

Metsäkoneen perävaunun tuotannonohjauksen kehittäminen

Riki Yari

Opinnäytetyö
Kevät 2015

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Yari, Riki	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 5.2.2015
	Sivumäärä	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Metsäkoneen perävaunun tuotannonohjauksen kehittäminen		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Miikka Parviainen Juhani Alakangas		
Toimeksiantaja(t) Hannu Ruokolainen Ultratec Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimivat yhteistyöyritykset Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy, jotka ovat moottorikelkkojen, rekiä ja mönkijöiden perävaunujen valmistajia. Tuotannon yhteydessä materiaalinhallinta ja varastointi ovat aiheuttaneet ongelmia jo kauan. Yrityksillä on Manage Application -toiminnanohjausjärjestelmä käytössä, mutta varastonhallinta tapahtuu Excel-ohjelman kautta. Tavoitteena oli tutkia ja kehittää yritysten varastonhallintaa. Tarkoituksena oli kehittää Excel-ohjelma, jolla yritykset saisivat varastonhallintaongelmat ratkaistua. Tavoitteena oli myös tehdä tuotannon kuormitukselle Excel-ohjelma, jolla saisi tuotantoa tasoitettua. Lisäksi tuli tutkia nykyisen ohjausjärjestelmän ominaisuuksia ja ehdottaa uutta ohjausjärjestelmää tarvittaessa.</p> <p>Tutkimustyöt aloitettiin tutustumalla Timber Pro 1200 -tukikärryn tuoterakenteisiin ja sen osien varastonhallintaan. Tutkimustyö keskittyi vain Timber Pro 1200:n varaston ja tuotannon ohjaukseen. Tutkimuksen aikana haastateltiin Manage Application toiminnanohjausjärjestelmän kehittäjää ja yritettiin saada lisää tietoja ohjausjärjestelmän ominaisuuksista.</p> <p>Lopputulokseksi saatiin ehdotus, että yritysten kannattaa jatkaa samalla toiminnanohjausjärjestelmällä ja ostaa varastonhallintaominaisuus järjestelmälle. Mikäli yritys halua jatkaa toimintaansa Excelillä, voisi se käyttää jatkossa tutkimuksen aikana tehtyä tuotannon tasoituksen Excel-pohjaa ja varastonhallinnassa voisi käyttää toista Excel-pohjaa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Tuotannonohjaus, Varastonhallinta, Kuormitus, Toiminnanohjausjärjestelmä, Tilaus		
Muut tiedot Työn teoriaosa ei sisällä luottamuksellista tietoa. Luottamuksellinen tieto on sijoitettu tausta-aineistoon, joka löytyy erillisenä.		



Author(s) Yari, Riki	Type of publication Bachelor's thesis	Date 5.2.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages	Permission for web publication: x
Title of publication Development of Production Control for Timber Trailer		
Degree programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) Parviainen Miikka Alakangas Juhani		
Assigned by Hannu Ruokolainen Ultratec Oy		
Abstract <p>The thesis is done in cooperation with Ultratec Oy and Tehovinssi Oy. Companies which produce sleds of snowmobiles and quad-bike trailers. During the production material handling and storage have caused many problem for the companies in the past years. The companies are using Manage Application ERP system, but they are still using Excel for inventory management. The aim of the thesis was to improve the companies' inventory management. The aim was to develop a program with Excel to solve the storage problems. The aim was also to make a program for production loads to smooth the production with it. In addition characteristics of the current ERP system were to be studied as well as proposing new ERP- system if necessary.</p> <p>The investigation work started with getting to know the product structures of Timber Pro 1200. The research work was focused on the inventory and production management of Timber Pro 1200. During the investigation Manage Applications developer was interviewed with the focus of getting more information about the characteristics of the control system. The aim was also to make a program for production loads to smooth the production with it.</p> <p>The results was that the company continues with the same ERP system and buys inventory management characteristics for the system. If the company does not want to continue with the same ERP system then the company can use the Excel programs on loading control and inventory management were made during investigation,</p>		
Keywords/tags (subjects) Manufacturing management, inventory management, capacity, ERP, ordering.		
Miscellaneous The theoretical section of this thesis is public and does not include any confidential Information. Instead, the confidential information can be found separately.		

Sisältö

1 Opinnäytetyön yhteistyöryitykset	5
1.1 Tehovinssi	5
1.2 Ultratec	6
1.3 Alihankkijat	6
2 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet	7
2.1 Lähtötilanne	7
2.2 Tavoitteet	8
2.3 Tutkimusmenetelmät ja rajaukset	8
3 Menekin ennakoiminen	9
3.1 Aikasarja-analyysi	9
3.2 Keskiarvoennustaminen	10
3.3 Eksponenttitasoituksen menetelmä	11
3.4 Menekin hajonta	13
4 Tuotannonohjaus	13
4.1 Tuotannonohjauksen merkitys	13
4.2 Toiminnanohjaus	14
4.3 Materiaaliohjaus	15
4.4 Tuotannonohjauksen päätekijät	17
4.5 Tuotantomuodot	19
5 Tuotantosuunnitelma	20
5.1 Tavoitteet	20
5.2 Tuotantosuunnitelman muoto	21
5.3 Kuormitus	23
5.4 Kapasiteetin ohjaus	24
6 Tuotannon ohjausperiaatteet	25
6.1 MRP I ja MRP II	25
6.2 Just In Time	27
6.3 OPT-ohjausjärjestelmä	28
7 Valmistuksenohjauksen merkitys	29
7.1 Valmistuksen ohjaus	29
7.2 Tilausohjaus	30
7.3 Imuohjaus	31
7.4 Työntöohjaus	32
8 Varasto	32

8.1	Varastointi	32
8.2	Varastoinnin syyt	33
8.3	Varaston tunnusluvut	35
8.4	Varaston toiminta	37
8.5	Varaston kustannukset	38
9	Varastonohjauksen periaatteita	42
9.1.1	ABC-luokittelu	42
9.1.2	20/80-sääntö	44
9.1.3	Tilauspiste	45
9.1.4	Tilausväli	47
9.1.5	Kahden laatikon menetelmä	47
9.1.6	XYZ-analyysi	48
9.1.7	Min-max -menetelmä	49
10	Opinnäytetyön käytännön toteutus	50
11	Yrityksen toimintatavat ja tutkimuskohde	51
11.1	Timber Pro 1200 -tukikärry	51
11.2	Tilaus ja varastonhallinta	52
11.3	Ongelmat	53
12	Toiminnanohjausjärjestelmän kehittäminen	53
12.1	Manage-toiminnanohjausjärjestelmän tutkiminen	53
12.2	Vaihtoehtoinen Toiminnanohjausjärjestelmä	54
13	Tuotantoprosessin kehittäminen	58
13.1	Make or buy	58
13.2	Kuormituksen tasoittaminen	59
14	Varastohallinnan kehittäminen	62
14.1	Abc-analyysi	62
14.2	Tilauksien kehittäminen	63
14.3	Varastonhallinta	64
15	Pohdinta	67
	Lähteet	70
	Liitteet	73

Liitteet

Liite 1. Timber Pro 1200, 3D-kuva	73
Liite 2. Timber Pro 1200:n osakokoonpano	74
Liite 3. Terrain Pro 1200, 3D-kuva	75
Liite 4. Terrain Pro 1200:n osakokoonpano	76
Liite 5. Make or buy (Ei julkinen).....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
Liite 6. ABC-analyysi (Ei julkinen)	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

Kuviot

Kuvio 1. Menekin graafinen tarkastelu	9
Kuvio 2. Kahden perättäisen viikon menekin erotukset	10
Kuvio 3. Liukuvan keskiarvon ja eksponenttitasoituksen menetelmillä lasketut ennusteet	12
Kuvio 4. Tasaisen ja satunnaisen menekin kuvaus.....	13
Kuvio 5. Tuotantotoiminnan johtaminen.....	15
kuvio 6. Materiaalinhjauksen tavoitteet.....	16
Kuvio 7. Tuotannonohjauksen rakenne	17
Kuvio 8. Valmistuskustannukset	18
Kuvio 9. Kuormituksen tasauksen periaate.....	24
Kuvio 10. MRP:n toiminta	25
Kuvio 11. MRPII:n toimintaperiaate.....	26
kuvio 12. Hitaan läpäisyn noidankehästä myönteiseen kierteeseen.....	30
kuvio 13. Imuohjauksen periaate	31
Kuvio 14. Varastojen muodostuminen.....	35
Kuvio 15. Tilauspistemenetelmä	46
Kuvio 16. ABC- ja XYZ-luokitteluiden hyödyntäminen varaosien ohjauksessa	48
Kuvio 17. Min-max-menetelmä.....	49
Kuvio 18. Timber Pro 1200 –tukikärry.....	51
Kuvio 19. Lemonsoft-toiminnanohjausjärjestelmä.....	55

Kuvio 20. Lemonsoft-toiminnanohjausjärjestelmän asiakkuuden hallinta	57
Kuvio 21. Ultratec Oy:n myyntiennuste	59
kuvio 22. Graafinen tulos tuotannon tasoittamisesta	61
Kuvio 23. ABC-analyysin tulos, Ultratec Oy.....	62
kuvio 24. Kahden laatikon toiminta	64

Taulukot

Taulukko 1. Yksittäis- ja pienerävalmistuksen tuotantosuunnitelma	21
Taulukko 2. Volyyminvirtaan perustuva tuotantosuunnitelma	22
Taulukko 3. Myyntiennusteisin perustuva tuotantosuunnitelma	23
Taulukko 4. Kiertonopeuden merkitys	36
Taulukko 5. ABC-luokittelun lähtötilanne	43
Taulukko 6. ABC-luokittelu järjestyksen jälkeen	44
Taulukko 7. Tuotantokapasiteetin tasoittaminen	60
Taulukko 8. Tuotanto kapasiteetin tasoittaminen (ylityö).....	61
Taulukko 9. Myynnin syöttötaulu	65
Taulukko 10. Settien seuranta.....	66
Taulukko 11. Settien tuotanto	66
Taulukko 12. Osien seuranta	67

1 Opinnäytetyön yhteistyöyritykset

Tämän opinnäytetyön yhteistyöyrityksinä olivat Tehovissi Oy ja Ultratec Oy, jotka toimivat samassa rakennuksessa Petäjävedellä, Rautakylän teollisuuskylässä. Yritykset toimivat uudessa 2008–2009 valmistuneessa toimitilassa. Yrityksillä on hyvät kulku-yhteydet Jyväskylään ja muihin kaupunkeihin. Tehovinssi on keskittynyt alihankinta-toimintaan ja Ultratec mönkijöiden ja moottorikelkkojen peräkärrien valmistukseen ja kokoonpanoon. Yhteistyöyrityksissä on tällä hetkellä kahdeksan vakinaista työntekijää. Tehovinssillä on seitsemän työntekijää, jotka hoitavat tuotantoasiat ja Ultratec oy:llä on vain toimitusjohtaja Timo Ruokolainen, joka keskittyy myyntiin ja markkinointiin. Työvoiman määrä vaihtelee tilauskannasta riippuen.

1.1 Tehovinssi

Tehovissi on aloittanut toimintansa vuonna 1983. Yrityksen omistaja Hannu Ruokolainen aloitti 1980-luvulla Keuruulla Asunnan kylässä ja pikkuhiljaa hän laajensi toimintaansa. Ensimmäiset tuotteet olivat maataloustraktoriin asennettavia automaattivinssejä. Automaattivinssin valmistuksen oikeuden myynnin jälkeen Tehovinssi Oy alkoi tehdä rakennustyökaluja ja vinssejä alihankintatyönä.

Tehovinssin valmistusprosessit ovat:

- mig-, tig- ja pistehitsaus
- robotisoitu mig/mag -hitsaus
- syväveto
- puristustyöt
- levyn pyöritys, myös kartiot
- koneistus, sahaus, leikkaus ja muut yleislevytyöt
- hionta
- osa- ja loppukokoonpano
- jännitystenpoistohehkutus
- prässäys ja mankelointi. (Onni, 2014.)

1.2 Ultratec

Hannu Ruokolaisen poika Timo Ruokolainen osti vuonna 2002 Ultratic -nimisen yrityksen tuotannon ja alkoi valmistaa moottorikelkkojen rekiä ja mönkijöiden perävaujuja. Ultratic Oy:n tuote nimiä olivat ATV Expert ja Snowexpert. Timo Ruokolainen jatkoi tuotantoa yrityksen uudella nimellä Ultratec Oy 1.6.2007 lähtien. Ultratec on laajentunut ja kasvanut mahdollisuuden mukaan. Vientiä on jo 14 maahan. (Onni, 2014).

Ultratec Oy:n tuotteita ovat

1. Tukikärryt

➤ Timber pro 1500

- mitat 4500 x 1300 x 1200
- paino noin 167 kg
- tilavuus 2,64 m³
- kantavuus 1500 kg

➤ Timber pro 1200

- mitat 4500 x 1270 x 1200
- paino 137 kg
- kantavuus 1200 kg

2. Juontokärryt

3. Mönkijän peräkärryt

4. Moottorikelkan reet

5. Lisävarusteet ja varaosat. (Tuotteet, n.d.)

1.3 Alihankkijat

Yhteistyöyritykset toimivat samoissa tiloissa. Tehovinssin pääasiallista työtä on hitsaus, joten suuri osa yksittäisistä osista tilataan yrityksen ulkopuolelta. Osat hitsataan yhteen Tehovinssillä ja loppukokoonpano tehdään Ultratecillä. Putkien taivutukset

tehdään myös Tehovinssillä. Seuraavassa on lueteltu muutamia Tehovinssin ja Ultratecin alihankkijoita:

- Putkilaser oy
- IKH
- Suomen vesileikkaus
- Suomen tekniikkapalvelut
- Finlead Oy
- Petäjaveden metalli
- Metallisorvaamo Pitkänen Oy. (Onni, 2014.)

Kaikki osat tulevat ensin Ultratecille ja lähtevät sieltä eteenpäin alihankkijoille.

2 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet

2.1 Lähtötilanne

Ultratec Oy on jo jonkin aikaa yrittänyt käynnistää projektia, jolla se saisi kehitettyä toimintaansa. Tarkoituksena on kehittää varaston hallintaa. Kehitystyön ajatuksena on käyttää erilaisia varastonohjauksen ja tuotannonohjauksen periaatteita, joilla kehitetään tuotantoa ja hallita tulevien ja lähtevien nimikkeiden virtaa. Tällä hetkellä Ultratec Oy ohjaa varastoa ennusteeseen pohjautuvalla menetelmällä. Yrityksellä ei ole käytössä selkeää ohjaustapa, jolla voisi hallita varastointia ja kerätä siitä tietoja. Työt tehdään aina kuluneen vuoden ennusteen perustella. Työntekijöillä ei ole kovin hyvää tietoa siitä, milloin pitäisi valmistaa mitään. Yrityksellä ei ole myöskään tietoa varastossa olevista tuotteista. Sisäisiä tilauksia tehdään, kun huomataan, että laatikot näyttävät olevan tyhjiä. Yrityksellä on Manage-toiminnanohjausjärjestelmä käytössä, mutta ohjelmalla tehdään vain tilaukset, työkortit ja laskutukset.

2.2 Tavoitteet

Opinnäytetyössä tavoitteena oli tutkia yrityksen nykytilanteen varastohallintaa Timber Pro 1200 -tukikärryn osalta ja sitä kautta löytää ratkaisuja varastosta aiheutuville ongelmille. Lisäksi tutkimuksessa keskityttiin seuraaviin asioihin:

- o tutustuminen Manage Application -ohjausjärjestelmään
- o Timber Pro 1200:n tuotannosuunnittelu
- o sopivan toiminnanohjausjärjestelmän löytäminen ongelmien ratkaisemiseksi
- o tilauksen hallinta Excel-ohjelmalla
- o myynnin volyymin tarkistaminen
- o tuotannon tasoittamisen Excel-ohjelman avulla

2.3 Tutkimusmenetelmät ja rajaukset

Aluksi tehtiin analyysi Ultratec Oy:n ja Tehovinssi Oy:n nykytilasta. Analyysin avulla oli helppo määrittää lähtökohdat ja tarvittavat työkalut työn toteuttamiselle. Tutkimuksen aikana tutustuttiin yrityksen tuotteisiin ja tuoterakenteisiin, minkä avulla etsittiin mahdollisia vaihtoehtoja tuotannosuunnittelun apuvälineiden valitsemiseksi. Ratkaisujen etsimisessä käytettiin apuna varastohallintaan liittyviä teorioita ja tutkimustuloksia. Tarkoituksena oli soveltaa teorioita käytäntöön. Tutkimustyön aikana tutustuttiin erilaisiin toiminnanohjausjärjestelmiin ja niiden käyttöön. Työn aikana haastateltiin ohjausohjelmien suunnittelijoita ja kehittäjiä mistä saatiin eri näkemyksiä ohjausjärjestelmien mahdollisuuksista. Tarkoituksena oli soveltaa erilaisia Excel-kaavoja ja hyödyntää makrojen käyttöä. Opinnäytetyössä on laaja tietoperusta. Tarkoituksena on avata varastoon ja varastohallintaan liittyviä periaatteita. Työn toteutuksen tiedonhankinnassa hyödynnettiin tutkimustyöhön liittyvää kirjallisuutta ja opinnäytetöitä.

Opinnäytetyössä on keskitytty Timberin tuotannosuunnitteluun ja sen tuotannonohjaukseen. Tutkimuksen aikana saatetaan mukaan ottaa muita tuotteita kun Timber pro 1200. Tehtävän antoon ei kuulunut muiden tuotteiden ohjauksen kehittämistä.

Lisäksi tehtävänä oli laatia Excel-varastohallintaohjelma, jolla hallita Timberin varaston ohjausta. Työssä ei otettu huomioon muiden osien varastohallintaa.

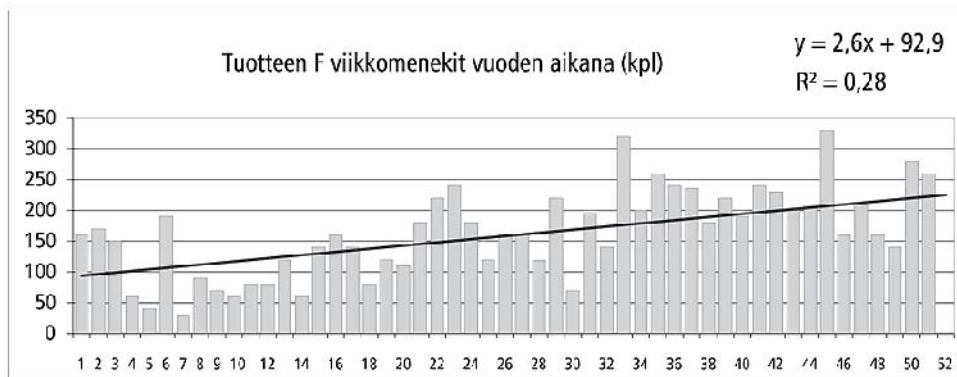
3 Menekin ennakoiminen

Menekkiä ennustamalla pyritään arvioimaan tulevaisuuden menekkiä ja kysyntää sekä sopeuttamaan materiaalivarastot ja kapasiteetti tulevaisuuden tarpeisiin. Jatkuvasti kulutettavia tuotteita hankkivalla ostajalla on käytettävissä menneen ajan kulu-tushistoria. Sen perusteella voi laskea edellisen kauden keskimääräisen kulutuksen ja arvioida muiden tuntemiensa tekijöiden pohjalta tulevaa tarvetta. (Sakki 2014, 101.)

Menekin ennustamisen tärkeimmät menetelmät ovat aikasarja-analyysi, keskiarvoennustaminen ja eksponenttitasituksen menetelmä.

3.1 Aikasarja-analyysi

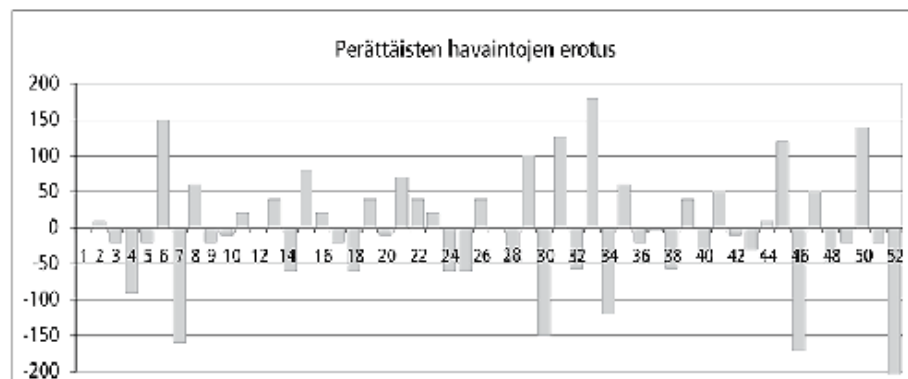
Aikasarja-analyysiä käytetään toteutuneissa menekeissä. Aikasarja-analyysillä tarkoi-tetaan määrävälein, esimerkiksi kuukausittain tai viikoittain, kerättyä menekkitieto-jen sarjaa. Aikasarja-analyysi voidaan aina aloittaa graafisella tarkastelulla, jolloin voi-daan hyvin helposti saada kokonaiskuva tutkittavasta ilmiöstä. Kuviosta saadaan heti tietoa, onko kyseessä täysin satunnaisen oloinen aikasarja vai voidaanko siinä havaita laskevaa tai nousevaa trendiä. (Sakki 2014, 101–102.)



Kuvio 1. Menekin graafinen tarkastelu (Sakki 2014, 102)

Kuviossa 1 on esitetty yhden tuotteen viikkomenekit vuoden jaksolta. Kuviossa pylväät esittävät todellista menekkiä ja viiva aikasarjan trendiä. Kuviossa nähdään myös trendiyhtälö, joka tulee esille taulukkolaskennanohjelmassa, kun piirretään aikasarjaa. Kyseisen yhtälön avulla voidaan ennustaa seuraavan kauden menekkiä. R^2 puolestaan on selityskerroin joka ilmoittaa, kuinka suurella todennäköisyydellä ennuste toteutuu. Kaavaan on sijoitettu x :n paikalle aikasarjan seuraava kausinumero eli 53, silloin saadaan sille ennusteeksi 231 kpl ja sen todennäköisyys on 28 %.

Kun halutaan ennustaa menekkiä, aikasarja kannattaa ”jalostaa”. Aikasarja voidaan esim. muuttaa ”erotuksiksi”. Sillä tarkoitetaan, että ennustuksessa alkuperäisten havaintojen tilalla käytetäänkin kahden perättäisen havainnon erotusta (ks. kuvio 2). Tämän toimenpiteen avulla aikasarjasta häviää muun muassa trendi. Tämä havainnollistaa menekin vaihtelua. (Sakki 2014, 102.)



Kuvio 2. Kahden perättäisen viikon menekin erotukset (Sakki 2014, 103)

3.2 Keskiarvoennustaminen

Menekkiä voidaan ennustaa myös keskiarvon avulla. Joskus on hyvin mahdollista, että menekkitiedot vaihtelevat hyvin paljon satunnaisesti keskiarvon molemmin puolin, silloin paras ennuste tulevalle menekille on aineistosta laskettu keskiarvo. Keskiarvon kehittyneempi muoto on liukuva keskiarvo. Siinä voidaan laskea sovitusta määrästä perättäisiä aikasarjan lukuja. Esimerkiksi ensin voidaan laskea neljän viime-

sen luvun keskiarvo ja tätä voidaan pitää seuraavan kauden ennusteena. Ajan kuluessa, kun todellinen menekki siltä kaudelta selviää, voidaan poistaa neljän luvun joukosta vanhin ja sen tilalle voidaan ottaa kuluneen kauden toteutunut menekki. Näistä voidaan laskea uusi keskiarvo, joka on uusi ennuste. Liukuvan keskiarvon avulla voidaan ”pehmentää” alkuperäisen aikasarjan heilahtelua(ks. kuvio 3). (Sakki 2014, 103.)

3.3 Eksponenttitasoituksen menetelmä

Eksponenttitasoituksen menetelmä on toinen yksinkertainen ennusteiden laatimisen menetelmä. Sitä selventää seuraava esimerkki, jossa ostaja aikoo ennakoita kysynnän vaatimaa ostotarvetta:

Aikaisempaan kulutukseen vaikuttaneiden tekijöiden tutkimuksen ja harkinnan jälkeen ostaja tulee siihen tuloksen, että tammikuussa ennustettu myynti tuotteelle on 80 kappaletta. ”Aiemmin tammikuun myynti todellisuudessa on ollut 95 kappaletta, mutta ostaja mietti asian niin, että on arvioinut myynnin 15 kappaletta liian pieneksi. Mutta ehkä tammikuun myynti saattoi olla vain satunaisesti poikkeuksellisen korkea. Ennustettua suurempi kulutus voisi olla merkki on nousevasta trendistä”. (Sakki 2009, 137.)

Esimerkiksi ostaja saattaa menetellä niin, että tammikuun ennustetun ja todellisen myynnin erotuksesta – ennustevirheestä – osa otetaan huomioon helmikuun ennusteessa. Ratkaisu riippuu siitä, että miten suuren osan ennustevirheestä uskotaan oikeasti perustuvan nousevaan kysyntään ja miten paljon tammikuun myynti on vain puhdas sattuma. (Sakki 2009, 137.)

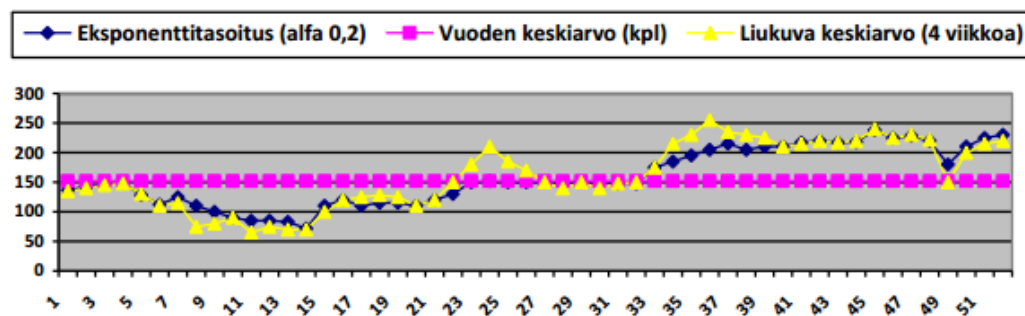
Seuraavassa kuvataan ennusteiden laatimista eksponenttitasoituksen menetelmällä. Uudessa ennusteessa X %, kuvaa edellisen kauden todellista menekkiä ja Y %, kuvaa vanhaa ennustetta. Näin myös aiempien kausien ennusteet ja kulutukset vaikuttavat uuteen ennusteeseen, vaikka pienemillä painoarvoilla jatkuvasti. Laskentakaava on seuraavanlainen:

Uusi ennuste = edellinen ennuste + α (edellinen kauden kulutus
– samalle kaudelle edellisellä kerralla tehty ennuste)

Tämä menetelmä on nimetty eksponenttitasoituksen menetelmäksi, koska aiempien kausien vaikutus vähenee eksponentiaalisesti. Kerroin " α " – kreikkalainen alfa – edustaa jotain lukua nolla ja yhden välillä. Sulkulausekkeen sisällä on ennustevirhe, josta otetaan huomioon α - kertoimen verran uuden ennusteen laskemisessa (ks. kuvio 3). Jos $\alpha = 0,2$, helmikuun ennuste $E_h = 80 + 0,2 * 15 = 83$.

Eksponenttitasoituksen menetelmän matemaattinen kaava Sakin (2014, 102) mukaan on

$$E_t = E_{t-1} + \alpha(X_{t-1} - E_{t-1})$$



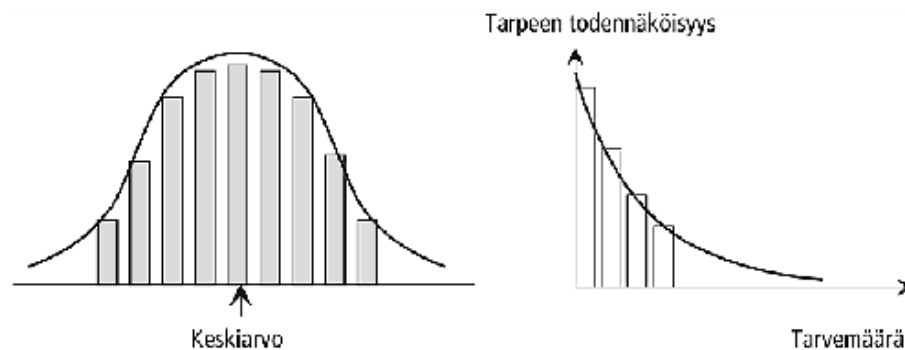
Kuvio 3. Liukuvan keskiarvon ja eksponenttitasoituksen menetelmillä lasketut ennusteet (Sakki 2014, 102)

Kyseinen menetelmä on hyvin käyttökelpoinen, koska alfan kertoimen lisäksi uuden ennusteen laskemisessa tarvitaan vain edellisen kauden kulutus ja aiempi ennuste. Kertoimen valinta riippuu tuotteesta. Jos alfalle annetaan lähellä yhtä oleva arvo, niin se saa viimeinen menekkiluku saa ennusteessa suuren painon. Jos alfa taas lähenee nollaa, silloin vanhempien menekkitietojen painoarvo suuri. Korkea alfa (0,3–0,5) soveltuu kausiherkkien tuotteiden myynnin ennustamiseen ja alhainen alfa (0,1–0,15) soveltuu vakaaseen tilanteeseen. (Sakki 2014, 102.)

3.4 Menekin hajonta

Ennen ennustamiseen ryhtymistä on oltava selvillä, minkälaista perusmallia menekki on noudattanut. On oltava tietoa siitä, onko menekki jatkuva vai satunnaista. Jos kyseessä on jatkuva menekki, sitä voidaan yrittää ennustaa historiatietojen pohjalta.

Kun havainnot menekistä sijoittuvat tasaisesti keskiarvon molemmin puolin, sitten menekin sanotaan olevan jakautunut normaalisti. Normaalisti jakautuneesta menekistä tehtyjen havaintojen perusteella voidaan piirtää ns. kellokäyrä, jossa havainnot asettuvat keskiarvon molemmin puolin (kuviossa 4 vasemmalla). Mitä kauemmaksi mennään keskiarvosta, sitä vähemmän on tapahtumia. Kuviossa 4 oikealla satunnaisen menekin havainnosta tehty kuvaaja laskee vasemmalta oikealle. (Sakki 2014, 103–104.)



Kuvio 4. Tasaisen ja satunnaisen menekin kuvaus (Sakki 2014, 104)

4 Tuotannonohjaus

4.1 Tuotannonohjauksen merkitys

Tuotanto on kokonaisuus, jossa tuotantoprosessi, resurssi ja hyödykkeet ovat vuorovaikutussuhteessa toisiinsa. Vuorovaikutus toimii niin, että yhteinen päämäärä saavutetaan kaikkia osapuolia tyydyttävällä tavalla. (Raivio & Lepola 2000, 14.)

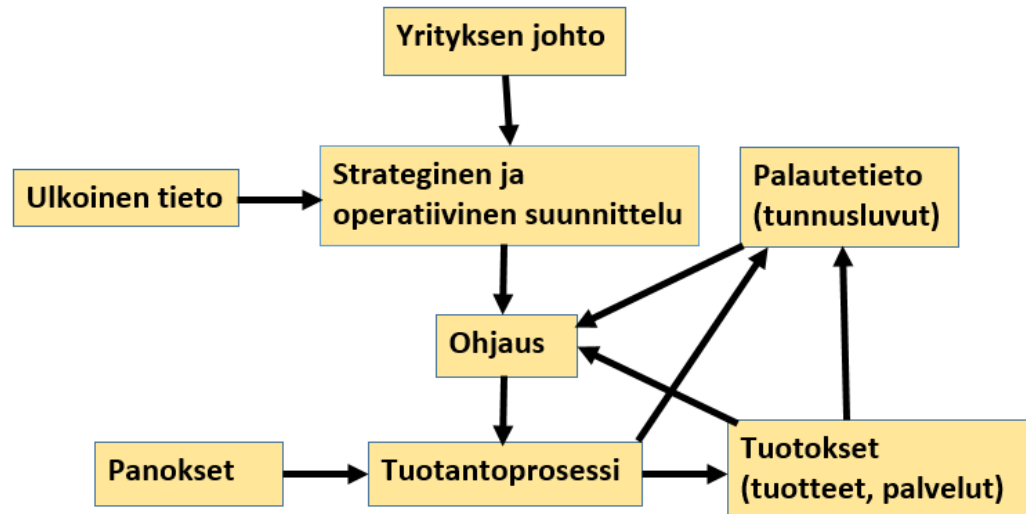
Ohjaukseen kuuluu toiminnan tarvitsema suunnittelu, toteutus, informaatio ja valvonta. Yrityksissä on useita ohjausjärjestelmiä: muun muassa tuotannon-, talouden-, materiaalin-, laadun- ja markkinoinninohjaus. Verkostoajattelu on yleistynyt nykyisessä toimintaympäristössä, ja ohjausjärjestelmiä käsitellään koko yrityksen toimintaa tukevana systeeminä, jossa eri osa-alueet toimivat kiinteässä yhteistyössä.

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan tuotantojärjestelmän eri osien, esimerkiksi markkinoinnin, myynnin, tuotannon ja logistiikan, yhteen sopeuttamista tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotannonohjauksen tarkoitus on ohjata yrityksen tuotantojärjestelmää niin, että yrityksen päämäärä ja tavoitteet saavutetaan siltä osin, kuin ne ovat tuotannosta riippuvaisia.

Tehokas tuotannonohjaus mahdollistaa yrityksen tuotantoon liittyvien osa-alueiden kokonaisvaltaisen hallinnan ja nopean reagoinnin mahdollisiin muutoksiin. Tuotannon työntekijöillä on aina tiedossa, mitä pitäisi tehdä ja mikä olisi seuraava tehtävä. Työntekijät hallitsevat työn kulkua hyvin tuotannossa ja liikkeenjohto pystyy seuraamaan esimerkiksi tuotannon kuormitusta ja kannattavuutta.

4.2 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen eri tehtävien ja toimintojen hallinta, suunnittelua, toteutusta, päätöksentekoa ja valvontaa sen toimitusketjussa. Yrityksien toiminnanhallinta vaati tuotannon lisäksi muita toimintoja, kuten myyntiä, jake-lua, tuotesuunnittelua ja hankintojen ohjausta, tämän takia toiminnanohjauksen käsi-tettä käytetään tuotannonohjauksen sijaan. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen. 2009, 397.) Kuviossa 5 on esitetty toiminnanohjausprosessi tuotannon näkökulmasta.



Kuvio 5. Tuotantotoiminnan johtaminen (Haverila ym. 2009, 397)

Toiminnanohjauksen tavoitteena on, hallita ja ohjata toimintaa niin, että yrityksen tuotannon tavoitteet ja toteutuvat niin hyvin kuin on mahdollista. Toiminnanohjauksen tavoitteena on minimoida kustannuksia, tuoda hyvä aikakilpailukykyä, laatua ja joustavuutta. Tehtävänä on, toiminnanohjaus tavoittelee näitä tavoitteita ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttö tarkoituksenmukaisella tavalla. Keskeisemmät tavoitteet tuotannonohjauksessa ovat

- toimitusvarmuus
- tuotannonläpäisy aika
- kapasiteetin korkea tuottavuus
- toimintaan sitoutuneen vaihto. (Haverila ym. 2009, 402)

4.3 Materiaaliohjaus

Materiaaliohjauksen tavoitteena on varmistaa myyntituotteiden toimituskyky sekä ostettujen raaka-aineiden, komponenttien ja keskeneräisten tuotteiden saatavuus (ks. kuvio 6). Kaikki hyvät tai huonot materiaaliohjauksen päätökset vaikuttavat suoraan yrityksen asiakaspalvelutasoon, kilpailukykyyn ja myös pääomatuottoon. Jos yrityksellä ei ole tehokasta materiaaliavirtoa, se ei pysty valmistamaan tuotteita sovitulla

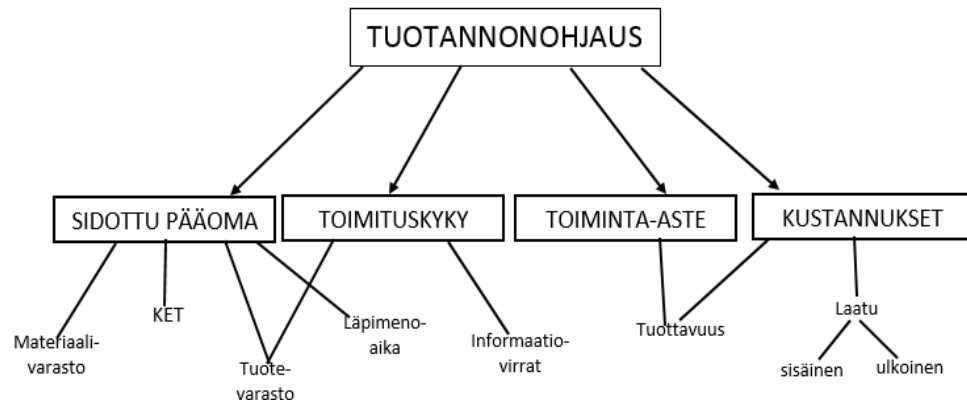
toimitusajalla ja halutulla kustannuksella. Materiaaliohjaus on hyvin käytännöllistä toimintaa. Se liittyy ostamiseen, myymiseen ja valmistamiseen. Materiaaliohjausta ei voi ratkaista tilausmatematiikan avulla eikä tietojärjestelmiä kehittämällä. ”Ohjausjärjestelmän tärkein osa on ohjausta toteuttavat ihmiset. Ihmisten tapa toimia ratkaisee lopputuloksen”. (Sakki 2014, 87; Stock & Lambert 2001, 274.)



kuvio 6. Materiaaliohjauksen tavoitteet (Stock & Lambert 2001, 276)

4.4 Tuotannonohjauksen päätekijät

Tärkeimmät tuotannonohjauksen päätekijät ovat toimitusaika, toimitusvarmuusvalmistuskustannus, kapasiteetin toiminta-aste ja -suhde ja sidottu pääoma (ks. kuvio 7).



Kuvio 7. Tuotannonohjauksen rakenne (Miettinen 1993, 25)

Yrityksien kannalta toimitusaika on aika, joka alkaa tilauksen saapumisesta ja jatkuu siihen saakka, kun yritys on toimittanut valmiin tuotteen asiakkaalle. Se määräytyy yrityksen koko toimitusketjun läpimenoajan perusteella. Yritykset ovat huomanneet, että läpimenoaika on yksinkertainen ja tehokas tapa mitata toiminnan tehokkuutta. Mitä pienempi läpimenoaika on, sitä paremmat edellytykset on parantaa toiminnan joustavuutta ja sitä pienemmällä varastolla yritys voi toimia. (Miettinen 1997, 25.)

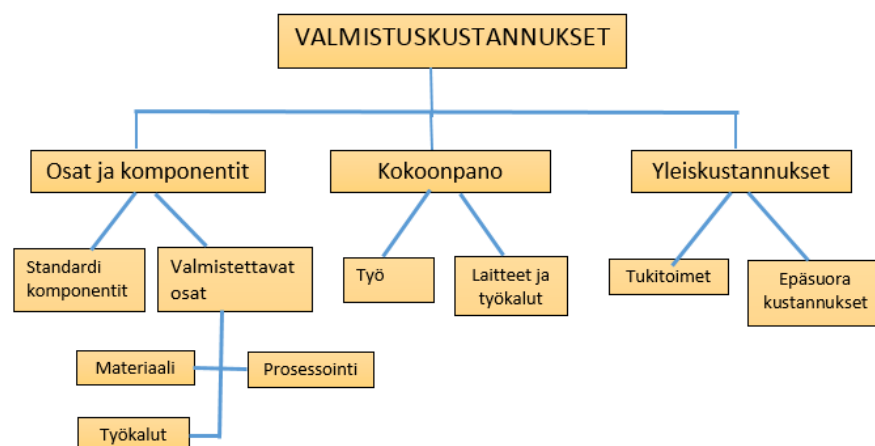
Kun läpimenoaikaa lyhennetään, sillä saadaan vähennettyä tuotantoon sitoutuvan pääoman määrää. Tuotteiden valmistukseen tarvitaan vähemmän työtunteja. Tällöin säästetään enemmän aikaa, jota voidaan käyttää muiden tuotteiden valmistamiseen. Mitä enemmän säästetään aikaa, sitä enemmän tuottavuus ja luotettavuus kasvavat. Välivarastojen määrää saadaan pienennettyä, jolloin puolivalmiin tavaran määrä vähenee. (Miettinen 1997, 25.)

Toimitusvarmuus kuvaa, miten hyvin vahvistettuja toimitusaikoja noudetaan. Tuotteet on toimitettava asiakkaille luvatussa ajassa. Toimintavarmuus tarkoittaa oikean tuotteen toimittamista asiakkaan ja toimittajan välisellä sopimuksella oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, oikealla hinnalla ja laadulla. Yritys palvelee asiakkaita, joten liikesuhteiden ylläpitämiseksi on tärkeää huolehtia tuotteille ja tilauksille sovitusta toimitusajoista. (Miettinen 1997, 25.) Toimitusvarmuus ilmoitetaan usein seuraavasti:

$$\text{Toimitusvarmuus} - \% = \frac{\text{Ajoissa toimitetut}}{\text{Kaikki toimitukset}} \times 100$$

Tuotteen valmistusprosessiin saattaa osallistua useita yrityksiä. Sellaisessa tilanteessa toimitusvarmuuden merkitys korostuu entistäkin enemmän. Mikäli yksi toimittaja lipsuu toimitusajoistaan, tämä heijastuu koko lopputuotteen tuotteen toimitusvarmuuteen. (Miettinen 1993, 25.)

Tuotteen valmistuskustannukset koostuvat monesta eri tekijöistä (ks. kuvio 8). Valmistuskustannuksiin lasketaan, kaikki tuotteen valmistuksessa on käytetty työ ja materiaaleja raaka-aineesta valmiiseen tuotteeseen asti. Kustannukset voidaan jakaa muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksin. Muuttuviin kustannuksiin kuuluu mm. raaka-aineet, työpalkat ja henkilösivukustannukset ja kiinteisiin kuuluu mm. vuokra, työjohdon palkat ja korot.



Kuvio 8. Valmistuskustannukset (Savolainen, 2011, 15)

Toiminta-aste on absoluuttisena ilmaistava tuotannon määrä aikayksikössä. Toimintasuhde on toiminta-asteen ja kapasiteetin suhde. Korkea toimintasuhde tarkoittaa sitä, että koneet ja laitteet ja niihin sidottu pääoma ovat tehokkaassa käytössä. (Miettinen, 1993, 26.)

4.5 Tuotantomuodot

Tuotannon muodolla tarkoitetaan tuotannon luokitusta sen mukaan, miten tuotanto toteutetaan. Tuotantomuodot voidaan ryhmitellä tuotteen mukaan, tuotantoprosessin jatkuvuuden mukaan ja tuotantoaloitteen syntyvän mukaan.

Tuotteen mukaan

Tuotteen mukaan tuotanto voidaan jakaa vakio- ja tilaustuotantoon. Vakiotuotannossa tuotteita voidaan valmistaa samanlaisena, vakiona, pitkän aikaa. Ostaja on sama ja kulutustavaroista suurin osa on myös vakiotuotantoa. Tilaustuotannossa tuotteet tehdään tilauksen perusteella eli silloin, kun tilauksia on. Tilaustuotannossa asiakas voi vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin ja rakenteeseen. Tuotteen perusteella voidaan puhua myös massatuotannosta ja keskeytyvästä tuotannosta. Massatuotannossa tuote on massatuotantoon soveltuva, tuotteita tehdään suurina määrinä. Keskeytyvän tuotannon osalta tuote muuttuu ajoittain tai tietyin jaksoin. (Raivio & Lepola 2000, 20.)

tuotantoprosessin jatkuvuuden mukaan

Tuotannon jatkuvuuden perustella tuotanto voidaan jakaa seuraavasti:

- yksittäistuotanto
- sarjatuotanto
- yhtenäistuotanto (Miettinen 1993, 30).

Yksittäistuotannon tarkoituksena on, että tuotteet voidaan valmistaa kerrallaan joko yrityksen päätösten perusteella tai asiakkaiden toiveiden mukaan. Suunnittelun osuus on yleensä suuri, joten suunnitteluprosessin tuottavuuteen on kiinnitettävä runsaasti huomioon. Yksittäistuotantoa ovat esimerkiksi laivanrakennus, talonrakennus ja uniikkikalusteet. Sarjatuotannossa tehdään tietyn suuruinen erä samanlaisia

tuotteita. Prosessi toistuu useamman kerran, ja sarjakoot ovat tässä prosessissa suuria. Sarjatuotannossa yleistä on, että sarjassa tapahtuvan työstön jälkeen osa valmis-teista siirtyy välivarastoon. Esimerkkejä sarjatuotannosta ovat elektroniikkateollisuus ja huonekalutehtaat. Yhtenäistuotannossa tuote valmistuu jatkuvana tuotantona, eli se on suunniteltu aika pitkälle aikavälille etukäteen, jotta se pyöri jatkuvana. Tuotanto voidaan jaotella kahteen eri tuotantomuotoon: prosessi- ja suursarjatuotantoon. Prosessituotannossa kappaleet virtaavat vaiheesta toiseen, ei ole erillisiä kappaleita. Suursarjatuotannossa kappaletavaroita valmistetaan jatkuvassa tuotantoprosessissa. (Miettinen, 1993, 30.)

tuotantoaloitteen syntyvän mukaan

Tuotantoaloite voi tulla asiakastilauksesta. Mikäli tuotteen valmistus alkaa vasta, kun asiakas on tehnyt tilauksensa, puhutaan asiakasohjautuvasta tuotannosta. Asiakas voi vaikuttaa huomattavan paljon lopullisen toimitusajankohtaan ja konstruktion. Kun tuote pysyy muuttumattomana pitkiä aikoja ja sitä voidaan tehdä valmiiksi varastoon suuriakin määriä, puhutaan varastotuotannosta. Esimerkkejä tästä ovat taloustarvikkeet ja kodin elektroniikka. Varastotuotannossa tuotteiden valmistus aloitetaan, kun tuotteiden varastomäärä alittaa tietyn rajan. (Miettinen, 1993, 29.)

5 Tuotantosuunnitelma

Tuotantosuunnitelaman tarkoituksena on varmistaa toimitusten tapahtuminen oikea-aikaisesti. Samalla suunnitelma antaa informaatioita eli tietoja koko yrityksen myynti-tuotantotilanteesta. Suunnitelman tekemistä voidaan kutsua eri termeillä, esimerkiksi toiminnan suunnitelma, yleissuunnitelma tai pääsuunnittelu. Suunnitelman päätavoitteena on taata yrityksen toimituskyky. (Lapinleimu 1997, 194.)

5.1 Tavoitteet

Johtajatuksena tuotannonohjauksessa on tehdä hyvän tuotantosuunnitelma ja toteuttaa se siten, että jokainen yksikkö hoitaa oman osuutensa itse. Tuotantosuunnitelman laadittaessa on huomioitava seuraavia tärkeitä asioita:

- asiakastoimitusten oikea-aikaisuus
- loppukokoonpanon ja osatoimitusten ajankohtien ilmaiseminen
- valmistusyksiköiden huomioiminen (kokoonpano, osavalmistus)
- osatoimittajapartnerien toimituskykyyn huomioiminen
- pullonkaularesurssien tilanteen huomioiminen
- materiaalien saatavuuden huomioiminen (edellytys). (Lapinleimu 1997, 194.)

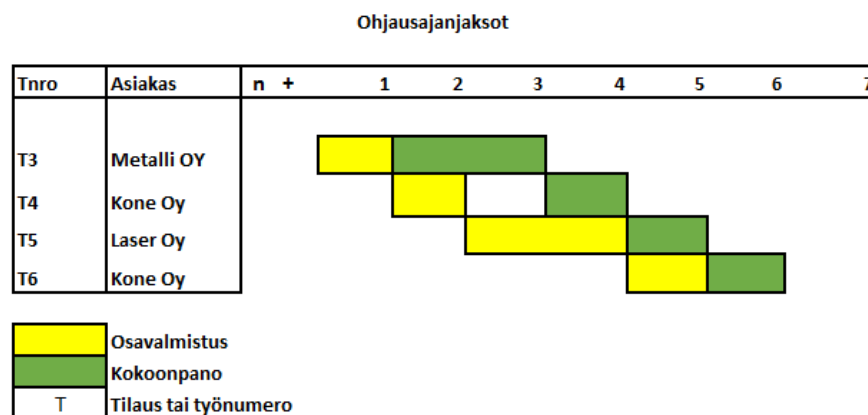
5.2 Tuotantosuunnitelman muoto

Tuotantotyyppistä riippuen suunnitelma voi olla erilainen. Se voi olla kolmenlainen:

Yksittäis- ja pienerävalmistuksen tuotantosuunnitelma

Yksittäis- ja pienerävalmistuksen tuotantosuunnittelutyypissä tuotteet voivat olla kooltaan suuriakin. Taulukossa 1 näkyy, että työnumero neljän osavalmistus on aikaisemman ylikuormitustilanteen välttämiseksi jaksolla kolme (Lapinleimu 1997, 195.)

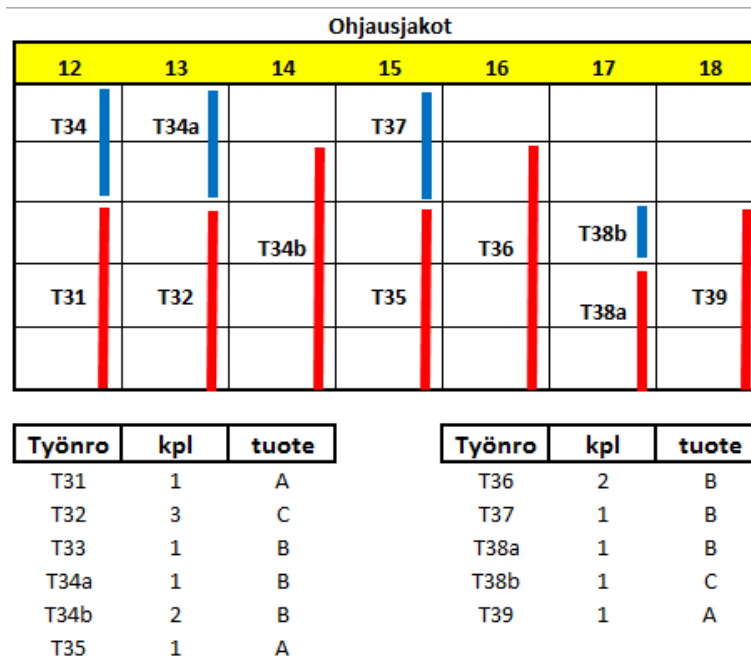
Taulukko 1. Yksittäis- ja pienerävalmistuksen tuotantosuunnitelma (Lapinleimu 1997, 195)



Volyyimivirtaan perustuva tuotantosuunnitelma

Taulukossa 2 näkyy, että kullakin ajanjaksolla voidaan toimittaa viisi tuoteyksikköä. Tuote A vastaa kolme yksikköä, B on kaksi ja C on yksi. Myydä voi vain vapaaseen ruutuun ja asiakas varaa ruudun (Lapinleimu 1997, 195.)

Taulukko 2. Volyyminvirtaan perustuva tuotantosuunnitelma (Lapinleimu 1997, 195–196)



Varastotilauksiin tai myyntiennusteisiin perustuva tuotantosuunnitelma

Varastotilauksiin ja myyntiennusteisiin perustuva tuotantosuunnitelma on hyvin taulukon 3 mukainen. Esimerkiksi tuotetta C valmistetaan 50 kpl jaksolla $n + 1$ työnumerolla T15 ja jälleen valmistetaan 50 kpl jaksolla 5 työnumerolla T23.

Tuotantosuunnitelma perustuu tilauksiin, ja tilaukset on saatava valmiiksi toimitusajankohtaa lähinnä edeltävänä päivänä. Jos on kuitenkin mahdollista, ruuhkan sattuessa tuotteen valmistamisen voi siirtää vähän aikaisemmaksi, millä voidaan turvata toimitusvarmuutta. (Lapinleimu 1997, 196.)

Taulukko 3. Myyntiennusteisin perustuva tuotantosuunnitelma (Lapinleimu 1997, 196)

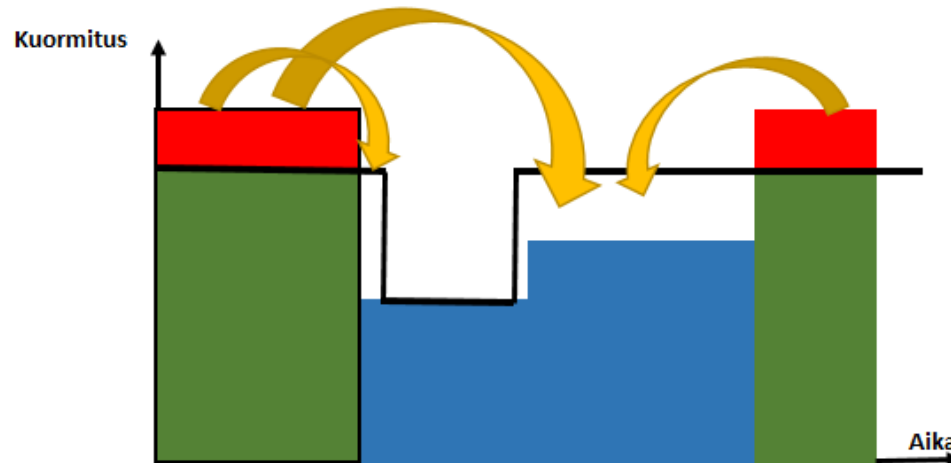
Ohjausjaksot					
Tuote	n + 1	2	3	4	5
C	50 (T15)				50 (T23)
D		100 (T17)			
E	500 (T16)		500 (T20)		500 (T24)
F				100 (T21)	
G		50 (T18)			
H				200 (T22)	
I		150 (T19)			

50 (T22) = 50 kpl työnnumero 22

5.3 Kuormitus

Kuormituksen suunnittelussa mitattua kapasiteettia varataan tehtävälle työlle. Kuormitusmalli on tuotekohtainen. Kuormitusmalli kuvaa sekä tuotteen vaatimaa työaikaa että tuotteen läpäisyaikaa. Miettisen (1993, 38) mukaan ”kuormituksen suunnittelu ja valvonta keskittyy tuotannon kriittisimmille tuotteille. Kuormituksen suunnitteluun kuuluu myös mahdollinen lisäkapasiteetin hankkiminen. Lisäkapasiteettiin kuuluu ylityöt, henkilöstö- ja konehankinnat”.

Kuormituksen tasaus tapahtuu siirtämällä töiden aikatauluja. Tasaus voidaan tehdä taaksepäin (aikaisemmaksi) tai eteenpäin (myöhemmäksi) siirtoina. Yrityksissä kuormitukset siirretään aina aikaisemmaksi, jotta tilaukset toimitetaan ajallaan. Jos kuormitusta siirretään eteenpäin, niin kuormitus myöhästyy.



Kuvio 9. Kuormituksen tasauksen periaate (Miettinen 1993, 39)

Kuviossa 9 työt on laitettu kaavioon toimitusaikojen mukaisesti. Yhtenäinen viiva on yrityksen nettokapasiteetti. Viiva laske kesäloman aikana, joten nettokapasiteetti myös vähenee. Suorakulmiot ovat tehtäviä töitä. Kuviosta huomaa, että ajanjakson alussa työtä on liikaa, sillä kapasiteetti ei riitä, joten kuormitusta on tasattava. Kuormituksen tasauksen aikana on otettava huomioon myös töiden toimitusajat. Jos tasauksen jälkeen ei voida noudattaa toimitusaikoja, on hankittava lisäkapasiteettiä tai neuvoteltava toimitusaika realistisemmaksi. (Miettinen 1993, 39.)

5.4 Kapasiteetin ohjaus

Kapasiteetilla tarkoitetaan yrityksen tuotantokykyä, joka voi muodostua tuotantokoneista, tehdastilasta ja välineistä, energiasta ja työvoimasta. Kapasiteetin ohjauksessa voidaan puhua kahdesta eri toiminnasta: kapasiteetin suunnittelusta ja kapasiteetin käytön suunnittelusta. (Lapinleimu 1997, 196.)

Kapasiteetin suunnittelulla tarkoitetaan, että saadaan yksikön työkykyä kasvatettua ja siihen keinoja ovat

- työntekijöiden lisäys
- lisävuorojen käyttöönotto
- tehokkaamman koneen hankkiminen

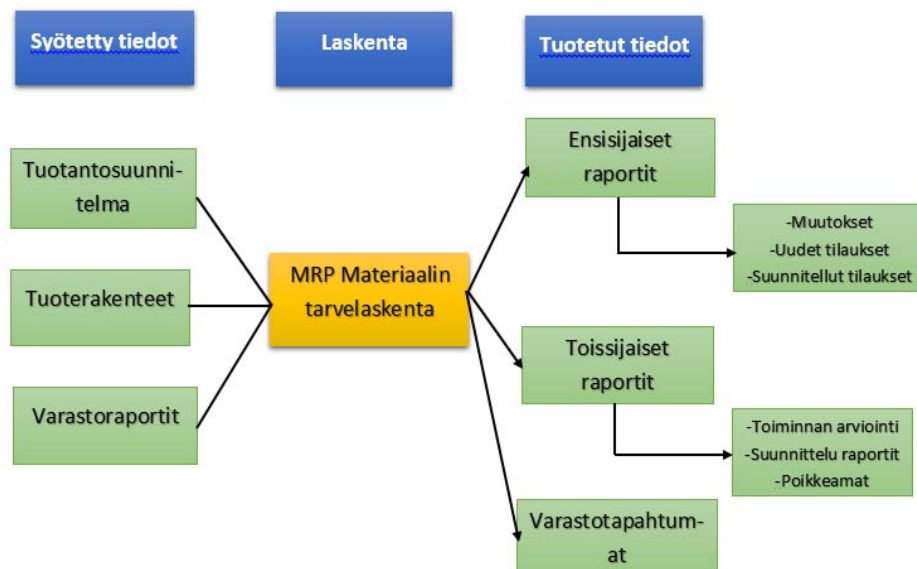
- konekannan lisäys.

Kapasiteetin suunnittelu on funktionaalisista lähtökohdista tapahtuva kuormitusta. Tässä voidaan miettiä, mihin tarkoitukseen resursseja kulloinkin käytetään. Koska tuotteen läpäisy on tärkeää eikä niinkään kapasiteetin käyttöaste, kyseeseen tulee kapasiteetin käytön suunnittelu vain poikkeustilanteissa. (Lapinleimu 1997, 196.)

6 Tuotannon ohjausperiaatteet

6.1 MRP I ja MRP II

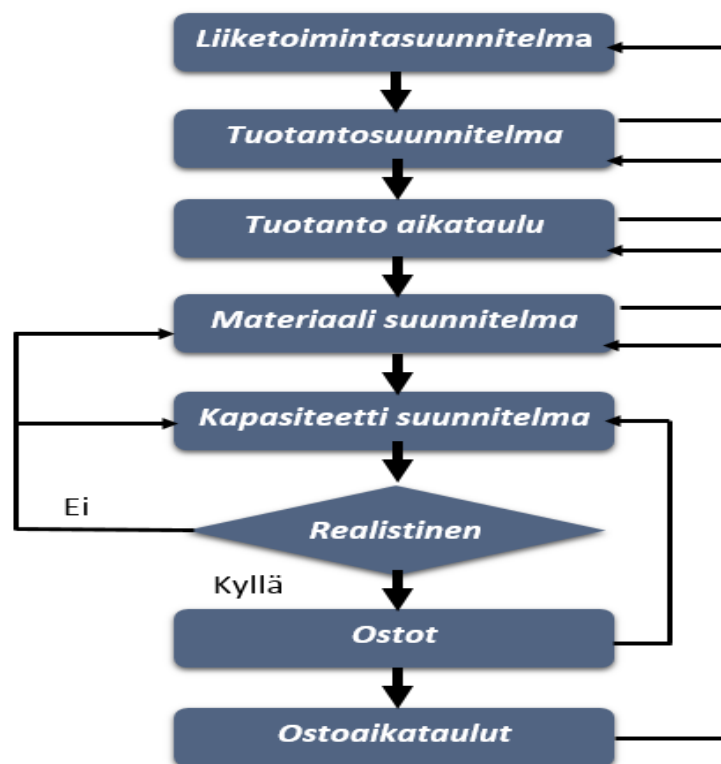
MRP on tullut englannin kielestä Materials Requirement Planning eli tarvelaskennan perustuva materiaalinohjaus. Se on tuotannosuunnittelu- ja varastonohjausjärjestelmä. Tämä ohjausperiaate on kehitetty Yhdysvalloissa 1960-luvulla. MRP oli ensimmäinen suunnitteluohjelma, jonka avulla voitiin saada selville lopputuotteiden ajoitetut tarpeet eri materiaalinimikkeiden ajoitetuksi tarpeeksi. MRP:tä käytetään varastontähdennysvalvonnan apuna. Laskennan avulla saadaan tietoja materiaalien ja komponenttien hankinnasta. MRP:n lähtöoletuksena on, että tuoterakenteen avulla voidaan esittää valmistettavat tai koottavat tuotteet (ks. kuvio 10).



Kuvio 10. MRP:n toiminta (Stevenson 2009, 649)

MRP-järjestelmä vaati tuotantosuunnitelman, varastotilanteen raportin sekä tuoterakenteiden tarkan määrittämisen, jotta se saadaan toimimaan. Tuotantosuunnitelmasta saadaan tietoa, mitä tuotteita aletaan valmistaa ja milloin pitäisi olla valmis ja kuinka paljon niitä täytyy valmistaa. Mikäli valmistettavien tuotteiden kysyntä voidaan arvioida, tuoterakenne mahdollistaa ostettavien osien tarpeen laskemiseen. Materiaalilaukset suoritetaan sitten, kun laskettua materiaalitilaa on verrattu varastoihin ja saapumattomiin ostotilauksiin. MRP:n tarkoituksena oli korvata ruuhkaa ja rutiinia, mutta suunnittelusta ei ollut apua, kun perinteinen kuormituslaskenta on tehty edelleen erikseen. (Miettinen 1993, 50.)

MRP II tulee sanoista Manufacturing Resources Planning. 1970-luvulla tarvelaskenta ja kuormituslaskenta yhdistettiin. Tavoitteena oli silloin myyntiennusteet, joiden avulla voisi määrittellä materiaalien tarpeet karkealla tasolla. MRP II suunnittelussa otetaan huomioon talous, markkinointi ja kapasiteetit (ks. kuvio 11). (Miettinen 1993, 50.)



Kuvio 11. MRPII:n toimintaperiaate (Higgins, Roy & Tierney 1996, 29)

MRP II -ohjausta toteutetaan tietokoneen avulla, jolloin eri vaihtoehtojen tuotanto-suunnittelu on nopea. Järjestelmä voidaan käyttää yksittäis- ja sarjatuotannossa. MRP II:n hyvät puolet ovat, että voidaan ottaa huomioon kysynnän muutokset nopeasti, pienemmät loppuvarastot, kulujen vähentäminen, parempi asiakaspalvelutaso ja keskeneräisen työn vähäinen määrä. (Miettinen 1993, 50.)

6.2 Just In Time

1980 luvun alussa MRP ja MRP II eivät vastanneet sen hetkistä tilanneetta yrityksissä joten, alettiin etsiä uusia ohjausperiaatteita. Japanilaiset kehittivät toistuvan tuotannon tuotannonohjauksen Just In Time -periaatteen, jonka mukaan yksinkertaisuus on tehokkuuden avain tuotannonohjauksessa. Perusajatuksena JIT:ssä on poistaa kaikki tuhlaus ja virheet, turhat toimenpiteet, poistaa tai lyhentää odotusajat, nopeuttaa läpimenoajat, pienentää eräkokoja ja varastoja ja parantaa laatua. JIT- ohjausperiaate tunnetaan Suomessa nimellä JOT- tuotannonohjausperiaate. JOT-lyhennys on tullut sanoista juuri oikeaan tarpeeseen. (Miettinen 1993, 51.)

JIT:n periaatteet

Yleisemmät tuotannonohjauksen periaatteet, jotka pätevät JIT-tuotannossa ovat:

- tasainen valmistuksen kuormitus
- lyhempi läpäisy aika
- alhaiset valmistuskustannukset
- tuotantoon sitoutuneen pääoman minimointi
- varastoon sitoutuneen pääoman minimointi
- hyvä asiakaspalvelu.

JIT-tuotannonohjauksessa varastoihin suhtaudutaan kriittisesti. Seuraavassa on lueteltu muuttama esimerkki turhan varastonin syistä:

- pitkät läpäisyajat
- laatu virheet
- suuret hankinta- ja valmistuserät
- yhteistyöpuute

- ostettavien tuotteiden pitkät toimitusajat
- pitkät asetusajat tuotannossa
- tuotannon joustamattomuus (Miettinen 1993, 52).

Just In Time -toteutus

JITiä voidaan toteuttaa, jos otetaan huomioon sen toimenpiteet. Jos halutaan siirtyä JIT-tuotantoon, niin toteutetaan yleensä seuraavat muutokset:

- tasoitetaan tuotanto
- otetaan imuohjaus käyttöön
- asetusajat lyhennetään
- virtautetaan tuotanto
- kiinnitetään huomiota laatuun
- automatisoidaan.

6.3 OPT-ohjausjärjestelmä

OPT eli Optimised Production Technology, on tuotannonohjaus- ja johtamisperiaate. Tämän ohjaustavan kehitti israelilainen Eliyahu Goldratt yhdessä työryhmänsä kanssa 1970-luvulla. Voidaan sanoa, että OPT-ohjausjärjestelmä on yhdistelmä MRP II:n ja JIT:n parhaista puolista. JIT:n parhaat puolet ovat tuotannon selkeyttäminen ja turhien töiden minimoiminen ja MRP II:n parhaat puolet ovat tietotekniikan tehokas hyödyntäminen ja tehokkaat tietokannat. OPT:n tavoitteena vähentää rahan sitoutumista varastoon ja tehdä tulosta myydyillä tuotteilla. (Miettinen 1993, 58.)

OPT vähentää samaan tapaan kuin JIT kaikkea hukkaa ja turhaa. Siinä voidaan keskittyä enemmän niihin kriittisiin resursseihin, jotka oikeasti kontrolloivat tuotantoa. Näitä kriittisiä resursseja voidaan kutsua nimellä pullonkaularessurit. Näiden resursien ajankäyttö muodostuu kahdesta komponentista, jotka ovat ajoaika ja asetus aika. Ei-pullonkaularessurilla on vielä kolmas komponentti, joka on joutoaika (Miettinen 1993, 58.)

OPT:ssä voidaan ajatella, että et tarvitse sitä, niin älä tee sitä, eli periaatteena on se, että tehdään sitä mitä tarvitaan. Menetetty tunti tuotannon pullonkaulana olevassa

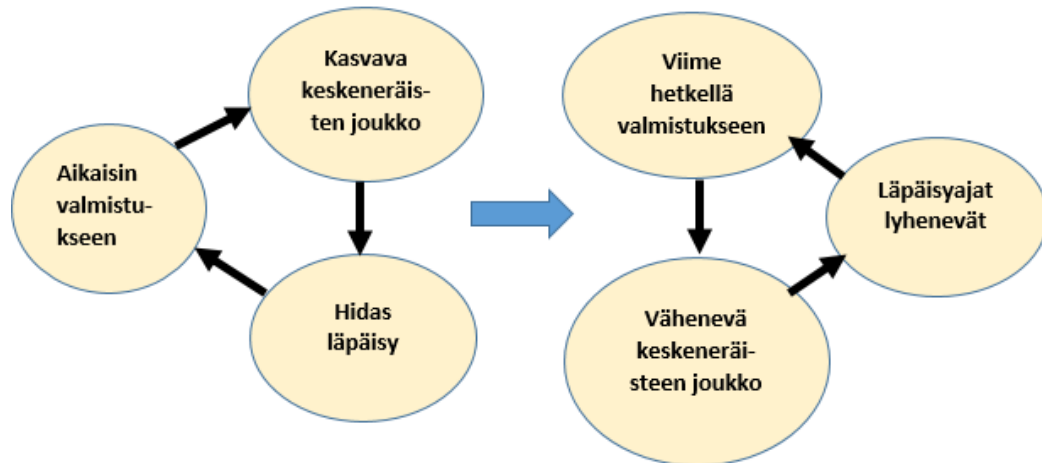
vaiheessa on menetetty koko tehtaassa. Jos yritetään kehittää muita kuin ei-pullonkaularesursseja ja toteuttaa parannuskeinoja, niin siihen menee aikaa, rahaa ja varastoja, eikä kehitys toimenpiteet kuitenkaan nopeuta koko tuotannon läpäisyäikää. Pullonkaularesurssit määräävät sekä varastojen koon että läpivirtauksen. Osia ei ole järkevä tehdä ennakoon, koska pullonkaularesurssien edessä oleva varasto kasvaa. Kuljetuseriä voidaan pienentää eli kuljetuserä voi olla eri kuin valmistuserä. Mitä pienempi kuljetuserä on, sitä pienemmät ovat varastotot. (Miettinen 1993, 58–59.)

7 Valmistuksenohjauksen merkitys

7.1 Valmistuksen ohjaus

Valmistuksen ohjauksella ohjataan materiaalivirtaa. Valmistuksen ohjauksessa valmistettavat osat ja osakokoonpanot puretaan tuotantosuunnitelmasta erilleen sekä annetaan niille valmistusajankohta ja lähetetään valmistusimpulssit omille valmistusyksikölle sekä osavalmistukseen että kokoonpanoon. Toiminta perustuu osien perustietoihin ja osaluetteloon. Perustietoihin sisältyy läpäisy aika ja valmistettava osavalmistusyksikkö. Ennen kokoonpanon alkamista läpäisy aika määrää osavalmistuksen alkamishetken (ks. kuvio 12). (Lapinleimu 1997, 217.)

Valmistukseen pano ja tilausten käsittely sujuu hyvin tehokkaasti, jos tuotesuunnitteluvaiheessa kaikille osille on toimittaja tai valmistusyksikkö tiedossa. On siis painotettava valmistuksen kunnollisen hoitamisen merkitystä. Valmistuksen ohjauksessa voidaan käyttää monia eri menetelmiä, joista yleisimpiä ovat tilausohjaus, imuohjaus ja työntöohjaus. (Lapinleimu, 1997, 217.)



kuvio 12. Hitaan läpäisyn noidankehästä myönteiseen kierteeseen (Lapinleimu 1997, 217)

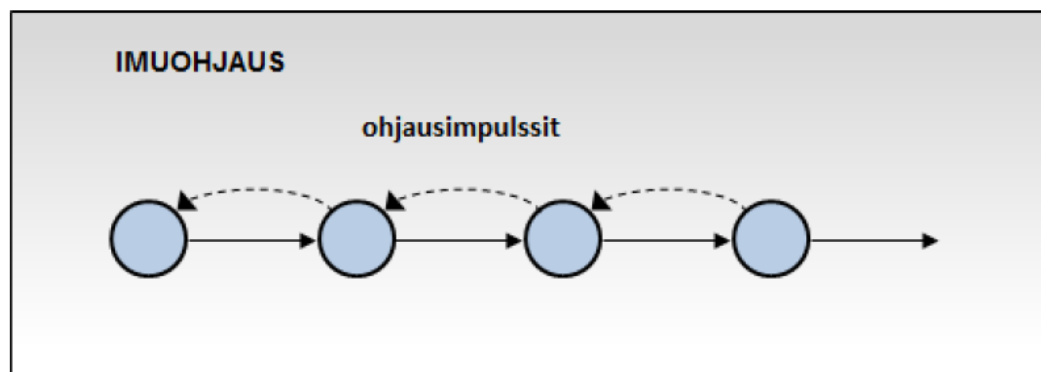
7.2 Tilausohjaus

Tilausohjaus on monelle tuotantomuodolle luonnollisin tapa. Tuotannossa valmistetaan päivittäin suuria määriä samanlaisia tuotteita, jolloin materiaaleja, raaka-aineita ja lopputuotteita joudutaan lähes aina varastoimaan. Joskus tuotteet ovat sellaisia, että niitä ei voi tai kannata ruvetaan varastoimaan, vaan ne on tuotettava asiakastilauksen jälkeen. Valmistuksen ohjauksessa käytetään yleensä tilausohjausta. Tuotteen valmistus aloitetaan, kun asiakkaalta on saatu sitova tilaus. (Karrus 1998, 43.)

Tilausohjaus voidaan jakaa neljään eri muotoon. ATO (Asemble to Order) tarkoittaa, että tehdään kokoonpanona valmiista osista ja komponenteista asiakkaan haluama kokonaisuus. MTO (Make to Order) on muoto, jossa valmistusta tehdään valmiista malleista ja materiaaleista. Tärkeää tässä on, että asiakkaan tilaus on saapunut ennen prosessin toimenpitoa. MTS (Make to Stock) tarkoittaa, että tuotteita valmistetaan varastoon. Tämä on käytössä silloin, kun kyse on säilyvistä vakiotuotteista, tuotteiden elinkaari on pitkä, valikoima suppea ja toimitusaika on lyhyt. ETO (Engineer to Order) merkitsee, että tuote suunnitellaan ja valmistetaan täysin asiakkaan toivomuksen mukaan. (Browne, Harhen & Shivnan 1996, 15–17; Terminaalit ja varastointi, n.d.)

7.3 Imuohjaus

Imuohjaus liittyy JIT (Just In Time) -tuotantostrategiaan. Se pyrkii vähentämään sitoutunutta pääomaa ja varastoja. Imuohjauksella tarkoitetaan tilannetta, jossa tuotannon viimeisin vaihe ohjaa aikaisempaa tuotantoprosessia. Näin siis viimeisin vaihe eli toimitus asiakkaille ohjaa koko aiempaa tuotantoa. Imuohjauksessa materiaalivirta aktivoidaan tulevan tarpeen mukaan, eli kyse on tarveohjautuvuudesta, tehdään se määrä mitä seuraava piste tarvitsee. Imuohjauksella yritetään poistaa kaikenlaista hukkaa. Tavoitteena imuohjauksessa on tarjota hyvin yksinkertainen tuotannonohjausjärjestelmä, joka voi lyhentää läpimenoaikoja ja keskeneräisiä töitä. Yksi suuri ongelma imuohjauksessa on se, että on hyvin mahdollista törmätä tilaus ongelmiin, kuten siihen, että toimittaja ei pysty saamaan valmiiksi lähetystä ajallaan.



kuvio 13. Imuohjauksen periaate (Haverilla ym, 2009, 422)

Kuviossa 13 on imuohjauksen periaate. Kuviossa materiaali virtaa alavirtaan ja informaatio virtaa ylävirtaan. Informaatio valmistuksesta tulee edellisestä työvaiheesta.

Imuohjauksen avulla hallitaan tuotantoa seuraavin tavoin:

- minimoidaan kuljetuserät ja laatikot
- minimoidaan eräkoot
- minimoidaan asetusajat
- minimoidaan varaston määrä

7.4 Työntöohjaus

Työntöohjaus on imuohjauksen vastakohta. Työntöohjauksessa aina aiempi työvaihe ohjaa seuraavaa työvaihetta tuotannossa. Menetelmässä valmistus tapahtuu ennusteiden perustella. Tätä menetelmää käyttävien yritysten tuotteiden kysyntä on vaikeasti ennakoitavissa ja läpimenoajat ovat pitkiä, mutta asiakkaat vaativat silti nopeaa toimitusaikaa. Suurin ero työntöohjauksella ja imuohjauksella on informaation kulku-suunta. Työntöohjauksessa tavara työnnetään läpi tuotannon. Imuohjauksessa informaatio valmistuksesta tulee edellisestä työvaiheesta.

8 Varasto

8.1 Varastointi

Varastolla tarkoitetaan yleensä sellaista paikkaa, jossa säilytetään erilaisia aineita ja tarvikkeita. Varastolla myös tarkoitetaan vaihto-omaisuutta eli säilytettäviä tavaroita. Varasto tarkoittaa myös hallittavaa logistista kokonaisuutta. Lähes kaikki yritykset varastoivat jotain. Nykyaikana tuotteita halutaan varastoida vähemmän, sillä on huomattu, että varastot sitovat valtavasti pääomaa. Tämän takia varastossa olevien materiaalien hallintaan on kiinnitetty huomiota entistä enemmän. (Karrus 1998, 27; Stock & Lambert 2001, 235.)

Teollisuudessa varastot voidaan jaotella kolmeen eri ryhmään:

- raaka-ainevarasto
- puolivalmisteverasto
- valmisvarasto.

Raaka-ainevarastot ovat raaka-aineista, tarveaineista, materiaaleista ja komponenteista koostuvia varastoja. Puolivalmisteverastolla tarkoitetaan varastoja, joissa säilytetään keskeneräisiä tuotteita ennen jatkojalostusta. Valmisvarastossa on myytävät tuotteet, jotka on ostettu jälleenmyyntiä varten tai jotka on tehty itse. (Sakki 1994, 32; Miettinen 1993, 74.)

Varaston ohjauksella tarkoitetaan materiaalivirtojen hallintaohjausta ja pääoman hallintaa. Varaston ohjauksella ylläpidetään asiakaspalvelun tasoa korkeana mahdollisimman pienin kustannuksiin. Varastonohjauksella saadaan tuotteelle lisää arvoa asiakkaan silmissä. Kaikki ne tuotteet, joiden kysyntä on todella huonosti ennakoitavissa, on lähes aina varastoitava. Varasto-ohjauksen päätehtävä on hallita kierto- ja varmuusvarastoja. (Terminaalit ja varastointi, n.d; Karrus 2001, 34.)

8.2 Varastoinnin syyt

Varastoinnilla tasoitetaan tavaroiden saatavuudessa esiintyvät aika- ja paikkaerot. Lähes kaikki tuotteet, jotka saapuvat yritykseen, kulkevat raaka-ainevarastosta valmistuksen ja puolivalmisvaraston kautta valmisvarastoon ja sitten markkinoille. Varaston avulla voidaan alentaa tuotantokustannuksia ja lyhentää läpimenoaikaa ja varmistaa, että asiakkaat saavat tuotteensa luvatussa ajassa. Varastoinnin on katsottu olevan edellytys hyvälle asiakaspalvelulle, nopeille toimituksille ja taloudelliselle valmistukselle. (Miettinen 1993, 75.)

Varaston avulla saadaan kysynnän ja tarpeen välinen kuilu turvattua, jotta se ei vaikuttaisi tuotantoon ja toimituksiin. Tuotteiden valmistuksen materiaalivirta pidetään tasaisena. Tällöin on käytettävä valmistuksen ohjaamisessa varastoa. Hankinta varmistaa, että varastossa on materiaaleja riittävästi valmistusta varten, ja toisaalta tuotteita voidaan tehdä varastoon odottamaan toimitusta. (Miettinen 1993, 75.)

Varaston pitämisen syyt ovat

- taloudellisen edun saavuttaminen
- hyvän asiakaspalvelun saavuttaminen tai ylläpitäminen
- tarjonnan ja kysynnän tasapainottaminen
- epävarmuudelta suojautuminen
- erikoistuminen
- tuotannon nopeuttaminen
- varaston toimiminen puskurina. (Varastointi, n.d.)

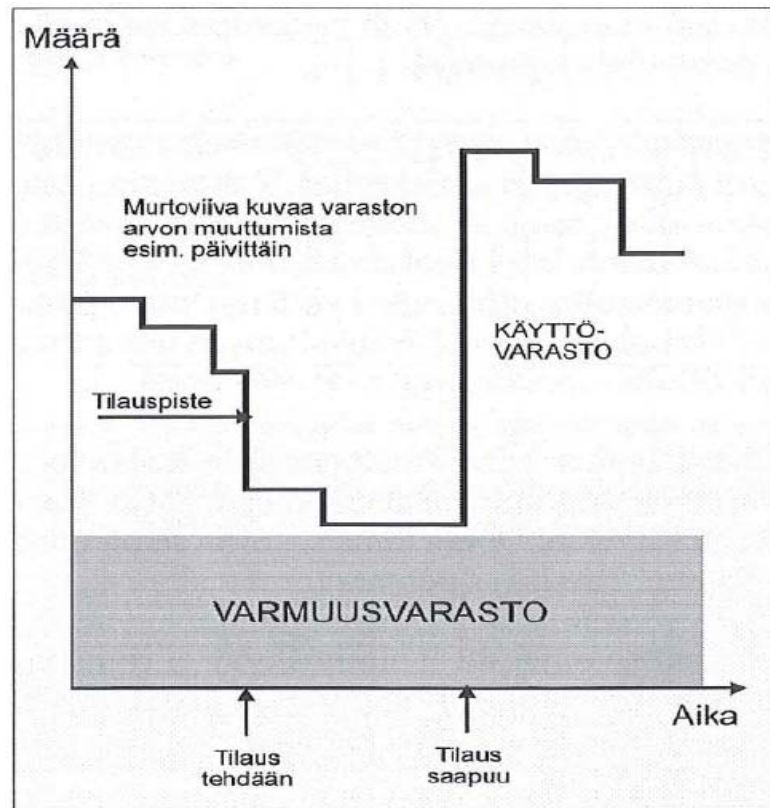
Käyttövarasto

Käyttövarastolla tarkoitetaan sitä, että kun tavaran kuljetus asiakkaan ja myyjän välillä on järjestetty, niin myyjältä saapuva erä on suurempi mitä asiakkaan välitön tarve. Ylimääräiset tavarat jäävät hetkeksi varastoon. Käyttövarastoa syntyy valmistus- ja kuljetustaloudellisista syistä. Käyttövarastoa voidaan pienentää, kun asiaan paneudutaan ja varaston kokoa optimoidaan. (Sakki 1994, 33.)

Varmuusvarasto

Varmuusvarastoa syntyy, kun etukäteen ei ole tietoa, kuinka paljon kyseistä tavaraa kysytään ja mihin hetkeen lopullinen kysyntä ajoittuu, eli varmuusvarastoa pidetään tarjonnan ja kysynnän epävarmuuden takia. Tavara tilataan aina aikaisemmin varmuuden vuoksi tai ennakoidaan tarvetta vähän enemmän(ks. kuvio 14). Aikaisella tilaamisella turvataan toimitusajan ja -määrän sekä kulutuksen vaihtelut ja laatuongelmat.

Varmuusvarastot voivat syntyä ihan huomaamatta. Ei siis ole tarkoitus pitää varmuusvarastoa ollenkaan, mutta tavaratoimitusten saapuessa on sellaista tavaraa, jota on valmiiksi varastossa. Varmuusvaraston tehtävänä on ylläpitää haluttua palvelutasoa ja varmistaa tavaroiden riittävyys. Mitä paremmin kysyntää osataan ennustaa tai arvioida, sitä vähemmän tarvitaan varmuusvarastointia. Varmuusvarastoja saadaan pienennettyä ennusteita parantamalla, vaihtelua vähentämällä ja toimittajayhteistyötä kehittämällä. (Sakki 1994, 33; Varastointi, n.d; Stock & Lambert 2001, 232–235.)



Kuvio 14. Varastojen muodostuminen (Sakki 1994, 34)

8.3 Varaston tunnusluvut

Varaston tunnuslukuja voidaan käyttää päivittäisessä varaston ohjauksessa. Yleisemmät varaston kustannuksiin liittyvät tunnusluvut ovat

- varaston kiertonopeus
- varaston kiertoaika (riittävyys)
- pääoman tuottavuus (katekierto)

Kiertonopeus on käytetyin ja tehokkain mittari varastotunnuslukuista. Kiertonopeuden avulla määritellään eri varastonimikkeisiin sitoutuneen pääoman määrä. Mitä korkeampi kiertonopeus on, sitä vähemmän pääomaa sitoutuu varastoihin ja yrityksen tulos paranee. (Karrus 2004, 177.)

Varaston kiertonopeuden määrittämiseen on enemmän kuin yksi menetelmä. Yleinen laskutapa on seuraava:

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{vuoden käyttö tai myynti (hankintahinnoin)}}{\text{varastojen (keski)arvo (hankintahinnoin)}}$$

(Sakki 1994, 51.)

Välivarastoa ei voi aina seurata, jolloin mittaus voidaan tehdä tietyn hetken varaston perusteella. Teollisuusyrityksissä edellä mainittu kaava toimii vain raaka-aineiden osalta.

Kiertonopeuden kaava valmisvarastojen osalta on seuraavassa muodossa:

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{vuoden valmistuksen arvo omakustannushinnoin}}{\text{varastojen arvo omakustannushinnoin}}$$

(Sakki 1994, 51.)

Taulukossa 4 näkyy kiertonopeuden merkitys sitoutuneeseen pääomaan. Kyseessä on kaksi myymälää, A ja B, joista toisen varaston kiertonopeus on 3 ja toisen on 15.

$$\text{Varaston keskimääräinen arvo} = \frac{\text{vuosittaiset ostot}}{\text{kiertonopeus}}$$

$$\text{Varaston sitoma pääoma} = \text{keskimääräinen arvo} - \text{ostovelat}$$

Taulukko 4. Kiertonopeuden merkitys (Miettinen 1993, 77.)

Varasto	A	B
Ostot	1 500 000	1 500 000
Kiertonopeus	3	15
Varaston <u>keskim.</u> arvo	500 000	100 000
Ostovelkojen kiertonopeus	26.1	26.1
Ostovelat	57 534	57 534
Varaston sitomaa pääoma	442 466	42 466
Korko kustannukset (12 %)	53 100	5 100

Ostovelat = Ostot / Ostovelkojen kiertonopeus

Ostovelkojen maksu aika on 14 päivää, josta ostovelkojen kiertonopeus = 365 / 14 ≈ 26.1

Varaston kiertoaika tai pysähdysaika kuvaa, miten pitkäksi aikaa varasto riittää nykyisellä kulutuksella. Kiertonopeus on yleisemmin käytetty tunnusluku materiaalien ohjaukseen. Kiertoaika on hyvin samankaltainen luonteeltaan, mutta sitä käytetään kuvamaan todellista luonnetta kiertonopeutta paremmin. (Miettinen 1993, 78.)

Varaston kiertoaika voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\text{Varaston kiertoaika} = \frac{365 \times \text{varaston arvo hankintahinnoin}}{\text{vuosikäyttö tai} - \text{myynti hankintahinnoin}}$$

(Sakki 1994, 52).

Pääoman tuottavuus tai katekierto on paras keino arvioida yritysten ja tavararyhmien välisiä tunnuslukuja. Katekierto kertoo hyvin yksinkertaistettuna pääoman tuottoasteen. Katekierto lasketaan seuraavasti:

$$\begin{aligned} \text{Pääoman tuottavuus} \\ = \frac{(\text{myynti} - \text{osto} + \text{loppuvarasto} - \text{alkuvarasto}) \times \text{kierto}}{\text{myynti}} \end{aligned}$$

tai

$$\text{Pääoman tuottavuus} = \text{myyntikateprosentti} \times \text{varaston kiertonopeus}$$

(Sakki 1994, 52–53).

8.4 Varaston toiminta

Varastotyöskentelyn liittyy useita erilaisia toimintoja. Varaston toimintoja ovat asiakaspalautusten käsittely ja virheselvitys, varastokirjanpito, palautuvien kuljetuspakkausten käsittely, kuljetusjärjestely ja -suunnittelu, tavarantoimitus vastaanotto, lavakirjaus, tulostus, tuntikirjaus ja noutopalvelu. Niitä voidaan kuvata seuraavanlaisesti:

a) Tavarantoimitus vastaanotto

Tavarantoimituksen vastaanottaminen tapahtuu, kun tavara saapuu yritykselle. Yritys tarkistaa tilaukset ja kuittaa, että on saanut oikean tavarantoimituksen ja viattomana. Tämän jälkeen koko vastuu siirtyy yritykselle.

b) Tuotteiden tunnistus

Tuotteen sijainti tunnistetaan ja varaston saldonpäivitys kirjataan varastonohjausjärjestelmään.

c) Tuotteiden varastointi

Tuotteet merkitään yrityksen tietojärjestelmään ja siirretään oikealle varatulle varastopaikalle. Tuotteet säilytetään siisteinä ja puhtaina niin kauan niitä tarvitaan.

d) Tuotteiden keräily

Kun varasto saa asiakastilauksen, keräilijä tai tuotantotyöntekijä hakee tuotteet ja vie ne tarvitulle paikalle. Tilaukset voivat olla sisäisiä tai ulkoisia.

e) Lähetys ja muutosten kirjaus

Keräilykierroksen päätyttyä tilatut tavarat kerätään kokoon, pakataan asiakas-kohtaisesti ja tarkistetaan niiden kunto sekä tilauksen yhdenmukaisuus ja päivitetään varastosaldot.

f) Tilausten toimitus

Tilausten toimituksen aikana tuotteet pakataan tarpeen mukaisesti, lastataan oikeisiin kuljetusvälineisiin ja toimitetaan toimitusasiakirjat asianmukaisesti asiakkaalle.

g) Varaston kirjanpito

Lähes joka yrityksellä on oltava jonkinlainen kirjanpitojärjestelmä. Sillä voidaan pitää varasto ajan tasalla. Järjestelmä voi olla hyvin yksinkertainen, mutta siinä pitäisi näkyä varastosta lähtevät ja sinne saapuvat nimikkeet sekä myös varastopaikat. Yritykset hoitavat nykyään kirjanpitonsa tietokoneella.

8.5 Varaston kustannukset

Varastoista on paljon hyötyä yrityksille, mutta niistä aiheutuu yrityksille myös merkittäviä kustannuksia. Yrityksillä ei ole selvää käsitystä siitä, miten paljon varastojen pitäminen niille maksaa. (Sakki 1994, 41.) Kustannukset koostuvat erilaisista osatekijöistä ja riippuvat siitä, miten paljon tuotteita on varastoitava. Varastoinnin kustannukset voivat olla 25–35 % prosenttia varaston arvosta. Kustannukset voidaan jakaa viiteen pääryhmään:

- vaihto-omaisuuden korko (vaihtoehtoinen sijoitus)
- vakuutuskustannukset
- kiinteistöverot
- varastotilojen kustannukset
- hävikki (pilaantuminen, vanhentuminen). (Dobler, W. D & Burt, 1990)

Suomen kuljetusoppaan mukaan varaston kustannukset voidaan jakaa neljään pääryhmän seuraavasti:

- pääomakustannukset
- vakuutusmaksut
- varastotilan kustannukset
- riskikustannukset.

Varaston kustannukset ovat suuruudeltaan 20–55 prosenttia (%) varastoon sidotun pääoman arvosta. Yrityksen on kuitenkin sitouduttava rahavaraston ylläpitämiseen. Tämän pääoman voisi käyttää vuosittain muihin investointeihin. (Varastointi, n.d.)

Pääomakustannukset

Pääomakustannukset ovat yleensä merkittävin osa ja suurin varastoinnin aiheuttamista varastoinnin kokonaiskustannuksista. Jos kyse on juoksevaan liiketoimintaan tarvittavasta pääomasta, niin voidaan käyttää nimitystä käyttöpääoma. Käyttöpääoman suuruuteen vaikuttavat ostovelat, myyntisaamiset ja koko vaihto-omaisuuden määrä. Yleinen laskentakaava on:

$$\text{Vaihtoomaisuus (varaston arvo)} - \text{ostovelat} + \text{myyntisaamiset} = \text{käyttöpääoma}$$

Käyttöpääoma kertoo, miten paljon liiketoiminnan käynnissä pitäminen sitoo rahaa yrityksen kassasta eli pääomia. Sen arvo muuttuu jatkuvasti, mutta tilinpäätöstilanteen arvo saadaan selville taseesta. (Sakki 1994, 41.)

Käyttöpääoman laskeminen tapahtuu sisäisen koron avulla. Koron suuruus on tavallisesti 10–20 %. Koron suuruus riippuu yrityksestä. Yleensä pankkilaina ei anna oikeaa sisäisen koron arvoa. Sisäinen korko voi olla hyvin pankkilainaan korkoa suurempi, koska pääomasta on aina niukkuutta ja yrityksen toimintaan liittyy riskejä. Sisäinen

korke voi olla esimerkiksi omistajien asettaman pääoman tuottovaatimuksen suuruinen. (Sakki 1994, 41.)

Käyttöpääoma voidaan laskea esimerkiksi seuraavasti:

+	45 255,50 €	(Varaston arvo)
-	4 590,42 €	(Ostovelat)
+	6 432,78 €	(Myyntisaamiset)
	56 278,70 €	(Käyttöpääoma)

Oletetaan, että yrityksen pääoman tuottovaatimus olisi 15 %. Käyttöpääoman kustannus saadaan kertomalla pääoma arvo sisäisellä korolla. Tässä tapauksessa pääoman vuosikustannukseksi varastoinnista tulisi 8441,81 €.

Toimintakustannukset tai säilyttämisen kustannukset

Tavaroiden ja tuotteiden säilyttämiseen tarvitaan tila, jotta tavara säilyy. Siitä aiheutuu erilaisia kustannuksia, kuten ulkopuolisille yrityksille maksetut vuokrat tai tiloista aiheutuvat pääomakustannukset. Säilyttämiskustannuksiin kuuluu hyllyjen, laatikoiden, lavojen säiliöiden ym. kaluston kustannukset. Lisäksi lasketaan mukaan valaistus, lämmitys, puhtaanpito ja muiden vastaavien toimintojen kustannukset. Osa hävikkikustannuksista myös aiheutuu säilyttämisestä, ja niitäkin on laskettava mukaan. Tuotanto- ja valmistustiloissa säilytetään joskus osa tavaroista. Esimerkiksi jonkin koneen vieressä on tarvittavat osat tai materiaalit tuotteen valmistukseen, jolloin niitäkin tiloja on huomioitava laskelman aikana. (Sakki 1994, 41.)

Varastokustannukset on helppo laskea, jos on erilliset varastot käytössä. Monissa yrityksissä ei ole varastotiloja erikseen. Varasto on joko myyntitiloissa tai tehtaalla. Tässä tapauksessa on laskettava tilojen kustannukset siellä säilyttävien tavaroiden osalta. (Sakki 1994, 41.)

Käsittelykustannukset

Kaikesta yrityksen läpi kulkevasta tavaravirrasta voidaan erotella kaksi vaihetta tai käsittelyprosessia, lähtevän ja saapuvan tavarankäsittelyprosessit. Saapuvan tavarankäsittelyprosessiin kuuluu tavarankäsittely, vastaanotto, tarkastus, merkkäus, lajittelu ja tavarankäsiirto oikealle varastopaikalle. Lähtevän tavarankäsittelyprosessiin kuuluu keräily, pakkaaminen, lähetyksen

valmistelu ja lähetys. Kustannukset riippuvat hyvin paljon käsiteltävästä tavarasta ja sen käsittelyn luonteesta. (Sakki 1994, 42.)

Näistä toiminnoista aiheutuvat kustannukset koostuvat käsittelyhenkilöstön ja heidän esimiestensä palkkakustannuksista sivukuluineen. Koneellistaminen ja automaatio ovat kasvamassa koko ajan ja niillä saadaan vähennettyä näitä kuluja. Osa kustannuksista myös muodostuu huollosta, poistosta, käsittelylaitteiden koroista ja pakkausmateriaaleista. Käyttökustannukset eivät vähene samassa suhteessa kuin varasto tai varastomäärä pienenee. Käsittelykustannukset ovat samat tai jopa enemmänkin, vaikka kyseessä olisivat pienet tai isot lähetykset. (Sakki 1994, 42.)

Käsittelystä aiheutuvia tunnuslukuja voidaan laskea seuraavilla kaavoilla:

Tilausten käsittelykustannus

$$= \text{varaston käsittelykustannukset} \div \text{myyntitilausten rivimäärä}$$

Saapumistapahtuman kustannus

$$= \text{vastaanottokäsittelyjen kustannus} \div \text{saapumistapahtumien määrä}$$

(Sakki 2009, 61–63.)

Käsittelytapaan ja järjestykseen vaikuttavat tavaran kiertonopeus ja määrä. Mitä nopeammin tavara kiertää, sitä nopeammin tulisi olla käsittelyä varten.

Vakuutus ja riskikustannukset

Vakuutus otetaan yleensä kattamaan tiettyihin tuotteisiin sisältyvä arvo jonkin tietyn ajanjakson aikana. Vakuutusmaksut eivät suoraan riipu varastoitavien tuotteiden lukumäärästä. Jos varaston arvo muuttuu, niin vakuutuskustannukset voivat muuttua. Yrityksien on tarkastettava varastoehdojaan sen mukaan, miten varastoarvot muuttuvat. Kustannukset joko laskevat tai nousevat.

Vanheneminen, vahinko, hävikki ja uudelleen sijoittamisesta aiheuttavat kustannukset ovat riskikustannuksia. Jos tuote vanhenee, sille ei jää sama arvoa. Sitä täytyy myydä tai hävittää kannattamattomasti. Hävikkiä voi aiheutua esimerkiksi varkauksista tai varastotilojen huonon ylläpidon vuoksi tai silloin, kun asiakkaalle toimitetaan väärä tuote. Uudelleensijoittamiskustannuksia voi tulla, kun tuotteita joudutaan siirtämään varastosta toiseen vanhentumisilmiön estämiseksi. (Varastointi, n.d.)

9 Varastonohjauksen periaatteita

9.1.1 ABC-luokittelu

ABC-analyysin tarkoitus on luokitella nimikkeet tärkeyden mukaan. Suurin osa yrityk-
sistä varastoi suuria määriä nimikkeitä tiloissaan. Nimikkeiden ohjaus parannetaan
luokittelemalla nimikkeitä ABC-analyysin avulla niiden myynnin tai käytön mukaan.
Logiikka ABC-analyysin takana on, että 20 prosenttia yrityksen tuotteista tai asiak-
kaista tuo 80 prosenttia myynnistä, eli se perustuu 80/20-sääntöön. (Stock & Lam-
bert 2001.)

ABC-analyysin avulla voidaan parantaa palvelutasoa, lisätä kiertonopeutta, vähentää
ostorivien ja rutiinien määrää ja hallita puutetilanteita. Nimikkeet voidaan jakaa
yleensä kolmesta viiteen eri luokkaan. Kolmen luokan mukaan tehty lajittelu on seu-
raavanlainen:

- A tuotteet = 80 % myynnistä/kulutuksesta
- B-tuotteet = 15 % myynnistä/kulutuksesta
- C-tuotteet = 5 % myynnistä/kulutuksesta. (Arnold & Chapman,
2001, 250)

Analyysin avulla saadaan tietoa, miten varastoa ja sen kiertonopeutta voidaan hallita.
Jaottelussa nähdään, että A-luokan tuotteilla on suurin kannattavuus ja myyntivoi-
lyymi, eli A-luokan tuotteita on seurattava päivittäin. A- ja B-luokan tuotteet ovat asi-
akkaiden toiminnan, yrityksen sekä talouden kannalta oleellisimpia, joten niiden toi-
mituserät tulisi mitoittaa pieniksi ja toistuviksi. C-luokkaan sijoittuvat ne nimikkeet,
joiden kokonaismyynnin prosentuaalinen osuus on pieni tai ei ole myyntiä ollenkaan.
C-tuotteiden ennustaminen menekiltään on yleensä vaikeaa, mutta tuotannon kan-
nalta se on yleensä tärkeä, joten sen kannalta on hyvä miettiä tuotteiden standardi-
soimista, ulkoistamista tai toimittajan hallitsemaa varastointia. C-tuotteille sopisi hy-
vin tilauspistemalli, missä tuotteita voidaan tilata, kun varaston arvo laskee tiettyyn
pisteeseen. (Karrus 2005, 182; Varastointi n.d.)

Viisiluokkaisessa ABC -analyysissä tuotteet jaetaan seuraavasti:

- A -tuotteet: ensimmäiset 50 % kumulatiivisesta myynnistä tai kulutuksesta
- B -tuotteet: seuraavat 30 % kumulatiivisesta myynnistä tai kulutuksesta
- C -tuotteet: seuraavat 18 % kumulatiivisesta myynnistä tai kulutuksesta
- D -tuotteet: viimeiset 2 % kumulatiivisesta myynnistä tai kulutuksesta
- E -tuotteet: ei myyntiä tai kulutusta (Sakki 2009, 91.)

Taulukossa 5 on esimerkiksi, miten ABC- analyysi toimii

Taulukko 5. ABC-luokittelun lähtötilanne (ABC –analyysi, n.d)

Product number	Product Description	Cost per Piece	Yearly Usage	Yearly Turnover	% of the Yearly Turnover
1	Spindle	€ 0,50	1 000	€ 500,00	8,3%
2	Clamp	€ 1,00	24	€ 24,00	0,4%
3	Pushing Clamp	€ 0,25	12	€ 3,00	0,1%
4	Ball Bearing	€ 3,00	50	€ 150,00	2,5%
5	Flange	€ 10,00	300	€ 3 000,00	50,0%
6	Sheet Metal	€ 7,00	4	€ 28,00	0,5%
7	Bar	€ 0,50	10	€ 5,00	0,1%
8	Paint	€ 6,00	300	€ 1 800,00	30,0%
9	Chock	€ 20,00	7	€ 140,00	2,3%
10	Riddle	€ 2,00	175	€ 350,00	5,8%
Total				€ 6 000,00	100,0%

Taulukossa 5 on hinta per osa ja se kuinka paljon sitä osaa käytetään vuodessa. Sitten on laskettu sen vuosikulutus euroina ja myös prosentteina koko vuoden kulutuksesta. Laskut on laskettu seuraavasti:

$$\text{Karan (spindle) vuosikulutus } 0,5\text{€} \times 1000 = 500\text{€}$$

$$500\text{€} \div \text{vuoden kulutus yhteensä eli } 6000\text{€} \times 100 = 8,3 \%$$

Taulukko 6. ABC-luokittelu järjestyksen jälkeen (ABC –analyysi, n.d)

Sequence	Product number	Product Description	Cost per Piece	Yearly Usage	Yearly Turnover	% of the Yearly Turnover	Cumulative %	Category
1	5	Flange	€ 10,00	300	€ 3 000,00	50,0%	50,0%	A
2	8	Paint	€ 6,00	300	€ 1 800,00	30,0%	80,0%	A
3	1	Spindle	€ 0,50	1 000	€ 500,00	8,3%	88,3%	B
4	10	Riddle	€ 2,00	175	€ 350,00	5,8%	94,2%	B
5	4	Ball Bearing	€ 3,00	50	€ 150,00	2,5%	96,7%	B
6	9	Chock	€ 20,00	7	€ 140,00	2,3%	99,0%	C
7	6	Sheet Metal	€ 7,00	4	€ 28,00	0,5%	99,5%	C
8	2	Clamp	€ 1,00	24	€ 24,00	0,4%	99,9%	C
9	7	Bar	€ 0,50	10	€ 5,00	0,1%	100,0%	C
10	3	Pushing Clam	€ 0,25	12	€ 3,00	0,1%	100,0%	C
Total					€ 6 000,00	100,0%		

ABC-analyysin luokittelu vaiheet ovat

- Järjestetään nimikkeet suuruusjärjestykseen kulutusarvon perusteella
- Lasketaan kumulatiivinen vuosikulutusarvo sekä myös prosenttiosuus
- Määritetään nimikkeiden ABC-luokitukset
- A-luokkaan tuotteet, jotka muodostavat noin 80 % kokonaiskulutuksesta
- loput jaetaan B- ja C-luokkaan

Taulukossa 6 kumulatiivinen vuosikulutusarvoon on laskettu edellisen kuukauden tuotanto lisättyinä tämän kuukauden tuotantoon. Taulukossa arvo on laskettu prosentteina. Seuraavassa on malli miten se on laskettu:

$$30 \% + 50 \% = 80 \%$$

$$8,3 \% + 80 \% = 88,3 \%$$

$$5,8 \% + 88,3 \% = 94,2 \%$$

9.1.2 20/80-sääntö

Tunnetuin luokittelu perustuu 20/80-sääntöön. Tämän kehitti kansantaloustieteilijä ja insinööri Vilfredo Pareto 1800-luvulla. Tällöin Pareto huomasi, että 80 prosenttia

Italian maa-alasta omisti vain 20 prosenttia Italian väestöstä. Tämä perustuu sääntöön "the vital few and trivial many", joka tarkoittaa elintärkeää muutamaa ja triviaaleja monia. Eri yrityksien välillä tämän tyyppinen analyysi tunnetaan monella eri nimellä, joista ABC-analyysi ja pareton -analyysi ovat tunnetuimpia. (Dobler, W. D & Burt, N.D, 1990.)

Pareton jakaumaa käytetään ilmaisemaan toiminnallista ja strategista suunnittelua. Logistiikassa se kuvaa tuotteiden tai yksittäisten asiakkaiden muodostamaa liiketoimintavolyymiä. Pareton jakauma kuvaa myös, miten pieni joukko asioita voisi olla vastuussa suurista joukkotapahtumista. Noita tapahtumia on kahdenlaisia, mieluisia ovat kasvava liikevaihto ja tuotto ja epämieluisia ovat kustannukset ja virheet. Olenainen asia olisi tunnistaa noista pieni joukko asioita, jotka aiheuttavat tuon suuren joukon tapahtumia. (Goldsby & Martichenko, 2005, 209.)

Pareton 20/80 säännön avulla todetaan, että

- 80 % tuotteista tuottaa vain 20 % liikevaihdosta
- 20 % tuotteista tuo 80 % tuloksesta
- 20 % tuotteista aiheuttaa 80 % varastoista
- 80 % puutteista toimituksissa aiheutuu 20 % tuotteista
- 80 % myyntitapahtumista ja asiakkaista tuo 20 % myynnistä. (Sakki 2009, 80–90.)

On kuitenkin huomattava, että prosenttilukuja ei tule ottaa kirjaimellisesti oikein. Ne ovat suuntaa antavia arviota eivätkä pilkuntarkkaa totuutta. Tärkeintä on ymmärtää, että suhde on lähempänä 20/80:ttä eikä 50/50 (Sakki 2009, 89–90.)

9.1.3 Tilauspiste

Tilauspisteellä tarkoitetaan tilannetta, jossa tavaran määrä varastossa alittuessa tilataan kyseistä tavara varaston täyttämiseksi. Jos kaikki menee niin kuin on suunniteltu, varastossa on vielä tavaraa toimituksen saapumishetkelläkin varmuusvaraston verran. Toimituskyky voidaan turvata varmuusvaraston avulla, jos menekki on ollut toimituksen aikana ennakoitua suurempi (Sakki 2014, 89.)

Tilauksen määrittämiseksi täytyy tietää seuraavat asiat:

- hankinta-aika eli se miten pitkä normaali toimitusaika tuotteelle tai tavaramalle on, että se on käytössä
- menekki hankinta-aikana eli tavaran keksimääräinen kulutus hankinta-aikana
- varmuusvarasto eli minimimäärä, minkä varasto voi alle laskea vain poikkeustilanteissa (Sakki 1994, 56).

Tilauksen pistettä voidaan laskea kaavalla:

$$T = DL + B$$

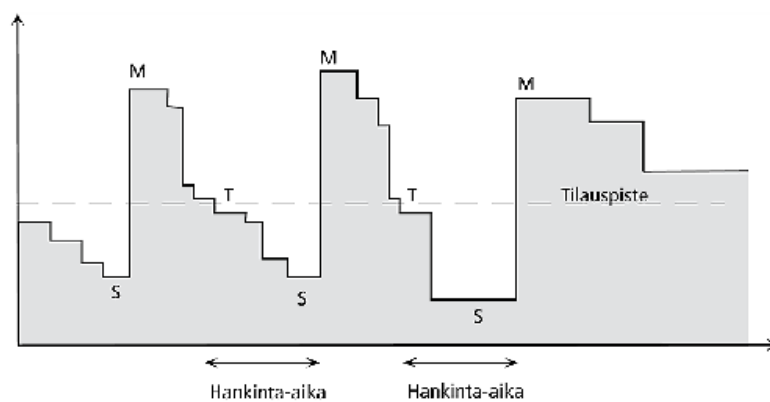
jossa T = tilauspiste

D = aikayksikön keksimääräinen menekki tavarayksikössä, esimerkiksi viikon aikana

L = hankinta-ajan pituus viikossa

B = varmuusvarasto tavarayksikössä

P = tilausvälin pituus (Sakki 2014, 89.)



Kuvio 15. Tilauksen pistemenetelmä (Sakki 2014, 90)

Kuvio 15 esittää yhden tuotteen varaston muutoksia. Kohdassa M varasto on suurimmillaan, eli uusi toimitus on saapunut varastoon. Kun tuotetta käytetään, niin varasto

vähenee ja kohdassa T saavutetaan tilauspiste. Saapumattomat ostotilaukset on otettava huomioon tilauspistettä laskettaessa, jos niitä tilauksia on jo tehty aikaisemmin. Kohdassa S varaston arvo kasvaa eli tilaus saapuu. Tätä menetelmä voidaan kutsua myös kiinteään tilauserän menetelmäksi. (Sakki 2014, 89.)

9.1.4 Tilausväli

Tilausvälillä tarkoitetaan sitä, että tuotteita tilataan aina ennalta määritellyin aikaväleihin, esimerkiksi kerran tai kaksi kerta viikossa. Tätä menetelmä käytetään tuotteille, joiden kysyntä on jatkuvaa ja tasaista. Jokaiselle tuotteelle määrätään säännöllisen toistuva tilausajankohta. On otettava myös selville, paljonko kyseistä tuotetta pitää olla varmuusvarastossa ja kuinka paljon niitä tilataan kerrallaan. (Sakki 1994, 57.)

Tilausvälimenetelmän kaava on:

$$T = D (L + P \div 2) + B$$

Tilausvälin menetelmää käytettäessä voidaan määritellä varastolle haluttu kiertonopeus ja tavoitekoko etukäteen. Se on erittäin käyttökelpoinen menetelmä. Tätä menetelmää voidaan kutsua myös rytmimenetelmäksi säännöllisyytensä takia. Menetelmän etuna on tilausten yhdistely niin, että kuljetuksia ja alennuksia voidaan hyödyntää ja huono puoli on varmuusvaraston tarpeellisuus sekä tilausvälin että täydennysrajan aikaista kysyntä varten. (Sakki 1994, 59, Terminaalit ja varastointi, n.d.)

9.1.5 Kahden laatikon menetelmä

Kahden laatikon menetelmä tai viimeisen laatikon menetelmä on käytännönläheinen sovellus tuotteille, joiden kulutus on tasaista. Se on hyvin helppo ja yksinkertaisesti toteutettavissa oleva tilaussovellus, mutta sen muuntamien ajan myötä tapahtuviin muutoksiin voi osoittautua työlääksi. Käytännössä tämä menetelmä toimii niin, että tuotteelle määritellään toisen varaston lisäksi erillinen tilauspiste, lisävarasto tai laatikko. Tämä laatikko voidaan siirtää erillisen tilaan ja sitä käytetään vasta, kun toinen varasto kuluu loppuun. Menetelmästä ei tarvitse pitää kirjanpitoa, vaan kun aletaan käyttää viimeistä laatikkoa, niin tuotteita voidaan tilata lisää. Viimeiseen laatikkoon asetetaan jonkinlainen tilauskortti, jonka perustella täydennystilaus tehdään. (Sakki 2014, 89.)

9.1.6 XYZ-analyysi

XYZ on hyvin samanlainen kuin ABC-analyysi menetelmä, eli sekin on Pareton 20/80-periaatteeseen pohjautuva luokittelumenetelmä. XYZ-analyysissa tuotteet luokitellaan niiden myynnin tai kulutuksen tapahtumamäärien perustella. Luokittelu on tehtävä niin, että se havainnollistaa tarkasti tapahtumien jakautumista lopputuloksessa 20/80-säännönmukaisesti. Nimikkeiden luokituksia XYZ-analyysissa on yhtä paljon kuin ABC – analyysissa, eli niitä on kolmesta viiteen luokkaa. XYZ-analyysissa suurimman varastonarvo omaavat tuotteet kuuluvat X-luokkaan, jonka nimikkeillä varastonkierto ja menekki ovat tasaisempia. Tuotteet, joilla on pienin varastoarvonimike, kuuluvat Z-luokkaan. X-luokassa tuotteiden menekki on hidasta. Muut tuotteet kuuluvat Y-luokkaan. Niiden varastoarvo ja menekki ovat keskitasossa. Sakki on jakanut edellä mainitut viisi luokkaa seuraavasti

- ❖ X-luokka: 50 % varastoarvosta tai tapahtumista
- ❖ Y-luokka: 30 % varastoarvosta tai tapahtumista
- ❖ Z-luokka: 18 % varastoarvosta tai tapahtumista
- ❖ zz-luokka: 2 % varastoarvosta tai tapahtumista
- ❖ z0-luokka: ei varastoarvoa tai tapahtumia (Sakki 2009, 96)

Harvoin käytetään yksistään XYZ-analyysia luokittelemaan tuotteita. Tällä analyysillä pyritään täydentämään ABC-analyysiä. XYZ-analyysin perusteella voidaan kehittää tavarakäsittelyä ja tutkia tuotteiden, myynnin ja nettotuloksen kehittymistä (ks. kuvio 16.) (Sakki 2009, 96.)

	A	B	C
X	Pyrkimys mahdollisimman tarkkaan ohjaukseen (kustannusarvot ja ennusteet)	Yleensä varastointi. Pyrkimys tarkkaan ohjaukseen (kustannusarvot ja ennusteet)	Varastointi, paitsi poikkeustapauksissa. Suuret hankintaerät.
Y	Pyrkimys tarkkaan ohjaukseen (varastointipäätös, kustannusarvot ja ennusteet)	Varastointi kriittisille tuotteille, muuten kustannus-perusteisesti	Varastointi, paitsi poikkeustapauksissa. Suuret hankintaerät.
Z	Pääsääntöisesti tilaustuotteiksi. Varastointi vain kriittisille tuotteille	Varastointi kriittisille tuotteille, muuten kustannus-perusteisesti	Varastointi kriittisille tuotteille, muuten kustannus-perusteisesti.

Kuvio 16. ABC- ja XYZ-luokitteluiden hyödyntäminen varaosien ohjauksessa (Kärkkäinen & Småros, 2008)

9.1.7 Min-max -menetelmä

Tuotteille voidaan määritellä tietyn varastoraja ylä- ja alarajat, joiden välissä varastomäärä pyritään pitämään. Tämän johdosta tätä täydennysmenetelmää kutsutaan min-max -menetelmäksi. Tilausta ei tarvitse tehdä, kun varaston arvo on tarkastus- hetkellä raja-arvojen välissä (ks. kuvio 17). Täydennystilaus tehdään, kun varasto alittaa alarajan, jolloin täydennystilaus nostaa varaston ylärajaan. Tilattava määrä voi vaihdella kerrasta toiseen. (Sakki 2014, 90–91.)

Raja-arvot ja tilauserät voidaan laskea seuraavasti:

maksimivarasto

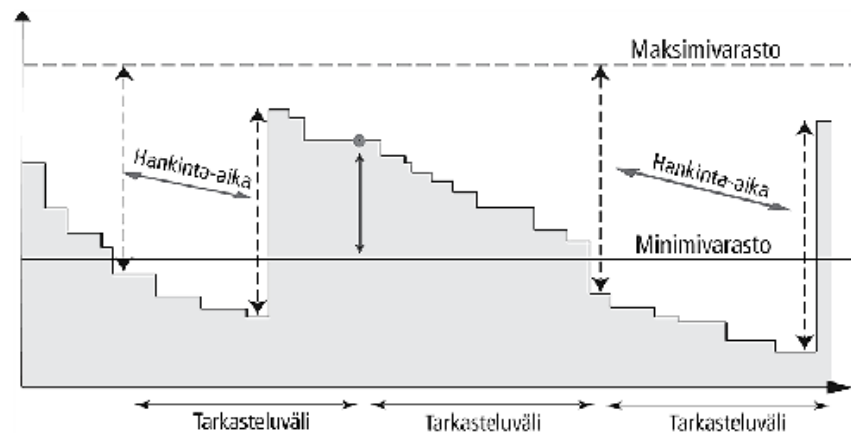
= *varmuusvarasto*

+ *menekki tilausvälin ja hankinta ajan aikana*

minimivarasto = *keskimääräinen menekki hankinta ajan aikan + varmuusvarasto*

tilauserä = *maksimivarasto – tarkasteluhetken varastomäärä – saapumatta olevat ostotilaukset*

tilausväli = *vuosikulutus ÷ optimitilauserä (EOQ)*. (Sakki 2014, 91.)



Kuvio 17. Min-max-menetelmä (Sakki 2014, 91)

10 Opinnäytetyön käytännön toteutus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää yhteistyöyrityksien Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy varastonhallintaa. Tarkoituksena oli tutustua yrityksiin nykyisiin toimintatapoihin ja sen perusteella löytää uusia keinoja, jolla saisi varastonhallinta ongelmat ratkaistua. Tavoitteena tutkimuksessa oli myös ehdottaa Timber pro 1200 -tukkikärryn tuotannon suunnitteluun keinoja. Lisäksi tavoitteena oli saada tuotannon kapasiteetti tasoitettua.

Opinnäytetyön tutkimustyön aloitin keskittymällä yrityksen nykytilaan. Tietoa yritettiin saada mahdollisemman paljon siitä, miten yritykset toimivat tällä hetkellä. Pääasiassa työssä keskityttiin materiaalinhallintaan ja varastonhallintaan liittyviin prosesseihin. Koska aihe oli Timberin tuotannon kehittäminen, Timberin osiin tutustuttiin osa osalta. Tutustumisen aikana kerättiin kysymyksiä ja alettiin selvittämään, miksi asiat tehdään juuri näin ja voisiko ne tehdä toisin. Yritysten toimitusjohtajien kanssa keskustellessa syntyi uusia kysymyksiä. Kun kyse on pienistä yrityksistä, oli hyvin helppoa käydä koko toiminta läpi ja kerätä lisää tietoa. Toinen tärkeä asia oli tutustuminen yrityksiin nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään. Yritettiin saada selville, mitä kaikkea yritys hoitaa ohjausjärjestelmällä. Keskustelun aikana kävi ilmi, että yritykset hallitsevat varastoa pelkästään Excel-ohjelmalla, vaikka käytettävissä on hyvä ja moderni ohjausjärjestelmä.

Näiden tietojen jälkeen yritettiin selvittää, mitä yritykset haluavat kehittää ja mikä on suurimpana ongelmana tällä hetkellä. Pääongelmana on varastonhallinta, joten selvitystyö aloitettiin varastosta. Jo alkuvaiheessa selvisi, että yrityksillä ei ole kovin hyvin tietoa varaston sisällöstä eikä sitä, milloin on tehtävä tilaus ja minkälaisia osia on tilattava. Yrityksien tavoitteena oli saada hyvin yksinkertainen ohjelma Excelillä tehtynä, jolla hoitaisi asiat jatkossa. Varaston hallinta Excelillä on mahdollista, mutta miksi yritykset haluavat käyttää Exceliä, vaikka käytössä on toiminnanohjausjärjestelmä? Yksi tavoitteista oli myös, että tutkittaisiin toista ohjelmistoa millä saisi ohjauksen peremmin toimimaan.

Ensimmäinen tutkittava asia oli, miksi yritys haluaa jatkaa Excelillä. Yrityksillä on Manage Application -toiminnanohjausjärjestelmä käytössään, joten otettiin yhteyttä ohjelman kehittäjään, jonka pääpaikka on Jyväskylässä. Tutkimuksen aikana tutkittiin myös muita erilaisia ohjausjärjestelmiä ja yritettiin löytää sopivan ja yksinkertaisemman ohjelman. Varastohallinnan ja kapasiteetin kuormitusohjelman tehtiin Excelillä niin kuin yritykset pyysivät. Makroja käyttämällä ei ollut kovin yksinkertaista tehdä varastohallinnan pohjaa Excelillä, makron ohjelmoimisen opettelemiseen meni aikaa. Lisäksi tutkittiin, miksi yritykset teettävät Timberin osat ulkopuolisilla.

11 Yrityksen toimintatavat ja tutkimuskohde

11.1 Timber Pro 1200 -tukikärry

Timber pro 1200 on mönkijän perään kytkettävä tukikärry metsänhoitoon. Sillä onnistuu myrskytuhojen ja lumenkatkomien puiden hakeminen metsästä. Timber pro 1200 on hyvin kevyt, ja keveytensä ansiosta (137 kg) se voi hakea ison hyötykuorman haastavastakin maastosta. Kärrystä on pyritty tekemään kestävä ja sen valmistamiseen on käytetty laadukkaita materiaaleja ja lujia putkirakenteita. Tukikärryssä on teli, joka helpottaa rankojen kuljettamista vaikeasta maastosta. Kärrylle saa lisää nostovoimaa varustamalla kärryn vaijerinostimella (ks. kuvio 18.).



Kuvio 18. Timber Pro 1200 –tukikärry (Tuotteet, n.d)

Timber Pro 1200:n lisäksi yrityksillä on muitakin malleja myynnissä. Luku 1200 kertoo tukikärryn kantavuuden.

Timber pro 1200 koostu monesta eri rakenteesta. Jokainen tuotteen osa on valmistettu useilla valmistusprosesseilla. Timber pro 1200:n päärakenteet ovat akseli, renkaat, aisa, teli, vetopää, kuulakytkin, jalka, takapankko, sermi, karikka, takapankkoputki ja etupankko ja lisäksi rakenteessa on muttereita holkkeja jne. Kaikki nämä osat tehdään yrityksen ulkopuolella. Tehovinssi Oy tekee hitsaustyöt ja Ultratec Oy:ssä tehdään loppukokoonpano. Osat eivät mene yhdeltä alihankkijalta suoraan toiselle alihankkijalle, vaan kaikki kulkevat Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy:n kautta muille alihankkijoille.

11.2 Tilaus ja varastonhallinta

Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy hoitavat tilaukset, myynnit ja laskutukset Manage Application -toiminnanohjausjärjestelmällä. Kaikki johtotehtävissä olevat henkilöt tekevät tilauksia, eli tilausten tekeminen ei ole vain yhden henkilön vastuulla. Toiminnanohjausohjelmassa näkyy, kuka on tilaaja ja milloin tavarat on tilattu. Yritykset toimivat tällä hetkellä tilauspistemenetelmällä, eli aina kun osat vähenevät tilausrajan alle, niin tehdään täydennystilaus.

tuotannonohjaajan on kuitenkin vaikea saada tietoja, milloin osat vähenevät hälytysrajan alle, koska yrityksillä ei ole selkeää ohjausmenetelmä käytössä. Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy ennakoivat myyntinsä edellisen vuoden perusteella ja osia tilataan varastoon, kun huomataan, että tilauksia kertyy asiakkailta. Yksi tuote koostuu monesta eri alikokoonpanosta. Yritykset tilaavat osia varastoon, kun saavat tuotetilauksia loppuasiakkailta. Jos yhdeltä alihankkijalta myöhästyy osatoimitus, yrityksillä voi myöhästyä tuotteen toimitus, joten varastoon kannattaa keksittyä enemmän.

11.3 Ongelmat

Yrityksen suurin ongelma on varastonhallinta. Yrityksellä on suuri tuotantokapasiteetti kuukaudessa, mutta ongelma on se, onko riittävästi materiaalia ja osia tuotteiden valmistamiseen. Kaikki yritysten tuotteiden erilliset osat tilataan yritysten ulkopuolelta, joten varastolla on suuri merkitys toiminnalle. Yrityksillä ei ole ajan tasalla olevaa tietoa siitä, mitkä osat ovat varastossa ja mitkä pitäisi tilata. Yritykset ennustavat myyntinsä joka vuoden alkupuolella, jolloin on löydyttävä tiedot edellisen vuoden myynnistä. Ongelma on se, että yrityksillä ei ole tarpeeksi tarkka tietoa edellisen vuoden myynnistä ja se tekee ennustamisesta vaikeampaa. Yrityksillä ei ole kovin hyvin tietoja Manage Application -toiminnanohjausjärjestelmän kaikista ominaisuuksista.

12 Toiminnanohjausjärjestelmän kehittäminen

12.1 Manage-toiminnanohjausjärjestelmän tutkiminen

Manage-toiminnanohjausjärjestelmän avulla voidaan parantaa yritysten tehokkuutta toiminnallisesti ja taloudellisesti. Ohjausjärjestelmällä voidaan integroida yrityksen eri toiminnot yhteen ja hallita niiden tietoja helposti. Manage-toiminnanohjausjärjestelmää voi käyttää helposti. Manage on järjestelmä tai työkalu, joka vastaisi Ultratec Oy:n ja Tehovinssi Oy:n erilaisiin tarpeisiin. Se on tietovarasto, joka sisältää kaikki olennaiset tiedot. Ohjelmistossa on paljon erilaisia ominaisuuksia, mutta tässä tutkimuksessa tuodaan esille niitä ominaisuuksia, jotka ovat Ultratec Oy:lle ja Tehovinssi Oy:lle sopivia.

Ohjelmiston ominaisuudet voidaan jakaa kolme eri ryhmään: tuotanto, materiaalit ja talous. Tuotanto-ryhmään kuuluu muun muassa automaattinen kuormitus, töiden seuranta, työpiste, tuoterakenteet ja tarjouksen laskenta. Materiaali-ryhmään kuuluu varasto, joka on pääasia tässä tutkimuksessa, eli ostotilaukset, tilausten käsittely, dokumenttien hallinta ja muutosten seuranta. Talous-ryhmään kuuluu myynti, laskutus, kirjanpito ja projektien hallinta.

Järjestelmässä on melkein kaikki ominaisuudet, jotka kaikissa muissa järjestelmissäkin on. Manage-ohjelmiston suunnittelijan haastattelun jälkeen selvisi, että ominaisuuksia voi ostaa erikseen eli ohjelmiston oston yhteydessä yritys voi sanoa, mitkä ominaisuudet se haluaa. Jokaisella ominaisuudella on oma hinta. Ultratec Oy:llä ja Tehovinssi Oy:llä ei ole kaikkia ominaisuuksia käytössä. Ohjelmistolla yritykset hoitavat muun muassa laskut, ostotilaukset, myyntitilaukset, lähetykset, tuoterakenteiden hallintaa, rahtikirjat ja kuljetukset. Yhteistyöyrityksillä ei ole käytössä varasto-ominaisuutta, joka kuitenkin on olennainen ominaisuus kaikissa yrityksissä. Tämän takia yhteistyöyritykset hoitavat varastonhallintaa Excelillä.

Manage-toiminnanohjausjärjestelmän tutkimisen ja kehittäjän haastattelun jälkeen suosittelisin, että Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy jatkaisivat toimintaansa samalla ohjausjärjestelmällä ja ostaisivat varasto-ominaisuuden siihen. Näin varaston hallinta helpottuu ja toimitukset sekä tilaukset nopeutuvat. Samalla varaston seuranta on paljon helpompaa. Yhteistyöyrityksillä on ollut jo pitkään Manage-ohjelmisto käytössä, joten on helpompaa jatkaa saman ohjelmiston kanssa. Näin yrityksiä ei tarvitse käyttää aikaa uuden ohjelmiston oppimiseen.

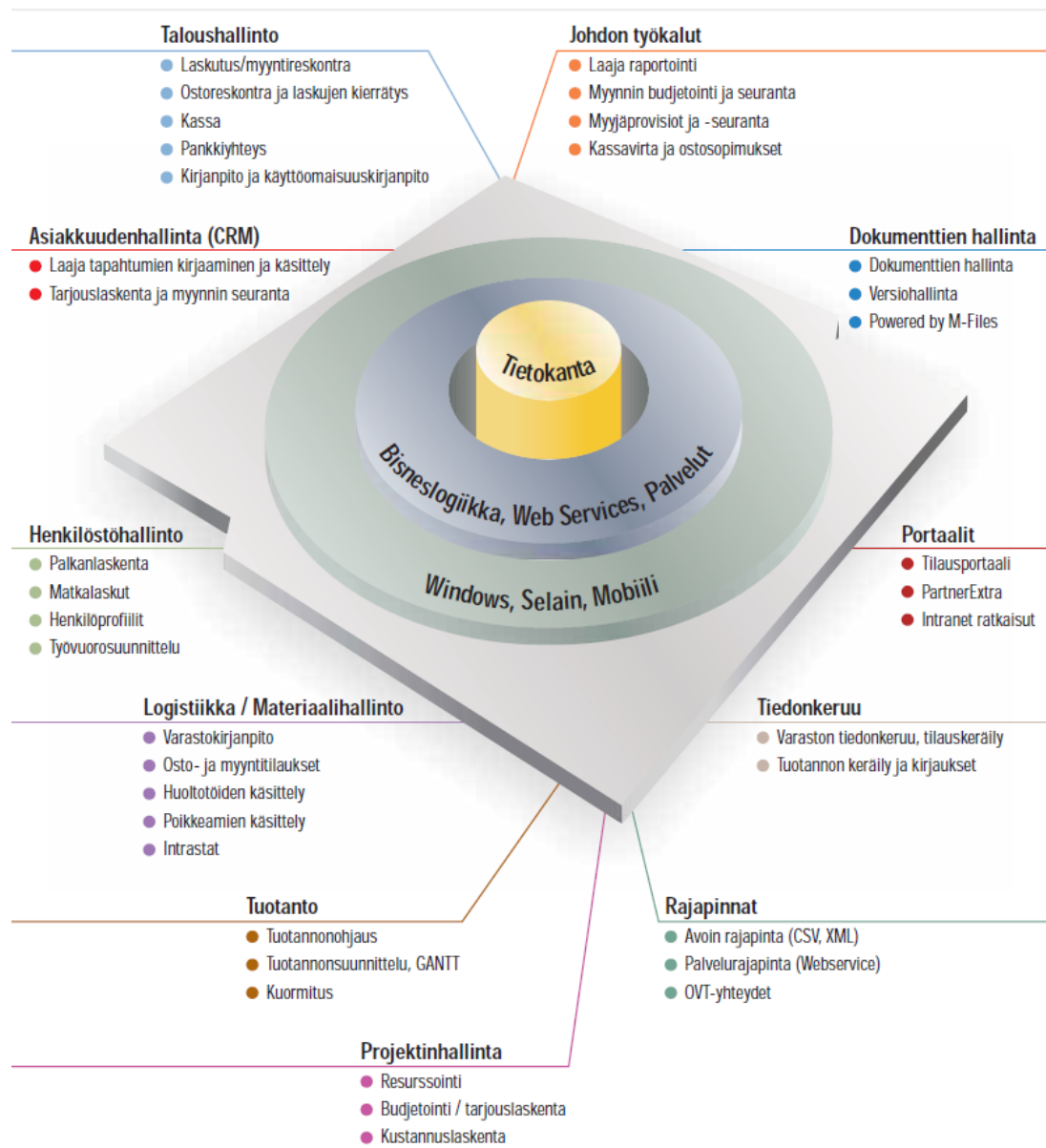
12.2 Vaihtoehtoinen Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä tukee tuotannon- ja toiminnanohjausta keräämällä tietoja ja välittämällä niitä yrityksen eri toiminnoille. Suurimmalla osalla yrityksistä on jonkinlainen ohjausjärjestelmä käytössään. Sillä parannetaan omaa toimintaa ja samalla nostetaan asiakaspalvelun tasoa. Niin kuin aiemminkin on mainittu, yhteistyöyrityksillä on Manage Application -toiminnanohjausjärjestelmä käytössä. Vaikka Ultratec Oy:llä ja Tehovinssi Oy:llä on jo käytössään Manage-toiminnanohjausjärjestelmä, yritykset toivoivat, että opinnäytetyössä kartoitettaisiin muitakin mahdollisia järjestelmiä.

Otin yhteyttä eri ohjausjärjestelmiä kehittäviin yrityksiin ja tutkin eri toiminnanohjausjärjestelmiä. Tutkimuksen aikana tuli tutkittua Hansaworld, Kasten, V10, Lemonsoft, Visma ja Oscar toiminnanohjausjärjestelmiä. Kaikki ohjausjärjestelmät olivat hyvin moderneja, hyvin kehitettyjä ja niillä sai toiminta nopeutettua ja parannettua.

Selvityksen perusteella päätin suositella Lemonsoft-ohjausjärjestelmää. Tässä luvussa tutkitaan kyseistä ohjausjärjestelmää ja selvitetään, mitä kaikkia ominaisuuksia siihen kuuluu.

Lemonsoft-yritysohjelmisto on täysin kotimainen ohjelmisto, jolla hyvin laaja ominaisuuskirjasto. Kaikkia ominaisuuksia ei tarvitse ostaa kerrallaan. Ostaja voi itse valita, mitkä ominaisuudet haluaa käyttöönsä. Kuviossa 19 on esitetty, mitä kaikkea Lemonsoft-ohjelmistoon kuuluu.



Kuvio 19. Lemonsoft-toiminnanohjausjärjestelmä (toiminnanohjausjärjestelmä n.d.)

Tässä tutkimuksessa keskityttiin niihin ominaisuuksiin, jotka ovat tarpeellisia Ultratec Oy:lle ja Tehovinssi Oy:lle. Logistiikalla ja materiaalihallinnalla on suuri merkitys, joten se tulisi ottaa huomioon ensimmäisenä. Tuotanto on toinen tärkeä asia, johon pitää keskittyä. Näiden kahden ryhmän lisäksi asiakkuudenhallinta ja tiedonkeruu tulisi ottaa huomioon. Yrityksien sisäisen toiminnan helpottamiseksi ja kehittämiseksi tulisi taloushallinnon- ja dokumenttienhallinnan olla myös kunnossa.

Lemonsoft-toiminnanohjausjärjestelmällä varastokirjanpito muodostaa pohjan tuotannon ja logistiikan toiminnalle. Siinä ”ohjausohjelma tukee hylly- ja varastopaikkakäsittelyä. Tilausten käsittelyt, laskutukset, kassa ja tuotanto kirjaavat automaattisesti varastotapahtumia. Myös sarja- ja eränumeroiden käsittely on tuettuna”. Tuotannon osuudessa voi hoitaa muun muassa työvaiheet, alihankinnan, työjonot, kuormitukset ja tuotantokalenterin sekä koneet ja tuotantotilanne jne. Asiakkuudenhallinnalla on myös suuri merkitys. Lemonsoft tarjoaa työkalut myynnin- ja asiakkuudenhallintaan. Myyjille voi antaa tavoitteita ja seurata miten ne toteutuvat. Ohjelmassa voidaan määrittellä, miten asiakaskontaktit eri vaiheissa kirjataan. Oheishyötynä voi saada yhteisen asiakas- ja sidosryhmätietokannan koko yritykselle. Kuviossa 20 on esitetty, mitä kaikkea asiakkuudenhallintaan eli asiakaskeskukseen kuuluu.

Asiakaskeskus



Kuvio 20. Lemonsoft-toiminnanohjausjärjestelmän asiakkuuden hallinta (toiminnanohjausjärjestelmä n.d.)

Päätin ehdottaa Manage-toiminnanohjausjärjestelmän vaihtoehtona Lemonsoft-toiminnanohjausjärjestelmää, koska siinä on kaikki olennaiset toiminnot, joita yritykset tarvitsevat. Ohjelmistoon tulee ajan myötä lisää ominaisuuksia ja vanhoja ominaisuuksia kehitetään asiakkaiden toiveiden mukaan. Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmän verkkosivustolla on kattava käyttöohje, jossa on järjestelmän toiminta selitetty alusta loppuun kuvien kanssa. Ohjelma toimi selaimella ja sitä voi käyttää missä vain, kunhan koneessa löytyy selain-ohjelma. Ohjelmalla pystytään ratkaisemaan yhteistyöyrityksien varasto-ongelmat ja kehittämään muita toimintoja. Lemonsoft on suomalainen kehittämä järjestelmä ja on hyvin helppo asioida kehittäjien kanssa. Lisäksi järjestelmän opetteleminen ei ole kovin vaikeata ja sitä pysty opettelemaan yksin käyttöohjeen kanssa. Näistä syistä tulin siihen päätökseen suosittelemaan Lemonsoft toiminnanohjausjärjestelmän.

13 Tuotantoprosessin kehittäminen

13.1 Make or buy

Yrityksen on tehtävä päätös sen suhteen, tehdäänkö itse tarvittavat tuotteet vai ostetaanko ne ulkopuoliselta toimittajalta. Make or buy tulee sanoista tee tai osta. Make or buy -päätökset tehdään, kun yrityksellä on nykyisten toimittajien kanssa ongelma, tuotteen kysyntä muuttuu tai kapasiteetti on vähenemässä. Ultratec Oy ja Tehovinski Oy tilavat kaikki Timber pro 1200:n osat yrityksen ulkopuolelta. Timber 1200:n lisäksi yrityksellä on muitakin tuotteita. Osa muista tuotteista käyttää myös samanlaisia osia kuin Timber pro 1200. Yritykset ovat toisinaan harkinneet, että voisivat tehdä osan Timberin ja muiden tuotteiden osista itse ja vähentää alihankintaa. Mutta harkinnan jälkeen on tultu siihen tulokseen, että on halvempi ostaa yrityksen ulkopuolelta ja tehdä itse vain hitsaustyöt.

Timber pro 1200:n rakenteiden ja muiden tuotteiden analysoimisen jälkeen tultiin siihen tulokseen, että yrityksiä ei kannata investoida uusiin koneisiin. Yrityksien tuotteiden osat ovat sellaisia, että niitä ei voida valmistaa yhdellä valmistusprosessilla. Uusien koneiden hankkiminen voisi ehkä nopeuttaa osien toimituksia, mutta osan hinta nousisi eikä koneella voisi kuitenkaan valmistaa muita osia, koska osat ovat sellaisia, niitä ei voi tehdä samalla valmistusmenetelmällä. Jos koneelle ei riitä töitä, investointia ei pystytä maksamaan takaisin ja tämä on yrityksille kallista. Yhteistyöyrityksillä on kuitenkin Saha ja porakone käytössä, jotka käytetään osien valmistuksessa. Laskelmia ei tarvinnut tehdä koska tuotteen osien tutustumista selviää hyvin, että investointia ei tarvitse tehdä. Seuraavassa on esitetty, minkälaisia asioita tulisi ottaa huomioon uuden koneen hankkimisen yhteydessä:

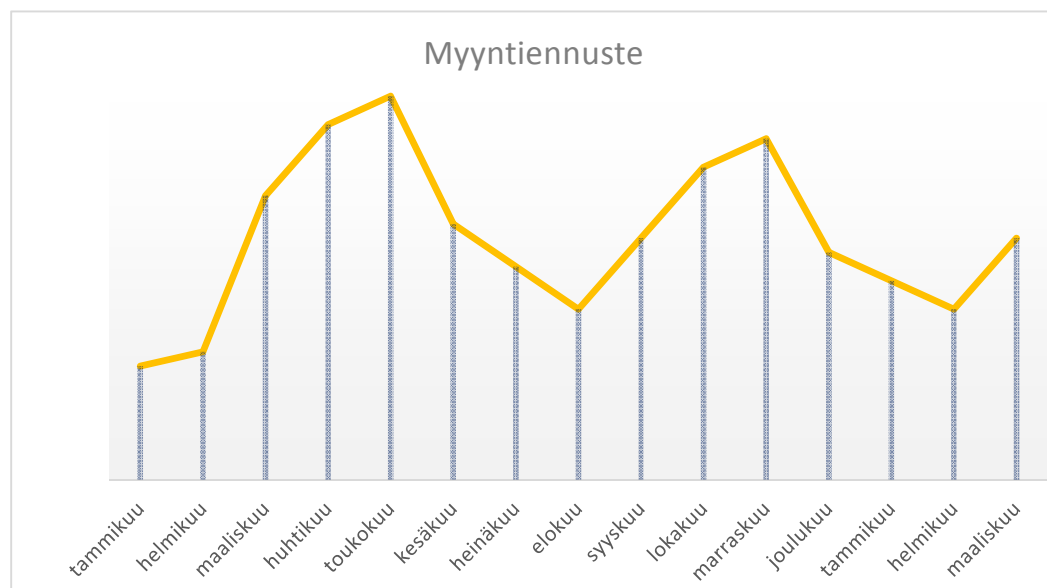
- työntekijän palkka
- sähkö ja öljyt
- huolto
- tila
- käyttöaste
- hinta

- työntekijöiden osaaminen

13.2 Kuormituksen tasoittaminen

Tuotannon kuormitus on monen yrityksen ongelma. Tilauksia saattaa tulla enemmän kuin mitä on ennustettu ihan milloin vain. Näin voi syntyä tuotannon ylikuormitusta. Jos tarkasteltavan ajanjakson ennustettu myynti ylittää tuotantokapasiteetin, pyritään tuotteita tekemään varastoon etukäteen silloin kun myynti on vähäisempää. Näin selvittää pienemmällä kokonaiskapasiteetilla ja saadaan kasvatettua tuotannon käyttöastetta. Jotta tuotannon kuormitusta saisi vähennettyä, tuotteita tai osia tulee tehdä ennakolta varastoon.

Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy eivät tällä hetkellä ota tuotantokapasiteettiä huomioon. Tuotteita tehdään silloin, kun saadaan tilauksia. Tällöin varastonohjauksessa voi tulla ongelmia ja ongelma leviää tuotantoon ja syntyy ylikuormitusta. Yritykset ennustavat myyntinsä edellisen vuoden perusteella. Ennusteet eivät voi olla aina tarkkoja, vaan ne muuttuvat tilauksien kasvattaessa. Kuviossa 22 on esitetty yrityksen vuosien-
nuste.



Kuvio 21. Ultratec Oy:n myyntiennuste

Kuviosta 21 nähdään, että myynti vaihtelee kuukausien mukaan. Keväällä ja syksyllä myyntiä on enemmän kuin kesällä ja talvella. Tämä pitää huomioida myös tuotannon kuormituksessa. Yrityksillä on oltava tiedossa, miten paljon tuotteita pystytään valmistamaan kuukauden aikana. Silloin olisi helpompi ennakoida tulevia ylikuormituksia ja niihin voidaan varautua. Kapasiteetin huomioimatta jättäminen kasvattaa yritysten riskejä ja toimitukset voivat myöhästyä, joten suosittelen, että yritykset miettivät asian hyvin. Jos yritykset tulevat siihen päätöksen, että ottavat tuotannon kapasiteetin huomioon, niin taulukossa 7 on esitetty, mitä asioita tulee ottaa huomioon ja miten kuormitusta voidaan tasoittaa. Taulukon tuotantosuunnitelma on tehty edellisen vuoden myynnin perusteella.

Taulukosta huomaa, että maaliskuusta-huhtikuuhun myyntiä on enemmän kuin maksimi tuotantokapasiteetti, mutta tammi- ja helmikuussa on vapaata kapasiteettia huomattavan paljon. Kuormitukset voidaan siirtää kuukausille, joilta löytyy vapaata kapasiteettia, eli tehdään tuotteita ennakoon. Taulukossa näkyy, että tammi- ja helmikuussa on tehty 9+9 tuotetta ennakoon, jotta saataisiin tulevaa kuormitusta tasoitettua. Näin voidaan turvata toimitukset ja myös oman tuotannon kuormitus saada tasaiseksi. Näin toimien kumulatiivinen vajeus nollautuu, joten ylitöitä ei tarvitse teettää.

Taulukko 7. Tuotantokapasiteetin tasoittaminen

	tammikuu	helmikuu	maaliskuu	huhtikuu	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu
Maksimituotanto	18							
Alustan Myynti	8	9	20	25	27	18	15	12
Kumulatiivinen myynti	8	17	37	62	89	107	122	134
Vajeus	0	0	2	7	9	0	0	0
Kumulatiivinen vajeus	0	9	18	16	9	0	0	3
Vapaa kapasiteetti	10	9	0	0	0	0	3	6
Ennakko	9	9	0	0	0	0	3	6
Tuotanto	17	18	18	18	18	18	18	18

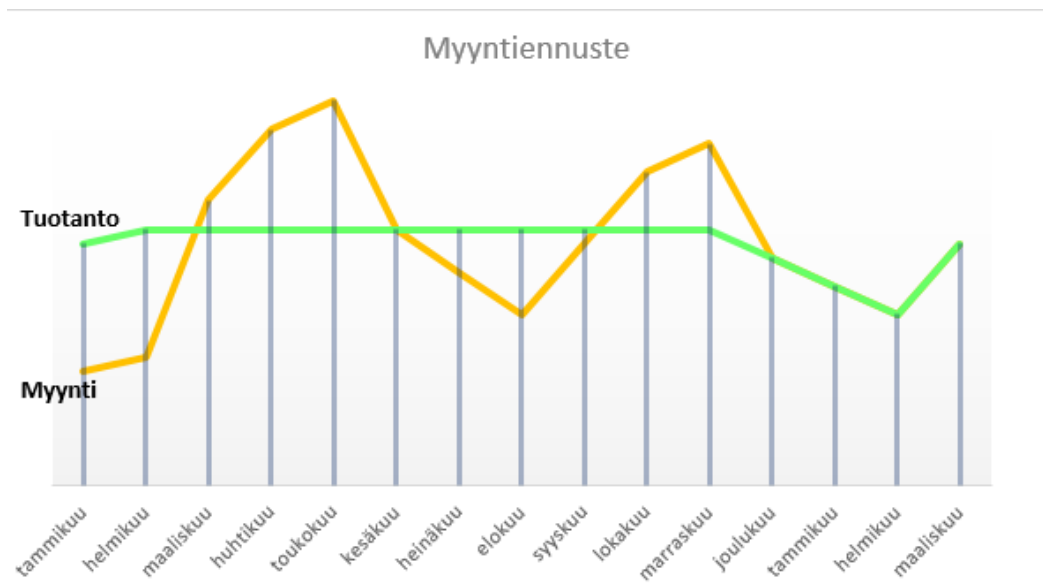
Yritykset tekevät usein ylitöitä, koska myynti ylittää maksimikapasiteettiin. Taulukosta 8 huomaa, että vaikka on tehty kapasiteetin tasoitus, niin silti oma kapasiteetti ei riitä mitenkään. Tällaisissa tilanteissa on pakko tehdä ylitöitä tai on hankittava lisää kapasiteettia tai tehokkaampia koneita ongelman ratkaisemiseksi. Taulukosta näkyy,

että kumulatiivinen vajaus on 21 kappaletta, mikä tarkoittaa, että 21 kappaletta on tehtävä ylityönä tai sovittava toimituksen viivästymisestä asiakkaan kanssa. Kumulatiivisen vajauksen on oltava aina nolla, jotta ei tarvitsisi tehdä ylitöitä.

Taulukko 8. Tuotanto kapasiteetin tasoittaminen (ylityö)

Maksimituotanto		16							
	tammikuu	helmikuu	maaliskuu	huhtikuu	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	
Tukkivarustus	8	9	20	25	27	18	15	12	
Kumulatiivinen myynti	8	17	37	62	89	107	122	134	
Vajaus	0	0	4	9	11	2	0	0	
Kumulatiivinen vajaus	21	29	36	32	23	12	10	11	
Vapaa kapasiteetti	8	7	0	0	0	0	1	4	
Ennakko	8	7	0	0	0	0	1	4	
Tuotanto	16	16	20	25	27	18	16	16	

Kuviossa 23 on graafinen tulos tuotantokapasiteetista tasoittamisen jälkeen. Vihreä viiva kertoo tuotannon määrän ja oranssi viiva kuvaa vuoden myyntiennusteita.



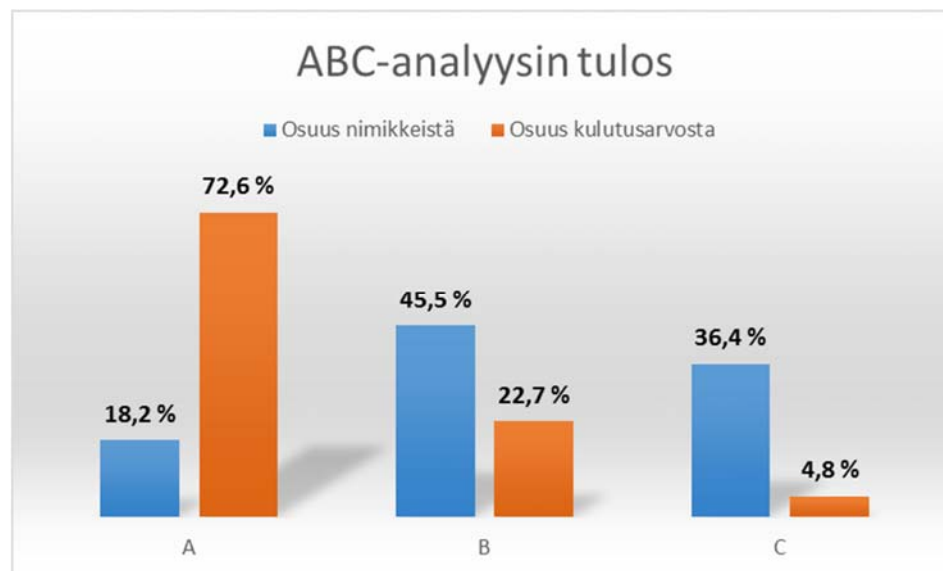
kuvio 22. Graafinen tulos tuotannon tasoittamisesta

14 Varastohallinnan kehittäminen

14.1 Abc-analyysi

Varaston toimintaan ja Timber pro 1200-peräkärryn tutumisen jälkeen päätin tehdä Abc-analyysin vain Timberin osille. Tarkoituksena oli saada parempi kokonaiskuva varastoinnin tilanteesta. Analyysi tehtiin vuoden 2013 myynnin perusteella. Yrityksillä on muita tuotteita, jotka käyttävät Timberin osia, mutta tähän analyysiin on otettu mukaan vain Timber Pro 1200 -peräkärryn kulutusosat.

Abc-analyysissa nimikkeet on jaettu kolmeen eri ryhmään niiden kulutusarvon perusteella. Analyysissa on sovellettu luvussa 9.1.1 esitettyjä periaatteita eli A-luokkaan kuuluu 80 % :n kulutuksen aiheuttavat nimikkeet, B-luokkaan kuuluvat 15 %:n ja C-luokkaan kuuluvat 5 %:n kulutuksen aiheuttavat nimikkeet. Kuviosta 21 nähdään, miten paljon Ultratec Oy on sitoutunut varastoa nimikkeisiin.



Kuvio 23. ABC-analyysin tulos, Ultratec Oy

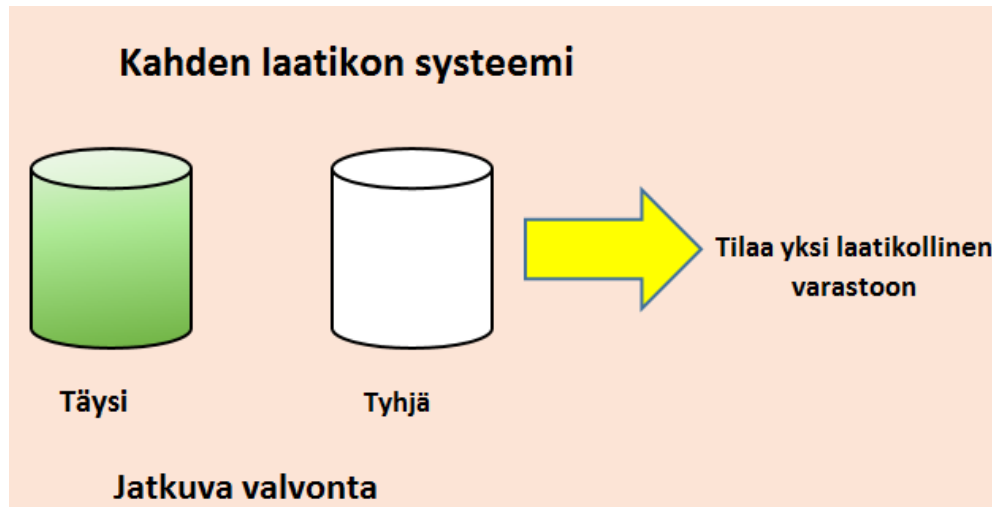
Tuloksesta huomataan, että vajaa 20 % nimikkeistä aiheuttaa 80 % kulutusarvosta ja tämä on myös yhteistyöyrityksien tavoite pareton 20/80-periaatteen mukaisesti. Kuviossa 21 myös nähdään että, C-luokkaan on sitoutunut 36 % nimikkeistä, mutta ne muodostavat vain 5 % kulutusarvosta. B-luokkaan on sitoutunut suurin prosenttimäärä eli yli 45 %, näihin tulisi panostaa. Kakkia nimikkeitä tulisi seurata hyvin, mutta A- ja B-luokkaa tulisi seurata erityisen tarkasti. Vaikka A muodostaa vaja 20 % nimikkeiden osuudesta, silti siitä tulee seurata tarkasti, koska A-luokka muodostaa 72 % kulutusarvosta.

14.2 Tilauksien kehittäminen

Jotta varastonkierto saadaan nopeammaksi, tilausajat tulee olla kunnossa. Yhteistyöyritykset ostavat osia varastoon, silloin kun saavat tilauksia. Yritykset toimivat tilauspistemenetelmällä, mutta se ei toimi, jos osia tilataan vasta, kun tilauksia on saatu. On oltava raja, jonka alittuessa varasto täydennetään. Näin toimitusvarmuus kasvaa ja asiakaspalvelun taso nousee. Yritykset voisivat antaa tarkan toimitusajan tilauksien saapuessa.

Toinen yksinkertainen ja helppo menetelmä, mitä yhteistyöyritykset voisivat käyttää, on min-max-menetelmä. Tässä vaiheessa yrityksillä on oltava minimi ja maksimi raja varastolle. Varaston osilla ei voi maksaa työntekijöiden palkka, joten yritetään välttämään varaston kasvamista turhan suureksi. Tätä menetelmä käytettäessä yrityksillä on oltava selkeä ohjaus ylä- ja alarajan kanssa, joiden välissä varastomäärä pyritään pitämään. Jos tarkastus hetkellä varaston saldo on raja-arvojen välissä, ei silloin tehdä täydennys tilausta. Tällä menetelmällä yhteistyöyrityksien luottamus kasvaa entistä enemmän.

Kahden laatikon menetelmä on myös hyvin suosittu menetelmä pienissä yrityksissä. Tällöin on käytettävissä kaksi laatikkoa, joista toista voidaan käyttää, kun toinen on kulunut loppuun. Hyvin yksinkertainen sovellus, jossa ei tarvita kirjanpitoa. Laatikoita tulee seurata ja osia tilataan lisää, kun toinen laatikko on tyhjä. (k.s kuvio 24). viimeisessä laatikossa on tilauskortti ja sen perustella voidaan tehdä täydennystilaukset.



kuvio 24. Kahden laatikon toiminta

14.3 Varastonhallinta

Monella yrityksellä on varastonhallitsemisen kanssa ongelmia. Ongelmia voivat olla esimerkiksi varaston saldon, tilausajan, varastonkierron jne. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi on oltava selkeä ohjausjärjestelmä, jolla voi ohjata varastoa, koska kaikkea ei voi jättää pelkästään muistinvaraan. Nykyään aika monella yrityksellä on moderneja toiminnanohjausjärjestelmiä, jolla ne saavat pyöritettyä koko yrityksen sisäistä toimintaa.

Toiminnanohjausjärjestelmien hankinta on hyvin kallista ja niiden käytön opetteleminen menee aikaa. Tämän takia monet yritykset luottavat Exceliin ja hoitavat toimintansa Excelillä. Excelissä on laaja joukko ominaisuuksia ja sillä on mahdollista hallita myös varasto kirjanpitoa. Excelin ominaisuudet eivät ole kuitenkaan kovin yksinkertaisia käyttää. Yksi Excelin tärkeä ja kaikista vaikein ominaisuus on makrojen koodaaminen – keino jota tässä tutkimuksessa on käytetty varastonhallitsemiseen.

Tässä tutkimuksessa Ultratec Oy ja Tehovinssi Oy:n tavoitteena oli teettää Excel-ohjelma, joka sisältäisi kaikki niiden varaston hallintaan liittyvät toimenpiteet. Excel-ohjelma on tehty kahdelle tuotteelle, Timber Pro 1200 ja Terrain Pro 1200 perävau-

nuille. Yhteistyöyritykset hallitsevat myyntinsä settien eli osakokonaisuuksien perusteella. Timber Pro 1200:ssa on kaksi settiä, alusta ja tukkivarustus, ja terrain Pro 1200:ssä on vain lavavarustus. Excelissä on otettu tuotteiden myynti huomioon sekä setteinä että osina. (ks. Liitteet 1-4.)

Myynti

Yksi Ultratec Oy:n ja Tehovinssi Oy:n tavoitteista oli, että myynnit näkyvät viikoittain ja myös se, miten paljon tuotteita on myyty vuoden lopussa. Taulukossa 9 on Timber Pro 1200:n ja Terrain Pro 1200:n viikkomyynti ja vuosimyynti. Taulukko on jaettu kahteen osaan: tämän vuoden ennusteeseen, joka on täytetty edellisen vuoden myynnin perusteella, ja toteutuneeseen myyntiin. Viikkojen kohdalla on vihreä väri, joka kertoo, mikä viikko on menossa. Viikko muuttuu ohjelmassa automaattisesti.

Taulukko 9. Myynnin syöttötaulu

Myynti																		
Nimike	Nimi	Vuosi Yhteensä	Viikot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1001	Timber 1200	312	Ennuste	6	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	
		77	Toteutunut	10	2	12	53											
22140	Terrain Pro 1200	416	Ennuste	9	10	11	11	12	12	12	12	11	11	10	9	8	7	
		17	Toteutunut	5	12													

Settien seuranta

Taulukossa 10 on settien seurantataulukko. Pääasia taulukossa on seuranta varastosaldon riittävyttä. Taulukossa näkyy settien viikoittainen kulutus, joka haetaan automaattisesti myyntitiedoista, joten sitä ei tarvitse kirjoittaa käsin. Tehdään-riveillä kirjataan tuotantosuunnitelma. Taulukon yläpuolella on ruutu, joka ilmaisee varastotilanteen olevan hallinnassa. Myynnin kasvaessa saldo menee miinukselle ja ohjelma hälyttää, että saldo ei riitä seuraavalle kolmelle viikolle. Tässäkin taulukossa vihreä väri ilmoittaa, mikä viikko on menossa, ja sininen väri ilmoittaa, mitkä viikot tarkistetaan. Taulukko tulee myös päivittää, kun muutoksia tehdään. Näin kaikki muut taulukot pysyvät ajan tasalla.

Taulukko 10. Settien seuranta

Settien seuranta				Päivitä																
Hallinnassa.		Valk.		Vihr.		Pun.														
Nimike	Nimi		Viikot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
2001	Alusta Pro 1200/1400	Vuoden Kulutus	749	Kulutus	15	14	23	64	20	20	20	20	20	20	19	18	17			
		Vuoden Tuotanto	100	Tehdään	50			50												
		Alkuvaramasto	100	Saldo	135	121	98	84	64	44	24	4	-16	-36	-55	-73	-90			
2002	Tukkivarustus	Vuoden Kulutus	350	Kulutus	10	2	12	53	8	8	8	8	9	9	9	9	9			
		Vuoden Tuotanto	200	Tehdään	200															
		Alkuvaramasto	20	Saldo	210	208	196	143	135	127	119	111	102	93	84	75	66			
2003	Lavavarustus	Vuoden Kulutus	399	Kulutus	5	12	11	11	12	12	12	12	11	11	10	9	8			
		Vuoden Tuotanto	150	Tehdään	150															
		Alkuvaramasto	20	Saldo	165	153	142	131	119	107	95	83	72	61	51	42	34			

Settien tuotanto

Taulukossa 11 on settien tuotanto erikseen. Taulukossa näkyy, miten paljon kutakin settiä tuotetaan milläkin viikolla. Taulukko hakee kaikki tiedot muista taulukoista, joten siihen ei tarvitse lisätä itse mitään. Taulukko tulee kuitenkin päivittää, jos on tehty muutoksia muissa taulukoissa. Taulukko on yksinkertainen näkymä tuotannon työntekijöille, josta he näkevät, mitä tulisi tehdä tällä viikolla.

Taulukko 11. Settien tuotanto

Settien tuotanto				Päivitä															
Valk.		Vihr.		Pun.															
Nimike	Nimi	Viikot		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
2001	Alusta Pro 1200/1400			50			50												
2002	Tukkivarustus			200															
2003	Lavavarustus			150															

Osien seuranta

Osien seuranta on kaikista taulukoista tärkein. Taulukosta 12 nähdään tuotteiden valmistamiseen käytettävät osat. Taulukko antaa tietoa saldosta, miten pitkälle saldo riittää. Kulutus-rivi hakee tiedot automaattisesti settien tuotantosuunnitelmasta ja vähentää ne saldosta. Tilataan-riville merkitään osien alihankkijoille tehdyt tilaukset osien saapumisviikolle. Taulukon yläpuolella oleva hälytys-ruutu varoittaa, jos jonkin osan saldo menee miinukselle seuraavan kolmen viikon aikana.

Taulukko on hyvin yksinkertainen varaston hallitsemiseen. Osien lisääminen taulukossa on myös helppoa, ja siihen voi lisätä niin monta osaa kuin haluaa. Tämä taulukko myös tulee aina päivittää. Taulukossa on käytetty makro-ohjelmointia, joten se ei pysy ajan tasalla päivittämättä. Osien seuranta -taulukon perusteella saa tietoja varaston saldon riittävydestä, tilausajankohdasta ja myös myynnistä.

Taulukko 12. Osien seuranta

Osien seuranta				Päivitä																
Ei Hallinnassa!				Valk.	Vihr.	Pun.														
Nimike	Nimi		Viikot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0276	Teli	Vuoden Kulutus	200	Kulutus	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-80	-80	-80	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180
0388	Nostotappi	Vuoden Kulutus	150	Kulutus	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130
05010	Takapankon putki	Vuoden Kulutus	200	Kulutus	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180
05011	Takapankko	Vuoden Kulutus	200	Kulutus	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180
05012	Etupankko	Vuoden Kulutus	200	Kulutus	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180
06002	Aisa	Vuoden Kulutus	100	Kulutus	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-30	-30	-30	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
06008	Jalka	Vuoden Kulutus	100	Kulutus	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-30	-30	-30	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
06042	Kippilukko	Vuoden Kulutus	150	Kulutus	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130
07013	Karikka	Vuoden Kulutus	800	Kulutus	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780	-780
101023	Holkki Kaasujousi	Vuoden Kulutus	150	Kulutus	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Vuoden Tuotanto	0	Tehdään																
		Alkuvarasto	20	Saldo	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130

Taulukossa 12 on käytetty sekä Excel-kaavoja että makro-ohjelmointilogiikkaa. Pääasia on, että se on helppo ymmärtää ja käyttää. Ohjelmalla voisi hallita varastoja tai saada tietoja toiminnanohjausjärjestelmälle.

15 Pohdinta

Yrityksien kannalta varastonhallinnalla on suuri merkitys ja se on hyvin tärkeä osa yritysten toimintaa. Vaikka yritykset pyrkivät eroon varastosta mikäli on mahdollista,

niin tähän ei kaikilla yrityksillä onnistuu. Varasto parantaa yritysten toimintaa ja saa siitä tehokkaampaa ja luotettavampaa. Varasto auttaa pitämään läpimenoajan lyhyenä ja toimitusajat hallinnassa. Päivittäinen toiminta ja hyvän asiakaspalvelun ylläpitäminen helpottuu. Näistä syistä varastonhallinta tulee keskittyä enemmän ja kehittää ajan myötä.

Opinnäytetyön aihe vaikutti aluksi helpolta ja yksinkertaiselta, mutta loppujen lopuksi se oli hyvin laaja ja haastava. Tutkimuksen aikana ilmeni paljon asioita selvitetäväksi. Varastointi ja varastonhallinta ovat tärkeitä ja laajoja käsitteitä. Tuli selvittää hyvin erilaisia käsitteitä, että saisi kokonaiskuvan varastoinnista ja varastoinnin hallitsemisesta. Tutkimustyössä on laaja teoria, koska tavoitteena oli avata näitä käsitteitä.

Tutkimustyön tavoitteena oli saada yhteistyöyritysten varastohallinnan ongelmat ratkaistua. Lisäksi tavoitteena oli tutkia yritysten nykyistä toiminnanohjausjärjestelmää ja ehdottaa muuta ohjausjärjestelmää, jos nykyinen ei täytä yhteistyöyritysten tavoitteita. Koska yhteistyöyritykset ennustavat myyntinsä edellisen vuoden myyntin perusteella, tuli saada vuoden tuotantosuunnitelma ja tilauksien ajoitus kuntoon. Yritysten tavoitteena oli ratkaista ongelmat yksinkertaisella menetelmällä.

Jotta saisi Ultratec Oy:n ja Tehovinssi Oy:n ongelmat ratkaistua, tuli saada varasto ja tilaukset hallintaan. Ensimmäinen yksinkertainen menetelmä, mikä osoittautui toimivaksi varaston hallitsemiseen oli Excel, joten siitä koko tutkimus lähti käyntiin.

Nykyään yritykset pystyvät hallitsemaan varastoaan Excel-ohjelmalla joka on tehty tutkimuksen aikana. Ohjelmassa on otettu huomioon kaikki yritysten tavoitteet. Lisäksi yhteistyöyritykset voivat hyödyntää Excel-pohjaa, jonka avulla voi tasoittaa tuotannon kapasiteetti tarvetta. Mikäli yritys ei ole tyytyväinen nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään, suositellaan, että ottaisivat ehdotetun Lemonsoft järjestelmän käyttöön, jonka perusteella saisi ratkaistua niiden ongelmat ja tehostettua tuotantoa.

Yksi opinnäytetyön vaikeimmista prosesseista oli Excel-makrojen ohjelmointi. Makrot ovat hyvin monikäyttöisiä ja niillä pystyy ratkaisemaan monien yritysten ongelmia. Vaikeata makrossa oli ohjelmointikieli, jota tuli ymmärtää ja osata soveltaa.

Vaikka työ oli laaja ja työssä tuli selvittää paljon asioita, oli tämä omasta mielestäni paras prosessi koulun aikana. Opin paljon asioita ja se oli myös kertaus siitä, mitä olen opiskellut neljän vuoden aikana. Tuli miettiä ja keksiä ratkaisuja vastaan tuleviin ongelmiin. Pääasia oli, että mikään ongelma ei jäänyt ratkaisematta ja työn tavoitteet saatiin toteutettua.

Lopuksi haluan kiittää Ultratec Oy:tä ja Tehovinssi Oy:tä yhteistyöstä ja sekä ohjaajani Miikka Parviaista ohjeistuksesta ja hyvistä vinkeistä. Lisäksi haluan esittää kiitokseni äidinkielen opettajalle Tarja Ahopellolle kielenohjauksesta. Haluan myös kiittää ystäviäni, Susanna Kinnusta ja Mika Katajamäkeä avustuksesta raportin kirjoittamisessa.

Lähteet

Arnold, J. R & Chapman, S. N. 2003. Introduction to materials management. 5. painos. New Jersey: Prentice Hall.

Browne, J., Harven, J. & Shivnan, J. 1996. Production management system. Second edition. London. Addison-Wesley Publishing Company Inc.

ABC-analyysi. N.d. Cologic materials. Viitattu 25.12.2014.

http://www.cologic.nu/Excel_werkmappen_bij_Werken_met_logistiek_zesde_druk.html

Dobler, W. D & Burt, N. D. 1990. Purchasing and supply management. Sixth edition. North America. McGraw-Hill

Grant, D.V., Stock, J.R., Lambert, D.M. & Ellram, L.M. 2006. Fundamentals of logistics management. UK. McGraw-Hill Companies.

Goldsby, T. & Martichenko, R. 2005. Lean Six Sigma Logistics: Strategic Development to Operational Success. Boca Raton: J. Ross Publishing Inc.

Haverila, M., Uusi-Rauva E., Kouri, I., Miettinen, A. Teollisuustalous. 2009. Tampere. Infacs Oy.

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2009. Tuotettavuuden kehittäminen. Tampere. Teknoliateollisuus ry.

Higgins, P., Roy, P. & Tierney, L. 1996. Manufacturing planning and control. London. Chapman & Hall.

Karrus, K. 1998. Logistiikka. Porvoo. WSOY.

Kärkkäinen, M. & Småros, J. 2008. Tehoa varaosalogistiikkaan. Relex verkkosivut. Viitattu 20.12.2014.

<http://www.relexsolutions.com/wp-content/uploads/2012/03/relex-varaosien-hallinta-WP.pdf>

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

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus -ja logistiikka. Helsinki. ATK-Instituutti.

- Onni, T. 2014. Koneinsinööri, Tehovinssi Oy. Haastattelu 25.11.2014.
- Peltonen, A. 1997. Tuottava tehdas. Helsinki. Opetushallitus.
- Raivio, L. & Lepola, R. 2000. Tuotetuntemus. Helsinki. WSOYpro Oy.
- Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. Espoo: MH-Konsultit.
- Sakki, J. 2009. Tilaus – toimitusketjun hallinta, Logistinen B-to-B-prosessi. Espoo: Jouni Sakki.
- Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Vantaa. Jouni Sakki Oy. Viitattu 10.1.2015. <http://www.ellibs.com/fi/book/978-951-97668-6-7>, Ellibs, Ebrary.
- Savolainen, J. 2011. Valmistuskustannusten arviointi tuotekehitysvaiheessa. Opinnäytetyö. Savonia ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
- Stevenson, W. 2009. Operation management. New York: McGraw-Hill Companies
- Stock, J.R. & Lambert, D.M. 2001. Strategic logistics management. 4th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Terminaalit ja varastointi. N.d. Logistiikka ja toimitusketjun hallinta. Logistiikanmaailma 2014. Viitattu 12.12.2014.
<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varastointi>
- Toiminnanohjausjärjestelmä. N.d. Lemonsoft verkkosivut. Viitattu 15.1.2015
<http://www.lemonsoft.fi/ratkaisu/toiminnanohjausjarjestelma/>
- Tuotannonohjaus. N.d. Toimivalla tuotannonohjauksella tehokkuutta tekemiseen, Oscarohjelmisto. Viitattu 8.12.2014.
<http://www.oscar.fi/tuotannonohjaus>
- Tehovinssi Oy. N.d. Yleistiedot yrityksestä. Viitattu 8.12.2014
<http://www.tehovinssi.fi/>
- Tuotteet. N.d. Ultratec Oy:n verkkosivut. Viitattu 8.12.2014
<http://www.ultratec.fi/monkijan-perakarryt-ja-moottorikelkan-reet-tukkikarryt-lava-karryt-talousreki-parireki/monkijan-perakarryt-ja-moottorikelkan-reet/perakarryt-ja-reet-metsatvot/>

Varastointi. N.d. Kuljetusopas. Viitattu 15.12.2014

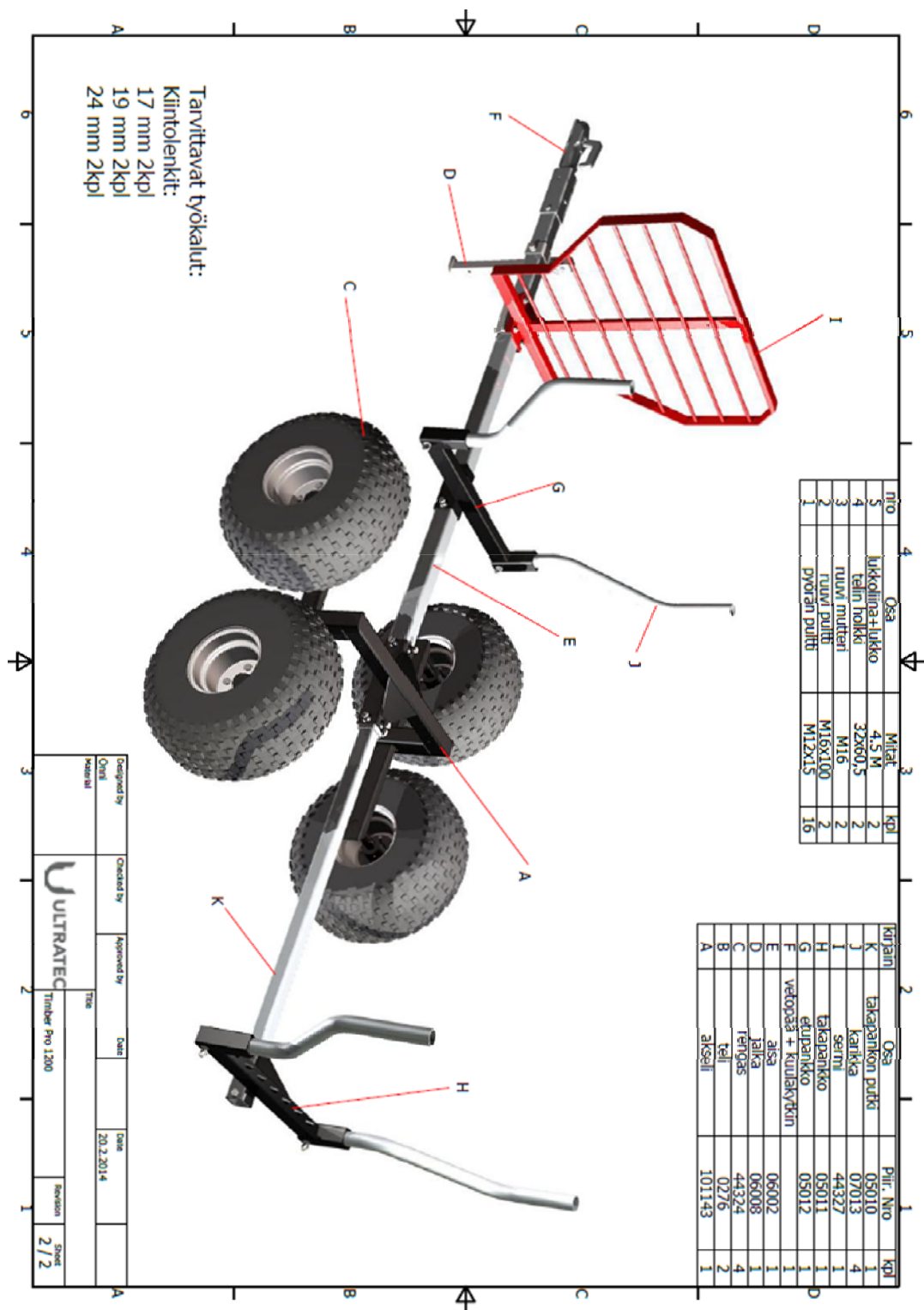
<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/>

Varastointi. N.d. Liikeala. Seinäjoen koulutuskuntayhtymä. Viitattu 1.12.2014

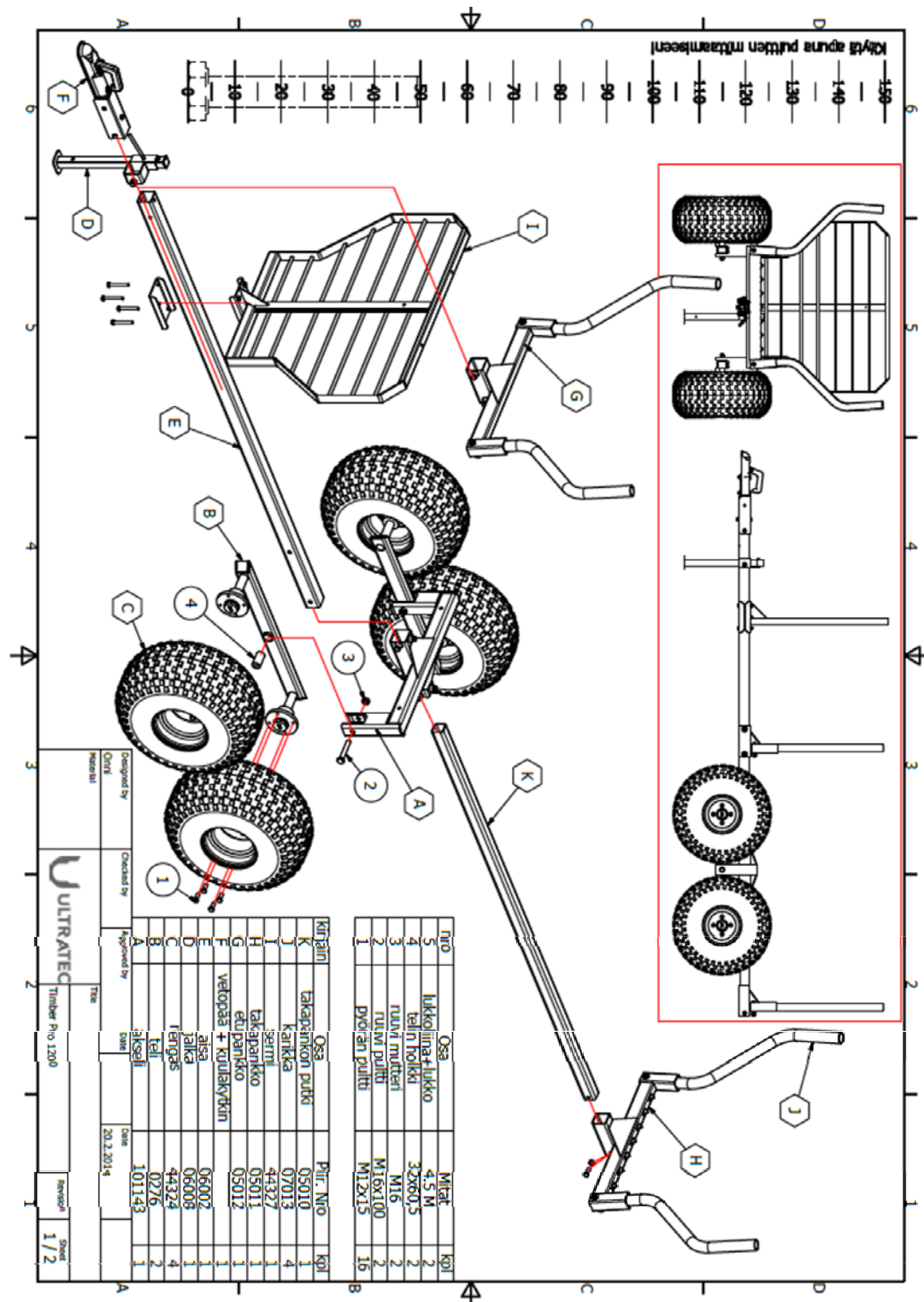
http://liike.epedu.fi/liikeala/verkko_opetus/tuotteen_monet_kasvot/varastointi.htm

Liitteet

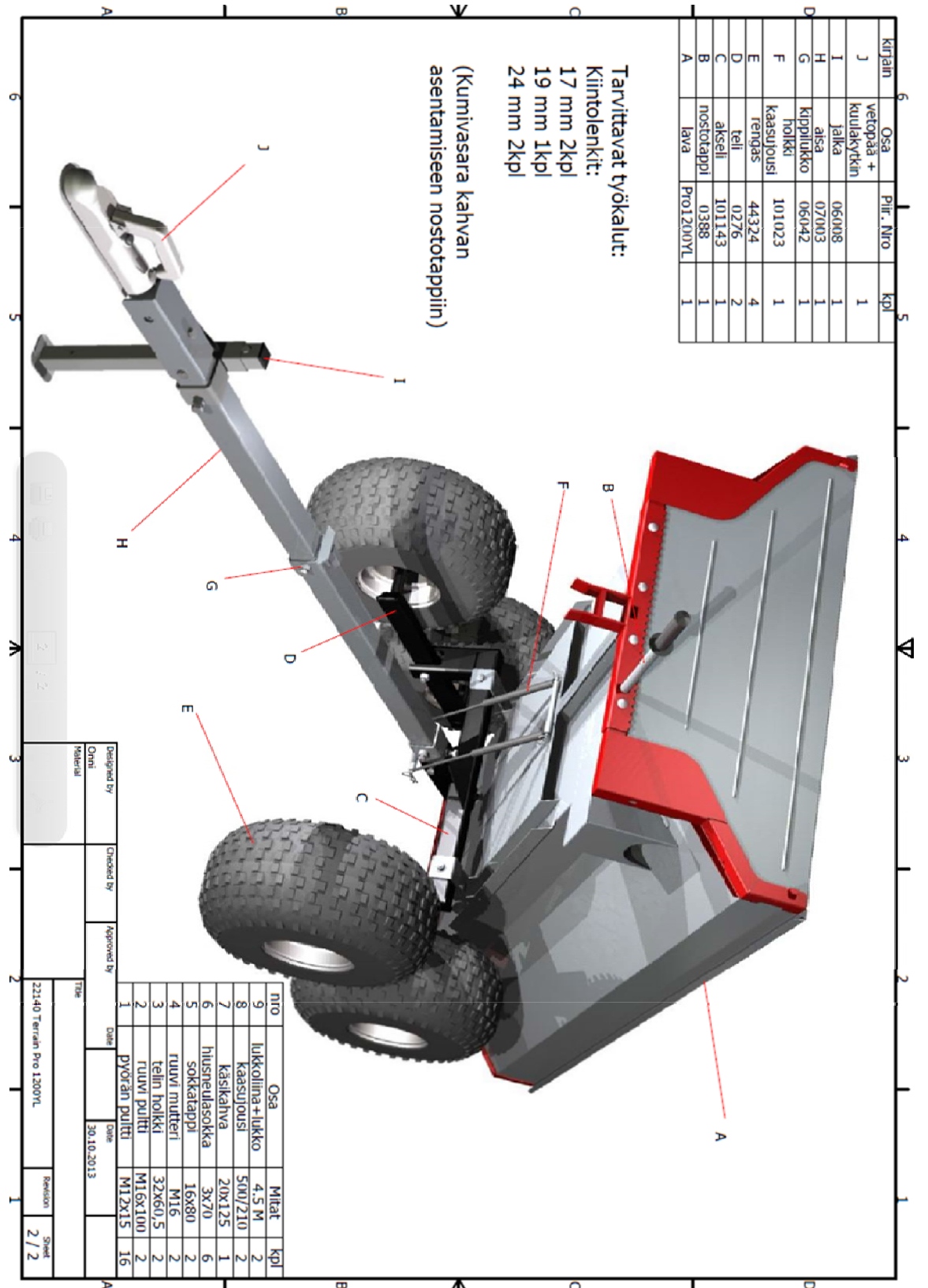
Liite 1. Timber Pro 1200, 3D-kuva



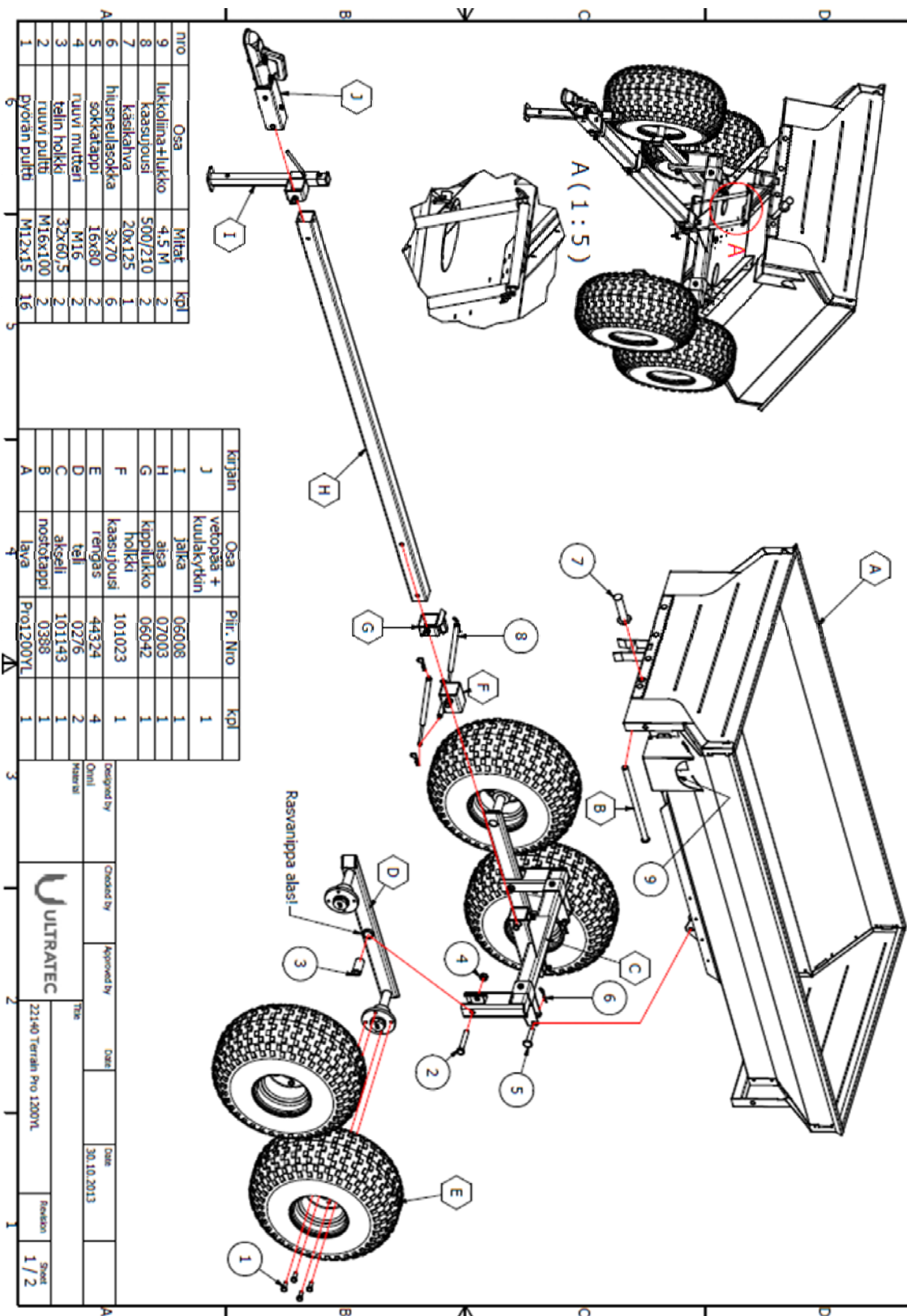
Liite 2. Timber Pro 1200:n osakokoonpano



Liite 3. Terrain Pro 1200, 3D-kuva



Liite 4. Terrain Pro 1200:n osakokoonpano



nro	Osa	Mitat	kpl
9	lukkolinna+lukko	4,5 M	2
8	kaasujoisi	500/210	2
7	kaskahva	20x125	1
6	hiusruulasokka	3x70	6
5	sokkaritappi	16x80	2
4	ruuvi mutteri	M16	2
3	tellin holkki	32x60,5	2
2	ruuvi pultti	M16x100	2
1	pyörän pultti	M12x15	16

kirjain	Osa	Piir. Nro	kpl
J	vetopaa + kuulakytkin		1
I	jalka	06008	1
H	alisa	07003	1
G	kipplilukko	06042	1
F	holkki	101023	1
E	kaasujoisi	44324	4
D	telli	0276	2
C	akseli	101143	1
B	nostorappi	0388	1
A	lava	Pro1200VL	1

Designed by: _____
 Checked by: _____
 Approved by: _____
 Date: _____
 Date: 30.10.2013

ULTRATEC
 22140 Terrain Pro 1200VL

Revision: Steel 1 / 2