

Linja-auton ovijärjestelmien valmistusprosessin kehittäminen

Marko Leppänen

Opinnäytetyö
Helmikuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantotalous

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantotalous

Marko Leppänen
Työntutkimus linja-auton ovijärjestelmien valmistuksessa

Opinnäytetyö 42 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Maaliskuu 2014

Tutkintotyön päätavoitteena oli tutkia valmistusprosessia ja kehittää tämän hetkistä toimintatapaa parempaan ja helpommin havaittavaan suuntaan, jotta saadaan LEAN-projektin alkuvaiheessa mahdollisimman selkeät toimintamallit.

Työ suoritettiin pääosin havainnointi- ja normaaliaikatutkimuksena. Tutkintotyön tulokset ovat erittäin tärkeitä, sillä tällä hetkellä Tamwaressa aikatiedot hoidetaan lähinnä arvioimalla sekä luottamalla vanhoihin toteutumiin.

Tutkintotyön tuloksia pyritään hyödyntämään mahdollisimman pian, jotta voitaisiin välttyä kaikilta mahdollisilta ylimääräisiltä kuluilta sekä huomattavalta ajanhukalta ja stressiltä. Näitä syntyy, kun aikatiedot eivät ole oikein toiminnanohjausjärjestelmässä eikä läpimenoajoista ole mitään tietoa.

Tulosten hyödyntämisellä voidaan saavuttaa entistä parempi lay-out, apuaikojen minimointi sekä mahdollisten tuotantohäiriöiden eliminointi.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	OY TAMWARE AB.....	8
	2.1 Tamwaren historia.....	8
	2.2 Tammerneonin historia.....	9
	2.3 Tamwaren yleisimmät tuotteet	9
	2.3.1 Fast line.....	10
	2.3.2 City line.....	11
3	Havainnoinnin aloitus	12
	3.1 Päätös tutkimusmenetelmästä.....	12
	3.2 Työntutkija	12
	3.3 Tutkimus.....	12
	3.4 Powered	13
	3.5 Tulokset	13
	3.6 Kehityskohteet.....	13
4	TUTKIMUS	14
	4.1 Sahaus ja jyrsintä	14
	4.2 Hitsaus	18
	4.3 Hionta.....	19
	4.4 Pellitys	19
	4.5 Maalaushionta	22
	4.6 Maalaus	23
	4.7 Ovilehden kokoonpano	24
	4.8 Yläkoneiston kokoonpano	29
	4.9 Alakoneiston kokoonpano	32
5.	TULOKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET	34
	5.1 Sahaus ja jyrsintä.....	34
	5.1.1 Materiaalien varastointi	34
	5.1.2 Koneiden käyttö	34
	5.2 Hitsaus	34
	5.2.1 Materiaalit	35
	5.3 Rungon hionta	35
	5.3.1 Materiaalit	35
	5.3.2 Kehityskohteet	35
	5.4 Pellitys	36
	5.5 Ovilehden maalaushionta	36

5.6 Ovi-lehden kokoonpano.....	36
5.7 Koneistojen kokoonpano	36
5.8 Alakoneistojen kokoonpano.....	38
6. Tulevaisuus	39
LÄHTEET.....	40
LIITTEET	41
Liite 1. Lay-out muutos.....	41
Liite 2. Käsittelyajat	42
Käsittelyajat kaikille työvaiheille:.....	42

ERITYISSANASTO JA TERMIT

TEKEMISAIKA Se osa, joka kuuluu työpäivästä varsinaisten tehtävien suorittamiseen.

APUAIKA Apuikaan kuuluvat sellaiset tehtävät, jotka ovat osa työtehtäviä.

Kuitenkaan ne eivät ole jalostavaa työtä, sellaisia ovat mm. Kirjaukset toiminnanohjausjärjestelmään, sovitut tauot, henkilökohtaiset tauot jne. Apuikana tuote ei jalostu.

TAUKOAIKA Tauko aika on aikaa, jolloin työntekijä ylittää sovitut taukoajat.

HÄIRIÖAIKA Odottamattomat työn keskeytykset, esim. konerikko yms.

1 JOHDANTO

Tutkintotyö keskittyy Tamwaren Tampereen tehtaan tuotannon tutkimiseen. Tehtävä on Osa laajempaa LEAN-projektia, joka käynnistettiin vuonna 2011. Päätaavoite on tuotannon virtauttaminen, niin pitkälle kuin se on mahdollista. Tehtaan lay-outissa on kuitenkin olemassa muutama ns. muuttamaton paikka.

Päästäkseen tutkimaan miten tuotanto virtaa on sitä seurattava läheltä ja kerättävä tietoa mihin aika kuluu tuotannossa. Mikä ajasta on varsinaista tekemistä ja mikä on muuta aikaa. Lämpimenoaikaan vaikuttaa paljon enemmän se, että saadaanko poistettua odotusaikoja, häiriöitä tai turhaa varasointia kuin se, että kuinka nopeasti työntekijän kädet tai jalat liikkuvat työtehtävää hoitaessa.

2 OY TAMWARE AB

Tamware on perheyryitys, joka on perustettu vuonna 1975. Tamware suunnittelee ja valmistaa liikkuvan kaluston, kuten linja-autojen, metrojen ja junien-ovia ja muita rakenneseosia. Liikevaihto oli vuonna 2008 6,6 M€ ja se on kokoajan ollut kasvussa. Liikevaihdon on arvioitu olevan vuonna 2013 n.7,5 M€.

Tamware on tällä hetkellä Euroopan mittapuulla keskikokoinen linja-autojen ovivalmistaja; tavoitteena sillä on olla vuonna 2015 Euroopan halutuin ovivalmistaja. Oy Tamware Ab:lla on myös kaksi tytäryhtiötä, jotka ovat Tammerneon Oy ja Celetron Oy.

2.1 Tamwaren historia

Vuonna 1974 rajoitettiin lainsäädännöllä valomainosten käyttöä, minkä johdosta valomainosten myynti tyrehtyi ja yritykselle piti etsiä uusia liiketoiminta-alueita. Ovituotanto käynnistyi Tammerneonin nimissä vuoden 1975 alussa, ja päätuotteina olivat linja-autojen ja junien ovijärjestelmät, kattoluukut ja reittikilpilaitteet.

Vuonna 1984 Tammerneon osti Wiima -korivalmistajan tehtaan Maalahdesta. Useiden eri vaiheiden ja mittavien vientiponnistelujen jälkeen Tamware Oy on Skandinavian johtava linja-autojen ovitoimittaja.

Ulkomaanviennin osuus liikevaihdosta on yli 80 %. Tuotantolaitokset sijaitsevat Maalahdessa ja Tampereella. Suunnittelu ja myynti sijaitsee Tampereella.

2.2 Tammerneonin historia

Tammerneon on perustettu vuonna 1967. Perustajajäseniä oli neljä. Yhtiö aloitti toimintansa Härmälässä kerrostalon autotallissa, josta se siirtyi Sammonkadulle, nykyisen värituvan tiloihin vuonna 1970. Vuonna 1972 Markku Koskenniemi lunasti muiden osakkaiden osuudet yhtiöstä. Tämän jälkeen yritys on ollut Markku Koskenniemen ja hänen perheensä omistuksessa.

Vuonna 1974 valmistui Yrittäjänkulma 5:een neljän hehtaarin tontille ensimmäinen osa nykyisestä tehtaasta. 80-luvun lopun suurien kone- ja rakennusinvestointien jälkeen alkoi vientitoiminta. Kansainvälistymisen ja useiden tehdaslaajennusten jälkeen Tampereen tehdaskiinteistö on lähes kaksi hehtaaria, ja ulkomaanviennin osuus liikevaihdosta on noin 60 %.

Tammerneon -konserniin kuuluvat Tammerneon Polska, Tammerneon Europe, myyntiedustusto Saksassa sekä Inuctan Oy Moskovassa, jossa Tammerneon on mukana 33 % osuudella.

2.3 Tamwaren yleisimmät tuotteet

Tamwaren yleisimpiä tuotteita ovat erilaiset ovikokonaisuudet linja-autoihin, juniin ja metroihin. Erilaisia ovisovelluksia ovat paineilmalla, sähköllä ja manuaalisesti toimivat ovet. Näistä sovelluksista kaikista suurin tuotantomäärä on paineilmakäyttöisillä ovilla, mutta tällä hetkellä sähkökäyttöiset ovet ovat astumassa esiin. Manuaalisia ovia tehdään muihin käyttömalleihin nähden huomattavasti vähemmän. Ne ovat lähinnä ns. hätäovia. Linja-autojen ovia tehdään suurimmaksi osaksi Maalahden tehtaalla, metrojen ja junien ovet tehdään alusta loppuun asti Tampereen tehtaalla. Lisäksi proto-ovien tuotanto siirrettiin Maalahdesta Tampereelle vuoden 2006 alussa, koska suunnittelu ja tuotekehitys sijaitsevat myös Tampereella. Tämä muutos auttaa kaikkia osallisia todella paljon, sillä henkilökohtainen kanssakäyminen on laadukkaana tuotteen tekemisen tärkeimpiä elinehtoja.

2.3.1 Fast line

Nopeanlinjan ovet on erityisesti suunniteltu pitkänmatkan kuljetuksiin ja turistilinja-autoihin. Ovet ovat ilmatiiviitä ja resonanssivapaita joka nopeudessa. Turvallisuus on tietenkin yksi avaintekijä Tamwaren suunnittelemissa ovisovelluksissa.

Scandic on sisäänpäin aukeava ovisovellus, jota käytetään etuovena nopean linjan linja-autoissa. Hyvän ovirakenteen johdosta ovi on ilmatiivis. Patentoitu ovikoneisto sijaitsee oviaukon askelman alla.

Nordic on ulospäin aukeneva ovisovellus, jota käytetään keski- ja takaovena pitkänmatkan linja-autoissa. Nordic -ovisovellusta voidaan myös käyttää etuovenakin. Se on turvallinen ja ilmatiivis oviratkaisu, jossa käyttökoneisto sijaitsee oviaukon päällä.

Arctic on ulospäin aukeava ovikokonaisuus, jota käytetään etu-, keski- ja takaovena pitkänmatkan linja-autoissa. Sen käyttökoneistona käytetään vääntösyylinteriä, joka tarjoaa mahdollisuuden käyttää tilaa ovikokonaisuuden ala- ja yläpuolella asiakkaan tarpeisiin. /1/



Kuva 1 Arctic-ovet linja-autossa paikoillaan

2.3.2 City line

Kaupunkilinjan ovet on suunniteltu paikallisliikenteeseen. Oven kevyt runkorakenne sekä hyvä korroosionkesto mahdollistaa suurien ikkunoiden käytön ovissa. Turvallisuus, nopea asennus ja pieni huollon tarve tekevät kaupunkilinjasta vahvan kokonaisuuden.

Polar-ovi on sisäänpäin liukuva ovi, jonka mekanismi on sijoitettu oviaukon päälle. Ovet sopivat matalalattiabusseihin rakenteensa ansiosta. Polar sallii avaran oviaukon käytön sekä mahdollistaa matkustajan helpon ja vaivattoman ulos- ja sisään kulkemisen. Polar-ovissa on hyvä toimintavarmuus ja pieni huollontarve.



Kuva 2 Polar-ovet linja-autossa paikoillaan

3 Havainnoinnin aloitus

Työntutkimuksen alkaessa ilmoitetaan asiasta pääluottamusmiehelle, sekä niille työntekijöille joita tutkimus koskee. Ymmärrettävää on, että liikutaan todella herkällä alueella kun arvioidaan ihmisten työskentelyä.

Työntutkimuksen toimintamalli:

3.1 Päätös tutkimusmenetelmästä

Menetelmä valitaan sen mukaan mikä parhaiten palvelee tulosten käyttöä. Tänä päivänä ei enää juurikaan käytetä normaaliaikatutkimuksia, koska ne johtavat osaoptimointiin ja, siten aiheuttavat ”huojuntaa” tuotannossa. Yleensä havainnointitutkimuksen tarkkuus riittää yleensä määrittämään kappaleiden vaiheajat, joita käytetään toiminnanohjauksessa. Tässä tutkimuksessa päädyttiin havainnointitutkimukseen sen luonteen takia, koska se tukee läpimenoajan tutkimista.

3.2 Työntutkija

Usein mielletään, että työntutkija on työnantajan edustaja ja näin ollen tämän puolella. Lähtökohtaisesti työntutkija on puolueeton henkilö, joka tutkii ennalta sovitusti eri työt. Samoin hän tekee tarvittavat laskelmat, joita käytetään hyväksi kun tuotantoa suunnitellaan, suunnitellaan työpisteitä, tai jopa koko tehtaan lay-outia. Tutkijan ei tarvitse olla pätevätytynyt, vaan tutkimuksen voi tehdä kuka tahansa. Vain jos tutkimustulosta käytetään palkkauksen perustana, on tutkijan oltava tähän koulutuksen saanut henkilö.

3.3 Tutkimus

Tutkimus on tehty havainnointitutkimuksena, havaintoväli 1 minuutti, kohteena linjalla koneet ja kaikki työvaiheet erikseen. Tavoitteena selvittää linjan käyntiasteeseen vaikuttavat tekijät

Tutkimuksessa on havainnoitu ajankäytön lisäksi menetelmä, ergonomia, odotusten ja häiriöiden syyt sekä tuotantoajat.

Tutkimuksessa työnjohtajat tutkivat tukihenkilön ohjauksessa linjan toimintaa.

Tutkimuksessa jouduttiin kahdessa työvaiheessa käyttämään normaaliaikatutkimusta, koska niiden sijainti ja työmenetelmä ei mahdollista jatkuvaa seuraamista. Hitsaus ja hionta on eristetty muusta tuotannosta työsuojelullisesta syystä

3.4 Powered

Työaika tiedot laitettiin toiminnanohjausjärjestelmään, näistä työajoista tuli suoraan kuormituksen arvoja.

3.5 Tulokset

Tulosten säilyttäminen tapahtuu Tamwaren verkkolevyllä. Niitä käytetään työpisteiden ja koko tehtaan layoutin suunnitteluun. Lay-out on muutettu näiden tutkimusten perusteella helmikuussa 2012. Koneistojen kokoonpanon työpisteitä on muutettu ja yritetty virtauttaa, vaihtelevalla menestyksellä kevään aikana.

3.6 Kehityskohteet

Tutkimusten aikana havaitsin runsaasti työskentelyä varsin huonoissa asennoissa. Työhön opastamisessa tulee ottaa huomioon erilaisten säätöjen tekeminen, työtasolle niin, että hartioille ja selälle tuleva rasitus on mahdollisimman pieni. Tämä säätöjen tekeminen on lisättävä työohjeisiin.

Hiontatyö on raskasta, tässä työvaiheessa tulee kierrättää työntekijöitä. Riski niska- ja hartiasseudun vammoihin on ilmeinen. Elpymisaikaa lisätään viisi minuuttia jokaista työtuntia kohden.

Kokoonpanotyössä tulee istua aina, kun se vain on työtehtävän huomioon ottaen mahdollista. Näin vähennetään tuki- ja liikuntaelimiä rasitusta.

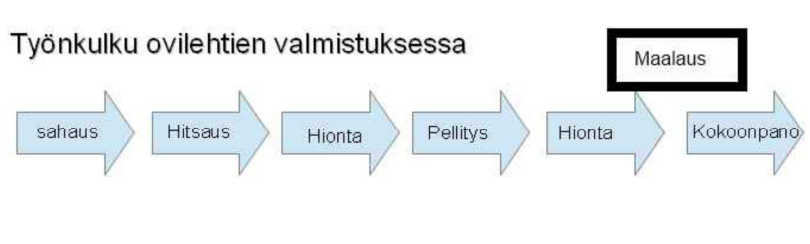
Materiaalien sijaintia tulee muuttaa lähemmäksi työpisteitä, näin vältetään turhaa kävelyä työpäivän aikana.

Työpisteet suunnitellaan uudelleen niin, että kaikki työkalut ja materiaalit ovat lähellä, mielellään käden ulottuvilla ja maksimissaan yhden askeleen päässä. Tarkastelut ja työpisteiden suunnittelun pohjana käytetään MTM-2 menetelmää.

4 TUTKIMUS

Tutkimus suoritettiin tammi- ja helmikuun aikana 2012. Lähtökohtana oli tutkia jokainen työvaihe erikseen ja selvittää miten työvaiheet ovat rytmittyneet keskenään.

Samalla selvitettiin työnkulku työpisteeltä/vaiheelta toiselle. Syntykö joihinkin pisteisiin suuria materiaalipuskureita. Suuret varastot puolivalmiita tuotteita, kertoo ylituotannosta ja siitä, että tuotantoprosessi ei ole tasapainossa.



Kuva5. Ovilehden valmistus yksinkertaistettuna, maalaus on ulkoistettu prosessi eikä ole mukana tutkimuksessa

4.1 Sahaus ja jyrsintä

Finslide oven rungon osat sahataan puoliautomaattisella sahalla, tämän jälkeen ne aukotetaan ja tehdään tarvittavat loveukset manuaalisilla jyrsinkoneilla. Käytössä on myös muutama CNC- työstökone, CNC- koneelta ei ajeta kaikkia profiileja. Materiaalit ovat n 15 metrin päässä sahalta hyllyssä, työntekijä noutaa materiaalin aina kahtakymmentä ovilehteä varten. Nostot tehdään käsin, siirrot omalla, tähän tarkoitukseen valmistetulla kärryllä. Tutkimuksessa havainnoitiin yhtäkaaka kahta työntekijää.

Valmiit osat laitetaan kärryihin ja siirretään hitsauspaikalle hyllyyn. Tähän varastoon syntyi puskuria jonkin verran, eli on mielekästä vaihdella ■ työntekijää tarpeen mukaan tässä vaiheessa.

Mittauksessa seurasin kaksi työvuoroa ja kirjasin aikatiedot seuraavien työnerien mukaan:

TAMWARE, Eräluettelo			Kone tilakoodit		
Eränrno	Erän nimi	Aikalaji			
1	Työvuoron aloitus/lopetustyöt	Apuaika	50	Odotus, ei tehtävää	Valmius
2	Työohjeiden lukua	Apuaika	51	Trukin odotus	Valmius
3	Keskustelu työnjohtajan kanssa	Apuaika	52	Kone odottaa asetetta	Valmius
4	Kirjaukset raporttiin	Apuaika	53	Kone odottaa materiaalin siirtoa	Valmius
5	Kahvi-/ruokatauko	Apuaika	54	Huollon odotus	Valmius
6	Työalueen siivous	Apuaika	55	Työnjohdon odotus	Valmius
7	Henkilökohtainen	Apuaika	56	Työaseman käynnin valvonta	Valmius
8	Tarvikkeiden haku	Apuaika	57		Valmius
9	Materiaalin haku	Apuaika	58		Valmius
10	sahan asetukset	Apuaika	59		Valmius
11	Moniterä asetus	Apuaika	60		Valmius
12	Lentokone asetus	Apuaika	61		Valmius
13	CNC-kone aetus	Apuaika	62		Valmius
14	asetus porakone	Apuaika	63		Valmius
15	Polvijyrsin asetus	Apuaika	64		Valmius
21	Puuttuvan materiaalin odotus	Häiriö	70	Sivuprofiilin sahaus kapea	Jalostava
22	ATK häiriö	Häiriö	71	Sivuprofiilin jyrshintä lentokone kapea	Jalostava
23	Sähköhäiriö	Häiriö	72	Sivuprofiilin jyrshintä moniterä kapea	Jalostava
24	Painelmahäiriö	Häiriö	73	Sivuprofiilin poraus kapea	Jalostava
25	Muu laitehäiriö	Häiriö	74	Alaprofiilin sahaus	Jalostava
26	Materiaalivirhe	Häiriö	75	Alaprofiilin jyrshintä moniterä	Jalostava
27	keskustelu ei työasia	Häiriö	76	Alaprofiilin poraus	Jalostava
28		Häiriö	77	Keskiprofiili sahaus	Jalostava
29		Häiriö	78	Keskiprofiili jyrshintä moniterä	Jalostava
30		Häiriö	79	Mukaanpakattava sahaus	Jalostava
31		Häiriö	80	Mukaanpakattava poraus	Jalostava
32		Häiriö	81	Sivuprofiilin sahaus leveä	Jalostava
33		Häiriö	82	Sivuprofiilin jyrshintä lentokone leveä	Jalostava
34		Häiriö	83	Sivuprofiilin jyrshintä moniterä leveä	Jalostava
35		Häiriö	84	Sivuprofiilin poraus leveä	Jalostava
41	Myöh aloitus/lopetus	Tauko	85	Lukkoreikä leveä	Jalostava
42	Muu tauko	Tauko	86	Keskiprof.Poraus	Jalostava

Kuva6. Sahauksen työnerät.

Nämä työnerät riittävät kuvaamaan ovilehden valmistuksen, tässä työvaiheessa.

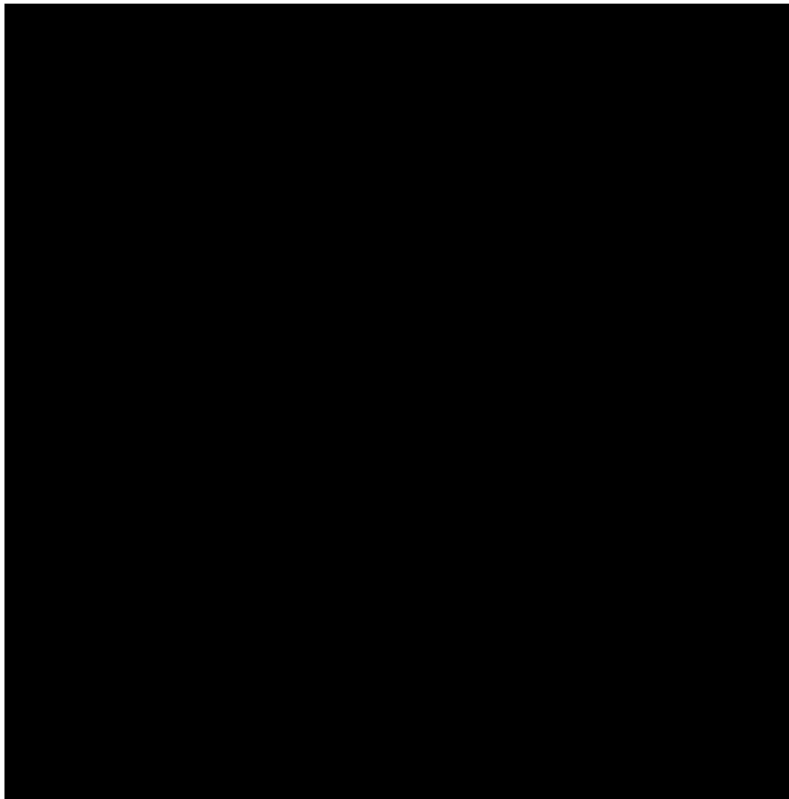
Työnerien jakautuminen sahausvaiheessa, kuvasta voi lukea missä suhteessa eri eriä esiintyy. Esim. jalostavan työajan suhde apuaikaan saadaan luettua kuvasta.



Kuva 7. Jalostava aika alle 60% työajasta, apuaikojen osuus liian suuri. Valmistavassa teollisuudessa apuaikojen osuus on yleensä luokkaa n. 15% työajasta.

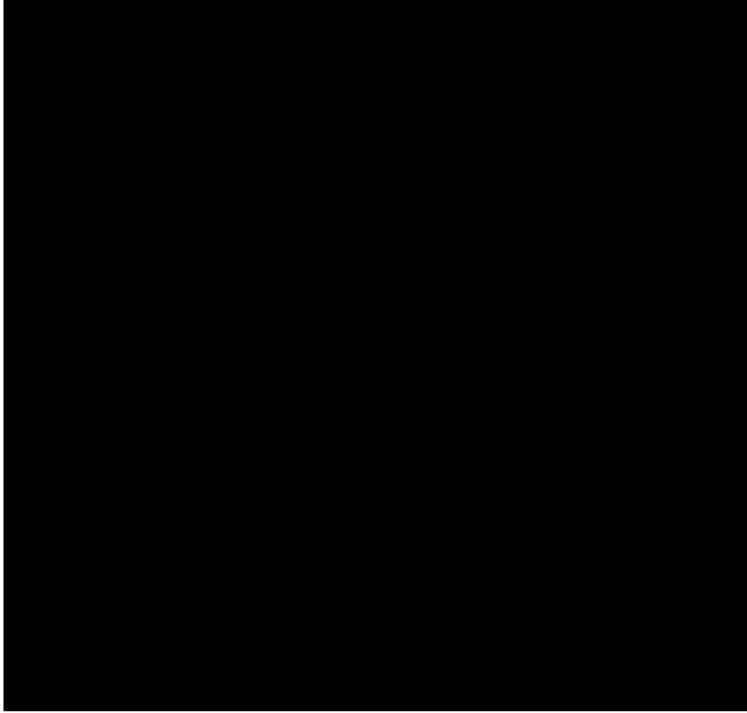
Apuaikojen osuus tässä työvaiheessa oli todella suuri, mutta selityksenä oli toisen työntekijän siivousinto. Hän käytti lähes koko apuaika osuuden sahojen ja jyrsinkoneiden puhdistamiseen.

Minuuttikirjaukset eri työnerille, taulukkonäkymä. Jokaiselle työntekijälle tulee yksi tällainen välilehti jokaisesta työpäivästä erikseen.



Kuva 8. Visuaalinen näkymä, miten työpäivän ajat jakautuvat eri työnerille. Vihreä väri on jalostavaa työtä.

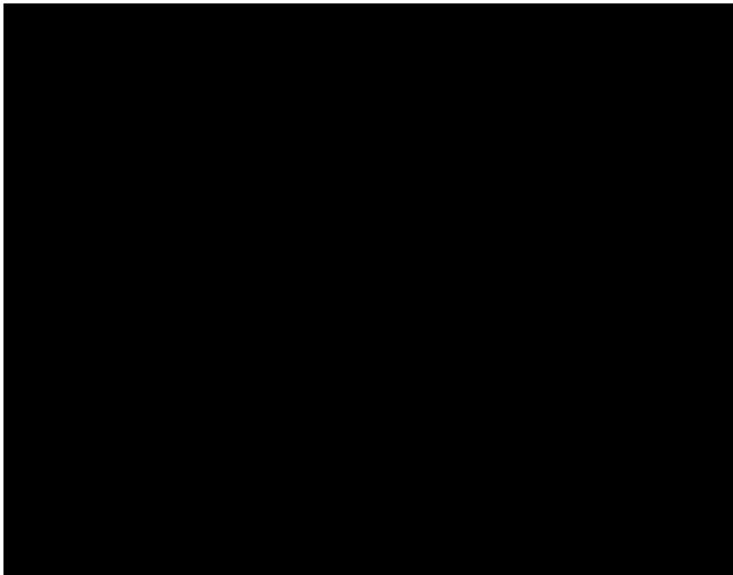
Työnerät eri osille



Kuva9. Valmistava aika sahauksessa ja jyrinnässä, näistä päästään kiinni eri osien valmistusaikoihin, sekä tavoitteisiin läpimenoajan lyhentämiseksi.

Työajat eri nimikkeille on työn lopussa liitteenä.

Apuajat



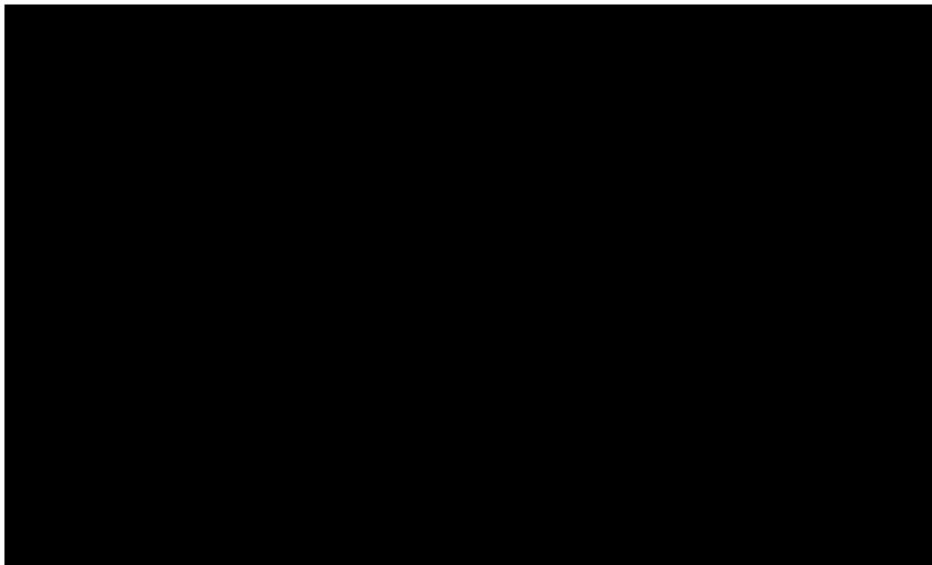
Kuva10. Apuajoissa korostuu työalueen siivous, siihen käytetty aika ylittää sovitun aikamäärän. Toisaalta alumiinin sahaus ja muu työstö sotkee työpistettä koko ajan. Asetusajat ovat lyhyet, niin manuaali- kuin CNC- koneella.

4.2 Hitsaus

Ovilehden hitsaus tehdään asettamalla jigisiin sahatut osat, jonka jälkeen osat silloitetaan toisiinsa kiinni. Ovilehti hitsataan jigissä ensimmäinen puoli ja käännetään jigien päälle. Toinen puoli hitsataan kiinnittämättä ovilehteä jigisiin. Valmis ovilehti nostetaan kuljetustelineeseen ja päivän tuotantoerä toimitetaan hiontapaikalle.

Hitsaustyön tutkimus tehdään normaaliaikatutkimuksena, koska havainnointi ei ole mahdollista hitsauksessa olevan valokaaren vuoksi. Normaaliaikatutkimuksessa voi tutkija pitää hitsausmaskia, koska muita havainnoitavia kohteita ei tarvitse seurata.

Normaaliaikatutkimus 6 ovilehteä



Kuva12. Mitatut ajat senttiminuutteina, joutuisuus määritetty Stegemertenin menetelmällä

Työn arvolaskelman mukaan saadaan vaiheen aika.

T_v = Työn valittu aika, ts. mitattu

K_j = keskijoutuisuus

T_n = $K_j \times T_v$ = työn normaaliaika

Tähän lisätään vielä apuaika kerroin kun määritetään työhön kuluva aika

4.3 Hionta

Hiontatyö tehdään kulmahiomakoneilla erillisessä tilassa, koska alumiinipölyn leviäminen muualle tehtaan tiloihin on estettävä. Työntutkimuksen kannalta on järkevintä käyttää normaaliaikatutkimusta, koska erillisestä tilasta ei näe havainnoida muita vaiheita.

Hiontatyö on fyysisesti raskasta ja kuormittaa sekä käsiä, että tuki- ja liikuntaelimiä.



Kuva13. Hionnan tutkimuspöytäkirja, tutkittuja ovilehtiä oli 5 kpl.

Työn arvolaskelman mukaan saadaan vaiheen aika.

T_v = Työn valittu aika, ts. mitattu

K_j = keskijoutuisuus

$T_n = K_j \times T_v$ = työn normaaliaika

Tähän lisätään vielä apuaika kerroin kun määritetään työhön kuluva aika

4.4 Pellitys

Ovilehti koteloidaan alumiinilevyllä joiden välissä on uretaanilevy eristämässä ääntä ja lämpöä. Ovilehteen tulevat alumiinilevyt pestään ja laitetaan uuniin lämpiämään n. puoleksi tunniksi. Sekoitetaan liima ja valmistellaan uretaanilevyt liimausta varten. (koko sarja kerralla)

Ovilehden rungosta poistetaan teipin suojapaperit, laitetaan uretaanilevy paikalleen. Levitetään liima uretaanilevyyn. Runko käännetään ja tehdään samat toimenpiteet kuin edelliselle puolelle. (koko sarja kerralla)

Ovilehti ajetaan mankelista läpi (koko sarja kerralla) ja pellit esikantataan käsin. (koko sarja kerralla)

Oveen porataan 12 kpl reikiä, 7 kpl 8 mm ja 5 kpl 3mm, käyttäen porausjigiä. (koko sarja kerralla)

Ovilehti särmätään koneella lopulliseen muotoonsa, valmiit ovilehdet kuljetetaan hiontaan. (koko sarja kerralla)

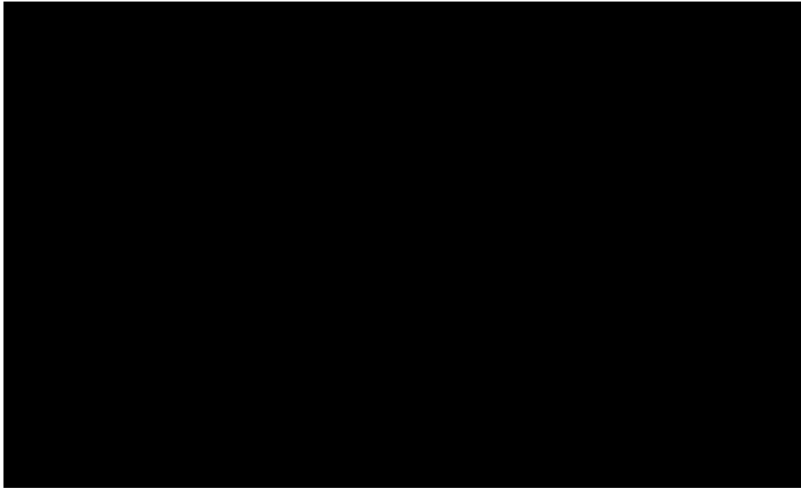
Työvaihe sisältää paljon nostoja käsin, kuormitus 9-13 kg jokaisella nostolla.

Pellitys eräluettelo

Oy Tamware Ab, Pellityksen tutkimus					
Eräluettelo					
Eränro	Erän nimi	Aikalaji			
1	Työvuoron aloitus/lopetustyöt	Apuaika	50	Odutus, ei tehtävää	Valmius
2	Työohjeiden lukua	Apuaika	51	Trukin odotus	Valmius
3	Keskustelu työnjohtajan kanssa	Apuaika	52	Työnjohtajan odotus	Valmius
4	Laitteiden tarkistus/säätö	Apuaika	53	Työaseman käynnin valvonta	Valmius
5	Kahvi-/ruokatauko	Apuaika	54	Huollon odotus	Valmius
6	Työalueen siivous	Apuaika	55		Valmius
7	Henkilökohtainen	Apuaika	56		Valmius
8	Tarvikkeiden haku	Apuaika	57		Valmius
9	Työkalun vaihto	Apuaika	58		Valmius
10	Materiaalin nouto	Apuaika	59		Valmius
11	Työkalujen huolto	Apuaika	60		Valmius
12	Puolivalmiin siirto	Apuaika	61		Valmius
13	Valmiit hiontaan	Apuaika	62		Valmius
14		Apuaika	63		Valmius
15		Apuaika	64		Valmius
16		Apuaika	65		Valmius
17		Apuaika	66		Valmius
18		Apuaika	67		Valmius
19		Apuaika	68		Valmius
20		Apuaika	69		Valmius
21	Puolivalmiin materiaalin odotus	Häiriö	70	Ovilehden pesu	Jalostava
22	Epäselvyysohjessa	Häiriö	71	Ovilehden teippaus	Jalostava
23	Puhelin	Häiriö	72	Pellin asennus	Jalostava
24	Keskustelu toisen it:n kanssa	Häiriö	73	Ovipellin pesu	Jalostava
25	Työkalun haku	Häiriö	74	Liiman sekoitus	Jalostava
26	Työpaan hukassa	Häiriö	75	Reikien poraus	Jalostava
27	Korosen huolto	Häiriö	76	Karitus käsin	Jalostava
41	Myöh aloitus/lopetus	Tauko	77	Särmäys koneella	Jalostava
42	Muu tauko	Tauko	78	Uretaanin leikkaus	Jalostava
43	Tupakointi	Tauko	79		Jalostava

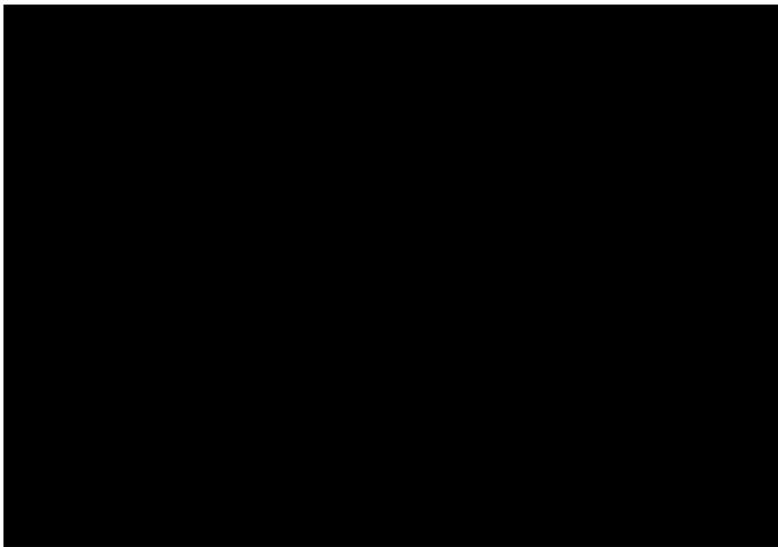
Kuva13. Pellityksen eräluettelo, kaikki mahdolliset erät ovat mukana.

Pellityksen ajan jakauma



Kuva15. Ajan jakautuminen pellitystyössä, mittaus aika kaksi työpäivää.

Jalostava aika pellityksessä



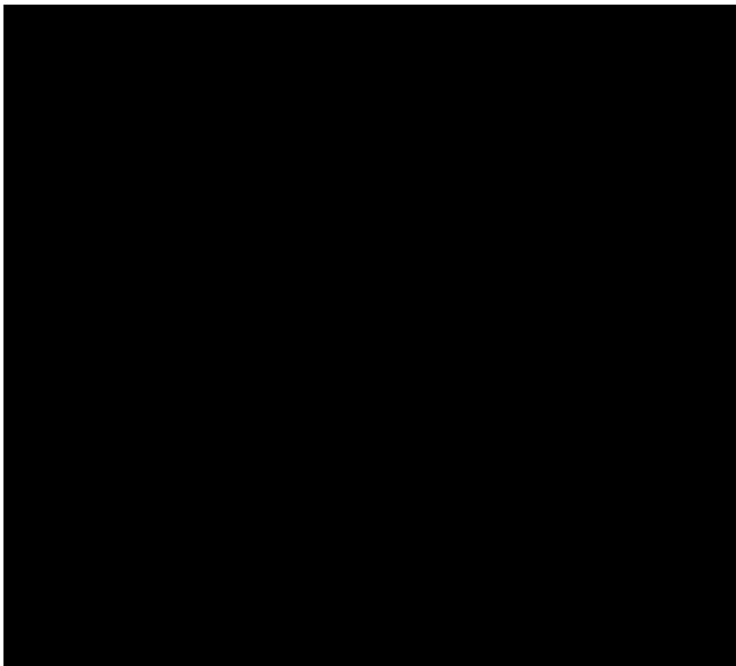
Kuva16. Pellityksen jalostavat ajat, reikien poraaminen käsin ottaa aikaa tässä vaiheessa.

Pellityksen apuajat



Kuva17. Pellitys työpisteellä, tarvikkeet ja materiaalit ovat kaukana.

Pellitystutkimuksen minuuttikirjaukset

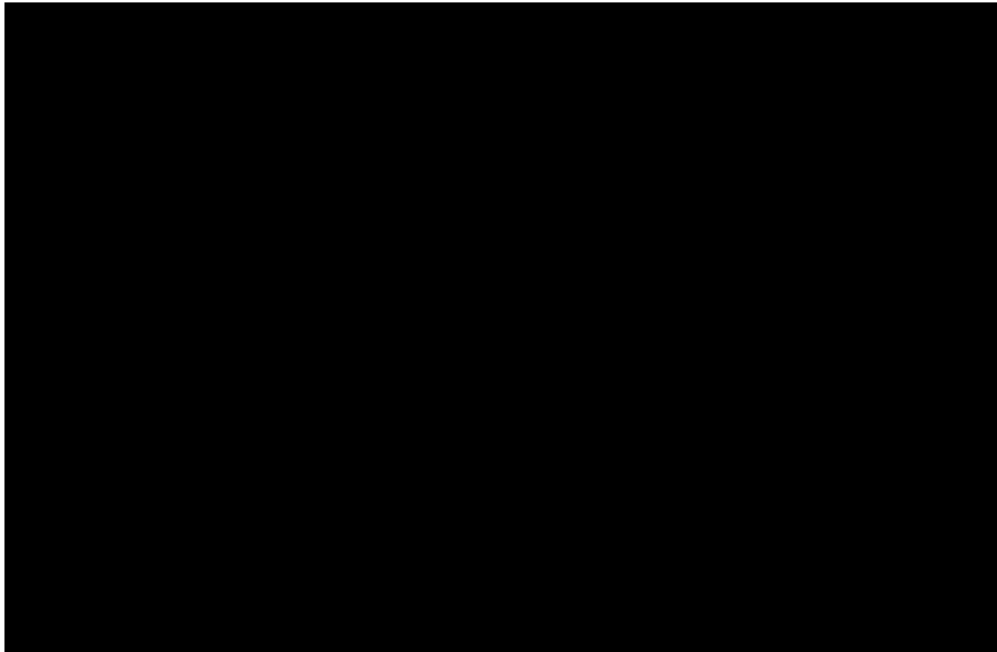


Kuva18. Kirjaukset työtunneittain.

4.5 Maalaushionta

Maalaushionnassa muotoillaan hiomalla ovilehdet lopulliseen muotoon. Kaikki terävät särmät poistetaan sekä karhennetaan ovilehden pinta rikki. Lopuksi ovilehden ikkunaukko suojataan mallilta maalarinteipillä.

Normaaliaikatutkimuksen pöytäkirja



Kuva19. Hienohionnan tutkimuspöytäkirja tuloksineen, tässä on tutkittuna kuuden ovilehden hiontatyö.

Työn arvolaskelman mukaan saadaan vaiheen aika.

T_v = Työn valittu aika, ts. mitattu

K_j = keskijoutuisuus

T_n = $K_j \times T_v$ = työn normaaliaika

Tähän lisätään vielä apuaika kerroin kun määritetään työhön kuluva aika

4.6 Maalaus

Maalausprosessi on Tamware Tampereen tehtaalla ulkoistettu Idea-paint oy:n tehtäväksi. Ovilehtien maalaus suoritetaan ns. vanhassa märkämaalaamossa. Koneistojen osat maalataan pulverimaalaamossa, koneistojen osien maalaustulppaus on tutkittu normaaliaikatutkimuksena. Tämä tutkimus toimi hinnoittelun pohjana, kun tulppaus siirtyi Idea-paintin työksi.

4.7 Ovillehden kokoonpano

Puskutiivisteiden asennus vedetään paikalleen. Puskutiiviste leikataan käyttämällä ns. mattoveistä. Kehätiivisteiden asennus. Asennetaan ensin painamalla ”huulille” omalla työkalullaan, tämän hakataan taltalla ja vasaralla paikalleen. Tämä on työläs ja hidas menetelmä. Rasittaa työntekijän käsiä, aiheuttaa paljon sairauslomia. Kehätiiviste leikataan ja liimataan puskutiivisteeseen. Käsityövaihe, kaikki ovillehdet ovat yksilöitä tältä osin. Lukon asennus, lukon osat asennetaan käsityönä. Alaohjaimen asennus ja alatiivisten asennus suoritetaan muutoin valmiiseen ovillehteen.

Tutkimismenetelmänä olivat molemmat menetelmät, koska ko. työvaihe oli aiheuttanut ongelmia läpimenon suhteen. Näin saadaan tietoon tarkka vaiheaika sekä joutuisuuden vaikutus läpimenoaikaan. Samoin eroavaisuudet ovillehdissä tulevat huomioiduksi, turvarajojen asennus voidaan ottaa näin huomioon.

Eräluettelo ovillehden kokoonpano

Työerä	
N:o	Nimi
1	Puskutiivisteiden asennus
2	Puskutiivisteiden leikkaus
3	Kehätiivisteiden asennus
4	Kehätiivisteiden leikkaus
5	Lukon asennus
6	Alaohjaimen asennus
7	Alatiivisteiden asennus

Kuva 20. Eräluettelo ovillehtien kokoonpanosta, oikeankätiseen ovillehteen tulee puskutiivisteiden leikkamiseen mukaan turvareunan asennus.



Kuva 21 Tutkimuspöytäkirja ovillehti ilman turvarajaa



Kuva 22 Tutkimuspöytäkirja ovilehti turvarajan kanssa

Havainnointitutkimus

Tamware, Tampere				
Eräluettelo				
Eräno	Erän nimi	Aikalaji		
1	Työvuoron aloitus/lopetustyöt	Apuaika	41	Myöh aloitus/lopetu Tauko
2	Työohjeiden lukua	Apuaika	42	Muu tauko Tauko
3	Keskustelu työnjohtajan kanssa	Apuaika	43	Tauko
4	Kirjaukset raporttiin	Apuaika	44	Tauko
5	Kahvi-/ruokatauko	Apuaika	45	Tauko
6	Työalueen siivous	Apuaika	46	Tauko
7	Henkilökohtainen	Apuaika	47	Tauko
8	Tarvikkeiden haku	Apuaika	48	Tauko
9	Tarvikkeiden tilaus	Apuaika	49	Tauko
10	Työkalun teroitus (vaihtoterä)	Apuaika	70	Kumin veto Jalostava
11	Laitteiden tarkistus/säätö	Apuaika	71	Kokoonpanotyö Jalostava
12	Aihoiden irroitus levyistä	Apuaika	72	Poraus Jalostava
13	Trukilla tavaroiden siirtoa	Apuaika	73	Jyrsintä Jalostava
14	Valmiin nosto	Apuaika	74	Hionta Jalostava
15	Osien nouto	Apuaika	75	Tiivisteiden asennus Jalostava
16	työntekijän opastus	Apuaika	76	Tarkastus Jalostava
17	asetus	Apuaika	77	Profilin taivutus Jalostava
18	siivous	Apuaika	78	Profilin sahaus Jalostava
19		Apuaika	79	Kumin Leikkaus Jalostava
20		Apuaika	80	Pakkaus Jalostava
21	Puuttuvan materiaalin odotus	Häiriö	81	sahaus Jalostava
22	ATK häiriö	Häiriö	82	Hitsaus Jalostava
23	Sähköhäiriö	Häiriö	83	oikaisu Jalostava
24	Paineilmahäiriö	Häiriö	84	Jalostava
25	Muu laitehäiriö	Häiriö	85	Jalostava
26	Asetteen korjaus	Häiriö	86	Jalostava
27	Työkalun teroitus (ei vaihtoterä)	Häiriö	87	Jalostava
28	Aihoiden irrotus levyistä	Häiriö		
29	Epäselvyys ohjeissa	Häiriö		
30	Keskustelu t:n kanssa	Häiriö		

Kuva 23. Havainnoinnin eräluettelo. Samalla havainnointikerralla tutkittiin muitakin töitä.

Kuva 24. Ajankäytön jakauma, huomioitavan suuri apuaika ja tauko aika.

Kuva 25. Jalostava aika kahdessa työvuorossa, kumien asennus vie kolme neljäsosaa koko jalostavasta ajasta.



Kuva 26. Apuaikojen syyt, tarvikkeiden hakuun menee ■■■ minuuttia kahdessa työvuorossa.

Havainnointitutkimus

Tamware, Tampere				
Eräluettelo				
Eräno	Erän nimi	Aikalaji		
1	Työvuoron aloitus/lopetustyöt	Apuaika	41	Myöh aloitus/lopetu Tauko
2	Työohjeiden lukua	Apuaika	42	Muu tauko Tauko
3	Keskustelu työnjohtajan kanssa	Apuaika	43	Tauko
4	Kirjaukset raporttiin	Apuaika	44	Tauko
5	Kahvi-/ruokatauko	Apuaika	45	Tauko
6	Työalueen siivous	Apuaika	46	Tauko
7	Henkilökohtainen	Apuaika	47	Tauko
8	Tarvikkeiden haku	Apuaika	48	Tauko
9	Tarvikkeiden tilaus	Apuaika	49	Tauko
10	Työkalun teroitus (vaihtoterä)	Apuaika	70	Kumin veto Jalostava
11	Laitteiden tarkistus/säätö	Apuaika	71	Kokoonpanotyö Jalostava
12	Aihoiden irroitus levystä	Apuaika	72	Poraus Jalostava
13	Trukilla tavaroiden siirtoa	Apuaika	73	Jyrsintä Jalostava
14	Valmiin nosto	Apuaika	74	Hionta Jalostava
15	Osien nouto	Apuaika	75	Tiivisteiden asennus Jalostava
16	työntekijän opastus	Apuaika	76	Tarkastus Jalostava
17	asetus	Apuaika	77	Profiilin taivutus Jalostava
18	siivous	Apuaika	78	Profiilin sahaus Jalostava
19		Apuaika	79	Kumin Leikkaus Jalostava
20		Apuaika	80	Pakkaus Jalostava
21	Puuttuvan materiaalin odotus	Häiriö	81	sahaus Jalostava
22	ATK häiriö	Häiriö	82	Hitsaus Jalostava
23	Sähköhäiriö	Häiriö	83	oikaisu Jalostava
24	Paineilmahäiriö	Häiriö	84	Jalostava
25	Muu laitehäiriö	Häiriö	85	Jalostava
26	Asetteen korjaus	Häiriö	86	Jalostava
27	Työkalun teroitus (ei vaihtoterä)	Häiriö	87	Jalostava
28	Aihoiden irrotus levystä	Häiriö		
29	Epäselvyys ohjeissa	Häiriö		
30	Keskustelu t:n kanssa	Häiriö		

Kuva 23. Havainnoinnin eräluettelo. Samalla havainnointikerralla tutkittiin muitakin töitä.

Kuva 24. Ajankäytön jakauma, huomioitavan suuri apuaika ja tauko aika.



Kuva 25. Jalostava aika kahdessa työvuorossa, kumien asennus vie kolme neljäsosaa koko jalostavasta ajasta.



Kuva 26. Apuaikojen syyt, tarvikkeiden hakuun menee ■■■ minuuttia kahdessa työvuorossa.

4.8 Yläkoneiston kokoonpano

Yläkoneistojen kokoonpano on työnä perinteistä kokoonpanoa, paineilma- ja käsityökaluin. Laakerit painetaan paikoilleen hydraulisella prässillä ja työn päätteeksi koneisto testataan.

YRITYS, särmäyksen tutkimus			
Eräluettelo			
Eränr	Erän nimi	Aikalaji	
1	Työvuoron aloitus/lopetustyöt	Apuaika	41 Myöh aloitus/lopetus Tauko
2	Työohjeiden lukua	Apuaika	42 Muu tauko Tauko
3	Keskustelu työnjohtajan kanssa	Apuaika	43 Tauko Tauko
4	Kirjaukset raporttiin	Apuaika	44 Tauko Tauko
5	Kehvi-/ruokatauko	Apuaika	45 Tauko Tauko
6	Työalueen siivous	Apuaika	46 Tauko Tauko
7	Henkilökohtainen	Apuaika	47 Tauko Tauko
8	Tarvikkeiden haku	Apuaika	48 Tauko Tauko
9		Apuaika	49 Tauko Tauko
10		Apuaika	50 Odotus, ei tehtävää Valmius
11		Apuaika	51 Trukin odotus Valmius
12		Apuaika	52 Kone odottaa esetetta Valmius
13		Apuaika	53 Kone odottaa materiaalin siirtoa Valmius
14		Apuaika	54 Huollon odotus Valmius
15		Apuaika	55 Työnjohdon odotus Valmius
16		Apuaika	56 Työaseman käynnin valvonta Valmius
17		Apuaika	59 Valmius
18		Apuaika	60 Valmius
19		Apuaika	61 Valmius
20		Apuaika	62 Valmius
21	Puuttuvan materiaalin odotus	Häiriö	63 Valmius
22	ATK häiriö	Häiriö	64 Valmius
23	Sähköhäiriö	Häiriö	65 Valmius
24	Painelinhäiriö	Häiriö	66 Valmius
25	Muu laitehäiriö	Häiriö	67 Valmius
26	Materiaalivirhe	Häiriö	68 Valmius
27		Häiriö	69 Valmius
28		Häiriö	70 Vaijennpyörän kokoonpano Jalostava
29		Häiriö	71 Vaijenn valmistus Jalostava
30		Häiriö	72 Laakereiden prässäys siirto kpl Jalostava
31		Häiriö	73 Siirto+kin kpl yhteen kok.p vasen Jalostava
32		Häiriö	74 korvakeiden kokoonp. Jalostava
33		Häiriö	75 Sylinterien kokoonp.+testaus Jalostava
34		Häiriö	76 Loppukokoonpano Jalostava
35		Häiriö	77 Venttiilit sylinteriin Jalostava
36		Häiriö	78 Siirto+kin kpl yhteen kok.p oikea Jalostava
37		Häiriö	79 kiinnityskpl. Kok.p. Jalostava
38		Häiriö	80 Laakerit holkkiin Jalostava
39		Häiriö	81 Silmalaakerit siirtok. Jalostava
40		Häiriö	82 Jalostava

Kuva 27. Eräluettelo koneistojen kokoonpano.

Kuva 28. Koneistojen ajankäyttö

Kuva 29. Koneistojen kokoonpanon jalostava aika.



Kuva 30. Koneiston kokoonpanon apuajat, tarvikkeiden hakuun menee liikaa aikaa.

4.9 Alakoneiston kokoonpano

Alakoneistojen kokoonpano on samanlaista kuin yläkoneistojenkin, käsityötä käsityökaluilla.

Eräluettelo				
Eräno	Erän nimi	Aikalaji		
1	Työvuoron aloitus/lopetustyöt	Apuaika	80	alakoneistojen kokoonpano Tekemis
2	Työohjeiden lukua	Apuaika	21	Materiaali virheellinen Häiriö
3	Keskustelu työnohtajan kanssa	Apuaika	22	Materiaalipuute linjalla Häiriö
4	Kirjaukset raporttiin/vstokorttiin	Apuaika	23	Sähköhäiriö Häiriö
5	Työalueen siivous/järjestely	Apuaika	24	Paineilmahäiriö Häiriö
6	Materiaalin järjestely vsto:ssa	Apuaika	25	Muu laitehäiriö Häiriö
7	Työkalujen tarkastus / etsintä	Apuaika	26	ATK häiriö Häiriö
8	Työnopastus / neuvonta	Apuaika	27	Työkalun huolto / vaihto Häiriö
9	Kahvi-/ruokatauko	Apuaika	28	Työkalu kateissa Häiriö
10	Henkilökoht tauko (wc, ym)	Apuaika	29	Seuraava vaihe tukossa Häiriö
11		Apuaika	30	Epäselvyys ohjeissa Häiriö
12		Apuaika	31	Trukin odotus Häiriö
13		Apuaika	32	Työnjohdon odotus Häiriö
14		Apuaika	33	Muu syy Häiriö
15		Apuaika	41	Myöh aloitus/lopetus Tauko
16		Apuaika	42	Muu tauko Tauko
17		Apuaika	43	Linjalla kahvi/ruokatauko Tauko

Kuva 31. Alakoneistojen eräluettelo.

Kuva 32. Alakoneistojen ajankäyttö.

Kuva 33. Alakoneistojen jalostava aika



Kuva 34. Alakoneistot apuajat

5. TULOKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tulokset on kerrottu tässä yhtä oviyksikköä kohti käytettynä aikana. Tulokset on syötetty toiminnanohjausjärjestelmään kuormitustiedoksi. Mitään urakka- tai suoritepalkkaa ei ole laskettu näiden perusteella. Työn tarkoitus olikin lähinnä saada tietoa, jolla kuormittaa tuotantoa. Samalla saadaan tietoa minne aika hukkuu tai onko esimerkiksi vakavia häiriöitä toiminnassa.

5.1 Sahaus ja jyrshintä

Aikaa jokaista oviyksikköä kohti kului [REDACTED]. Materiaalien ja tarvikkeiden noutoon käytettiin aikaa [REDACTED], oviyksikköä kohden. Kävelymatkaa oviyksikköä kohden tulee [REDACTED]. Yhden metrin kävelemiseen menee n. [REDACTED], eli tästä saadaan suoraan kävelyyhin ja noutoon kulunut aika.

Materiaalien liikuttelua tapahtuu myös eri työstökoneiden välillä, eli käytettävien koneiden määrää vähentämällä vähennetään myös turhaa liikuttelua.

5.1.1 Materiaalien varastointi

Lay-out muutoksen yhteydessä pitää materiaalit saada lähemmäs sahoja, koska näin saadaan vähennettyä kuljettelua sekä pienenettyä työntekijän tuki- ja liikuntaelimiensä rasitusta. Mieluiten yleisimpiä käytettäviä profiileja varastoitaisiin hyllyssä, joka on sahojen vieressä.

5.1.2 Koneiden käyttö

CNC -koneelle pitää tehdä ohjelmat kaikille käytössä oleville profiileille, näin säästetään kuljettelemaista profiileja ympäriinsä ja myös niiden mittatarkkuus paranee. Samalla tuottavuus kasvaa, koska nostoja ja asetuksia tulee vähemmän tehtäväksi.

5.2 Hitsaus

Ovilehtien hitsaukseen kuluu aikaa [REDACTED], jokaista oviyksikköä kohden. Hitsauspaikka oli hyvässä järjestyksessä ja sen lay-out oli jo kohtuullisen hyvä. Kävelyä 12 m

lähinnä hitsausjigin ympärillä. Ovilehden runko nostetaan käsin kuljetustelineeseen, paino 9,3 kg / ovilehti. Nostoja n. [REDACTED].

5.2.1 Materiaalit

Materiaalit kannattaa tuoda hitsauspaikalle erillisillä annosvaunuilla, esim. 10 ovilehden osat yhdessä vaunussa. Näin materiaalit saadaan lähelle ja helposti käyttöönotettavaksi. Tämä helpottaa myös profiilien käsittelyä sahausvaiheessa.

5.3 Rungon hionta

Runkojen hiontaa kuluu aikaa [REDACTED] oviyksikköä kohden. Hiottavat ovet tulevat omassa telineessään 14 ovilehteä / teline. Nostoja tehdään 28 kappaletta työpäivän aikana, eli 9,3 kg työpöydälle ja työpöydältä pois. Liikkumista tehdään nostojen yhteydessä 36 m, jokaista oviyksikköä kohden. Liikkumiseen käytetty aika on [REDACTED] jokaisena työpäivänä. Alumiinin hionnassa hiomalaikat tukkeutuvat nopeasti, yhtä oviyksikköä kohden tarvitaan 8 kappaletta hiomalaikkoja ja luonnollisesti sama määrä laikan vaihtoja. Näihin kuluva aika on [REDACTED].

5.3.1 Materiaalit

Materiaalit pitää tuoda lähelle ja näin pienentää liikkumista, työpöydän ja kuljetustelineen välillä.

5.3.2 Kehityskohteet

Hiontalaikkojen vaihtojen määrää voidaan pienentää, esimerkiksi jyrsimällä käsin hitsaus saumat lähelle perusaineen pintaa. Hiomakone on raskas käsitellä ja se voi aiheuttaa tärinän kanssa ongelmia tuki- ja liikuntaelimissä sekä käsissä. Tästä syystä pitää hiojan pitää ylimääräinen elpymistauko, 5 minuuttia jokaista työtuntia kohden.

5.4 Pellitys

Pellitystyöpaikka pitää järjestää uudelleen, koska se on erittäin epäkäytännöllinen ja levinnyt liian suurelle alueelle. Kävelyä, osien noutoa yms. on liikaa suhteessa tuottavaan työhön. Layoutmuutoksen yhteydessä siirretään paikka toisaalle ja samalla pienennetään tilaa huomattavasti. Peltien varastointi viedään kauemmaksi ja sieltä tuodaan materiaaleja päivän tarve työpaikalle.

5.5 Ovillehden maalaushionta

Ovillehden valmistelu maalaukseen, tapahtuu hiomalla rikki alumiinin pinta. Työvaihe sisältää nostoja a´15kg, [REDACTED]. Tätä vaihetta kannattaa auttaa hankkimalla sopivia nostoapuvälineitä. Muutoin menetellään, kuten runkojen hionnan yhteydessä on kerrottu.

5.6 Ovillehden kokoonpano

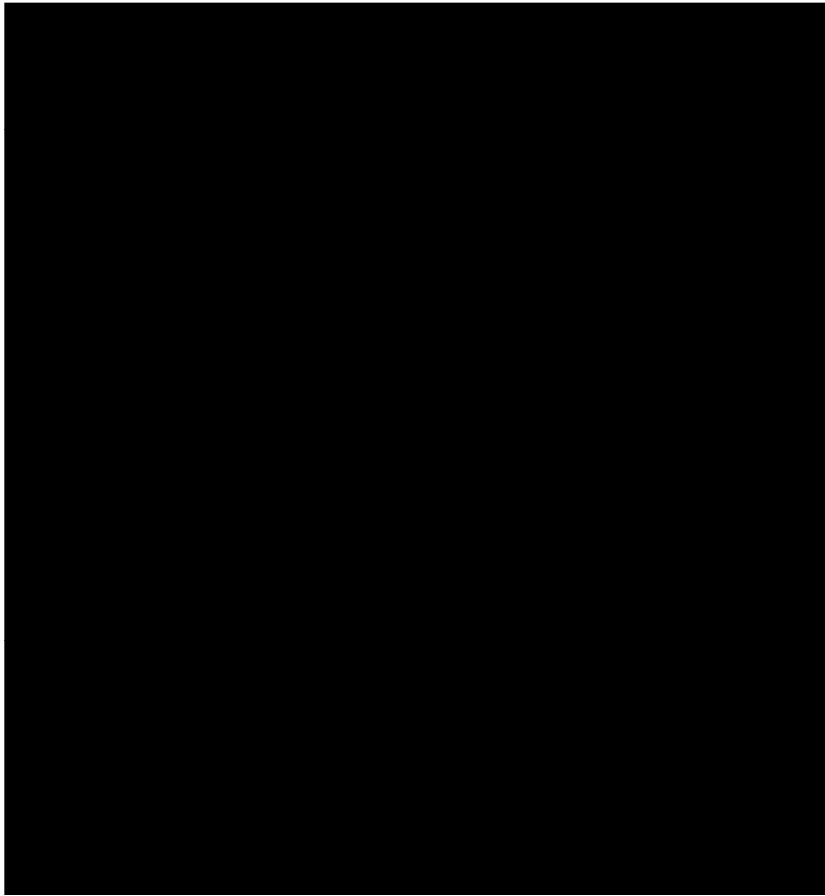
Tiivisteiden asennus on erittäin rasittavaa sekä työlästä. Kehätiivisteen asennukseen on saatava rakenteellinen muutos oveen. Tiivisteen lyöminen oveen on käsiä rasittavaa ja työlästä. Ovillehtien suunnittelussa on otettava paremmin huomioon tiivisteiden asennus.

5.7 Koneistojen kokoonpano

Koneistojen kokoonpanoa tutkin kokonaisuutena, jonka sitten jaoin osatöihin. Osatyöt ja niihin kuluva aika saatiin selville havainnoinnin yhteydessä tarkasti. Laskin myös montako henkilöä tarvitaan, jotta saavutetaanko toivottu läpimenoaika tietylle tuotantoerälle työpäivän aikana.

Kuva35. Ajat työvaiheittain tutkimuksen aikana, työt ovat jakautuneet epätasaisesti

Työn jakautuminen tasapainotuslaskelmien jälkeen:



Kuva36. Työ jaettu uudelleen kolmelle työntekijälle, työ jakautuu tasaisemmin henkilöiden välillä.

5.8 Alakoneistojen kokoonpano.

Alakoneistojen valmistamiseen on olemassa oma työpiste, jossa ovat kaikki tarvittavat työkalut ja laitteet. Kokoonpano tehdään tietylle tuotantoerälle kerrallaan. Tämäkin työ voidaan jakaa osiin, mutta se ei ole tarpeen, sillä sen hoitaa yksi henkilö alusta loppuun. Myyntivolyymien kasvaessa, voidaan tasapainolaskelmilla jakaa työ esim. kahdelle työntekijälle.

6. Tulevaisuus

Tampereen tehdas on muutettu täysin kokoonpanotehtaaksi, keskittyminen pelkkiin kokoonpanoihin asettaa uuden haasteen. Osakokoonpanojen tekeminen ja niihin kulu-
van ajan tunteminen on välttämätöntä, koska muuten kuormituksen seuranta ei onnistu.

Sähköisten liukuovien koneistojen valmistamisessa tulee olemaan jopa yli 20 eri alatyö-
tä. Näiden osatöiden työaikojen tunteminen on erittäin tärkeää, muutoin tehtaan työ-
kuorma jakautuu väärin. Näissä osakokoonpanoissa on töitä, joita voidaan tehdä vähäi-
semmälläkin ammattitaidolla. Loppukokoonpano ja ohjainten valmistus vaatii taas
enemmän ammattitaitoa. Näiden töiden jakaminen oikein, antaa mahdollisuuden val-
mistaa lyhyellä läpimenoajalla tuotteet valmiiksi.

Samalla tavalla pitää ajatella koko oven valmistamisen prosessi, voidaanko työt jakaa
toisin. Kaikki työt on tutkittava ja pohdittava onko mahdollista tehdä toisin, voiko työn
jakaa ja tasapainottaa.

LÄHTEET

Haverila M., Uusi-Rauva E., Kouri I. & Miettinen A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacs.

Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. EK-SAK tuottavuustyöryhmä 2011

Työturvallisuuskeskus. www.tyottavuustyoy.fi

Ilkka Kouri 2010, LEAN taskukirja

Jari Laine, TTS -kehitys 2011. Tuotannon tasapainotus

Työnmittaus, JTO koulutusmateriaali

