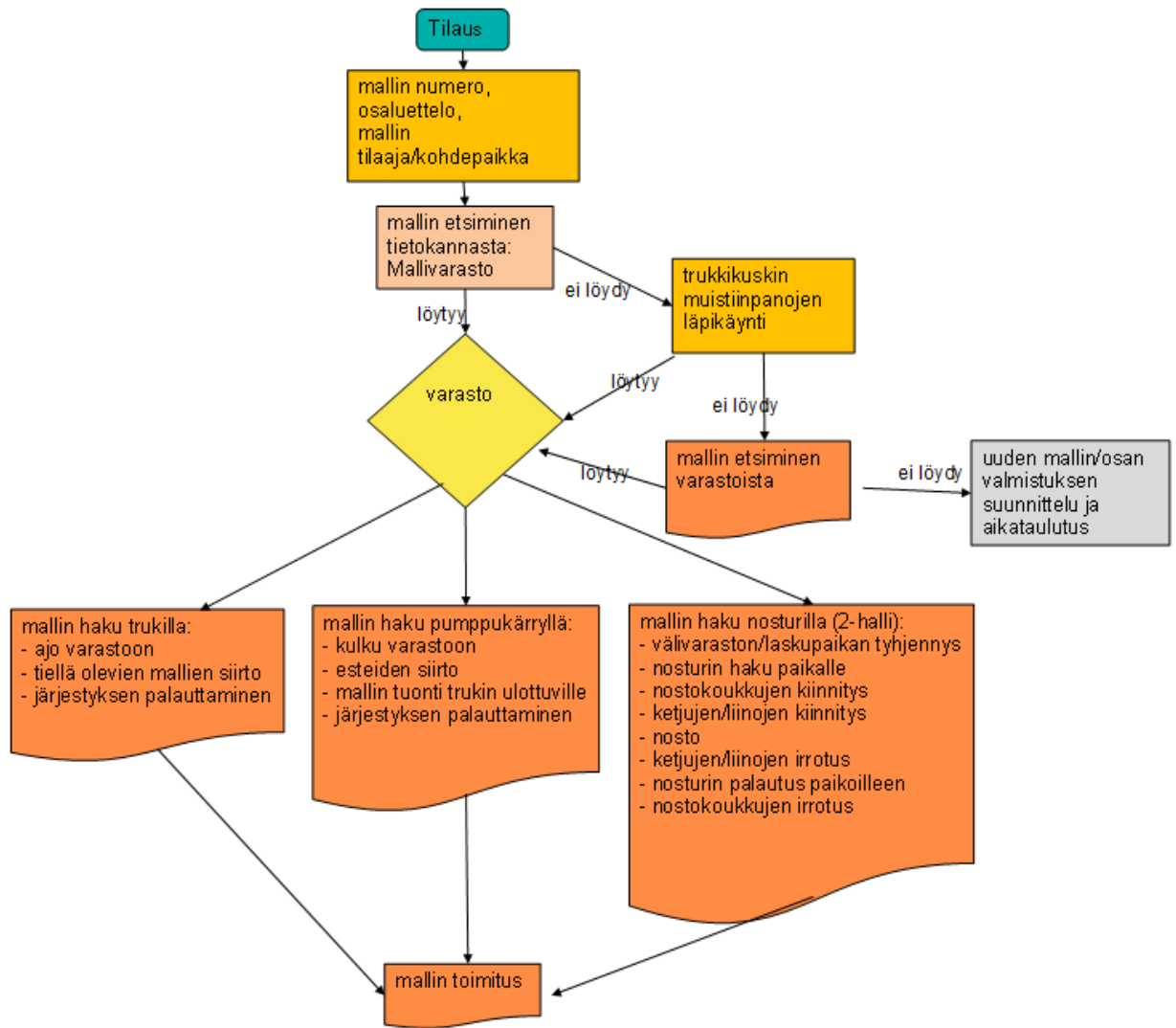
Kuormituksen helpottamiseksi, mallikuski saa tiedon tulevista valuista jo reilusti ennen varsinaisten töiden alkua. Kulkiessaan mallivarastoissa, mallikuski kykenee tarkistamaan mallit ennalta silmämääräisesti ja mikäli korjattavaa löytyy, voidaan tämä huomioida malliverstaan kuormituksessa. Nykyinen varastojen tilanne hankaloittaa tätä työtä. Mallien ollessa sekaisin ja päällekkäin mallivarastoissa, oikeiden valumallien ja niiden osien löytäminen voi olla erittäin vaikeaa ja aikaa vievää.

### 6.2.1 Mallien haku varastosta

Malleja haettaessa työ aloitetaan etsimällä mallin varastointipaikkaa valimon tietokannasta sekä mallikuskin omasta muistivihkosta. Mikäli mallin varastopaikka löytyy, lähdetään mallia hakemaan trukilla. Mikäli varastopaikkaa ei löydy tietokoneelta tai vihkosta, lähdetään mallia etsimään varastoista. Mallien haku varastoista vaihtelee varaston mukaan. Automaatin alakerrassa sekä 3-hallin alakerrassa (valuradalla ja varastossa 1) mallien kuljettaminen tapahtuu joko pumppukärrijen tai pinoamiskärrijen avulla. Kaikista kolmesta varastosta on hissiyhteys valimon pääkerrokseen, josta mallien kuljetusta jatketaan trukilla.

Vasikkalammen varastossa, siilohuoneessa sekä suurelta osin valimon epävirallisissa varastointipaikoissa trukin käyttäminen mallien haussa onnistuu. Ainut selkeä nosturia vaativa varastointipaikka on valimon 2-halli. 2-hallin tilalla oli aikaisemmin automaattinen kaavauslinjasto, josta muistona on kyseistä hallia kiertävä, noin 7 metriä syvä kuilu. Kuiluun on laskettu osa isommista ja hyvin vähällä käytöllä olleista malleista. Mikäli kyseisiä valumalleja joskus tarvitaan, on niiden nostaminen kuilusta vähintäänkin haastavaa. Mallien hakeminen varastoista on esitetty prosessin muodossa kuviossa 4.



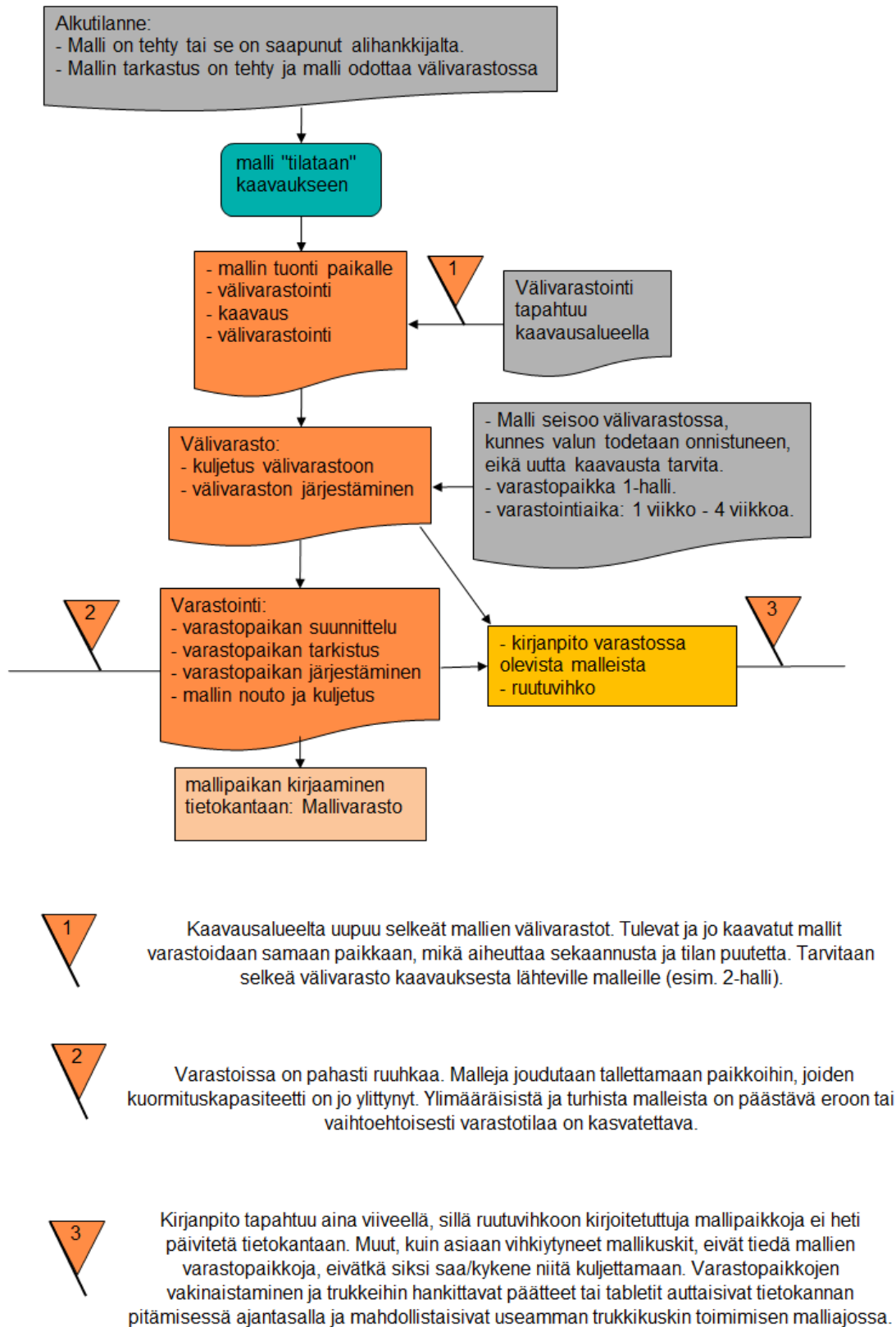


KUVIO 4. Prosessikuvaus mallin hausta varastosta.

Mallien hakua varastoista hankaloittaa eniten varastoissa vallitseva epäjärjestys. Epäjärjestystä aiheuttavat liian pienet varastot mallien määrään verrattaessa sekä mallien siirrot muiden kuin mallikuskin toimesta. Joissakin tapauksissa mallien siirtämistä voidaan pitää jopa vaarallisena, korkeiden mallipinojen ollessa kyseessä, tai kun valumalleja pitää hakea 2-hallin kuilusta. Lähes poikkeuksetta mallien haut ovat hitaita, sillä mallia haettaessa, sen edessä olevia valumalleja joudutaan usein siirtelemään ja pinoamaan muiden mallien päälle. Tarvittavan mallin saatuaan, mallikuskin tarvitsee vielä palauttaa varastoon jonkinlainen järjestyksin.

### 6.2.2 Mallin varastoiminen

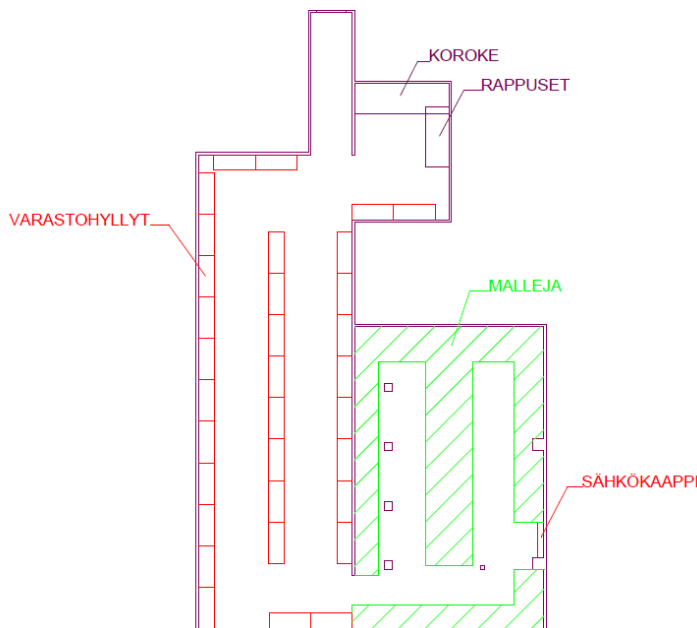
Valumalleja varastoitaessa, prosessi lähtee etenemään usein kaavaamosta. Kun valumuotti on kaavattu ja valumallia ei enää tarvita, tuodaan se joko välivarastoon odottamaan tietoa oliko valu onnistunut, tai suoraan malliveistämöön, jossa se muutetaan toiselle valutuotteelle sopivaksi. Välivarastossa valumallia säilytetään viikosta neljään viikkoon. Välivarastoinnin tarkoituksena on pitää mallit niin sanotusti hollilla, mikäli valussa tapahtuu virhe ja valumallia tarvitaan kiireellä. Kun valun todetaan onnistuneen, etsitään mallille varastopaikka mallivarastoista. Varastoinnin jälkeen mallikuski kirjaa mallin paikan ensin mukansa kuljettamaan muistivihkoon ja lopulta mallivarasto-ohjelmaan. Kuviossa 5 on esitetty varastoinnin prosessi kaavaamon tilauksesta lähtien.



KUVIO 5. Mallin varastoinnin prosessikuvaus ja kehityskohteet.

### 6.3 Tarvittavat toimenpiteet

Varastoissa ehdottomasti suurin ongelma on mallien määrä varastopaikkoihin nähden. Ylimääräisiä valumalleja on hävitettävä reilusti, niin virallisista mallivarastoista kuin epävirallisistakin, mikäli varastoihin halutaan minkäänlaista järjestystä. Myös varastohyllyjä on lisättävä ainakin valuradalle. Kyseisessä varastossa on riittävästi tilaa kolmen hyllyrivin rakentamiseen varaston pääpuolelle (kuva 16.). Toisella puolella varastoa pystyttäisiin varastoimaan isompia valumalleja lattialla.



KUVA 16. Luonnos valuradan varastohyllyjen paikoista.

Varastoista tilaa vievät ylimääräisten valumallien lisäksi ulkopuolisten tahojen toimesta varastoidut tavarat. Varastoituja tavaroita löytyy ainakin valuradalta, vasikkalammelta sekä automaatin alakerrasta. Mallin ajoa suorittavan trukkikuskin mukaan, ongelma on laajeneva, sillä mikäli malleja siirretään sen verran, että tilaa syntyy, on siihen pian ilmestynyt joko Valmetin tehtaan puolelta tai valimossa toimivilta aliurakoitsijoilta lavalinen tavaraa (Colliander, mallikuski/valumallinvalmistaja, Valmet). Näin ollen kilpailu mallivarastojen tilasta on jatkuvaa. Mallivarastot pitäisi pyhittää yksinomaan valumallien ja niiden osien varastointiin. Mikäli näin ei tehdä, tulee varastoissa yhä ahtaampaa ja vaikka vanhoja valumalleja saataisiinkin hävitettyä, ei alkuperäinen ongelma katoa mihinkään.

Varastoinnissa huolta herätti myös se, että varastointi ja sen kirjanpito on täysin yhden miehen varassa. Mikäli kyseinen mallikuski sairastuu pidemmäksi aikaa tai on muusta syystä poissa töistä, menevät varastot ja niiden kirjanpidot pian täysin sekaisin. Ongelmaan ei nähdä muuta ratkaisua, kuin toisenkin mallikuskin kouluttaminen kyseiseen työhön sekä vakituisten varastopaikkojen luominen jokaiselle valumallille ja niiden tarvikkeille. Vakituisten varastopaikkojen luomisen edellytyksenä on selkeiden mallivarastojen saaminen sekä toimiva, molempien trukkipuskien käytettävissä oleva lista tai ohjelma, jossa mallien, keernalaatikoiden sekä irtopalojen varastopaikat on kerrottu. Koska useilla valumalleilla on yhteisiä osia yhden tai useamman valumallin kanssa, tulee varastopaikat suunnitella siten, että kaikki yhteiset mallit löytyvät toistensa läheisyydestä. Näin ehkäistään epävarmuutta varastopaikoista niiden mallien osalta, joilla on paljon yhteisiä osia muiden mallien kanssa ja siksi kyljessään useita eri mallinumeroita.

Työterveyshuolto listasi tutkimuksissaan varastoissa olevia terveysuhkia. Näitä olivat varastoissa leijaileva hienojakoinen pöly, yksintyöskentely sekä huono valaistus. Valaistukseen on olemassa helppo ratkaisu, parempien valojen hankinta, mutta pölyongelman ratkaisu oli hieman hankalampaa. Varastojen hienojakoista pölyä ei välttämättä huomaa pikaisella käynnillä varastoissa, mutta mikäli siellä työskentelee kauemmin, huomaa pölyn vaikutukset illemmalla yskiessä. Pahimmassa tapauksessa pölylle altistuminen saattaa nostaa jopa kuumeen (Colliander, mallikuski/valumallinvalmistaja, Valmet). Pölyä tulee varastoihin väkisinkin, mutta määrää voitaisiin pienentää tukkimalla valimon alakerrasta johtavat kuilut pääkerrokseen sekä säännöllisellä imuroinnilla. Pölyn vaikutuksia vähennetään hengityssuojainten käytöllä. Mitä tulee yksintyöskentelyyn, ratkaisuna voisi olla esimerkiksi radiopuhelimet, jolla mallikuski voi ilmoittaa toiselle henkilölle, mikäli tarvitsee apua mallien siirroissa tai on loukkaantunut.

## 7 Kuormituksen hallinta

Valutuotteiden synty alkaa asiakkaan tilauksesta ja valusuunnittelijan työpöydältä. Kappaleen piirustukset lähetetään malliveistämölle, jossa tuotteeseen tehdään mallitarvikkeet, eli valumalli sekä tarvittaessa keernalaatikot ja irtopalat. Tämän jälkeen mallitarvikkeet lähetetään kaavaamoon, jossa valmistetaan tuotteelle valumuotit sekä tarvittavat keernat. Kaavaukseen kuuluu muottien täyttäminen, kaatokanavien teko, kokillien asentaminen, mahdolliset peitostukset sekä muottien kuivuminen. Kun kaikki samalle raudalle suunnitellut muotit ovat valmiina, voidaan suorittaa valu. Valun jälkeen valukappaleiden annetaan jäähtyä muoteissansa. Valukappaleiden irrotus muoteista tapahtuu joko purkamalla muotit osissa tai pienempien kappaleiden ollessa kyseessä, täryllä. Tämän jälkeen valutuotteet lähtevät puhdistamoon, materiaalin testaukseen ja koneistamoihin.

Malliverstaan kuormitus tapahtuu valutuotteista riippuen kahdella tavalla. Käsinkaavaus (lähes kaikki valutuotteet, lukuun ottamatta akseleita ja teloja) seuraa valimon karkeakuormitusta sekä kaavaamon hienokuormitusta. Karkeakuormituksessa valimolta tilatut tuotteet aikataulutetaan viikoittaiseen aikatauluun valupäivämäärien mukaan. Kaavaamon työnjohtaja seuraa tätä aikataulua ja suunnittelee valuille kaavauspäivät jokaiselle viikolle. Malliverstaan kuormituksessa kaavauspäivämäärä määrää aikataulut. Valumallit pyritään tekemään valmiiksi viikkoa ennen määrättyä kaavauspäivämäärää. (Koiranen, malliverstaan työnjohtaja/menetelmäsuunnittelija, Valmet.)

Akseleiden ja telojen ollessa kyseessä valimon näihin tuotteisiin erikoistunut valusuunnittelija, suunnittelee myös osin malliverstaan aikataulut. Akselit ja telat ovat eräitä valimon suurimpia valutuotteita, jolloin niiden valuu kuluu huomattava määrä sulaa rautaa. Koska sulaton uunien käynnistäminen on kallista, niillä pyritään pitämään jatkuvasti tasaista kuormitusta. Tästä johtuen akselien ja telojen kuormituksessa pyritään seuraamaan valimon sulaton kuormitusta ja tasaamaan sitä mahdollisimman paljon. Akselit ja telat pyritään saamaan kaavaamoon 2-3 viikkoa ennen valupäivämäärää. (Juntunen, valusuunnittelija, Valmet.) Valitettavasti tällainen kuormituksen suunnittelu kostautuu helposti malliverstaalla. Normaalin, tasaisen kuormituksen sijaan, sulaton töiden väheessä pyritään tuotantoketjun alkupään, eli malliveistämön ja kaavaamon tahtia tiukentamaan ja tämä johtaa usein valtaviin kiiretöihin malliverstaalla.

Malliverstaalla syyt kiiretöille nähdään toiselta kannalta. Akseleiden muutostöiden on huomattu tulevan pajalle sykleissä. Kun yhden akselin profiilia muutetaan, muuttuu pian toisenkin. Jokaisessa akselissa on 3-5 valumallia, jotka kaikki pitää muokata uuteen muotoon. Muutostöihin ei reagoida riittävän aikaisin ja tämä nähdään suurimpana ruuhkan aiheuttajana malliveistämöllä.

Molempiin ongelmiin, niin sulaton aikatauluihin kuin akseleiden muutoksiinkin on olemassa yksinkertainen ratkaisu, ennakointi. Koska molempien tapahtuminen aikataulut tiedetään ennakolta, on hämmentävää, miksi ruuhkia päästetään ylipäätänsä syntymään. Kun tuleva muutostyö on tiedossa, tulee siihen resursoida riittävästi työvoimaa tuotteen saamiseksi valmiiksi aikataulussa. Tämä työvoima voi tulla malliveistämöltä, kiireapuna ulkopuolisilta mallipuusepiltä, kaavaamosta mallien kunnostuksen osaavilta henkilöiltä tai alihankkijoilta. Yksi vaihtoehto on myös kiiretöiden hoitaminen vuorotöillä, jolloin puolet mallipajan väestä työskentelisi aamuvuorossa ja loput jatkaisivat työtä iltavuorossa. Pääasia on, että tuleva kiire tunnustetaan ja siihen reagoidaan ajoissa.

Kuormitukselle ongelmia tuottaa myös yleisesti mallien muutostyöt sekä valujen susikkapaleet. Esimerkkinä kappale A, joka on kunnostettu malliverstaalla ja joka on käävattu ja valettu valimossa. Malli saapuu takaisin malliverstaalle ja sitä aletaan muuttamaan kappale B:ksi. Kesken muutostyön ilmenee, että kappale A epäonnistui syystä tai toisesta ja uusi pitäisi saada mahdollisimman nopeasti. Tällöin mallin muutostyön vaiheesta riippuen, valumalli joko muutetaan takaisin kappale A:ksi tai tehdään kiireellä kappale B:ksi, jonka jälkeen se palautetaan alkuperäiseen muotoonsa. Näitä tilanteita voi yrittää ennaltaehkäistä hankkimalla useimmin käytetyille malleille identtiset kaksoiskappaleet. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin mallivarastojen rajattu kapasiteetti, jolloin palataan edellisessä luvussa kohdattuun ongelmaan ja sen ratkaisuun. Ylimääräisten mallivarusteiden hävittämiseen varastoista.





## 8 Yhteenveto

Rautpohjan malliverstaalla oli opinnäytetyön alkaessa jo kehitetty paljon erilaisia parannuksia työolojen ja työnteon tehostamiseksi. Opinnäytetyön aikana saatiin suoritettua osa näistä parannuksista sekä kehitettyä osaa niistä myös eteenpäin. Työn aikana tuli esille myös paljon sellaisia asioita, joille ei vielä oltu keksitty toimivaa ratkaisua tai niitä ei oltu huomioitu ollenkaan. Tässä luvussa on tarkoitus selventää kaikki työn aikana esiin tulleet ongelmat ja niiden ratkaisut sekä käsittelemättömien ongelmien kehitysehdotukset, jotta niihin voitaisiin puuttua myöhemmin. Jo tehdyt parannukset on esitetty alla olevassa listassa kursiiivilla.

### Tuotantoprosessien pullonkaulat

- Uloslyöntien piirtäminen
  - lakanatulostimen hankkiminen verstaalle
- Työstöihin kuluva aika
  - CNC-jyrsimen hankkiminen verstaalle
  - irrallisten mallien osien tilaaminen ulkopuoliselta, CNC-koneistusta harjoittavalta toimittajalta
- Mallien numerointi
  - 3d-tulostimen hankkiminen verstaalle
  - *ylimääräisten numero- ja kirjainkokojen hävittäminen*

### Muut tuotantoprosesseissa ilmenneet ongelmat

- Mallien tarkastajan eläköityminen
  - koulutettava seuraaja
  - tilattava mallien tarkastus ulkopuoliselta taholta
- Tarvikkeiden haku työpisteen/verstaan ulkopuolelta
  - *inventariolistan luominen*
  - *tarvikkeiden järjestely lähelle työpisteitä*

## Verstaalla ilmenneet ongelmat

- Nostureiden matala nostokorkeus
  - pinoamiskärryjen hankkiminen verstaalle
  - nostopöytien hankkiminen verstaalle
    - *yksi nostopöytä otettu kokeiluun*
  - parempien nostopaikkojen suunnittelu mallivarusteisiin
- Taukotupaa lähinnä olevalla rullahiomakoneella ahdas työtila
  - *laanin korvaaminen nostopöydällä*
- Prässin etäinen sijainti
  - Prässin siirto salin puolelle
- Muovikopin vähäinen käyttö
  - *muovikopin takahuoneen muuttaminen metallikopiksi*
- Muovimateriaalien sijainti väärässä paikassa
  - *kemikaalikaapin ja muovien siirto muovikoppiin*
- Henkilökohtaisten suojainten säilytys
  - *tiivien kaapistojen hankkiminen suojaimille*
- Mallien varastointi verstaalla
  - *varastopaikkojen suunnittelu ja selkeä merkintä*
- Kuormalavojen varastointi verstaalla tai sen läheisyydessä
  - *varastopaikan suunnittelu ja selkeä merkintä*
- Epäjärjestys verstaalla
  - 5S
- Verstaan vaihteleva lämpötila
  - pattereiden edessä, tyhjillään olevien kaapistojen hävittäminen
- Työpisteiden läheisyydessä olevista johdoista johtuva kompastusvaara
  - akkukäyttöisten koneiden hankinta
    - monitoimikone
    - höylä
    - kuviosaha
    - hiomakoneet
  - liikuteltavien teollisuusimureiden hankinta
  - sähköpistokkeiden tuominen laaneille ”siltojen” alta

- Verstaalla leijaileva pöly
  - o parempien imureiden hankinta
  - o säännöllinen, myös nosturien päälliset kattava siivous
  - o ilmastointiputkien nuohous
- Verstaan työpisteillä vanhentuneet ja tehottomat imurit
  - o *suodattimien vaihdot*
  - o putkistojen nuohous ja kunnostus
  - o liikuteltavien teollisuusimureiden hankinta
- Korkeiden kappaleiden höylääminen oikohöylällä vaarallista
  - o hätäseis-painikkeen siirto toimivampaan paikkaan
- Sirkkelin johde tiellä sahatessa
  - o uuden sirkkelin hankinta
- Sirkkelin terä kääntyy vain toiseen suuntaan
  - o uuden sirkkelin hankinta

### **Mallien varastoinnissa ilmenneet ongelmat**

- varastokapasiteetti täynnä
  - o vanhojen valumallien hävittäminen
  - o varastojen lisääminen
  - o varastohyllyjen lisääminen
  - o ylimääräisten tavaroiden hävittäminen varastoista
- Välivarastoinnin epäjärjestys
  - o luotava selkeät välivarastot kaavauksesta tuleville ja kaavaukseen meneville valumalleille
  - o valun onnistumista odottaville valumalleille oma välivarasto (esim 2-halli)
- Varastojen epäjärjestys
  - o ylimääräisten valumallien hävittäminen varastoista
  - o ylimääräisten tavaroiden hävittäminen varastoista
  - o varastojen varaaminen vain mallien säilytystä varten
  - o vakituisten varastopaikkojen luominen jäljelle jääneille valumalleille
- Mallivarastot yhden ihmisen varassa
  - o koulutettava vähintään yksi mallikuski lisää

- Mallivarastoihin kerääntyvä pöly
  - määräajoin suoritettava siivous mallivarastoihin
  - pölyn vähentäminen peittämällä kaavaamoon johtavat kolot
- Hankalat ja vaaralliset nostot
  - nostoapuvälineiden hankkiminen varastoihin
  - varastohyllyjen uudelleen järjestäminen, jotta trukki pääsee liikkumaan niiden välissä kunnolla
  - varastopaikkojen lisääminen, jotta malleja ei tarvitse pinota päällekkäin
- Yksintyöskenteleminen mallivarastoissa
  - määräajoin ilmoittautuminen esim. radiopuhelimien avulla
  - varastotyöskentely parityönä
- Trukilla ajo talvella hankalaa liukkauden ja epätasaisen maaston takia
  - trukkiin paremmat renkaat
  - teiden tasoitus etenkin talvella reitillä valimo-vasikkalampi
- Trukin kopin meteli
  - kuulosuojainten käyttö trukkia ajaessa
  - uuden trukin hankinta
- Mallivarastojen huono valaistus
  - parempien lamppujen hankkiminen varastoihin
- 3-hallin alakerran hissien epävarma toiminta
  - hissien perusteellinen huolto

### **Kuormituksessa ilmenneet ongelmat**

- Töiden ruuhkautuminen
  - ennakointi
  - työvoiman lisääminen malliverstaalla
  - vuorotyöskentely
  - alihankinta
- Töiden aikataulutuksessa tapahtuva sekaannukset
  - *aikataululistan rakentaminen* ja tuominen malliverstaalle
  - viikoittaisten palaverien pitäminen
- Muutostöistä johtuva kiire
  - ennakointi
  - työvoiman lisääminen malliverstaalla
  - kaksoiskappaleen luominen useimmin käytetyille malleille

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa malliverstaan toimitusvarmuutta ja materiaa-  
livottausta verstaalta valimoon. Työn aikana suoritettu 5S ja inventaariolistan luonti tu-  
kivat näitä tavoitteita vähentämällä töissä tapahtuvia pysähdyksiä, erityisesti materiaali-  
en ja tarvikkeiden hakemiseen kuluvaan aikaan. Opinnäytetyön aikana suunniteltu vers-  
taan koneiden uudelleen järjestely vähentää turhaa liikkumista pajalla ja parantaa työn  
mielekkyyttä. Kyselemällä malliverstaan työntekijöiltä pajan ongelmista ja antamalla  
heidän osallistua kaikkiin verstasta koskeviin muutoksiin, saatiin suunniteltua toimiva  
pohjaratkaisu ja käynnistettiin muutokset niin pajan ilmapiirissä, kuin ulkonäössäkin.  
Työn onnistumisesta onkin suuri kiitos esitettävä nimenomaan malliverstaan työnteki-  
jölle sekä työnjohdolle.

Mikäli malliverstasta halutaan jatkokehittää, tulee huomio kiinnittää verstaan kuormi-  
tukseen ja mallivarastoihin. Työhön varattuun aikaan nähden, opinnäytetyön aihealue  
oli niin laaja, että nämä osa-alueet jäivät hieman muiden varjoon. Saamalla mallivers-  
taan kuormitus tasapainoisemmaksi ja ennakoimalla riittävän nopeasti tulevat kiiretyöt,  
verstaan materiaa-  
livottausta ja toimitusvarmuutta saadaan parannettua huomattavasti.  
Pahin hidaste verstaan töissä on töiden väliin tulevat kiiretyöt, jotka sekoittavat paitsi  
malliverstaan kuormitusta, myös kaavaamon kuormitusta. Mikäli nämä saataisiin ennal-  
taehkäistyä, helpotettaisiin kuormituksen suunnittelua koko valimossa.

Jo ennen työn alkua valimossa oli tunnustettu mallivarastoissa oleva varastokapasiteetin  
pula. Ongelmaan tartuttiin opinnäytetyön aikana muidenkin, kuin allekirjoittaneen puo-  
lesta ja tämä auttoi suuresti asioiden viemisessä eteenpäin. Työn aikana ylimääräisiä ja  
vanhentuneita valumalleja ei vielä suuremmin hävitetty, mutta ongelmasta keskusteltiin  
yleisesti työnjohdon ja työntekijöiden välillä ja näin otettiin ensimmäiset askeleet kohti  
toimivaa mallivarastoa. Urakan loppuunsaattamiseksi tulee kulumaan aikaa ja resursse-  
ja, mutta nämä investoinnit ovat pakollisia, mikäli ongelma halutaan saada ratkaistuksi.

## LÄHTEET

Colliander M. Valumallinvalmistaja/trukkikuski, Valmet. 2014. Haastattelut 15.9.2014.-15.12.2014. Haastattelija Lepistö, U-M. Jyväskylä.

Jokinen J. 1988. Tykki taipui paperikoneeksi. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Juntunen J. Valusuunnittelija, Valmet. 2014. Haastattelu 8.12.2014. Haastattelija Lepistö, U-M. Jyväskylä.

Keski-Suomen museo, Valtion tykkitehdas. Luettu 4.12.2014.  
[http://www3.jkl.fi/ksmuseo/haloo/sota/sota\\_teoll7.htm](http://www3.jkl.fi/ksmuseo/haloo/sota/sota_teoll7.htm)

Koiranen J. Malliosaston työnjohtaja/menetelmäsuunnittelija, Valmet. 2014. Haastattelu 5.12.2014. Haastattelija Lepistö, U-M. Jyväskylä.

Ortiz C. 2008. Lessons from a Lean consultant. Crawfordsville, California: Pearson Education, Inc.

Rautpohjan yleisesittely vierailijoille. Luettu 4.12.2014.  
[http://intra.valmet.com/Locations/Jyvaskyla\\_Rautpohjankatu/rautpohja/Pages/default.aspx](http://intra.valmet.com/Locations/Jyvaskyla_Rautpohjankatu/rautpohja/Pages/default.aspx)

Tirkkonen J. Valumallinvalmistaja, Valmet. 2014. Haastattelu 4.11.2014. Haastattelija Lepistö, U-M. Jyväskylä.

Tuominen K. 2010. Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen-5S. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Udd, R & Ruopas, I. 05/2014. Työterveyshuollon työpaikkaselvitysraportti. Jyväskylän valimon malliverstas. Jyväskylä.

Valmet lyhyesti, historia. Luettu 5.11.2014.  
[http://www.valmet.com/fi/tietoa\\_valmetista\\_suomi.nsf/WebWID/WTB-131120-2257B-DBA13?OpenDocument#.VIdxqsmgzK9](http://www.valmet.com/fi/tietoa_valmetista_suomi.nsf/WebWID/WTB-131120-2257B-DBA13?OpenDocument#.VIdxqsmgzK9)

## LIITTEET

### Liite 1. Kyselytutkimus malliverstaan työntekijöille

Tässä liitteessä on esitetty kysymykset, joihin haettiin vastauksia 2.10.2014. tehdyssä tutkimuksessa malliverstaalla. Kyselyssä haastateltiin kaikkia silloin pajalla työskenteleviä työntekijöitä erikseen, eivätkä he tienneet kyselyn aikana toistensa vastauksia. Tutkimuksen tulokset on esitelty siinä järjestyksessä, mikä vastaus oli yleisin.

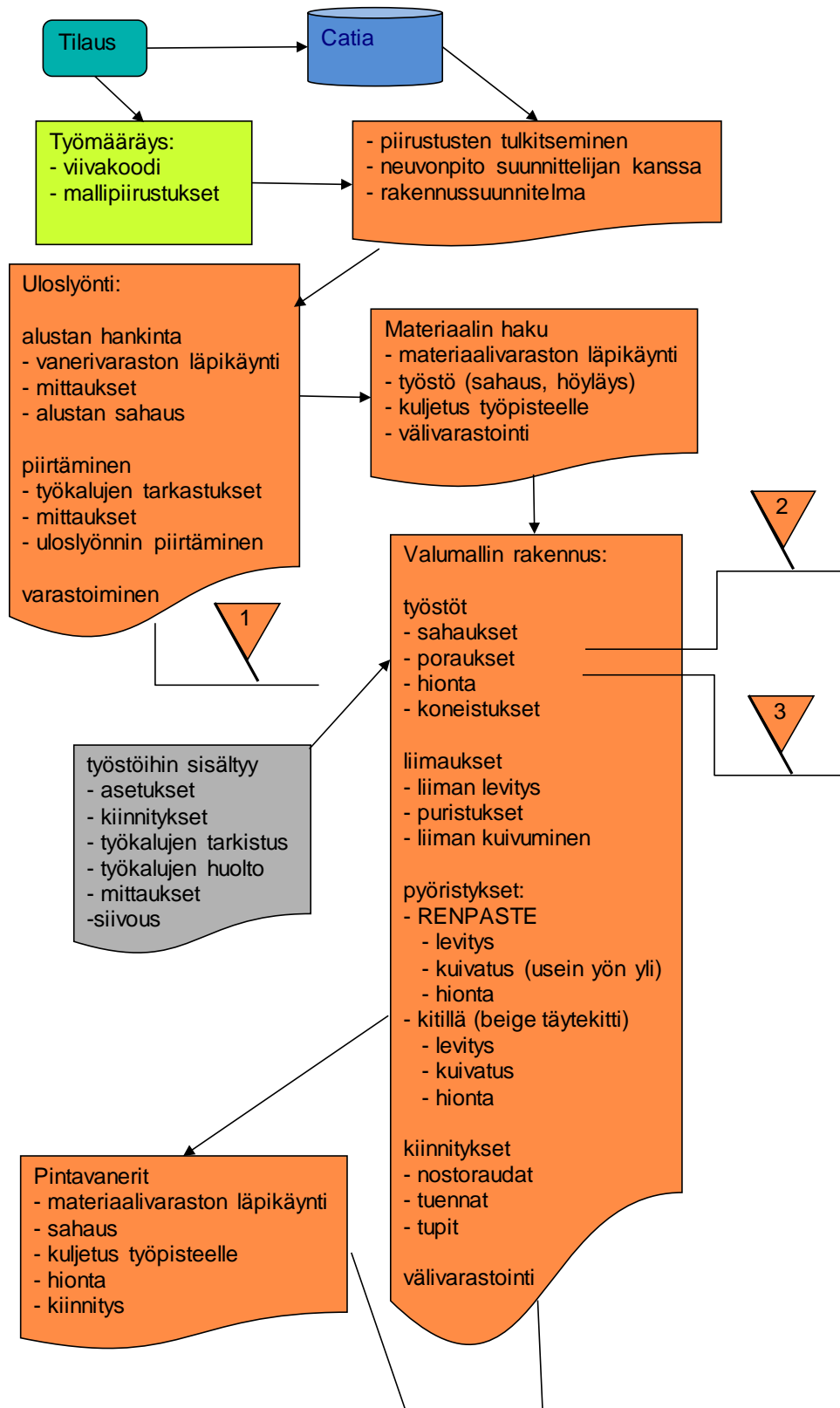
- 1 Onko työkalujen ja koneiden valikoimassa puutteita? Jos on, niin mitä?
  - 4/5 ruuvit
  - 3/5 muoviset numerot (koko 25mm)
  - 2/5 liikuteltavat teollisuusimurit
  - 1/5 akkukäyttöinen höylä
  - 1/5 akkukäyttöinen kuviosaha
  - 1/5 akkukäyttöiset hiomakoneet
  - 1/5 akkukäyttöinen monitoimikone
  - 1/5 sähkökäyttöinen käsijyrsin
  - 1/5 metallisahan terä
  - 1/5 D20mm tupit
  - 1/5 R20 pyöristeteterä
  - 1/5 CNC-työstökone
  
- 2 Onko työtasoissa ja apuvälineissä (nosturit, kärryt, imurit jne.) mielestäsi parannettavaa? Jos on, niin mitä?
  - 4/5 nosturien nostokorkeus liian matala
  - 3/5 imureiden tehot riittämättömät
  - 1/5 lämmin ilma katoaa puruimurin kautta
  - 1/5 kärryjä on liikaa
  - 1/5 tarvitaan uusia nostosilmukoita
  - 1/5 ei parannettavaa

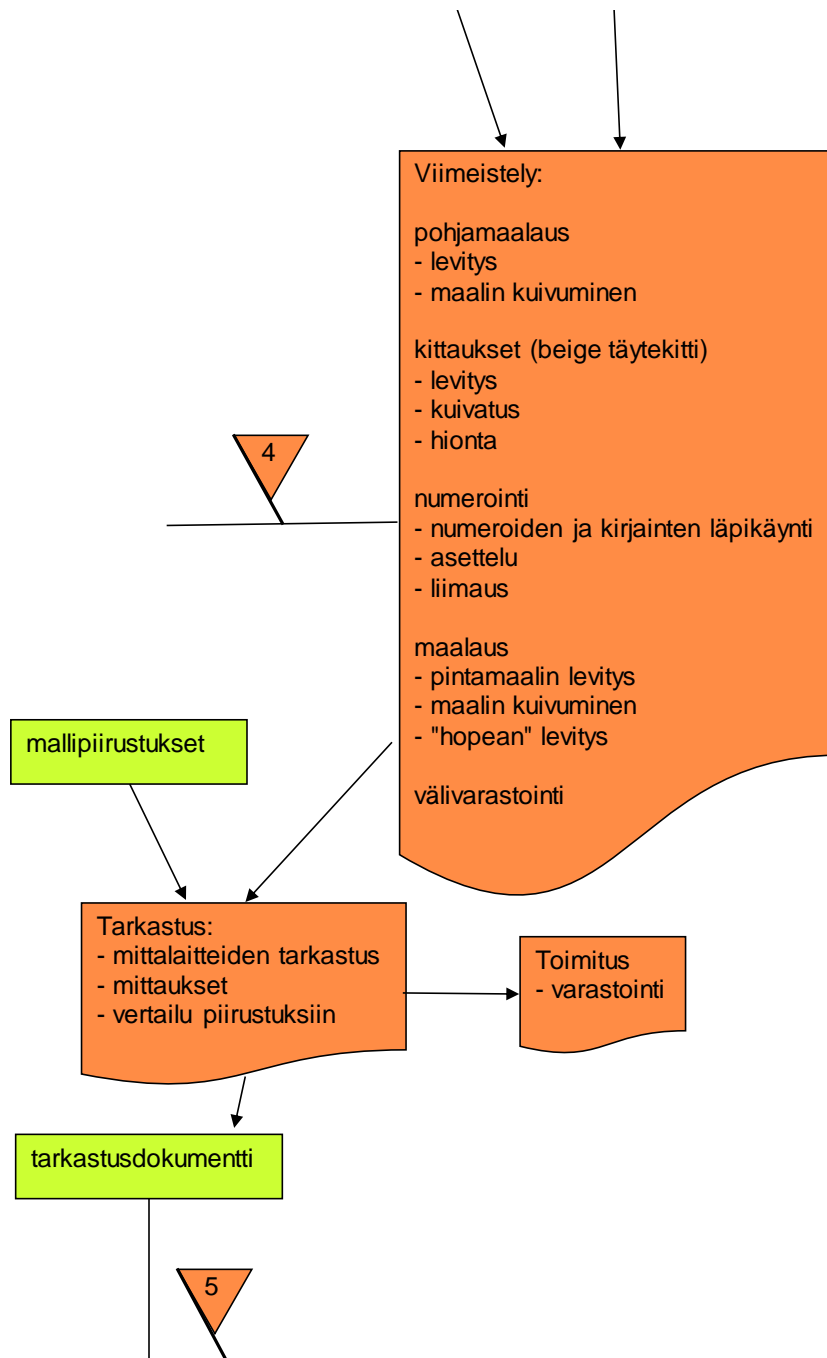
- 3           Voisiko työkoneiden sijaintia parantaa? Miten?  
3/5 taukotuvan läheisen rullahiomakoneen ympäristö on ahdas  
2/5 ei parannettavaa  
1/5 lattiaan rajat koneille ja mallien välivarastoille
- 4           Onko työturvallisuudessa parannettavaa? Miltä osin?  
3/5 pajalla kompastusvaara, sähköjohdot ja imurinletkut lattialla  
2/5 pölynpoisto riittämätön  
1/5 isot ja painavat jyrsimen terät  
1/5 nostoliinojen kunto pitää tarkastaa  
1/5 tahko jatkaa pyörimistään virran katketessa  
1/5 korkeiden kappaleiden höylääminen oikohöylällä vaarallista tiellä  
olevan hätäseis-painikkeen takia  
1/5 sirkkelin johde on tiellä sahatessa  
1/5 sirkkelin terän tulisi kääntyä molempiin suuntiin  
1/5 hengityssuojaimet tarvitsevat paremmat säilytystilat  
1/5 ei parannettavaa
- 5           Onko työpisteessä muuta parannettavaa? Mitä?  
3/5 ei parannettavaa  
2/5 liikuteltavat nostopöydät  
1/5 laatikostoja on liikaa

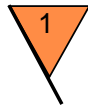


## Liite 2. Valumallien rakentamisen prosessikuvaus

1 (3)







Uloslyönnit voidaan jatkossa tehdä tulostamalla, mikäli laiteinvestoinnit onnistuvat ja pajalle saadaan lakana-tulostin.



Työstöaikaa ja turvallisuutta voidaan parantaa laiteinvestoinneilla.



Mallien valmistukseen kuluvaa aikaa saataisiin pienennettyä hankkimalla osa tarvittavista mallin osista cnc koneistusta harjoittavilta lähialueen puusepiltä.



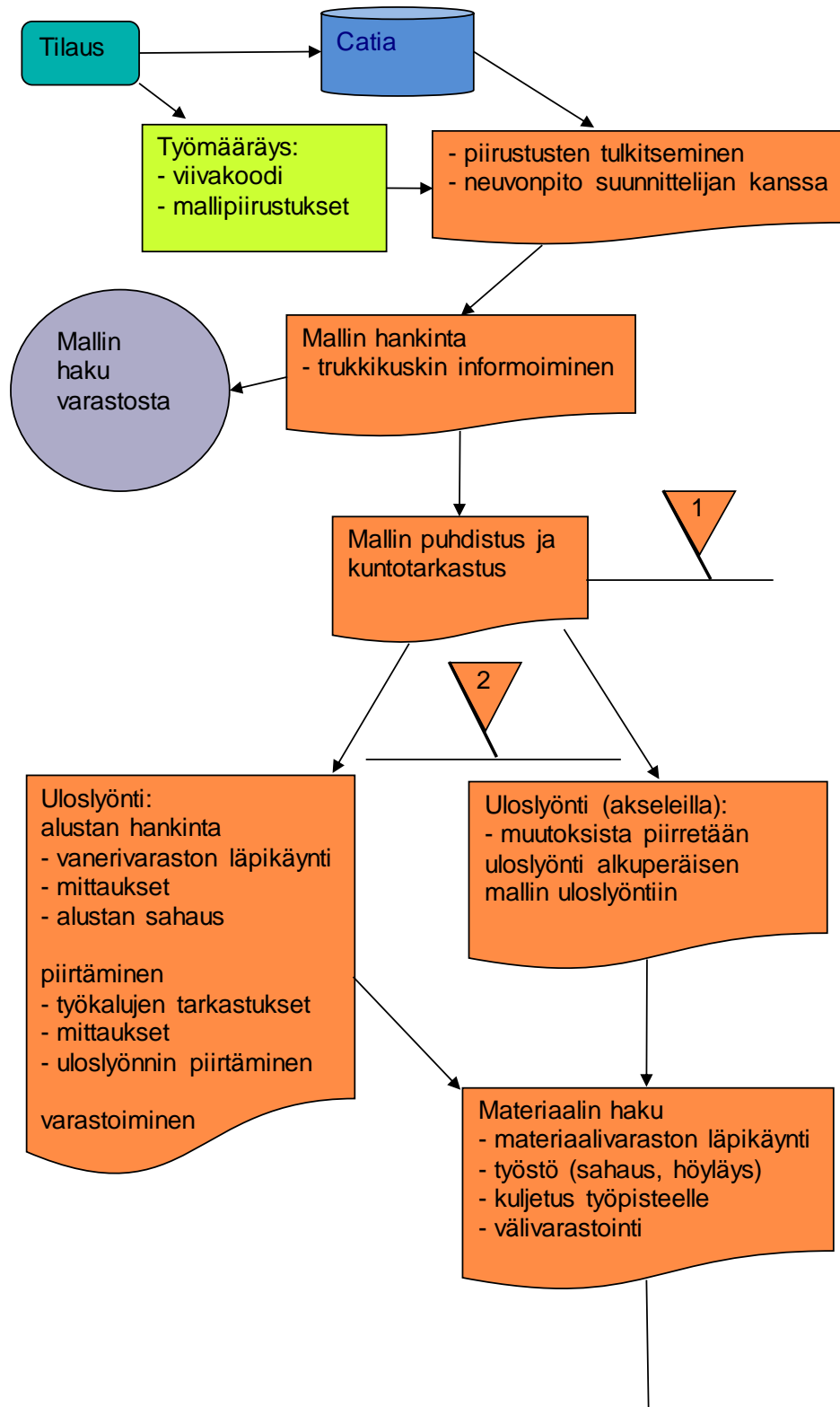
Suunnitteilla on hankkia pajalle 3d-tulostin, jolla valunumerot saataisiin kerralla tulostettua. Tämä vähentää numeroiden etsimiseen ja asetteluun kuluvaa aikaa.

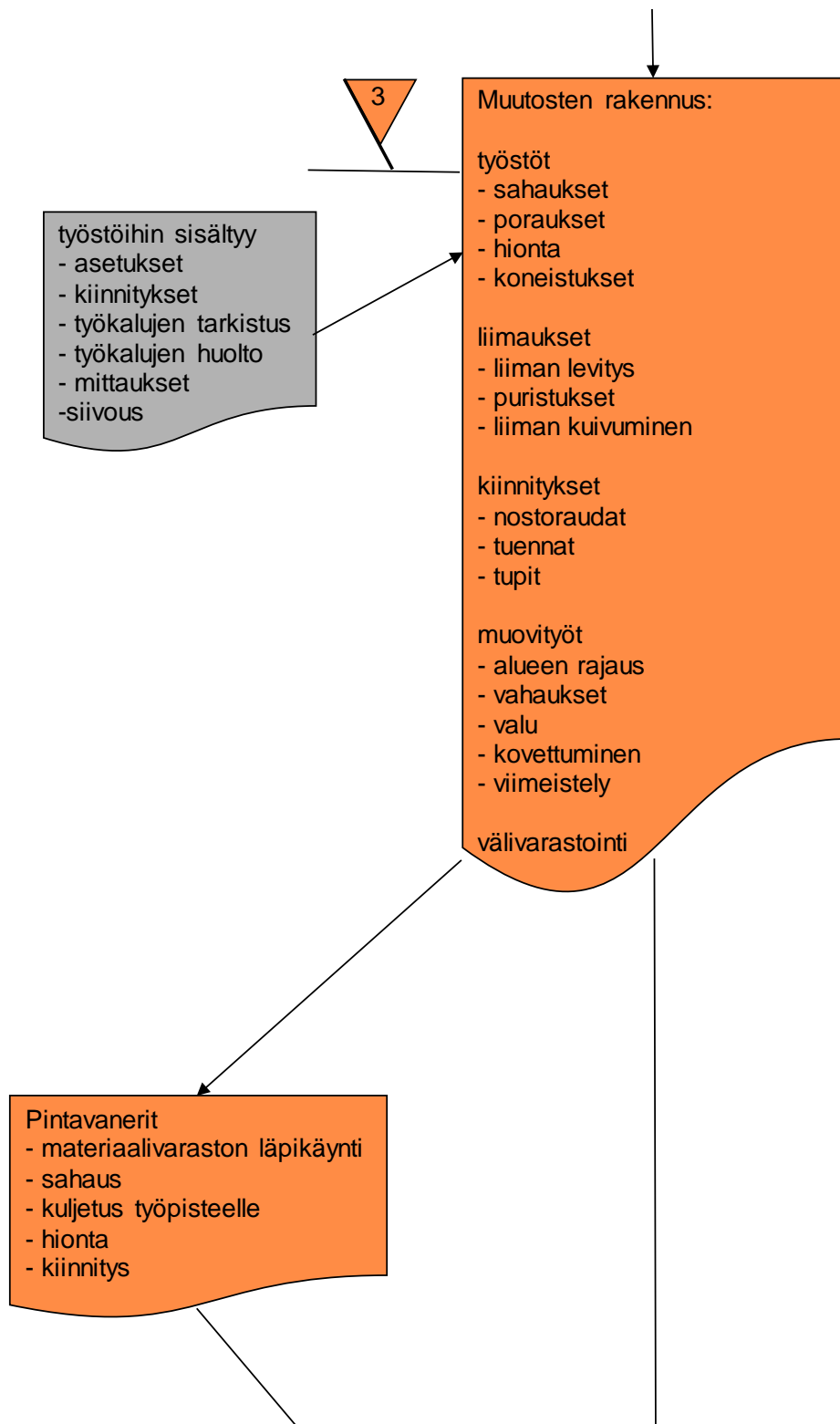


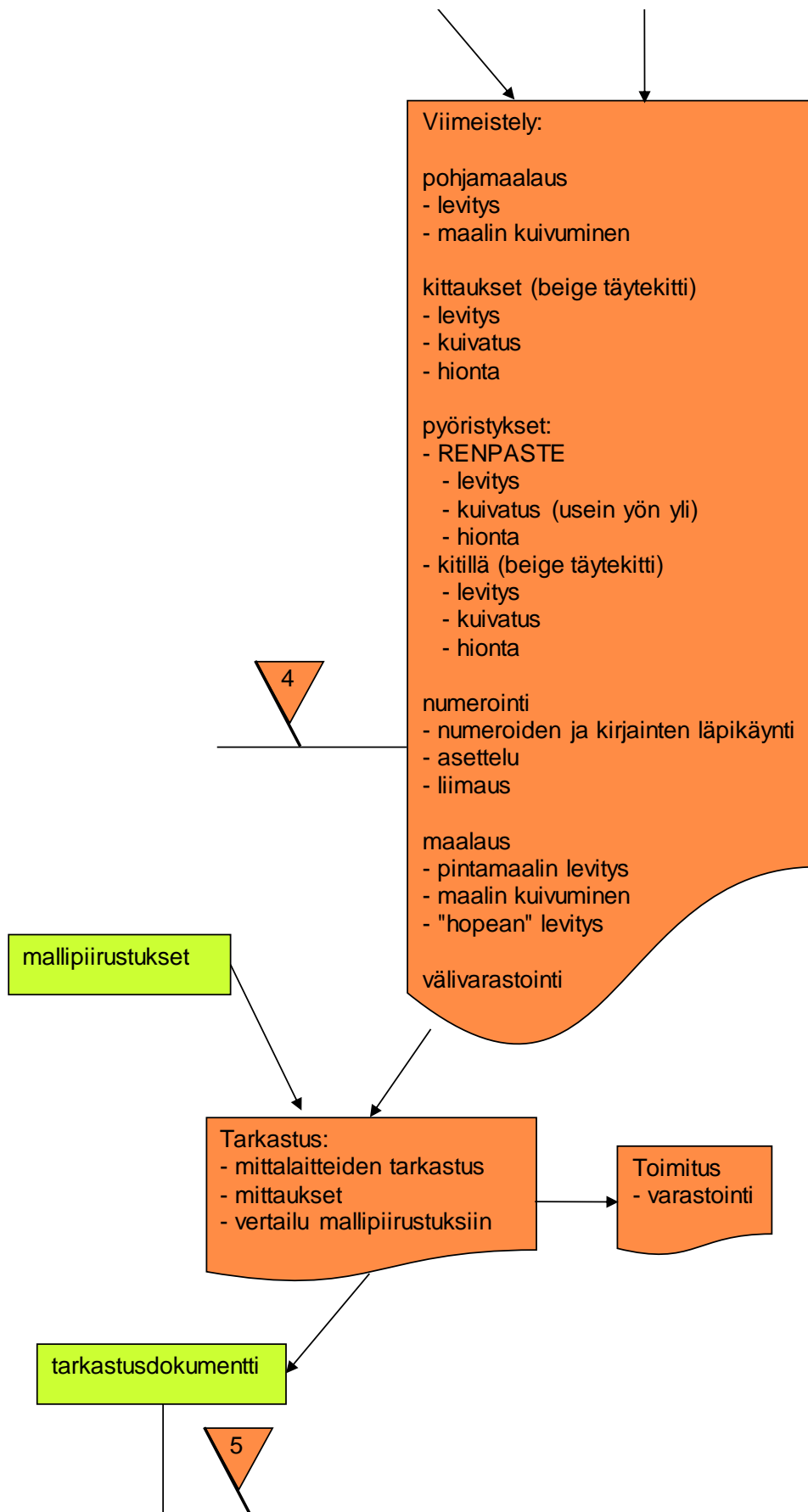
Tarkastus-dokumentteja parantamalla ja käyttämällä niin mallipajalla kuin valimossakin, valutuotteille luodaan lisäarvoa ja epäonnistuneiden kappaleiden löytäminen ja korjaaminen tehostuu.

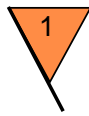
## Liite 3. Valumallien muutostöiden prosessikuvaus

1 (4)

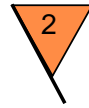








Mallin putsaukseen tarvitaan uudet imurit. Pajan työpisteillä olevat imurit ovat yhtä vanhoja kuin rakennuskin, eikä niiden imuteho enää riitä hiekan imurointiin. Imurit myös levittävät suurimman osan pajan ilman pölymäärästä.



Uloslyönnit voidaan jatkossa tehdä tulostamalla, mikäli laiteinvestoinnit onnistuvat ja pajalle saadaan lakana-tulostin.



Työstöaikaa ja turvallisuutta voidaan parantaa laiteinvestoinneilla.



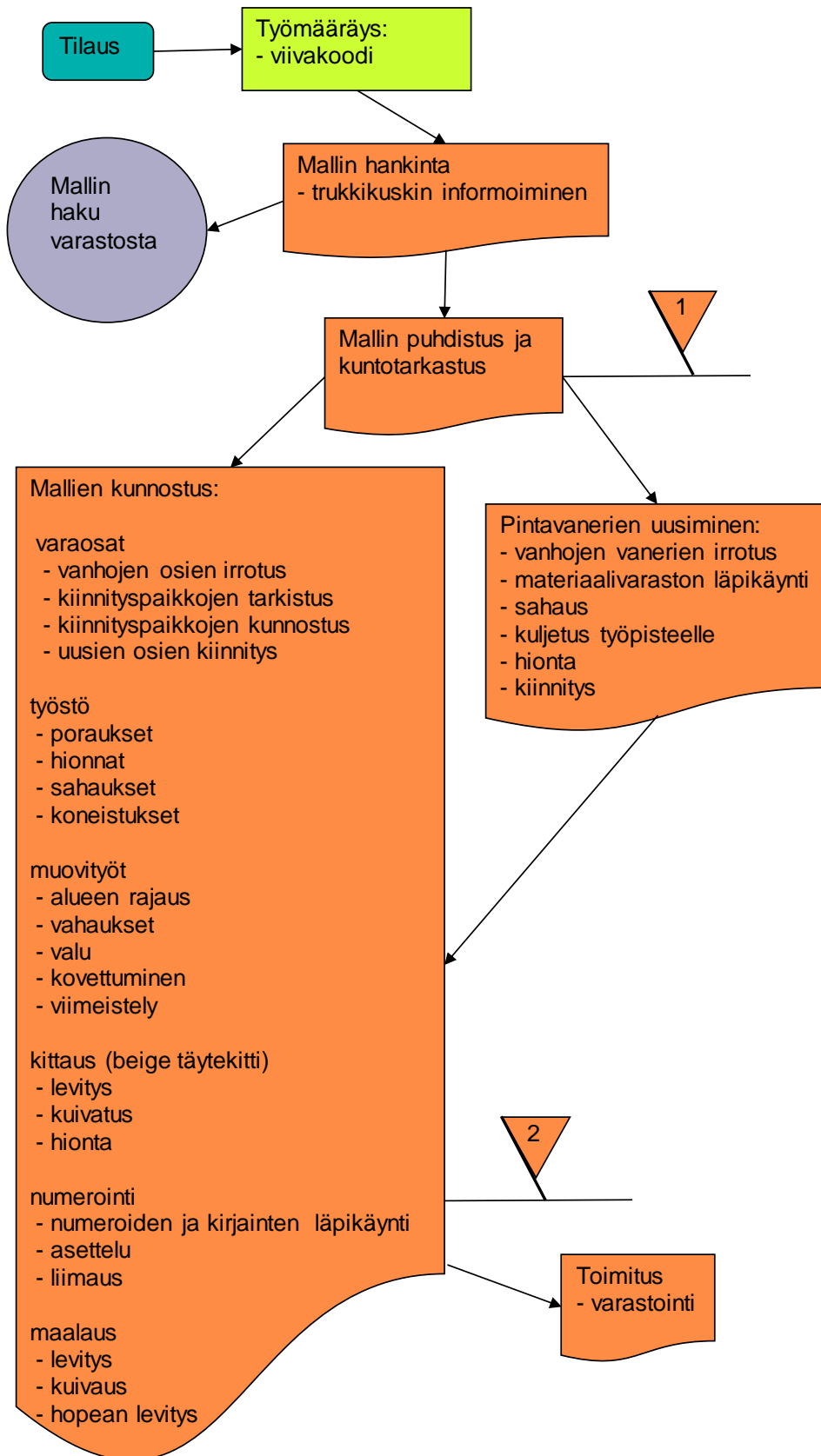
Suunnitteilla on hankkia pajalle 3d-tulostin, jolla valunumerot saataisiin kerralla tulostettua. Tämä vähentää numeroiden etsimiseen ja asetteluun kuluvaa aikaa.



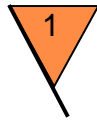
Tarkastus-dokumenteja parantamalla ja käyttämällä niin mallipajalla kuin valimossakin, valutuotteille luodaan lisäarvoa ja epäonnistuneiden kappaleiden löytäminen ja korjaaminen tehostuu.

## Liite 4. Valumallien kunnostamisen prosessikuvaus

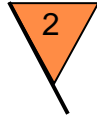
1 (2)





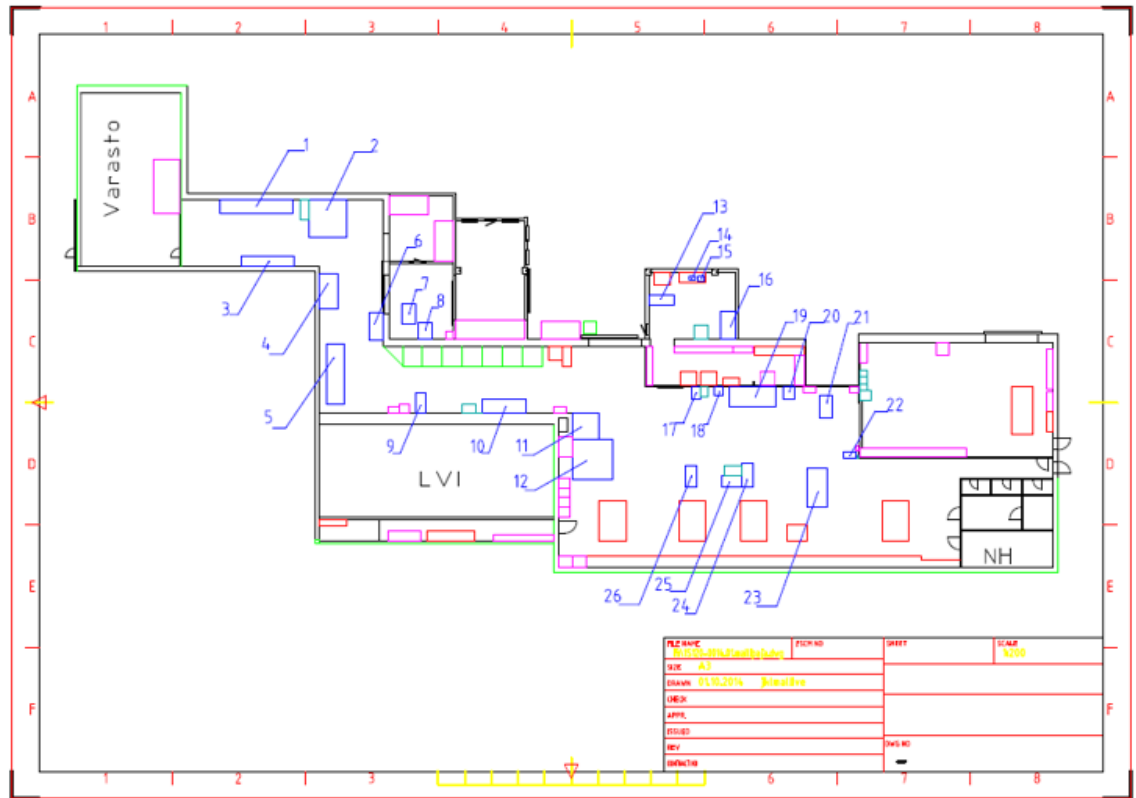


Mallin putsaukseen tarvitaan uudet imurit. Pajan työpisteillä olevat imurit ovat yhtä vanhoja kuin rakennuskin, eikä niiden imuteho enää riitä hiekan imurointiin.

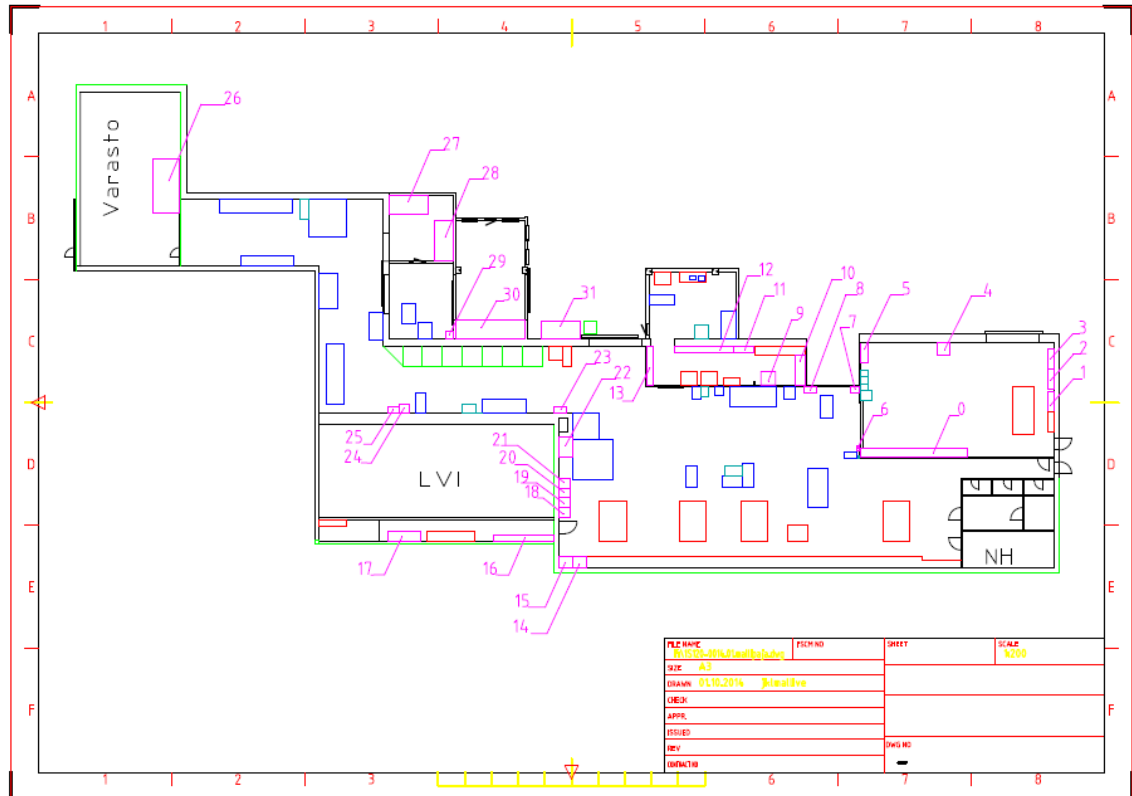


Suunnitteilla on hankkia pajalle 3d-tulostin, jolla valunumerot saataisiin kerralla tulostettua. Tämä vähentää numeroiden etsimiseen ja asetteluun kuluvaa aikaa.





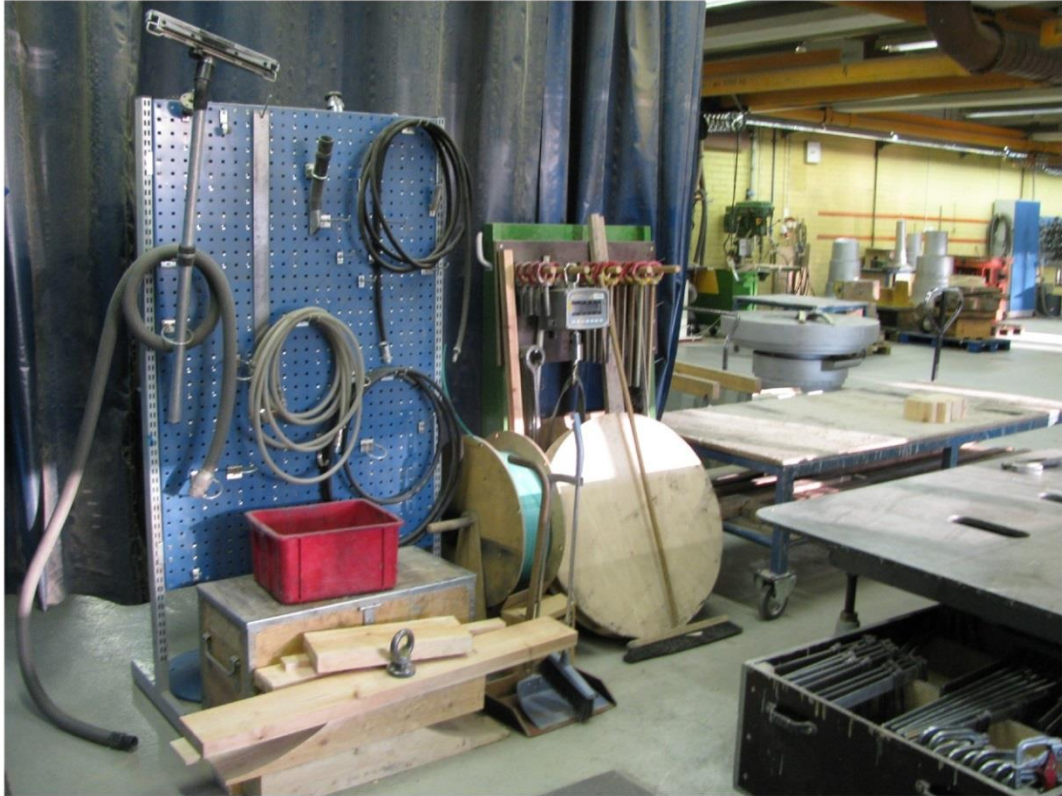
- |                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Katkaisusaha                 | 14. Smirkeli                         |
| 2. Pöytäsiirkeli                | 15. Tahko                            |
| 3. Levysaha                     | 16. Metallisorvi                     |
| 4. Oikohöylä                    | 17. Vannesaha                        |
| 5. Puusorvi                     | 18. Rullahiomakone                   |
| 6. Tasohöylä                    | 19. Prässi                           |
| 7. Vannesaha (grafiitille)      | 20. Pylväsporakone                   |
| 8. Pyöröhiomakone (grafiitille) | 21. Säteittäisporakone               |
| 9. Yläjyrsin                    | 22. Nauhahiomakone                   |
| 10. Puusorvi                    | 23. Pyöröhiomakone ja rullahiomakone |
| 11. Mallijyrsin                 | 24. Vannesaha                        |
| 12. Mallijyrsin                 | 25. Vannesaha                        |
| 13. Metallisaha                 | 26. Pyöröhiomakone ja rullahiomakone |



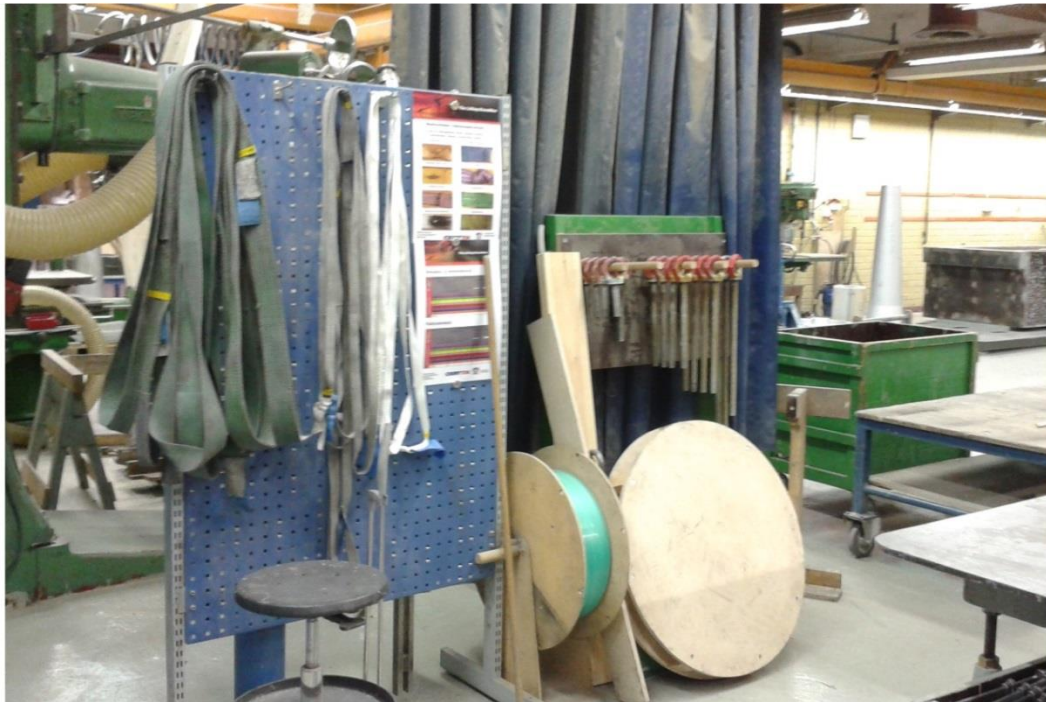
- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 0. Mallipiirustukset  | 26. Vanerit                  |
| 1. Mittapöytäkirjat   | 27. Vanerit                  |
| 2. Stanssit, mittavälineitä ja piirtojalkojen kärjet                  | 28. Vanerit                  |
| 3. Mittavälineet ja piirtojalat                                       | 29. Grafiittikopin työkaluja |
| 4. Maalit, ohenne ja hopeavaha  | 30. Mallivarasto             |
| 5. Sprayt, pensselit, suojakäsineet jne.                              | 31. Mallivarasto             |
| 6. Nauhahiomakoneen nauhat  |                              |
| 7. Poranteriä   |                              |
| 8. Hakaset ja hakasnaulaimet  |                              |
| 9. Muovit, Renpaste-kitit, leikkuuneste, vahat ja valopetroli         |                              |
| 10. Negatiivit, lasikuidut ja täyteaine                               |                              |
| 11. Ruuvit  |                              |
| 12. –   |                              |
| 13. Nostajan holkit, puhallusholkit, jouset, öklät jne.               |                              |
| 14. –   |                              |
| 15. Käsikäyttöiset sähkö- ja paineilmatyökalut                        |                              |
| 16. Poranteriä, kierteytysterät ja työkaluja                          |                              |
| 17. Magneetit ja koneiden käyttöohjeet                                |                              |
| 18. Jyrsimien teriä, terien istukat ja avaimet                        |                              |
| 19. Stanssit, kirjaimet, numerot ja kahvat                            |                              |
| 20. Kiristyspannat, ramput, korvat, naulat ja kitit                   |                              |
| 21. Hiomapaperit, tupit, rampamuhvit, salvat, nostoraudat ja nippelit |                              |
| 22. Jyrsimien kiinnityspultit, aluslevyt, mutterit ja teriä           |                              |
| 23. Mallipuuseppien työtakit  |                              |
| 24. Yläjyrsimen terät ja työkalut                                     |                              |
| 25. Sorvin terät ja työkalut  |                              |

## Liite 6. Kuvia salista, ennen ja jälkeen 5S siivouksen

1 (2)



Kuva 17. Nostokoukkuja sekä muita tarvikkeita säilytettiin ympäri pajaa useassa eri paikassa ja sekaisin keskenään. (Lepistö 10/2014)



Kuva 18. Nostokoukkujen läheisyyteen järjesteltiin paikat nostoliinoille sekä ketjuille. (Lepistö 12/2014)



Kuva 19. Numerokaapista hävitettiin ylimääräiset numero- ja kirjainkoot. Jäljelle jääneet järjesteltiin omiin vetolaatikoihinsa. (Lepistö 10/2014, Lepistö 12/2014)



Kuva 20. Salin niittikaappi ennen ja jälkeen siivouksen. Kaapista hävitettiin ylimääräiset tavarat ja sinne järjesteltiin ja nimikoitiin paikat erikokoisille hakasille, hakasnaulaimille, naulapyssyille sekä nauloille. (Lepistö 10/2014, Lepistö 12/2014)

## Liite 7. Kuvia maalaamosta, ennen ja jälkeen 5S siivouksen

1 (3)



Kuva 21. Maalaamon oven viereinen alue ennen siivousta. Seinustalla säilytettiin aksleiden uloslyöntejä. (Lepistö 10/2014)



Kuva 22. Seinustalla säilytetyille uloslyönneille suunniteltiin toinen säilytyspaikka. Tyhjälle seinustalle tuotiin jäteastiat kaatopaikkajätteelle, energiajätteelle, aerosolijätteelle sekä rullakko pahveille. (Lepistö 12/2014)



Kuva 23. Piirustuskaappien ympäristössä säilytettiin keskeneräisiä valumalleja, ylimääräisiä pöytiä, paineilmaletkuja, hiekkapuhalluskonetta, sermiä sekä muita sekalaisia tavaroita. (Lepistö 10/2014)



Kuva 24. Piirustuskaappien ympäristö siivouksen jälkeen. (Lepistö 12/2014)

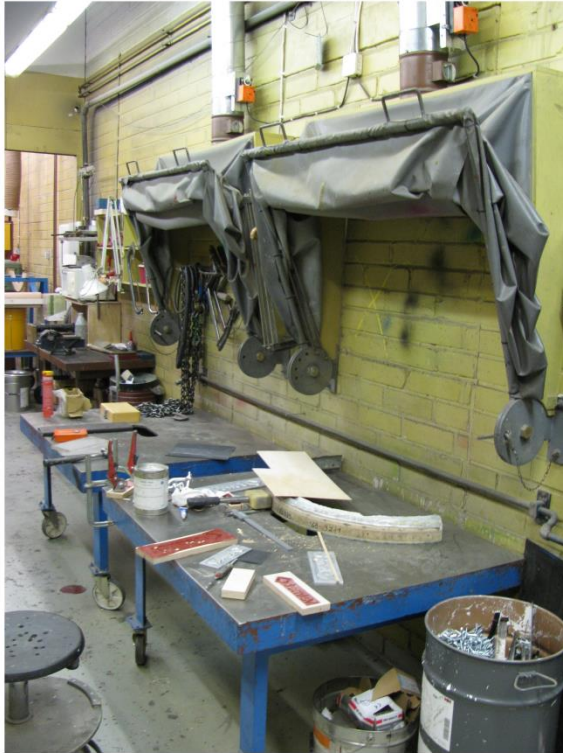




Kuva 25. Maalaamon spraykaappi ennen ja jälkeen siivouksen. Kaapissa olleet merkittömät pumppullot nimikoitiin ja kaapissa oleville tarvikkeille merkattiin paikat hyllyillä. (Lepistö 10/2014, Lepistö 12/2014)

## Liite 8. Kuvia muovikopista, ennen ja jälkeen 5S siivouksen

1 (4)



Kuva 26. Muovikopin työtaisoja ennen ja jälkeen siivouksen. Huuvien yläpuolelle rakennettiin koukut pitkien muoviputkien säilyttämiseksi ja seinällä roikkuneiden ketjujen tilalle ripustettiin ohuemmat muoviputket. (Lepistö 10/2014, Lepistö 12/2014)



Kuva 27. Muovikopin perällä sijaitseva kaappi siivottiin ja järjesteltiin. Kaapin päällä lojuneet tavarat järjesteltiin paikoilleen ja vanha hartsitynnyrien teline korvattiin kemikaalikaapilla. (Lepistö 10/2014, Lepistö 12/2014)

2 (4)



Kuva 28. Muovikoppiin tuotuun kemikaalikaappiin järjesteltiin kaikki pajalla käytetyt muovit sekä muovitöissä käytetyt vahat. Metallikopin läheisyyden vuoksi kaapissa säilytetään myös leikkuunestettä sekä teroitusöljyä. (Lepistö 12/2014, Lepistö 12/2014)



Kuva 29. Muovikopin seinustan hyllyköihin järjesteltiin ja nimikoitiin paikat yleisessä käytössä oleville työkaluille sekä automaatin keernalaatikoiden tarvikkeille. (Lepistö 12/2014)



Kuva 30. Muovikopin takahuone ennen siivousta ja metallikopiksi muuttamista. (Lepistö 10/2014)



Kuva 31. Huone muutettuna metallikopiksi. Seinustalle asennettiin koukut pitkien metallitankojen ja putkien säilyttämiseksi. Kuvassa etualalla metallisaha. (Lepistö 12/2014)

4 (4)



Kuva 32. Muovikopin takahuone ennen siivousta ja metallikopiksi muuttamista. (Lepistö 10/2014)



Kuva 33. Huone muutettuna metallikopiksi. Huoneesta hävitettiin palavat materiaalit kuten puiset kaapistot, lämpökoppi sekä puiset pöydät. Metalliselle työpöydälle tuotiin tahkot, uusi smirkeli sekä lasin. Seinälle asennettiin työkalulevy johon ripustettiin ja nimikoitiin metallikopissa tarvittavia työkaluja. Kuvan oikeassa reunassa pajan metallisorvi. (Lepistö 12/2014)

## Liite 9. Kuvia konepuolesta

1 (3)



Kuva 34. Konepuolen ja salin välissä sijaitseva liimauspiste. Valumalleja ja niiden osia säilytettiin opinnäytetyön alussa pajalla siellä missä tilaa löytyi. Kuvassa nähtävillä laivojen säilytyksestä koituvia harmoja. Lavat luovat ahtautta ja estävät kulun tärkeille alueille ja tarvikkeille, kuten kuvassa näkyvälle palosammuttimelle. (Lepistö 10/2014)



Kuva 35. Konepuolella säilytetty pylväsporakone. Kone oli tarkoitus siirtää pajalta valimon varastoihin odottamaan päätöstä sen kohtalosta. Pylväsporakone oli poissa käytöstä puutteellisten suojainten takia. (Lepistö 10/2014)



Kuva 36. Konepuolella sijaitseva harmaa kaappi oli tarkoitus tyhjätä ja hävittää kokonaan. Kaapin tilalle ja sen viereen oli tarkoitus maalata lattiaan kuormalavoille sopivat välivarastopaikat pajan valumalleille sekä niiden osille. (Lepistö 10/2014)



Kuva 37. Pajan vanerivarastoihin ehdittiin opinnäytetyön aikana suunnittelemaan ja rakentamaan telineet konepuolen latioilla lojuneille vanereille. Kuvassa pajalla sijaitseva vanerivarasto. (Lepistö 11/2014, Lepistö 12/2014)



Kuva 38. Isommille vanereille rakennettiin oma telineensä, joka sijoitettiin konepuolen levysahan viereen. (Lepistö 12/2014)