



Anssi Ekman

Varastokeräilyn uudistuksen suunnittelu, varaston järjestäminen ja irrotus tuotantoprosessista

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinöörityö
30.4.2011



ALKULAUSE

Tämä varaston muutos- ja varastokeräilyn järjestysprojekti suoritettiin Europress Group Oy:ssä Keravalla. Haluan kiittää projektin ohjaajaa tekniikan tohtori Kai Häkkistä ja projektissa mukana olleita ostopäällikkö Lasse Eskelistä, tehdaspäällikkö Timo Huhtalaa, sähköteknikko Ismo Lievosta sekä Europress Group Oy:n muuta henkilöstöä avusta projektin suunnittelussa sekä ohjaamisesta ja uusista ideoista.

Helsingissä 30.4.2011

Anssi Ekman

Tekijä(t) Otsikko	Anssi Ekman Varastokeräilyn uudistuksen suunnittelu, varaston järjestäminen ja irrotus tuotantoprosessista
Sivumäärä Päivämäärä	54 sivua + 4 liitettä 30.4.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	tuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	tekniikan tohtori Kai Häkkinen tehdaspäällikkö Timo Huhtala
<p>Tässä insinöörityössä käsitellään varastokeräilyn uudistuksen suunnittelu ja toteutus Europress Group Oy:n loppukokoonpanossa Keravan tehtaalla. Työ keskittyy siihen, miten varastokeräily irrotetaan tuotantoprosessista, tuotantoprosessia varten tehty varastokeräily toteutetaan ja varasto järjeistetään hallinnaltaan hyvään varastokeräilynmukaiseen järjestykseen.</p> <p>Työn tavoitteena oli lyhentää varastokeräilyaikoja keskittämällä työntekijöiden ydinosaaminen ja saada varasto siistiin, järjestelmänmukaiseen järjestykseen, jotta sen hallinta ja nimikkeiden keräily tapahtuisi sujuvammin. Työhön sisältyy varaston layout-muutoksen ja varastokeräystä varten tehtyjen keräilykärryjen suunnittelu, varastonhoitoon tarvittavan välineistön hankinta, työjonojen luominen varastokeräilyä varten sekä kustannus-tuottavuus laskentaa.</p> <p>Insinöörityön teoriaosuudessa käsitellään projektin vaiheita sekä varastohallinnan periaatteita keskittyen osahankintatoiminnan kehittämiseen ja optimieräkoon määrittämiseen. Lisäksi esitellään erilaiset layout-tyypit ja tarkastellaan minkälaiset layoutit sopivat erilaisiin tuotantotyyppeihin.</p> <p>Työn empiirisessä osuudessa esitellään työn tarkoitus ja sen tavoitteet, keräilykärryjen suunnittelun prosessi, työjonojen suunnittelu ja luominen varastokeräilyä varten, keräilyvaraston layout-suunnittelu, keräyslistojen pohjan suunnittelu ja sen muutos, keräyslistojen päivittäminen ajan tasalle ja keräilyvaraston logistiikkalustun valinta sekä hankinta. Työssä tarkastellaan myös varastokeräilyn prosessimuutoksen etuja ja perustellaan sen kannattavuus kulu-tuottavuuslaskelmin. Lisäksi työssä pohditaan erilaisia myöhempiä kehitystoimenpiteitä, joita yritykseen on joko suunnitteilla tai voisi myöhemmin harkita tehtävän.</p>	
Avainsanat	varaston suunnittelu, varastokeräily, keräilyaikojen lyhentäminen, varastohallinta, varaston optimoiminen

Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Abstract

Author Title	Anssi Ekman Designing and Renewing Order Picking, Organizing Storage and Detaching it from Production Process
Number of Pages Date	54 pages + 4 appendices 27 March 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Machine and Production Technology
Instructor Supervisor	Factory Manager Timo Huhtala D.Sc. (Tech) Kai Häkkinen
<p>This thesis examines the designing process of the renewal of a storage order picking system in the production facility of Europress Group Oy situated in Kerava Finland. The project deals with how to separate the storage from the production line and arrange a detached order picking system to support the production process.</p> <p>The goal of the project was to shorten the time spent on order picking by focusing on the core competence of the assembly employees and organizing the storage area in a neat and orderly fashion, so that order picking would become more fluent. This final project includes storage layout design, designing a custom cart for order picking, acquiring new equipment for stock handling and creating work procedures as well as cost-efficiency calculations.</p> <p>The theoretical part of the text examines the stages of a project and the basis of storage control by focusing on the development of purchasing to stock and economic order quantity (EOQ). In addition, the first part introduces basic layout types and how they adapt to different kinds of production.</p> <p>The empirical part of this thesis presents the objectives and goals of the project, the process of designing a custom collecting cart, the creation of work procedures for the process, layout designing for the new storage, designing a layout for the picking list, updating the picking lists and acquiring new equipment to handle the logistics of the new storage. This report also presents the benefits of changing the production process and explains its profitability by cost-efficiency calculations. The last chapter provides suggestions for future development for the company's production process and material handling.</p>	
Keywords	layout design for storage, order picking, storage control, storage optimizing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	EUROPRESS GROUP OY	2
2.1	Tehdas	2
2.2	Tuotteet	2
2.3	Toiminnanohjaus	6
3	PROJEKTINSUUNNITTELUN TEORIAA	8
3.1	Projektin vaiheet	8
3.2	Kriittisen polun menetelmä	9
4	VARASTONOHJAUKSEN TEORIAA	10
4.1	Osahankinnan kehittäminen	11
4.2	Taloudellinen eräkkö	11
5	LAYOUT-SUUNNITTELUN TEORIAA	13
5.1	Layout -tyyppien määrittely	14
5.1.1	Kiinteätyyppinen layout	14
5.1.2	Funktionaalinen layout	14
5.1.3	Solutyyppinen layout	14
5.1.4	Tuotetyyppinen layout (tuotantolinja)	15
6	TAVOITTEET JA LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS	17
6.1	Keräilyjärjestelmän uudistuksen tavoitteet	17
6.2	Lähtötilanteen kartoitus	18
7	KERÄYSJÄRJESTELMÄN UUDISTUKSEN SUUNNITTELU	20
7.1	Keräilykärryn suunnitteleminen	21
7.2	Varaston layoutin suunnittelu	22
7.2.1	Vanhan layoutin päivitys	22
7.2.2	Uuden layoutin suunnittelu	23
7.3	Keräyslistan tulostuminen toiminnanohjausjärjestelmästä	23
7.4	Keräilyn ajoitus ja työkorttien kulku tuotannossa	27
8	KERÄYSJÄRJESTELMÄN JA KERÄILYVARASTON HALLINTA	29
8.1	Koekeräilyt ja keräyslistojen ylläpito	29
8.2	Keräilyvaraston trukin valinta ja hankinta	30
9	KERÄILYJÄRJESTELMÄN UUDISTUKSEN EDUT JA TUOTTAVUUSLASKELMAT	33

9.1	Vuosittaiset säästölaskelmat	33
9.2	Vaihtoehto loppukokoonpanon kapasiteetin lisäykselle	35
9.3	Varastokeräilyn ja -muutoksen muut edut	36
9.4	Keräilyjärjestelmän uudistamisen mahdolliset haitat ja kustannukset	36
10	INVESTOINTILASKELMAT	38
10.1	Investoinnin kannattavuus nykyarvomenetelmällä	39
10.1.1	<i>Kustannusten nykyarvo (KNA)</i>	39
10.1.2	<i>Tuottojen nykyarvo (TNA)</i>	40
11	UUDEN KERÄILYJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO JA TOTEUTUNUT AIKATAULU	41
11.1	Projektin ajoitus	41
11.2	Varaston muuton tallennus	43
12	VARASTOAUTOMAATIO TUKEMASSA MATERIAALINHALLINTOA	46
12.1	Paternoster	46
12.2	Hissityyppinen	47
12.3	Automaattivarasto	48
12.4	Varastoautomaatti nopeuttamaan varastokeräilyä	49
12.5	Varastoautomaatin tuottavuuslaskentaa	50
13	JATKOKEHITYSTOIMENPITEET	53

LIITTEET

Liite 1. Tuotantokapasiteetin kuormitus ja toteuman raportointi

Liite 2. Loppukokoonpanon Layoutit

Liite 3. Keräyslistojen ja työkorttien kulku tuotannossa

Liite 4. Keräyskärryn työkuvat

1 JOHDANTO

Varastokeräilyprojektissa oli tarkoituksena suunnitella Europress Group Oy:n loppukokoonpanoon ajanmukainen varastokeräily keräyslistoineen ja keräilykärryineen. Kuten lähes kaikissa projekteissa, tässäkin työmäärä ja projektin laajuus alkoivat kasvaa yksinkertaisemmasta kokonaisuudesta suuremmaksi ja äkkiä huomattiin, että kehitettävä alue kannattaa rajata tarkkaan. Tuotannonkehitys – jonka alle myös varastonjärjestely ja tuotantoprosessin nopeuttaminen luetaan – on kuitenkin pääasiassa jatkuvaa työtä, jota muotoillaan ja parannellaan uusien ideoiden, oppien ja kokemusten myötä.

Ideoita uuteen keräilyjärjestelmään haettiin referenssikäynnin yhteydessä Rocla Oy:ltä. Samalla vierailulla haluttiin tutustua erilaisiin varastoautomaattioratkaisuihin. Vierailulla huomattiin, että varastokeräilymalli, jossa kokoonpanija keräilee asentamansa nimikkeet, oli käynyt vanhanaikaiseksi Europress Group Oy:n nykyisille tuotantovolyyymeille. Jatkuva kasvu ja toivottava tilauskannan lisääntyminen ennen pitkää pakottavat siirtymiseen ns. ulkoistettuun varastokeräilymalliin, jossa nimikkeiden käyttäjien ei enää tarvitse kuluttaa aikaansa osien hakemiseen ja etsimiseen. Päädyttiin suunnittelemaan uudenlaista varastokeräilyä, jossa erilliset varastokeräilijät keräävät varastosta tiettyyn koneeseen tarvittavat osat ja toimittavat ne kokoonpanopaikan viereen asentajalle käytettäväksi. Mahdollisuutena tutkittiin myös varastoautomaattia, joka voisi tukea tällaista keräilyjärjestelmää tarjoamalla sitä varten tehtaan lattiapinta-alan säästöä tuotetta jalostavalle toiminnalle ja keräysnopeutta, kun valtaosan keräilystä voisi suorittaa yhdestä pisteestä.

2 EUROPRESS GROUP OY

Europress Group Oy on vuonna 1977 perustettu jätteenkäsittelylaitteiden ja -järjestelmien johtava valmistaja Pohjoismaissa. Henkilöstöä Europress Groupilla oli vuonna 2010 noin 110 henkilöä ja tytäryritykset sijaitsivat Ruotsissa (Europress AB), Norjassa (Europress AS), Venäjällä (OOO Europress) ja Virossa (Europress OU). Europress Group suunnittelee, valmistaa, välittää ja markkinoi korkealaatuisia jätteenkäsittelylaitteita ja tarjoaa niiden hoitoon liittyviä palveluita. Europress Group Oy:n laatutoimintaa valvotaan laaduntarkistuspöytäkirjoin, jotka täytetään jokaisen valmistuneen tuotteen osalta. Lisäksi ympäristötoiminnan takaamiseksi yritys on toimintansa kautta hankkinut ISO 14001 sertifikaatin. Liikevaihto vuonna 2009 oli noin 26 M€.

2.1 Tehdas

Europress muutti Vantaalta Keravalle uusiin toimitiloihin syksyllä 2009. Uudet isommat tilat mahdollistivat aikaisemmin useampaan toimipisteeseen jaetun toiminnan siirtämistä yhden katon alle. Tämä helpotti huomattavasti tuotantoprosessin hallintaa ja tiedonkulkua yrityksessä.

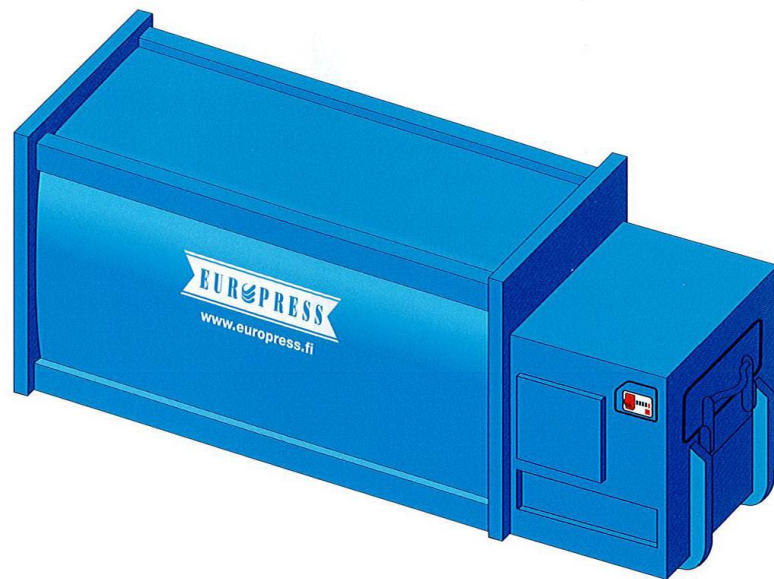
Europress Group Oy:n toimintaa johdetaan Keravan toimipisteestä käsin, jossa myös yrityksen tehdas sijaitsee. Keravalla mm. suunnitellaan sekä valmistetaan jätepuristimia ja vedetään kaikkien myytävien tuotteiden Suomen huoltopalveluja.

2.2 Tuotteet

Puristimia valmistetaan Europress Groupin tehtaassa pääosin kolmea mallia, Combi-, Duo- sekä MiniCombio-puristimia, joita kaikkia tehdään myös isompana max-mallina. Lisäksi tehtaassa valmistetaan kontista irrotettaville jätepuristimille, esim. Duo-mallille sekä alihankintana ostettaville ruuvipuristimille, irtokontteja, joiden tilavuudet vaihtelevat asiakastarpeiden mukaan. Europress Group Oy:n avainasiakkaisiin kuuluvat erilaiset elintarvike- ja päivittäistavaraketjut.

Tuotteita on suunniteltu erilaisille jätejakeille ja niiden variaatioita on lukemattomia. Lisäksi asiakaskohtainen suunnittelu nähdään yhtenä

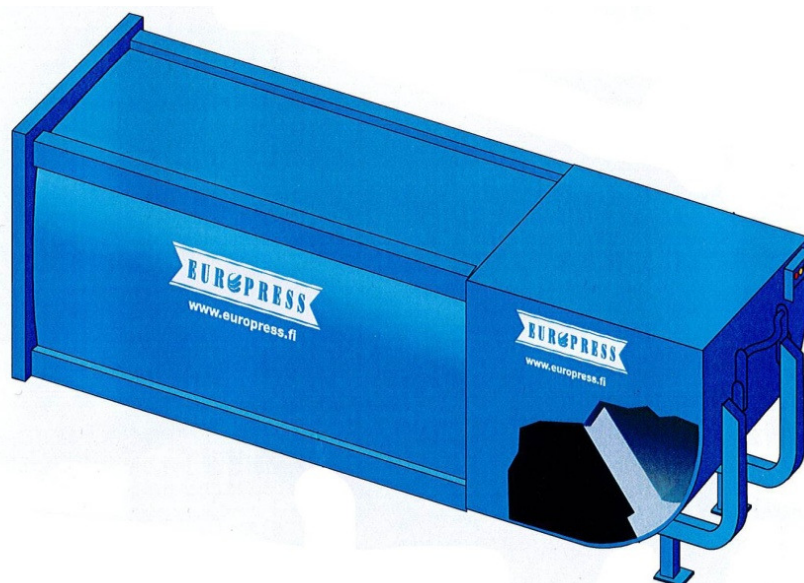
yrittäjien vahvuuksista. Kuvissa 1-8 on listattu muutamia Europress Group Oy:n tarjoamista jäteratkaisuista.



Kuva 1. Combi-puristin on perusmalli, joka on varmatoiminen ja helppokäyttöinen ratkaisu kaikille kohteille, joissa jätettä syntyy kohtuullisesti. Puristinosa on kiinni kontissa. [5.]



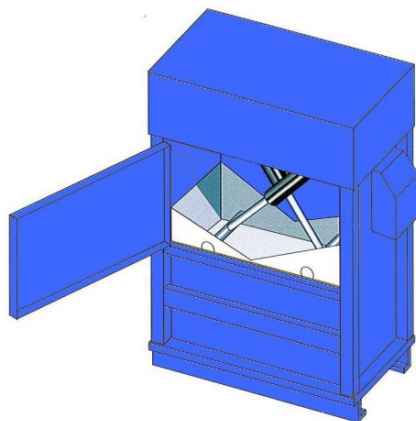
Kuva 2. Duo-puristin on kuten Combi, mutta puristinosa ja kontti irtoavat toisistaan. Tämä mahdollistaa kuljetuskustannusten minimoinnin, sekä puristimen keskeytymättömän käytön. [5.]



Kuva 3. Combio-puristin on suunniteltu biojätteen käsittelyyn (vesitiivis), mutta soveltuu muillekin märkäjakeille. Lisäominaisuuksina ovat mm. hajunpoisto ja pohjan lämmitys. [5.]



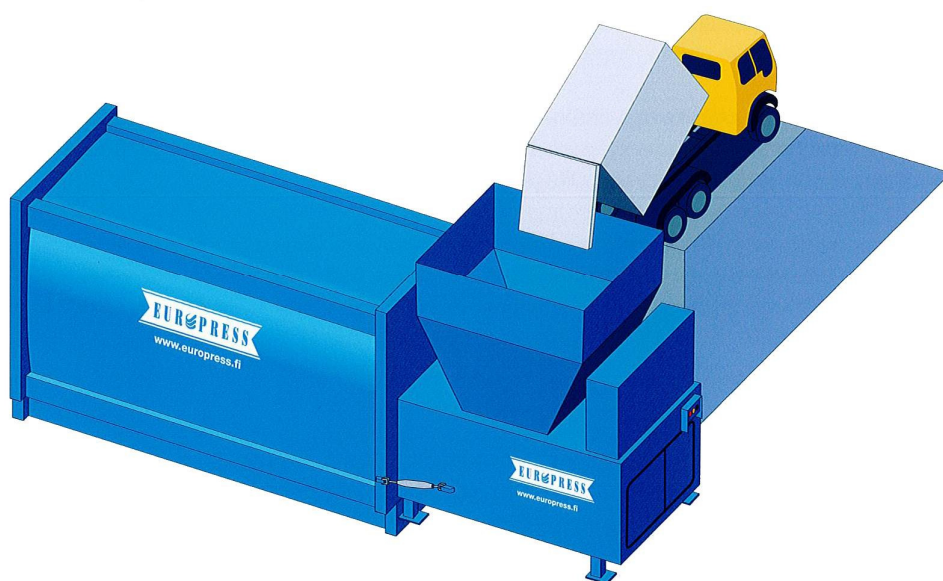
Kuva 4. Ruuvipuristimessa kontti ja puristin irtoavat toisistaan kuten Duo -mallissa. Ruuvipuristin on suunniteltu pääasiassa pahvi- ja muovijakeelle. Puristin ostetaan alihankintana. [5; 6.]



Kuva 5. Erilaiset pahvipaalaimet. Paalaimet ostetaan alihankintana. [5.]



Kuva 6. Erilaiset astiankaatolaitteet [5].



Kuva 7. Siirtokuorma-asema [5].



Kuva 8. Maanalainen jäteasema (Underground Waste Station) [5].

2.3 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjausjärjestelmäksi Europress Group Oy on valinnut IBS Enterprise ohjelmiston, jonka avulla taloushallintoa sekä tilaus- ja toimitusprosessin vaiheita ohjataan ja valvotaan. Lisäksi järjestelmässä pidetään yllä varaston saldoja. Varsinainen tuotannonohjaus ja tuotantokapasiteetin varaaminen hoidetaan kuitenkin ns. valmistuslistan avulla, joka on excel-taulukko, johon kaikki tilatut laitteet listataan toivottuun valmistumisjärjestykseen. Valmistuslistasta näkyy myös laitteen malli, laitteeseen tulevat ominaisuudet ja arvioitu valmistuksen kustannus. Lisäksi listasta käy ilmi mm. onko laite suunniteltu valmiiksi, maa johon se on menossa, työjohton päivittämä valmistuksen vaihe ja valmistumisen eräpäivä. Kaikki nämä tiedot antavat hyvän kuvan työn etenemisestä ja helpottavat resurssien järjestelemistä.

Koneen suunnittelu aloitetaan kun myyjä ilmoittaa, että myyntitilaus on otettu vastaan ja tuotannon kapasiteetti vahvistettu. Kohteen tietojen ja asiakastoiveiden saamisen jälkeen suunnittelija tulostaa konfiguraattorista työkortin valitsemalla koneeseen tulevat ominaisuudet (esim. käyttöpainikkeiden puoli, sähköpistokkeiden puoli, jätejäte, maatunnus yms.). Lisäksi suunnittelija voi kirjoittaa koneen erityispiirteistä kommentteja erityisesti niille suunnitelluille riveille. Erityiskoneiden mukaan suunnittelija

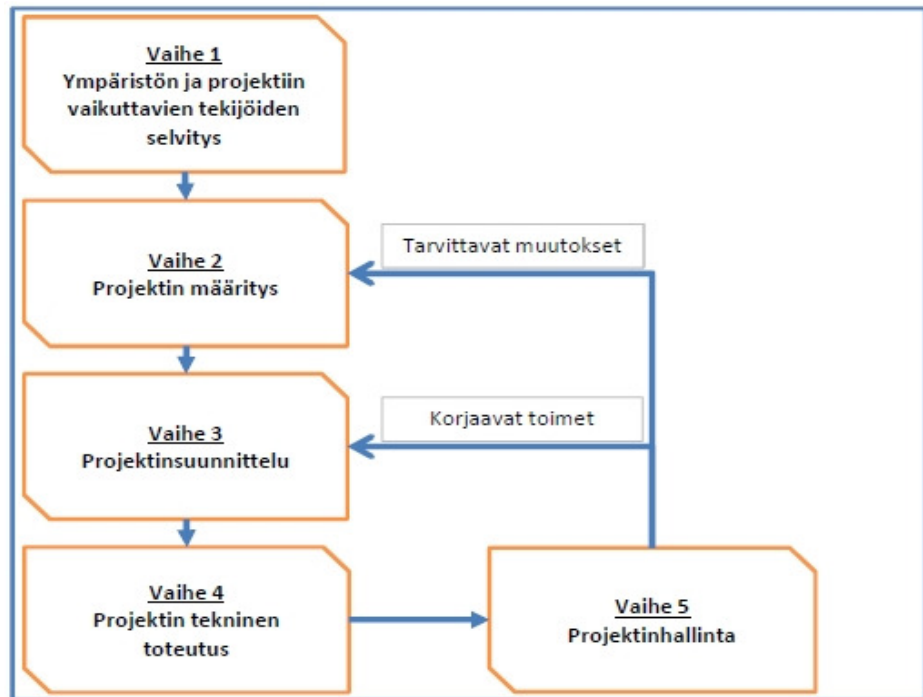
usein myös tulostaa tekemänsä tuotannossa tarvittavat työkuvat ja koneen lopusijaintipaikan layout-kuva, joka selkeyttää koneen valmistuksessa huomioon otettavia seikkoja. Työkorttien tulostamisen jälkeen paperit laitetaan niille tarkoitettuun maatumnuksin lajiteltuun laatikostoon, josta työnjohtaja vie ne tuotantoon. Osavalmistuksella, hitsaamalla ja loppukokoonpanolla on työkortit. Hitsaamon työkortti seuraa konetta hitsaamon läpi maalaamoon asti. Kun kone on maalattu, kokoonpanija ottaa koneen työruutuunsa ja hakee sen kokoonpanon työkortin, jossa on määritetty kokoonpanossa huomioitavat ominaisuudet. Kokoonpanon työkortit laaduntarkastuspöytäkirjoineen ja sähköturvallisuusmittausdokumenteineen arkistoidaan koneen valmistumisen jälkeen. Osavalmistuksen työkortteja tulostetaan vain erityistapauksissa. Lisäksi työkorteissa on työnumerot, joilla töille kirjaudutaan urakoiden valvomiseksi. Myyntilauksen etenemisestä valmiiksi tuotteeksi oli tehty seuranta-kaavio, mutta tehtaan muuton sekä muiden valmistuksen uudistusten jälkeen prosessikaavio ei ollut ajan tasalla ja se vaati päivittämistä. Prosessikaavio tuotantokapasiteetin varauksesta on liitteessä 1.

3 PROJEKTINSUUNNITTELUN TEORIAA

Projekti on erilaisten toimintojen yhdistelmä, jotka sijoittuvat tietyille ajanjaksoille. Kaikille projekteille yhteistä on, että niillä on alku ja loppu. Projektin läpivienti koostuu viidestä komponentista: projektiin vaikuttavista tekijöistä, tieto projektin tavoitteista eli projektin määrittämisestä, suunnitelmasta siitä miten projektin tavoitteisiin päästään, suunnitelman teknisten toimenpiteiden toteutuksesta ja projektin hallinnasta.

3.1 Projektin vaiheet

Ennen projektin määrittäystä pitää ottaa huomioon sen ympäristön vaikutukset, jonne projekti sijoittuu. Huomioon tulee ottaa sekä nykyiset että tulevat projektiin vaikuttavat tekijät, koska projektiympäristön muutokset vaikuttavat projektin hallintaan ja suoritukseen. Tarkemman suunnittelun aloittamista edeltää projektin laajuuden määrittäminen. Yksityiskohtaisempaa projektinsuunnittelua on erittäin hankalaa tehdä, jos projektin laajuutta ja sen komponentteja ei tarkkaan tunneta. Projektin määrittämisessä pitää myös nimetä sen tavoitteet, jotta tiedetään mihin pyritään ja projekti voi aikanaan valmistua. Projektin määrittäminen voi muuttua sen teknisen toteutuksen aikana jos esim. huomataan, että tavoitteet eivät ole enää niitä mitä halutaan tai jos projektin toteuttamiselle tulee suunnitelmista poikkeavia rajoitteita. Projektinsuunnittelussa määritetään projektin vaatimien resurssien määrä, niiden hinta ja projektin kesto. Projektin suunnitelmissa tapahtuu usein muutoksia projektin toteutuksen aikana huomattaessa etteivät kaikki alkuperäisistä suunnitelmista päde tai löydetään parempia tapoja päästä projektin tavoitteeseen. Projektin tekninen toteutus perustuu aikaisemmin tehtyjen suunnitelmien toteuttamiseen ja projektin vaiheiden läpivientiin. Projektinhallinta koostuu projektin teknisen toteutuksen valvomisesta ja ennakoimattomien ongelmien ratkaisusta, jotka voivat muuttaa projektin määrittäystä ja suunnitelmaa. Kuvassa 9 on esitelty projektin vaiheita ja projektin aikana siinä tapahtuvaa muutosta. [3, s. 463.]



Kuva 9. Projektin vaiheet [mukailtu 3, s. 462].

3.2 Kriittisen polun menetelmä

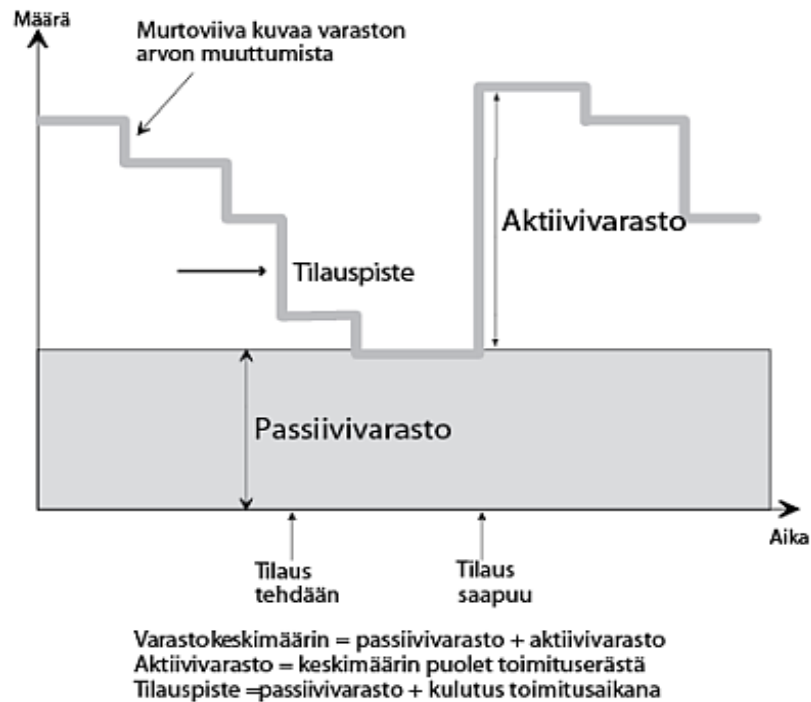
Projektin läpiviemiseksi on kannattavaa tehdä myös yksityiskohtainen aikataulu, jossa on määritetty mitä projektin vaiheita suoritetaan milläkin aikavälillä. Yleinen projektin läpivientiaikataulun määrittämisen menetelmää kutsutaan kriittisen polun menetelmäksi (eng. Critical Path Method). Em. menetelmä perustuu lyhyimmän reitin löytämiseen projektin läpiviemiseksi ajoittamalla kaikki sen suorittamisen vaiheet ja määrittämällä vaiheiden toisistaan riippuva järjestys esim. betonin valamista ei voi tehdä ennen raudoitusta. Kriittisen polun menetelmässä tärkeimmiksi komponenteiksi valikoituvat vaiheet, jotka sijaitsevat kriittisellä polulla ja niiden suorittaminen ei saa viivästyä tai koko projekti viivästyy. [3, s. 475.]

4 VARASTONOHJAUKSEN TEORIAA

Materiaalin ohjaus on yksi tuotannonohjauksen peruskomponenteista. Ilman materiaalia valmistustyyppinen tuotanto pysähtyy. Materiaaliohjauksen trendinä nykyaikana on optimoida varaston koko niin, että varastoihin ei ole sidottuna paljon pääomaa, mutta toisaalta tavara ei saa loppua kesken. Varastoja tulisi siis pienentää, mutta samalla varmistaa, että tavaraa on aina tarpeeseen. Erilaisia varastoseuranta ja -ohjaustapoja on kehitetty manuaalisista hälytysrajakorteista aina hieman modernimpiin viivakoodi- ja RFID-teknologioihin. Tavarantoimitus on syytä varmistaa, koska tuotannon näkökulmasta tavara alkaa usein maksaa vasta siinä vaiheessa eniten, kun se puuttuu. Työn, pääoman ja tilan käytön tulee olla tehokasta ja jalostavan työn osuus toiminnasta tulee maksimoida. Varastointi harvoin nostaa tuotteen arvoa asiakkaan silmissä. Poikkeuksena on kuitenkin tilanne, jossa asiakasverkosto ja alihankkijayritys näkevät varastoimisen tarpeelliseksi esimerkiksi lyhyiden toimitusaikojen vuoksi.

”Parempi, että yksi varastoi kuin että kaikki varastoivat” [4, s. 77].

Varastojen optimoiminen vaatii yritykseltä hyvää informaationkulkua, jota käytetään materiaalivirtojen ohjaamiseen. Suuri passiivivarastojen koko kertoo yrityksen informaatiiovirran häiriöistä, materiaalisuunnittelun välinpitämättömyydestä ja huonosta logistisesta toiminnasta. Hyvän logistiikan ja informaatiiovirran omaava yritys on optimoinut passiivivarastojen koot minimiin. Kuvassa 10 on esitetty perinteinen malli aktiivivaraston nimikemäärien vaihtelusta.



Kuva 10. Varastojen synty. Aktiivi- ja passiivivarasto. [4, s. 75.]

4.1 Osahankinnan kehittäminen

Osahankinnan kehittämisen perustana on asiakkaan oma ohjattavuus. Ennen myyntiorganisaatioiden toiminnan kehitystä pitää ratkaista oman yrityksen isoimmat hankintaongelmat. Osahankinnan kehitettäviin asioihin kuuluu mm. juuri oikeaan tarpeeseen (engl. Just In Time) -periaate, jonka mukaan materiaalit kulkevat organisaatiossa suoraan jalostaviin työvaiheisiin ilman välivarastointia. JIT-periaate onkin hyvä ohjenuora kiinteän pääoman pienentämiseksi, mutta sen filosofiaa ja varastojen minimoimista tulee noudattaa kohtuuden rajoissa. Usein kalliissa komponenteissa ja myyntinimikkeissä maksaa enemmän puute, ei varastointi. Muita osahankinnan kehittämisen komponentteja ovat tiedonkulku (sisäinen ja ulkoinen), tilausten setittäminen ja toimitustarkkuus. [5, s.124.]

4.2 Taloudellinen eräkoko

Taloudellisen eräkoon – EOQ (Economical Order Quantity) – määrittämiseen on kehitetty erilaisia keinoja, mutta taloudellinen eräkoko on riippuvainen tuotannon voluumista, joten se on harvoissa tapauksissa tasaista. Optimiostoerän määrittämiseen on luotu myös matemaattisia malleja mm. Wilsonin kaava, mutta useimmissa malleissa on oletuksena, että kysyntä on vakio. Muuttuvassa erätuotannossa optimieräkoko on hankalaa,

ellei mahdotonta määrittää ja tällöin usein turvaututaan ns. visuaalisiin malleihin ja isoihin varmuusvarastoihin. Matemaattisista malleista saa kuitenkin hyvän arvion, jota voi käyttää pohjana eräkokojen optimointiin. Yrityksen materiaalivastaavan tehtäviin kuuluu jatkuvasti seurata myynnin sekä tuotannon menekkiä ja tehdä tilaukset aina viimeisimmän saatavissa olevan tiedon pohjalta. [4, s. 71.]

Toisaalta varastoja optimoidessa tulee ottaa huomioon, että tiheät tilausvälit ja pienet eräkoot kasvattavat muita kuluja, esimerkiksi tilausten valvomista, kuljetuksia, käsittelyjä ja tarkastamisia. Lisäksi joissain tapauksissa isoista eräkoista voi saada alennuksia ja tällöin kannattaakin harkita eräkoon kasvattamista ottaen varaston käsittelykapasiteetti huomioon. [4, s. 71.]

5 LAYOUT-SUUNNITTELUN TEORIAA

Layout-suunnittelulla hallitaan järjestelmän muuttuvien resurssien sijoittamista toisiinsa nähden ja tehtävien jakamista näihin resursseihin. Resurssien sijoitus ja niihin jaettavat tehtävät määrittävät virtausten kulun järjestelmässä. Erilaisiin valmistusjärjestelmän virtauksiin kuuluvat mm. tuote-, materiaali-, informaatio- ja henkilövirtaukset. Mikäli layout on suunniteltu huonosti, järjestelmän virtaukset kulkevat monimutkaisesti, mistä seuraa pitkät läpimenoajat, joustamaton toiminta ja korkeat ylläpitokustannukset. Pienikin muutos layoutissa muuttaa virtauksia ja vaikuttaa järjestelmän kustannuksiin sekä tehokkuuteen. Layout-muutosten tekeminen häiriinnyttää lähes poikkeuksetta prosessin ja aiheuttaa viivästyksiä valmistuksessa, mikä johtaa asiakastyytymättömyyteen. Edellä mainitusta johtuen layout-suunnitelman käyttöönotto tulisi suunnitella mahdollisimman hyvin, jotta valmistuksen häiriöt saataisiin minimoitua.

Nigel Slackin, Stuart Chambersin ja Robert Johnstonin Operations Management-kirjassa on eritelty hyvän layoutin ominaisuudet seuraavasti:

1. Turvallisuus: Kaikkiin vaarallisiin prosesseihin tulee olla rajattu pääsy.
2. Lyhyet etäisyydet: Materiaalien, informaation ja muiden resurssien virtojen tulee kulkea mahdollisimman lyhyitä reittejä.
3. Selkeä virtaus: Kaikki materiaali- ja tuotevirrat tulisi olla selvästi merkitty ja henkilöstölle itsestään selviä.
4. Henkilökunnan viihtyvyys: Henkilökunta tulisi olla sijoitettu alueelle, jolla ei ole melua, häiriötekijöitä tai muita epämieluisia valmistusjärjestelmän osia.
5. Työnjohdon sijainti: Valvonnan ja työnohjauksen tulisi sijaita keskeisellä paikalla suhteessa henkilöstön sijaintiin ja viestintävälineisiin.
6. Esteettömyys: Kaikkien koneiden ja tilojen tulisi olla helposti siivottavissa ja huollettavissa.
7. Tilan käyttö: Tila pitää käyttää oikein ja hyödyllisesti, mikä usein tarkoittaa, että käytettävä tila tulee minimoida.

8. Joustavuus: Hyvin suunniteltu layout antaa mahdollisuuden muutoksille ja ottaa huomioon myöhemmät järjestelmän tarpeet. [3, s. 179.]

5.1 Layout -tyyppien määrittely

Layout-suunnittelussa käytetään apuna määritettyjä peruslayout-tyyppejä, joilla on kullakin omat hyvät ja huonot ominaisuutensa. Peruslayout-tyyppeihin kuuluvat: kiinteätyyppinen, funktionaalinen, solutyypinen ja tuotetyyppinen (linja) layout.

5.1.1 Kiinteätyyppinen layout

Kiinteässä layoutissa informaatio ja ihmiset liikkuvat tuotteen tarpeiden mukaan. Työn alla oleva tuote on paikallaan ja työ tapahtuu sen ympärillä. Kiinteän layoutin valinta johtuu usein siitä, että prosessoitava tuote on liian iso, painava tai herkkä siirrettäväksi. Kiinteätyyppisen layoutin edut ovat mahdollisuus suureen tuotevalikoiman vaihteluun ja tuotteelle tehtävien työtehtävien monipuolisuus. Kiinteän layoutin haittapuolet ja rajoitteet ovat korkea tuotekohtainen kustannus, iso tilankäyttö ja valmistuksen työtehtävien aikataulut. [3, s. 180.]

5.1.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalista layoutia kutsutaan toisinaan prosessilayoutiksi, koska se mukautuu prosessin muuttuviin resursseihin. Funktionaalisessa layoutissa samankaltaiset resurssit ovat sijoitettu lähemmäksi, josta aiheutuu usein materiaali-, informaatio- ja henkilöstövirtojen järjestyminen valmistusvaiheiden mukaisesti. Funktionaalisen layoutin etuja ovat iso tuotevalikoiman joustavuus, hyvä häiriönsietokyky ja valvottavuus. Toisaalta funktionaalinen layout on vaikeasti hallittavissa monimutkaisen virtauksen takia, mikä johtaa usein isoon keskeneräiseen tuotantoon (KET). [3, s. 181.]

5.1.3 Solutyyppinen layout

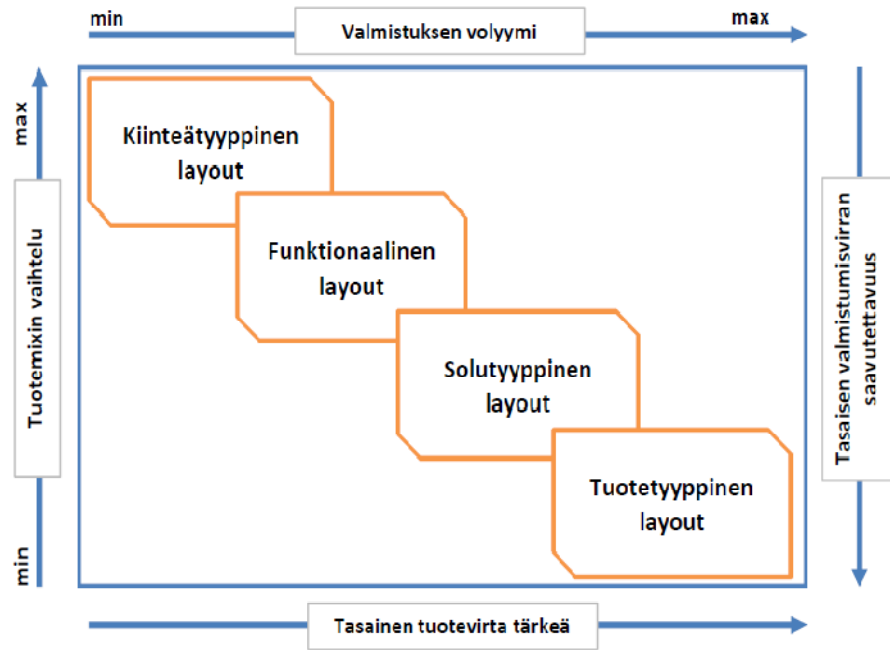
Solutyyppisessä layoutissa muuttuvat resurssit (esim. työstökoneet) on sijoitettu yhdelle alueelle (solu), jonne tuote tuodaan prosessoitavaksi. Työsolussa tuotteelle tehdään kaikki työvaiheelle kuuluva työ. Esimerkiksi levytyösoluun, jossa leikataan ja kantataan levyjä, tulee hankkia sopivat työkalut kyseisiä työvaiheita varten. Yleensä tuotteen valmistusprosessissa pyritään välttämään tuotteen kulkemista solulta toiselle, koska se aiheuttaa välivarastoja kuten funktionaalisesti toimivassa tuotannossa, joka puolestaan

johtaa isoon keskeneräiseen tuotantoon. Solutyyppisen layoutin eduiksi voidaan lukea nopea läpäisy, järjestettävyyys erilaisille tuotteille ja solussa toimivien tiimien tai ryhmien helppo valvonta ja motivointi. Solutyyppisen layoutin rajoitteet ovat layout-muutosten hinta ja solujen viemä tila. Solutyyppinen tuotanto on hyvin yleistä perinteisessä suomalaisessa alihankintakonepajassa. [3, s. 183.]

5.1.4 Tuotetyyppinen layout (tuotantolinja)

Tuotetyyppisessä layoutissa muuttuvat resurssit jaetaan optimaaliseen järjestykseen siten, että valmistuksen vaatimukset huomioidaan. Tuote kulkee jokaisen resurssin läpi, jossa tuotteelle tehdään kaikki tarvittavat työvaiheet (tuotantolinja). Tuotteen valmistusvirta on tuotetyyppisessä tuotannossa ennustettavissa ja helposti hallittavissa. Lisäksi tuotetyyppisen tuotannon etuja ovat pienet tuotekohtaiset kustannukset ja hyvät mahdollisuudet robotiikalle tai muille uudenaikaisille valmistustekniikoille. Tuotetyyppisen layoutin rajoitteet ovat mahdollisuus vain pienelle tuotevaihtelulle, huono häiriönsietokyky ja se, että työntekijälle linjatyyppinen työ voi olla melko yksitoikkoista. [3, s. 183.]

Kuvan 11 kaaviossa on kuvattu erilaisten perustyyppisten layoutien rajoitteiden ja mahdollisuuksien vaihtelu. Kuvaa tarkastellessa voidaan huomata, että kiinteätyyppisen layoutin vahvuus on tuotevalikoiman vaihtelu, mutta sen rajoitteina ovat valmistuksen volyyymi ja tasaisen valmistusvirran saavutettavuus.



Kuva 11. Layoutin valintaan vaikuttavia tekijöitä [mukailtu 3, s. 187].

Harvoin layoutin valinta on kuitenkaan niin yksinkertaista, että sopivuuden näkisi suoraan taulukoista tai kaavioista. Usein tehdasta suunnitellessa tai vanhaa layoutia päivittäessä perustyyppisiä layout-vaihtoehtoja kannattaa pitää ohjaavina ja etsiä kyseessä olevalle valmistusmuodolle vaihtoehtoista sopivimmat komponentit. Sekatyyppisiä layouteja, joissa on yhdistelty kaikkia peruslayout-vaihtoehtoja, on myös olemassa.

6 TAVOITTEET JA LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS

Europress Group Oy:n keskipitkän aikajänteen tavoitteena on nostaa sekä tehtaan että myynnin kapasiteettia noin 25 %. Aika-ajoin on huomattu, että tehtaan valmistus laahaa hieman myynnin perässä ja toimitusajat asiakkaille ovat kiireisimpinä kuukausina liian pitkiä. Europress on tähän mennessä panostanut valtaosan tuotannonkehityksestä tehtaan hitsaamon puolelle ja loppukokoonpanoa ennen olevien osastojen käydessä täydellä kapasiteetilla koneet ruuhkauttavat loppukokoonpanon pään hallista. Lisäksi kuukauden viimeisinä päivinä informaatio työjärjestyksestä ei kulje tuotantoon tarpeeksi jouhevasti. Työnjohdolla ei ole työkaluja valvoa sitä, että kuukauden loput koneet valmistuisivat oikeassa järjestyksessä niin, ettei seuraavan kuun koneisiin vielä koskettaisi. Haasteeksi asetettiin, miten loppukokoonpanon kapasiteettia saisi nostettua ilman kalliita investointeja ja miten tuotannonohjausta ja sen seuranta saisi kehitettyä.

6.1 Keräilyjärjestelmän uudistuksen tavoitteet

Päätavoitteena varastokeräilyn muutoksessa oli saada ottoetäisyydet pienemmiksi ja tavaroiden keräily systemaattiseksi ja näin nopeammaksi. Lisäksi varaston hallinnan odotettiin helpottuvan, kun kaikki tavara laitettaisiin järjestykseen. Lisäksi etukäteen tehtävä varastokeräily mahdollistaisi osapuutteiden huomaamisen ja niihin reagoinnin ennen kuin puutteet tulevat akuuteiksi. Pääsääntönä voisi olla esimerkiksi, että koneen kokoonpanoa ei aloiteta, jos kaikkia osia ei ole keräilty. Varaston nimikkeiden hallittavuuden lisäksi varasto on helppo pitää siistinä, kun muutama vastuunalainen henkilö saadaan nimettyä huolehtimaan sen hoidosta. Tavoitteena olisi, että muiden kuin näiden nimettyjen henkilöiden – ja erikseen sovittuna huolto-osastolla työskentelevien – ei tarvitsisi asioida varastolla.

”Työpaikan kehittämisessä ensimmäinen toimenpide on puolittaa ottoetäisyydet” [1, s. 170].

Jatkokehitystoimena päätettiin varastokeräilyjärjestelmän jälkeen myöhemmin luoda varastosaldojen tarkkailemiseksi ns. hälytysrajasysteemi, jossa jokaiselle nimikkeelle luotaisiin oma hälytysrajakortti, jonka avulla huomattaisiin milloin nimikemäärä on kulunut varastosta siihen pisteeseen, että sitä tarvitsee tilata lisää. Järjestelmälliseen ja hyllypaikkamerkittyy-

varastoon tällainen hälytysrajakorttijärjestelmä olisi huomattavasti helpompi luoda kuin aikaisempaan epäjärjestyksessä olevaan varastoon. Lisäksi tilan avarruttua voisi seuraavassa vaiheessa miettiä kokoonpanijoiden työkalutarpeen kartoittamista ja työkalujen järjestämistä yrityksessä käytössä olevan 5S menetelmän mukaisesti siististi oikeille määritetyille paikoilleen. Työkalujen järjestäminen parantaisi myös työpisteiden ja siisteyttä ja helpottaisi työkalujen löytämistä, joka tarkoittaa että työnteko nopeutuu.

”Tuotannon yleisimpiä tuhlauksen muotoja ovat pitkät ottoetäisyydet, etsimiset, siirtelyt ja odottamiset sekä työvaiheiden väliset välivarastoinnit” [1, s.184].

6.2 Lähtötilanteen kartoitus

Lähtötilanteen kartoitus aloitettiin vanhan varaston koon määrittämisellä. Aluksi selvitettiin varastossa olevat aktiivinimikkeet, tarkastettiin niiden varastointitapa ja laskettiin, riittääkö kaavaillun varastopaikan tila kaikkien tarvikkeiden varastointiin. Tämä tarkoitti, että käytiin läpi jokainen koneisiin keräiltävä loppukokoonpanon osa (n. 280 nimikettä) ja selvitettiin niiden vuosittainen kulutus. Nimikemäärien ja niiden kulutuksen kartoittamisen jälkeen menttiin loppukokoonpanon varastoon tarkastamaan, missä ja miten osia säilytettiin. Aktiivivarastoon menevien osien varastointitapa taulukoitiin lavatyypin mukaan (esim. fin-, eur-, ja teholava), minkä perusteella laskettiin, montako hyllymetriä aktiivivarasto vaatii. Tämän jälkeen mitattiin uuden kaavaillun varastopaikan tila ja laskettiin, montako hyllyä siihen mahtuu. Varmuudeksi loppukokoonpanossa käytiin vielä laskemassa eniten kulutettujen tuotteiden lavamäärä ja tulokseksi saatiin 43 eurolavaa. Uuden varastosuunnitelman layoutista laskettiin, että aktiivivarastopaikkoja on eurolavoille 42 kappaletta. Yhtä kuormalavaa ei olisi kovinkaan vaikea tiivistää, mutta pieni osa tavaroista – jotka havaittiin keräilyyn sopimattomiksi - päätettiin jättää paikoilleen, joten tiivistämistä ei katsottu vielä ajankohtaiseksi. Lisäksi uuteen layoutiin jätettiin mahdollisuudeksi lisätä kaksi kappaletta lisähyllyjä, jos niille tulisi myöhemmin tarvetta. Lisäksi, jos alunperin suunniteltu tila ei riitä, varastolla on reilusti tilaa kasvaa ylöspäin esim. varastoautomaation tarjoamin mahdollisuuksin (varastoautomaatin hankintaa eritelty kappaleessa 12).

Laskettaessa aktiivnimikkeiden viemää hyllymetrien määrää ja uuden varaston kokoa oli otettava huomioon, että keräily tapahtuisi pääosin hyllyn alta, lattialta, ja ensimmäiseltä hyllytasolta. Ensimmäistä hyllytasoa korkeammalle ulottuvassa keräilyssä oli otettava huomioon, että keräiltävä tavara on kompaktilta ja kevyttä. Ylemmät hyllytasot – 3. ja mahdollinen 4. taso – päätettiin pääosin varata varmuusvarastoille ja harvoin käytettävien nimikkeiden varastointiin.

Varaston kartoituksen jälkeen piti tutkia, miten varastokeräily nykyisin tapahtuu, mitkä ovat sen hyvät ja huonot puolet ja ennen kaikkea kauanko se vie aikaa. Varastomiesten ja kokoonpanijoiden kanssa käydyissä pystypalaverissa selvisi nopeasti, että varaston nimikkeiden sijoittelu ei ole kaikilta osin looginen ja keräily tapahtuu siinä järjestyksessä, mitä osaa kokoonpanija on milloinkin koneeseen asentamassa. Ainoa ohjeistus keräilyyn oli, että yhden, työn alle otettavan vaiheen osat tulisi yrittää keräillä kerralla. Tämä ei kuitenkaan läheskään aina onnistunut, koska osia oli enemmän tai ne painoivat liikaa yhdellä kertaa keräiltäväksi. Lisäksi yllättävän iso osa varaston tavaroista havaittiin epäkuranttisiksi ja ne sopisivatkin paremmin huollon kuin tuotannon varastoon. Haastatteluiden perusteella vaikutti siltä, että varastoinnin ja varastokeräilyn kehittämiseksi ei tähän mennessä yrityksessä ollut kohdistettu paljon resursseja. Haastateltavilta henkilöiltä kysyttäessä vaikutti siltä, että he suhtautuivat pääosin positiivisesti muutokseen, eikä negatiivisia kommentteja esiintynyt ainakaan aluksi. Ainoaksi huonoksi puoleksi esiin nousikin vain uuteen keräilymalliin totutteluun kuluva aika. Kyselyjen jälkeen päätettiin järjestää peruskoneelle koe-keräily ja mitata, kauanko siihen kuluu aikaa nykyisellä varastomallilla (tulokset kappaleessa 9.1).

7 KERÄYSJÄRJESTELMÄN UUDISTUKSEN SUUNNITTELU

Vaihtoehtoja varastokeräysmalleille ja niiden toiminnalle mietittiin useita. Vaihtoehtoina olivat muun muassa kokoonpanijoiden tai varastokeräilijän keräily nykyisistä järjestykseen pistetyistä varastohyllyistä ja kokoonpanijoiden itse tekemä keräily muutetusta varastosta, mutta lopulta kustannustehokkaimmaksi ja selkeimmäksi vaihtoehdoksi nähtiin malli, jossa tuotantoprosessista erillinen varastokeräilijä, varasto- tai käytävämies, kerää loppukokoonpanossa tarvittavat osat niiden asentajalle valmiiksi.

Projektin toteutus vaati loppukokoonpanon hyllyvaraston siirtämisen loppukokoonpanon hallin kulmaan, samalla irrottaen se tuotantoprosessista. Tarkoituksena on, että varastokeräilijä voisi edetä systemaattisesti hyllyrivistöä pitkin poimien koneeseen tarvittavat osat. Tällaista systeemiä varten tulee luoda keräyslistat, jotka toimitetaan manuaalisesti keräilijälle, ennen pintakäsittelyä koneen hitsauskokoonpanon jälkeen. Näin keräilijällä olisi aikaa kerätä osat valmiiksi ennen kun kone kuivuu ja otetaan työn alle kokoonpanoruutuun. Keräily on tarkoitus tehdä erityisesti suunniteltuun pyörillä kulkevaan kärryyn, jota on helppo liikutella tuotannossa ja jonka saa työnnettyä lähelle kokoonpanopaikkaa. Ideana on, että koko päivän keräilyt voisi tehdä joko edellisenä päivänä tai aamulla muutaman tunnin aikana ja siirtää kärryt niille määrättyyn odotuspaikkaan, josta asentaja voi koneen maalausvaiheen valmistuttua hakea työn alle ottamansa koneen kärryn työkortteineen. Alun perin tehtaan pohjapiirustusta tehdessä loppukokoonpanon hallin kulmasta oli varattu osa eräänlaisia näyttelytilaa varten, jossa koneita esiteltäisiin asiakkaille (liite 2 (1)). Näyttelytila ei kuitenkaan osoittautunut hyväksi ratkaisuksi tehtaassa esiintyvän melun takia ja vielä parempien palaveritilojen sijaitessa yrityksen toimiston puolella. Uusi varasto päätettiin siirtää vanhan näyttelytilan alueelle, koska siitä oli ajan saatossa kehkeytynyt sekalainen lavavarasto harvoin menevälle erikoistavaralle. Uusi varasto ei hukkatilaan sijoitettaessa veisi tehokasta lattiapinta-alaa ja siksi kaikki loppukokoonpanossa hyötykäyttöön jäävä tila voidaan ajatella kustannustehokkaana.

Keräilyuudistuksen täydentämiseksi mietittiin myös uudenaikaista hissityyppistä varastoautomaattia. Varastoautomaatti säästäisi varaston lattiapinta-alaa ja nopeuttaisi keräilyprosessia sinne ohjelmoitavien vakiokeräyslistojen avulla. Lopulta päädyttiin kuitenkin ratkaisuun, jossa

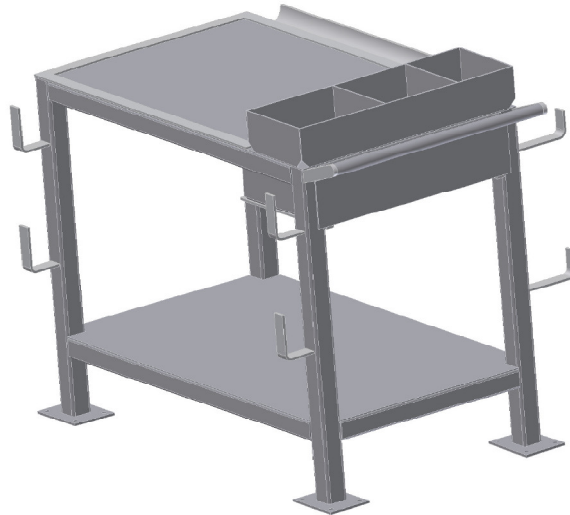
varastoautomaatin hankinta unohdettiin ja päätettiin pistää ensin perusteet kuntoon ja hankkia automaatti ehkä myöhemmin tukemaan keräilyä, mikäli se havaitaan tarpeelliseksi. Varastoautomaatin hankinnasta ja siitä aiheutuvista kustannuksista sekä säästöistä ehdittiin kuitenkin tekemään tutkimusta ja tuottavuuslaskelmia. Eri varastoautomaattivalmistajien vaihtoehtoja vertailtiin parhaimman ratkaisun löytämiseksi. Varastoautomaatin hankinnan esittelyä ja tuottavuuslaskelmia on esiteltynä kappaleessa 12.

7.1 Keräilykärryn suunnittelu

Varastokeräilyn järjestelmäpohjaisen suunnittelun lisäksi piti suunnitella varastokeräilylle kärri, johon keräiltävät nimikkeet keräiltäisiin varsinaista kokoonpanovaihetta odottamaan. Tätä varten pohdittiin myös valmiiksi suunniteltuja – kaupallisia - vaihtoehtoja, mutta lopulta päädyttiin itse suunniteltuun ja valmistettuun karruun. Suunnittelussa päätettiin erityisesti ottaa huomioon keräiltävät nimikkeet ja suunnitella kärri niitä varten.

Keräilykärryn suunnittelu lähti siitä, että aluksi määritettiin kaikki ne nimikkeet, joita siihen keräillään. Kärri päätettiin myös rakentaa tarpeeksi vahvaksi myöhemmin mahdollisesti tapahtuvaa hydraulikkasynterien keräilyä varten. Keräiltävien nimikkeiden määrittämisen jälkeen alkoi karrun luonnostyö, jossa käytettiin apuna jo valmiiksi suunniteltuja kaupallisia malleja. Myytävät karrut vaikuttivat kuitenkin pieniltä ja melko heppoisilta tarkoitukseen ja näin päätettiinkin, että karrusta tehdään mahdollisten myöhempien tarpeiden mukaan varten hieman järeämpi. Kärryn ulkomitoiksi valikoituivat useimpien kaupallisten mallien mukaan: pituus 1000 mm, korkeus 1000 mm ja leveys 800 mm. Kärryn suunniteltiin kaksi tasoa, joista ylemmälle tuli keräyslaatikot, joihin pienempiä osia on helppo lajitella ja laittaa niin etteivät ne tipu karrusta liikutellessa kyydistä. Ylemmän tason alle, työntöaisan puolelle päätettiin suunnitella myös laatikko, johon yleisesti meneviä tavaroita voisi laittaa. Laatikko havaittiin kuitenkin ensimmäisen ”proto” karrun valmistuttua ja koekeräilyjä tehdessä tarpeettomaksi, joten myöhemmistä karruista se päätettiin jättää pois. Kärriä päätettiin myös hieman madaltaa ensimmäisestä (uusi korkeus 900 mm), koska ylempi taso osoittautui ergonomisesti hieman liian korkeaksi keräiltäessä painavampia nimikkeitä. Myöhemmin karruihin lisättiin myös irtotavara-irtonaiset niin sanotut kaupintavarastolokerit, joihin yleisimpiä prikoja ja pultteja varastoitiin.

Pääsääntönä kaupintavarastolokerikoissa oli, että tavara ei saanut ikinä päästä loppumaan. Kärryjä suunnitellessa piti ottaa myös huomioon niihin tulevien pyörien rakennekorkeus, joka oli n. 200 mm. Keräilykärryn työkuvat ovat liitteessä 4.



Kuva 12. Keräilykärryn kokoonpanokuva.

7.2 Varaston layoutin suunnittelu

7.2.1 Vanhan layoutin päivitys

Ennen uuden layout-suunnitelman tekoa edellinen layout piti päivittää, jotta suunnittelu voitiin aloittaa silloisesta nykytilanteesta. Tehdasta suunniteltaessa oli kokoonpanoon suunniteltu esittelytila yrityksen markkinointia varten, jossa asiakkaille olisi voinut esitellä myytävien laitteiden toimintaa. Tehdastiloissa oleva esittelytila oli kuitenkin havaittu huonoksi ratkaisuksi likaisuuden ja melun vuoksi, joten siitä päätettiin luopua. Tästä tilasta kehkeytyi ajan saatossa sekainen lattiavarasto, jossa tavara seiso ja odotti joskus pitkäänkin oikealle paikalle vientiä. Päätettiin, että kyseinen vanha näyttelytila muutettaisiin tehtaan uudeksi keräilyvarastoksi. Tällaisten ns. turhien tilojen minimointi kuuluu tehokkaaseen tehdassuunnitteluun, ja ääritapauksissa yritykset ovat jopa sulkeneet tällaisten alueiden käytön tehdastiloissa niin pitkäksi aikaa, kunnes alueille on kehitetty jotain tuottavaa toimintaa.

7.2.2 Uuden layoutin suunnittelu

Uuden layoutin suunnittelu aloitettiin siitä, että kokoonpanon layout tyhjennettiin kaikista siellä olevista varastointipisteistä, hyllyistä yms. Seuraavaksi mietittiin, mikä osa layoutista tulee jättää koskematta. Esimerkiksi kokoonpanopaikat päätettiin jättää vanhoille paikoilleen, koska nosto-ovet, joiden kautta valmiit tuotteen viedään ulos, sijaitsivat määrättyillä paikoilla. Pääsuunnittelu keskittyi varastohyllyjen sovittamiseen uuteen paikkaan niin, että tilaan mahtuisi mahdollisimman paljon hyllyjä ja keräily sujuisi mahdollisimman vaivattomasti. Lopulta päädyttiin kahteen vaihtoehtoiseen vaihtoehtoon: ensimmäisessä vaihtoehdossa hyllyt olivat kokoonpanon lyhyellä seinällä niin, että keräily olisi tapahtunut suoraviivaisesti eteenpäin kävellen ja keräillen ja toisessa vaihtoehdossa hyllyt olivat poikittain kolmessa rivissä vanhan näyttelytilan alueella niin, että keräily kulkisi hyllyvälistä seuraavaan (liite 2 (3)). Lopulta päädyttiin toiseen vaihtoehtoon, hyllyt poikittain kolmessa rivissä, koska ensimmäisessä vaihtoehdossa varastointitila olisi jäänyt pienemmäksi ja pintakäsittelystä kuivumaan siirrettävät koneet olisivat todennäköisesti tukkineet tien varastolle. Valitun vaihtoehdon hyllyväliä haluttiin saada niin pieniksi, että houkutus ylimääräisen tavaran tuomiseen välivarastointiin olisi myös mahdollisimman pieni tai mahdotonta. Ratkaisuksi keräilyvaraston pienien hyllyvälien logistiikan hoidolle päätettiin hankkia pieni pinoamistrukki, jonka käyttöön keräilystä vastaavilla henkilöillä on yksinoikeus. Varastotrukin hankinta on eriteltyinä kohdassa 8.2.

7.3 Keräyslistan tulostuminen toiminnanohjausjärjestelmästä

Ennen uuden keräilyjärjestelmän käyttöönottoa tuli miettiä, miten keräily koordinoidaan ja miten keräilijä muistaa kerätä oikeat osat varastosta ilman unohduksia. Ratkaisuksi keksittiin kaksi vaihtoehtoa: ensimmäisessä vaihtoehdossa keräilijällä olisi olemassa valmiit yleispätevät keräyslistat tietyille konetyypeille ja erikseen keräiltävät erikoisosat listattaisiin koneen mukana kulkeviin työkortteihin, toisessa mallissa jokaisen koneen työkortin mukaan tulostettaisiin keräyslista, jonka avulla varastokeräily tapahtuisi järkevästi eikä osia varmasti unohtuisi. Molempien mallien etujen ja haittojen vertailun jälkeen päätettiin keräily toteuttaa mallilla, jossa jokaisen työkortin mukaan tulostettaisiin keräyslista järjestelmästä. Tähän malliin päädyttiin, koska tuotannossa on melko paljon standardista poikkeavia erikoisuuksia ja

jos erikoisosien keräily välillä unohtuisi tai työkortit eivät olisikaan ajan tasalla, esikeräilyn perusidea vesittyisi ja kokoonpanijoiden usko keräilyn toimivuuteen loppuisi. Mallin käyttöönoton jälkeen kuitenkin päätettiin pohtia, olisiko vakiokeräyslistojen tulostaminen myöhemmin mahdollista.

Asiaa tutkittaessa huomattiin, että keräyslistojen tulostus jokaisen koneen työkorttien mukaan vaatisi toiminnanohjausjärjestelmässä joitakin muutoksia. Keräyslistan layout oli erittäin huonosti suunniteltu. Keräyslistan nimikerivit tulostuivat vaakatasossa ja lähes puolet jokaisesta sivusta oli otsaketietoja (kuva 13).

EUROPRESS		Valmistustilauksen keräyslist		E40HPA	Sivu 3				
Tilausnumero 39163	Suunn.al.pvm 200510	Suunn.vaim. 210510	Vers.tulost 1	Variantti 000					
Suunnitt. PHA	Nimike DUOMINI DUOMINI			Varasto VVA					
Tilausmä 1	KPL	Myyntitilaus 56731		Projektinro 3846					
Ryhmätilaus	Erä			Pinustusnro					
Jääj nro	Nimike	Var	Ens. vaihe	Kuom. ryhmä	Suunn. Pvm	Määrä	Yks.	Hylyp. 1 Hylyp. 2	Tornittettu määrä
30 2001142	Lukkoventtiilin patruuna	VVA	300	LKOK	210510	1	KPL	B1400	
30 29-1030-10-10	Läpiviiviliitin, 7/8"läpiviiventi jic/jic	VVA	300	LKOK	210510	2	KPL	B1400	
40 01-0187 EP	Puristin DuoMini (EPP RAKENNE)	VPU	200	PINT	200510	1	KPL		
40 1001016	Tarra Internet, Suomi	VVA	300	LKOK	210510	2	KPL	B0800	
40 15007103	Raja Turvarajakytkin, AVAIN D4BS-K2	VVA	300	LKOK	210510	1	KPL	B15B90	
40 2001146	Plugi 24V	VVA	300	LKOK	210510	1	KPL	B1400	
40 29-1130-10-10	Hyd.liitin 7/8"jic kulmaliitin sk/dk	VVA	300	LKOK	210510	2	KPL	B1400	
50 1001014	Tarra Puhelinnumero, Suomi	VVA	300	LKOK	210510	2	KPL	B0800	
50 1500592	Ohjauskaapeli 4x1	VVA	300	LKOK	210510	7,00	M	B1000	

Kuva 13. Valmistustilauksen vanha keräyslista.

Keräyslistan layout tulisi kääntää pystytasoon, jotta rivejä mahtuisi yhdelle sivulle enemmän, otsakeriviä tulisi pienentää ja turhia tietoja poistaa. Toiseksi keräyslistan järjestymisen tulisi tapahtua hyllypaikan mukaan, jotta osien keräilyn kuittaus voitaisiin organisoida helpoksi ja mahdollisimman loogiseksi. Tämän lisäksi keräyslistan tulostus tulisi pystyä rajaamaan määrättyihin vaiheisiin, jotta esimerkiksi hitsaamon materiaalit eivät tulisi listalle.

Uuden keräyslistan muutoksista ja sen mallista suunniteltiin kuvankäsittelyohjelmalla luonnos (kuva 14), minkä jälkeen sen vaatimista muutoksista vanhaan verrattuna tehtiin ohje. Keräyslistaluonnos ohjeineen lähetettiin toiminnanohjausjärjestelmän edustajalle ja muutoksien toteuttamisesta esitettiin tarjouspyyntö.

EUROPRESS		Valmistustilauksen keräyslist			E40HPA	Sivu 1
Tilausnumero 39163 näkyvä joka sivulla		Nimike DUOMINI DUOMINI	Suunnitt. PHA	Varasto VVA	Vers. tulost 1	Piirustusno
Tilausmäärä 1	KPL	Laatikon sisällä olevat tiedot näkyvät vain sivulla 1				

Järi no	Nimike	Määrä	Yks.	Hyllyp. 1 Hyllyp. 2	Toimitettu määrä
30 2001142	Lukkoventtiilin patruuna	1	KPL	B1400	
30 29-1030-10-10	Läpivientiliitin, 7/8"läpivienti jic/jic	2	KPL	B1400	
40 01-0187 EP	Puristin DuoMini (EPP RAKENNE)	1	KPL		
40 1001016	Tarra Internet, Suomi	2	KPL	B0800	
40 15007103	Raja Turvarajakytkin, AVAIN D4BS-K2	1	KPL	B15B90	
40 2001146	Plugi 24V	1	KPL	B1400	
40 29-1130-10-10	Hyd.liitin 7/8"jic kulmaliitin sk/uk	2	KPL	B1400	
50 1001014	Tarra Puhelinnumero, Suomi	2	KPL	B0800	
50 1500592	Ohjauskaapeli 4x1	7,00	M	B1000	

JNE...

Muuta:

Haluamme tulostaa keräilylistaan vain vaiheet 200 ja 300, joten vaiheiden tulostus pitää pystyä rajaamaan.

Ensimmäisen sivun otsaketiedoista näkyy muilla sivuilla ainoastaan tilausnumero.

Keräyslista sortaa itsensä hyllypaikka mukaan eli nimiketiedot tulevat listaan aakkosjärjestyksessä esim.

A0001

A0002

:

B0001

B0002

jne.

Keräyslistassa pitää olla isompi fontti kuin nykyään

Kuva 14. Uuden valmistustilauksen keräyslistan suunnitelma.

Pyydettyjen keräyslistamuutosten hinta oli liian suuri, joten vaatimuksia päätettiin hieman karsia. Vaiheen rajaaminen keräyslistaan laitettiin kiinteästi ohjelmoituksi eikä itse valittavaksi, kuten aikaisemmin kaavailtiin. Lopullisten muutosten hinnaksi tuli XXXX € (osa tiedoista varattu vain työn tilaajan käyttöön). Uuden keräyslistan toteutunut pohja on kuvassa 15.

EUROPRESS		Valmistustilauksen keruulista			E40JME	Sivu 1
Tilausnumero	Nimike				Vers. tulost	
41324	DUOMAX DUOMAX				1	
	Suunnitt.	Varasto			Piirustusnro	
	PHA	VVA				
Tilausmäärä						
1	KPL					
Vuokrakerroin:						
Jäännösarvo:						
Myyjä:						
Laskutus:						
Järj nro	Nimike	Määrä	Yks.	Hyllyp. 1 Hyllyp. 2	Toimitettu määrä	
100	05-0869 EP Suppilo 7, DuoMax	1	KPL			
10	6301 Laakeri, koneikko	8	KPL	A1		
60	1001013 Tarra Iso Europress	2	KPL	A3		
10	10010181 Tarra Pieni Europress, Valkoinen	2	KPL	A3		
10	1001021 Tarra Keräyspahvi, Suuri, Suomi	1	KPL	A3		
390	01-0196 Vanttiruuvin Koukku, Duo	2	KPL	B1		
10	1000200 Takaoven tiiviste muotonauha	2,00	M	B1		
360	26-0102-3 Sylinterin tappi, combi/duo	4	KPL	B1		
350	001801 Ohjauskiskot 2m	1	KPL	B1900		
430	17-0104-3 Väläkannen stopparipala, 15 x 40 - 20 Fe 37 B	2	KPL	B2		
360	1501400 Jatkojohto, valmis, 5m	1	KPL	B3		
250	1001052 Käyttöohjeet	1	KPL	C		
410	1001053 Osoitetasku käyttöohjeelle	1	KPL	C		
30	15007102 Raja Konttipois metalli D4BS-1AFS	1	KPL	C		
40	15007103 Raja Konttipois, AVAIN D4BS-K2	1	KPL	C		
440	1500683-1A Lisäpainikekotelo 2 os valmis	1	KPL	C1		
10	1500900 Lisäpainikekotelo 4 os valmis+K+H	1	KPL	C1		
20	1500692 Putkipääte JAP 25	1	KPL	C3		
350	1500692 Putkipääte JAP 25	3	KPL	C3		
50	1001014 Tarra Puhelinnumero Suomi	2	KPL	C6		

Kuva 15. Uusi toteutunut valmistustilauksen keräyslista

7.4 Keräilyn ajoitus ja työkorttien kulku tuotannossa

Keräyslistojen tulostumisen automatiikan ja varastosiirron sekä hyllypaikkojen luomisen jälkeen alettiin pohtia, miten keräyslistojen kulku tuotannossa tapahtuisi ja erityisesti mistä saataisiin oikeassa vaiheessa impulssi keräilijälle, jotta hän osaisi aloittaa työn tarpeeksi aikaisin. Ensin piti miettiä, miten paljon aikaisemmin keräilyn tuli tapahtua ennen kuin kone tulee loppukokoonpanon asentajalle työn alle. Pääteltiin, että hyöty osapuutteisiin reagoinnissa saavutetaan parhaiten, jos keräilyn ajoittaminen linkitetään loppukokoonpanon osien keskitoimitusaikaan. Muutamia yleisiä nimikkeitä ja niiden toteutuneita toimitusaikoja selattiin toiminnanohjausjärjestelmästä ja päädyttiin siihen, että loppukokoonpanossa on hyvin vähän osia, joita ei saisi tehtaalle päivän toimitusajalla. Päätettiin, että keräilyn tulisi tapahtua päivää ennen maalauksen valmistumista ja koneen siirtoa loppukokoonpanon työruutuun. Näin puutteisiin voitaisiin reagoida aikaisemmin ja puutteellista konetta ei tarvitsisi viedä kokoonpanoruutuun viemään arvokasta työtilaa.

Aikaisemmin päätettiin, että keräyslistat kulkevat kokoonpanon työkorttien mukana ja valmiiksi keräiltyjen koneiden työkortit nostetaan keräyskärryn päälle asentajalle merkiksi, että kärryn voi ottaa ja keräily on valmis. Kokoonpanon työkorttien kulkua täytyi muuttaa siten, että kortit päätyivät keräilijälle eivätkä menneet suoraan loppukokoonpanon asentajalle kuten aikaisemmin oli tapana. Lisäksi piti suunnitella miten keräilijä saa impulssin keräillä koneiden osat tarpeeksi ajoissa ja mieluiten valmistumisjärjestyksessä. Koneiden pintakäsittelyyn – raepuhallus ja maalaus - laskettiin useimpien koneiden kohdalla kuluvan noin yhden päivän verran, joten keräilyn tulisi tapahtua hieman ennen kuin kone menee pintakäsittelyyn.

Eri vaihtoehtojen pohtimisen jälkeen päädyttiin malliin, jossa hitsaamosta valmistuneen laitteen työkortti vietäisiin aina samaan lokeroon, jonka tuotannon työnjohto tarkastaa useasti päivässä. Työnjohdon tehtävänä olisi ottaa lokerosta valmiiden koneiden hitsaamon työkortit, erotella niistä hitsaamon laaduntarkastuspöytäkirja ja luoda loppukokoonpanon työkorteista – joiden mukana keräyslistat ovat – työjono. Hitsaamon laaduntarkastuspöytäkirja lisättäisiin kokoonpanon työkorttien mukaan. Loppukokoonpanon työkorttien mukana kulkisivat jatkossa erikseen olevat

pintakäsittelyn työkortit jotka järjestetään loppukokoonpanon työkorttien kanssa samanlaiseen työjonoon. Näin pintakäsittelijä tekee työnsä työjonon mukaan ja varastokeräilijä kerää koneet samassa järjestyksessä. Näillä edellytyksillä myös tuotannonohjaus paranee ja toimihenkilöt pystyvät paremmin kontrolloimaan koneiden valmistumisjärjestystä hitsauksen jälkeen esim. sovitun toimituspäivämäärän mukaan. Prosessikaavio keräyslistojen ja työkorttien kulusta on liitteessä 3.

8 KERÄYSJÄRJESTELMÄN JA KERÄILYVARASTON HALLINTA

Projektin toteutuminen ja läpivienti vaati lähes aina jälkiseurannan sekä suunnitelman siitä, miten prosessin eri osa-alueet yhdistyvät toisiinsa. Tuotantoprosessissa pitää olla työkalut prosessin hallintaan ja suunnitelman jatkuvasta parantamisesta, ylläpidosta ja kehittymisestä.

8.1 Keräyslistojen testaus ja ylläpito

Aluksi keräiltiin peruskoneet, Combi, Combio, Duo. Keräyksien virheet kirjattiin keräyslistaan, minkä jälkeen ne korjattiin järjestelmän rakenteelle. Ylimääräisenä hyötynä keräilystä havaittiin tulevan, että kokoonpanon rakenteet päivitetään huolellisesti ja keräyslistan avulla kerätessä ne myös pysyvät ajan tasalla. Tämä helpottaa tuotannonohjausjärjestelmän kustannuslaskentaa ja koneiden valmistuskustannuksista saadaan näin tarkempaa tietoa.

Seuraavaksi päätettiin keskittyä harvinaisempien koneiden kuten ruuvipuristinten ja EPC-mallin koekeräilyihin, jotta niidenkin rakenteet saataisiin kuntoon. Harvinaisempien koneiden keräilyyn voi näin ottaa helpommin käyttöön, kun se tulee ajankohtaiseksi, ja myös aikaisemmin hankalaksi osoittautunut kustannuslaskenta saadaan rakennepäivitysten myötä tarkemmaksi.

Ensimmäisiä varsinaisia keräilyjä tehtäessä kokoonpanijoille annettiin ohjeeksi jatkossa kirjata keräilyssä ilmenneet puutteet ja ylimääräiset osat muistiin ja laittaa tiedot konekohtaisiin, työnjohtoon palautuvien papereiden mukaan. Keräyslistojen puutteiden kirjaus tulisi näin viimeistään siinä vaiheessa ilmi, kun koneen paperit palautuvat työnjohtoon arkistointia varten. Työnjohdon tehtäväksi tuli keräyslistojen tarkastus ja mahdollisten puutemerkitöjen etsintä. Jatkuva keräyslistojen ylläpito on jatkossa tärkeä toimenpide ja myöhemmät rakennemuutokset tulisi päivittää listoihin saman tien, jotta keräily pysyisi jatkossakin hyödyllisenä ja mielekkäänä toimenpiteenä. Työnjohdon tehtäväksi tuli ylläpitää myös pintakäsittelyn ja keräilyn työjonoa, jonka suunnittelu ja toteutus on eritelty kohdassa 7.4 (prosessikaavio liitteessä 3).

8.2 Keräilyvaraston trukin valinta ja hankinta

Yhtenä varastonmuutoksen pääideoista oli varaston tiivistäminen kompaktiin tilaan. Layout-muutoksia suunnitellessa ja erilaisia vaihtoehtoja pohtiessa huomattiin, että varastoon käytettävä tila olisi viisainta tiivistää mahdollisimman pieneksi, koska varastoiminen aiheuttaa yritykselle kuluja. Uuden tiivistetyn varaston logistiikan hoitoon piti siis miettiä erilaisia varastotrukkivaihtoehtoja, joilla pystyy kulkemaan ja hyllyttämään kapeammissa hyllyväleissä kuin yrityksessä tähän mennessä käytössä olleet kookkaammat vastapainotrukit. Erilaisista vaihtoehdoista valittiin hinta-käyttötarkoitussuhteeltaan tarkoitukseen sopiva. Keräilyvaraston logistiikanhoitoa varten karsittiin vaihtoehdot kahteen erilliseen trukkiin – perässä käveltävään tai ajotasolla varustettuun pinoamistrukkiin. Tarjoukset varastotrukista pyydettiin Rocla Oy:ltä ja Toyota Material Handling Finland Oy:ltä. Kuvissa 16-19 on esitetty erilaisten trukkipaihtoehtojen kuvia.



Kuva 16. Rocla Oy:n SWac-pinoamistrukki [9].



Kuva 17. Rocla Oy:n SPac-pinoamistrukki [10]



Kuva 18. Toyota Material Handlingin myymä BT Staxio SWE100 [10].



Kuva 19. Toyota Material Handlingin myymä käytetty BT SWE120.

Tarjoukset pyydettiin molemmista yrityksistä kummankinlaisesta pinoamistrukista ja Rocla Oy:n edustaja kävi yrityksessä esittelemässä tuotteitaan. Toyota Material Handling Finland Oy:n edustaja kertoi kuitenkin, että heillä olisi varastossa käytetty, ajotasolla varustettu, vähän ajettu pinoamistrukki, jonka saisi saman tien käyttöön, kun uuden trukin toimitusajaksi oli useita viikkoja. Keräilyprojekti oli edennyt jo siihen vaiheeseen, että trukin hankkiminen tuli välittömäksi, ja näin päädyttiin käytettyyn, hieman huokeampaan Toyotan myymään BT malliin. Trukin lopulliseksi hinnaksi saatiin neuvoteltua 4800 €.

9 KERÄILYJÄRJESTELMÄN UUDISTUKSEN EDUT JA TUOTTAVUUSLASKELMAT

Tuotannosta irrotettu keräilyjärjestelmä vähentää asentajien hukkaamaa aikaa epämääräisellä keräysjärjestyksellä tai etsien osia hyllystä, jotka eivät olekaan siellä missä niiden pitäisi olla. Välillä loppukokoonpanossa on myös puuttuvien osien takia syntynyt ns. etsintäpartioita, joissa parhaimmillaan neljä työntekijää hukkaa aikaa etsiessään hyllystä jotain tiettyä osaa, mikä onkin loppunut. Uusi keräilyjärjestelmä varmistaa myös sen, että konetta ei oteta työn alle viemään kokoonpanopaikan tilaa, jos siihen tarvittavia osia ei ole. Kokoonpanosta eristetty keräily antaisi myös aikaa puuttuvien osien etsinnälle ja tilaamiselle, kun osapuute huomataan ennen kuin osan pitäisi olla jo asentajan kädessä. Varaston pitäminen siistinä ja siellä olevien materiaalien hallinta helpottuu, kun vastuu sen järjestyksessä pitämisestä osoitetaan vain muutamalle henkilölle. Uusi varastosta irrotettu keräilyjärjestelmä siis säästää aikaa, vapauttaa tehokasta tilaa tuotantoon ja vähentää osapuutteita.

”Erilaiset puutteet ovat suurin syy tuottavuuden heikkoon tasoon useissa yrityksissä. Mikäli tekijällä eivät ole kaikki tekemiseen tarvittavat asiat ympärillään oikeaan aikaan, ei tekemisestä tule mitään.” [1 s. 116].

9.1 Vuosittaiset säästölaskelmat

Osa laskelmista on varattu vain työn tilaajan käyttöön

Uusi varastointi vapauttaa kokoonpanon lattialta tilaa 165 m², josta tehokkaaseen käyttöön arveltiin menevän n. 80 %. Tehokasta uutta työtilaa saadaan siis 165 x 0,80 = 132 m². Arvioitu tilan neliövuokra kuukaudessa on noin X €, joten vuosittainen säästö saadaan laskettua seuraavasti:

$$132 \text{ m}^2 \times X \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \times 12 = XX \text{ XXX €}$$

Loppukokoonpanon viidelle työntekijälle tehtiin kysely, jossa heitä pyydettiin arvioimaan, kuinka kauan varastonimikkeiden keräilyyn päivässä kuluu aikaa. Kyselyn keskiarvoksi saatiin 1,7 h (tulokset 1 h, 1,5 h, 1,5 h, 2 h, 2,5 h). Uuden keräilyjärjestelmän tavoitekeräilyaika on noin 0,5 h. Säästetyksi ajaksi voidaan tästä helposti laskea 1,2 h. Yksi työntekijä maksaa yritykselle

keskimäärin XX €/h ja vuodessa on keskimäärin 220 työpäivää. Vuoden säästöt voidaan samalle työmäärälle siis laskea muun muassa seuraavasti:

$$220 \times 1,2 \text{ h} \times XX \frac{\text{€}}{\text{h}} \times 5 = XX \text{ XXX} \text{ €}$$

Laskelmaan ynnätään vielä neliövuokran vuosittainen säästö ja tulokseksi saadaan XX XXX €, jossa ei ole otettu huomioon työtuntien tuomaa kapasiteetin lisäystä ja sen tuottoa.

Toiminnanohjausjärjestelmästä tehtiin kymmenen kappaleen satunnainen otanta erään peruskoneen valmistukseen käytettävästä ajasta. Tulokset otettiin vuoden 2010 aikana valmistuneista koneista. Tulokset taulukoitiin ja niistä laskettiin keskiarvo (tarkat lukuarvot vain työn tilaajan käyttöön):

Taulukko 1. Peruskoneen loppukokoonpanoajan otanta (vain työn tilaajan käyttöön)

	Valmistusaika
Kone 1	X
Kone 2	X
Kone 3	X
Kone 4	X
Kone 5	X
Kone 6	X
Kone 7	X
Kone 8	X
Kone 9	X
Kone 10	X
Keskiarvo	X

Yhden em. peruskoneen valmistamiseen kuluu kokoonpanossa keskimäärin X,X h. Vuodessa on n. 220 työpäivää ja tuotteliasta työtä jokaisella päivällä oletetaan olevan n. 7 h / työntekijä. Työntekijällä on vuodessa siis 1540 tuotteliasta, jalostavaan työhön tehtävää, työtuntia käytettävissä. Tämä tarkoittaa, että vuodessa kokoonpanon työntekijä voi kokoonpanna n. (XXXX/X,X) XXX kappaletta kyseisiä koneita. Edelliseen kokoonpanon työntekijöille tehtyyn kyselyyn pohjautuen jokaiselta päivältä saadaan noin 1,2 h säästöön / työntekijä. Tuottelaita työtunteja saadaan käytettäväksi vuodessa lisää 264 tuntia, mikä tarkoittaa, että yhdelle työntekijälle jää aikaa valmistaa (264/X,X) XX peruskonetta enemmän kuin aikaisemmin. Jatkossa työntekijä voi siis tehdä XXX konetta vuodessa.

Edellä mainituista päätelmistä saadaan laskettua loppukokoonpanon kapasiteetin kasvu seuraavasti (Y=alkutilanteen valmistettävien koneiden määrä/työntekijä/vuosi, X=lopputilanteen valmistettävien koneiden määrä/työntekijä/vuosi):

$$\frac{X - Y}{Y} = 0,17 \rightarrow 17 \%$$

9.2 Vaihtoehto loppukokoonpanon kapasiteetin lisäykselle

Loppukokoonpanon uusi järjestely mahdollistaa uuden kokoonpanopaikan perustamisen. Tilaa uudelle kokoonpanopaikalle syntyy, kun nykyinen varasto siirretään aikaisemmin työtä jalostamattomalle, tyhjälle alueelle. Edellä laskettiin, että yksi kokoonpanija voi vuodessa valmistaa XXX konetta ja mikäli kapasiteettia halutaan jatkossa nostaa, tulee uusien työntekijöiden palkkaaminen ja uuden kokoonpanopaikan perustaminen ajankohtaiseksi. Nykyisin koneita valmistetaan neljällä varsinaisella kokoonpanopaikalla ja uuden paikan perustaminen tarkoittaisi tuotannon lisääntymistä neljänneksellä. Nykyisellä neljällä kokoonpanopaikalla voidaan siis keräilymuutoksen jälkeen valmistaa n. (4 x XXX) XXX peruskonetta vuodessa. Mikäli kokoonpanopaikkoja perustetaan yksi lisää, kasvaa valmistettava määrä 214 peruskoneella vuodessa. Tästä saadaan laskettua uuden kokoonpanopaikan tuoma kapasiteetin kasvu (X=yhden kokoonpanopaikan uusi konekapasiteetti/vuosi, Y=neljän kokoonpanopaikan uusi konekapasiteetti/vuosi):

$$\frac{X}{Y} = 0,25 \rightarrow 25 \%$$

Lähtötilanteeseen verrattuna uuden kokoonpanopaikan ja varastokeräilymuutoksen tuoman kapasiteetin voi edellä laskettuihin tuloksiin perustuen laskea seuraavasti X=yhden kokoonpanopaikan uusi konekapasiteetti/vuosi, Y=yhden kokoonpanopaikan vanha konekapasiteetti/vuosi):

$$\frac{5 \times X}{4 \times Y} = 1,46$$

Tämä tarkoittaa, että loppukokoonpanon kapasiteetti voidaan näillä edellytyksillä tarvittaessa nostaa nykyisestä 46 % isommaksi olettaen

kuitenkin, että muu osa tehtaan tuotannosta nostaa myös vetoisuutensa suhteessa yhtä suureksi.

9.3 Varastokeräilyn ja -muutoksen muut edut

Uuden varastokeräilyn oletetaan lisäksi parantavan varaston hallittavuutta siten, että puutteet huomataan ajoissa, osia ei etsitä tai odoteta, eikä keskeneräistä tuotantoa varastoida kokoonpanoruuduissa viemässä tehokasta lattiapinta-alaa. Edellä mainittujen tapahtumien toistuvuutta on hankala tarkkailla ja laskea, kuinka paljon kustannuksia ne aiheuttavat, mutta niihin käytetty aika ja töiden odotus aiheuttaa aina kuluja.

”Koska vaihto-omaisuus ei jalosta tuotetta eikä tehosta tuotantoa, se tulisi pitää pienenä.” [2, s. 69].

9.4 Keräilyjärjestelmän uudistamisen mahdolliset haitat ja kustannukset

Pelkkien uuden varastokeräilyn hyvien puolien vastapainoksi pohdittiin myös uuden keräilyjärjestelmän mahdollisia haittoja. Niitä todettiin ainakin alussa olevan uuden toimintatavan käyttöönoton sekavuus ja ajan kulutus hyllyjen sekä keräysedellytysten järjestämisessä. Myöhemmin ongelmiksi voisivat muodostua esimerkiksi jälkiseurannan ja ylläpidon epäonnistuminen, jos henkilöstö ei sitoudu uuteen toimintaan.

Uuden toimintatavan iskostaminen tuotantoon on aina pitkä prosessi, jossa vaaditaan sinnikkyyttä ja periksiantamattomuutta. Keräilyjärjestelmän tapauksessa muutoksia olivat mm. työkorttien kulku tuotannossa – hitsaamossa, pintakäsittelyssä ja loppukokoonpanossa, varastomiehien sekä kokoonpanijoiden toimenkuvan muutos ja varastohyllyjen järjestyksen ylläpito. Vanhat juurtuneet toimitavat ovat usein tiukassa eikä niiden muuttaminen ole lainkaan helppoa. Lisäksi nykyaikana työntekijöille tulisi perustella muutos ja kertoa miten se parantaa heidän työtään ja mitä muita etuja siitä esim. yrityksen kannalta on. Aina on henkilöitä, joilla on oma mielipiteensä asiaan, ja se pitää ottaa kohtuuden rajoissa huomioon työtapoja ja oloja muutettaessa. Pitää niin sanotusti löytää kompromissi, joka tyydyttää sekä yrityksen että työntekijän tarpeet. Näitä ongelmia ja näkemyseroja on usein paljon, ja ne tulee ratkoa molempien osapuolien näkemykset huomioon ottaen. Varastokeräily otettiin pääosin vastaan positiivisena muutoksena sekä yrityksen johdon, että työntekijöiden puolelta.

Toinen mahdollinen ongelma on keräilyn ylläpitäminen ja keräyslistojen säännöllinen päivitys. Varastonarvojen seurausta, hyllypaikkojen päivitystä ja yleistä siisteyttä on pidettävä yllä, jotta varastokeräily pysyy mielekkäänä eikä työvaihe unohdu tai lopahda. Mikäli varastokeräilyn ylläpito ei onnistu, tulee kokoonpanijoiden keräysmatka entistä pidemmäksi ja varaston siirrosta on enemmän haittaa kuin hyötyä. Pitää myös muistaa jatkuva keräilyn kehitys ja ottaa keräilyyn mukaan myös vähemmän myydyissä konemalleissa sekä erikseen tulevista irtokomponenteista (esim. Duo-malli, jossa puristin ja kontti tulevat erikseen). Projektien viimeistely voidaankin joidenkin määritelmien mukaan jakaa kahteen osaan: testaukseen ja jälkiseurantaan. Näistä osista molemmat ovat tärkeitä, mutta jälkiseuranta on usein huomattavasti pidempikestoisempi ja vaatii pitkäjänteisyyttä. Lisäksi työjonojen ylläpito ja jatkuva valmistusjärjestyksestä huolehtiminen ovat perustekijöitä sille, että varastokeräily toimii. Varastokeräilijän tehtäväksi ei voi antaa päätöstä siitä mitä seuraavaksi valmistuu, vaan työjonoista ja valmistusedellytyksistä huolehtiminen on työnjohdon ja niiden toimihenkilöiden tehtävä, joilla on tietämys halutusta valmistusjärjestyksestä. Työjonojen ja kaiken muunkin valmistuksen tapauksessa on luotava toimivat rutiinit ja pidettävä niistä kiinni.

”Rutiinien laiminlyöminen on ollut suurimpia syitä teollisuuden huonoon ongelmanratkaisukykyyn.” [5, s. 129].

10 INVESTOINTILASKELMAT

Osa laskelmista on varattu vain työn tilaajan käyttöön.

Keräyslistan tulostuksen automatiikan ohjelmointityöhön ja keräyslistapohjan layout-muutokseen investointiin X XXX €. Uuden keräilyvaraston logistiikan hoitoon hankittuun pinoamistrukkiin investoitiin X XXX €. Lisäksi investoitiin viisi työpäivää kahden henkilön työaika varastomuutokseen sekä aikaa ja materiaaleja keräyskärryjen valmistukseen. Viisi työpäivää kahdelta henkilöltä maksaa noin

$$2 \times 5 \times 8 \text{ h} \times XX \frac{\text{€}}{\text{h}} = X \text{ XXX } \text{€}$$

Terästä kärryyn kului n. 114 kg ja se maksaa arviolta X,X €/kg. Kärryjä on lopulta tarkoitus valmistaa n. 15 kpl. Kuluneen teräksen hinta saadaan seuraavasti:

$$X, X \frac{\text{€}}{\text{kg}} \times 114 \text{ kg} \times 15 \approx X \text{ XXX } \text{€}$$

Maalia arvioitiin kuluvan yhteen kärryyn n. 3 l ja se maksaa arviolta XX €/l. Kuluneen maalin hinta 15 kärrylle lasketaan seuraavasti:

$$XX \frac{\text{€}}{\text{l}} \times 3 \text{ l} \times 15 \approx \text{XXX } \text{€}$$

Työaika hitsaukseen ja osantekoon kului arviolta 2 h/kärry. Maalausajaksi arvioitiin 0,25 h/kärry ja kokoonpanon käyttämäksi ajaksi pyörien asennukseen arvioitiin 0,016 h/kärry. Kokonaisajaksi saatiin siis 2,266 h/kärry. Työajan hinta 15 kärrylle saadaan laskettua seuraavasti:

$$2,266 \text{ h} \times XX \frac{\text{€}}{\text{h}} \times 15 \approx X \text{ XXX } \text{€}$$

Lisäksi keräilykärryjä varten tilattiin pyöriä, joiden yhteishinnaksi per kärry tuli n. 120 €.

Pyörien hinta: $120 \text{ €} \times 15 = 1 \text{ 800 } \text{€}$

Keräilykärryjen (15 kpl) kokonaishinnaksi tuli n. 5 100 €.

Keräyslistan tulostumisen, keräyskäräryjen valmistamisen ja varastonmuutoksen tekemisen kokonaishinnaksi saadaan edellä olevista laskelmista XX XXX €.

10.1 Investoinnin kannattavuus nykyarvomenetelmällä

Valuutan nykyarvo saadaan laskettua seuraavasta kaavasta:

$$NA = H \times \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

NA = nykyarvo, H = vuosittaiset tuotot tai kulut, n = investoinnin pitoaika. Laskelmissa ei ole huomioitu kasvanutta kapasiteettia ja sen mahdollisuuksia. Oletetaan, että sisäinen korkokanta on 8 % ja, että keräily on toiminnassa 4 vuotta.

10.1.1 Kustannusten nykyarvo (KNA)

Alkuinvestoinniksi laskettiin aikaisemmin XX XXX €. Oletetaan, että keräilijä käyttää toimenpiteeseen 4 tuntia päivässä 220 päivää vuodessa ja hänen kokonaishintansa henkilöstökuluineen yritykselle on XX €/h.

$$KNA = XX XXX \text{ €} + 4 \text{ h} \times 220 \times XX \frac{\text{€}}{\text{h}} \times \frac{(1+0,08)^4 - 1}{0,08(1+0,08)^4} \approx 122 583 \text{ €}$$

Varsinaisilla keräyskäräryillä ei todennäköisesti ole jäännösarvoa, mutta oletetaan, että logistiikanhoitokalustoon investoidusta 4 800 € jää neljännen vuoden loppuksi jäännösarvoksi 800 €.

$$JNA = 800 \text{ €} \times \frac{1}{(1+0,08)^4} \approx 588 \text{ €}$$

Tämä jäännösarvo vähennetään aiemmin lasketusta kustannusten nykyarvosta ja tulokseksi saadaan 121 995 €.

10.1.2 Tuottojen nykyarvo (TNA)

Investoinnin tuotoiksi voidaan laskea lattianeliöiden hyötykäyttöön siirtynyt lattiapinta-ala ja säästyneet työtunnit. Aikaisemmin (kappaleessa 7) on laskettu hyötykäyttöön säästyneen lattiapinta-alan tuotto, joka on XX XXX € / vuosi. Lisäksi laskettiin vuosittaiset säästetyt työtunnit, joiden säästö on XX XXX € / vuosi. Säästöjen yhteissumma on siis XX XXX €.

$$TNA = XX\ XXX\ € \times \frac{(1 + 0,08)^4 - 1}{0,08(1 + 0,08)^4} \approx XXX\ XXX\ €$$

Tuottojen nykyarvoksi saadaan XXX XXX €. Investoinnin kannattavuus on kustannusten nykyarvon erotus tuottojen nykyarvosta:

$$Tuotto = TNA - (KNA - JNA) \approx 100\ 000\ €$$

Laskelmasta voidaan nähdä, että investoinnin 8 % sisäisen tuoton toteutuu (laskelma ylittää arvon 0) ja lisäksi säästetään vielä ~100 000 €. Pelkästään säästetyn työajan ja hyötykäyttöön saatavan neliötilan tuotoista huomataan, että investointi on kannattava. Laskelmissa ei ole otettu huomioon kasvaneen kapasiteetin tuomaa hyötyä, joka on todennäköisesti tuottojen komponenteista suurin.

11 UUDEN KERÄILYJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO JA TOTEUTUNUT AIKATAULU

Tuotannonkehitys ja jatkava parantaminen vaatii sinnikkyyttä ja päättäväisyyttä. Uusia ajatuksia ja muutoksia pitää ajaa päättäväisesti eteenpäin ottaen kuitenkin työyhteisön ja työntekijöiden mielipiteet huomioon. Samaa projektia ei voi ajaa sellaisenaan läpi kahteen eri yritykseen, koska yrityskulttuuri, tuotteet, työtavat ja erityisesti ihmiset ovat aina erilaisia. Nämä asiat piti ottaa huomioon myös Europress Group Oy:n varastokeräilyn muutoksessa. Rocla Oy:ltä benchmarkattu keräilymalli ei todennäköisesti toimisi sellaisenaan Europressillä. Ensinnäkin valmistettavat tuotteet kahden em. yrityksen välillä ovat hyvin erilaisia: iso, suhteellisen vähäosainen jätepuristin ei ole vertailtavissa pienempään elektroniikkaa täynnä olevaan varastotrukkiin. Varastokeräilyn tuoma hyöty on periaatteessa kuitenkin sama – erillinen varastokeräily nopeuttaa kokoonpanon toimintaa ja kokoonpanoon menevien koneiden osat kerätään tarpeeksi varhaisessa vaiheessa, jotta osapuutteisiin tai muihin mahdollisiin ongelmiin ehditään reagoimaan ajoissa.

11.1 Projektin ajoitus

Projektia oli mietitty jo kevästä 2010 asti, mutta tilauskanta ja kiireinen aikataulu venytti sen varsinaisen aloittamisen tammikuulle 2011. Projektin suunnittelu oli jo tammikuussa pitkällä ja tuotannon toimihenkilöiden kesken oli käyty monia keskusteluja, joissa mietittiin mitä kukakin keräilyltä haluaa ja miten siitä saadaan tuotannolle suurin hyöty. Tuotannolle muutoksesta vihjailtiin jo syyskuussa 2010 samalla tiedustellen hieman mielipiteitä ja uusia ideoita mm. uuteen layout-suunnitelmaan. Aluksi vastaanotto oli hieman kylmäkiskoinen, mutta kun muutosta perusteltiin sen tuomalla työn helpottumisella ja turhien osien odotuksien vähenemisellä, alkoivat tuotannon työntekijätkin pitää esikeräilyä hyvänä ideana ja erityisesti urakkoja parantavana ominaisuutena. Skeptisyyttä löytyi kuitenkin vielä siitä, kuka projektin veisi läpi ja löytyykö sen täydellistä toteuttamista varten työnjohdosta ja toimihenkilöistä sitoumusta. Usein projekteissa käy niin, että kun maaliviiva hämöttää ja noin 80 % työmäärästä on suoritettu, innostus lopahtaa ja melkein valmis järjestelmä jää puutteineen ja ongelmineen toimimaan. Toinen vaihtoehto on, että puutteellinen projekti ja muutokset kuihtuvat jonkin ajan kuluessa pois ja vanhat toimintatavat otetaan takaisin

käyttöön. Syksyllä 2010 käytiin keskustelu Europress Group Oy:n tehdaspäällikön Timo Huhtalan kanssa siitä, että saisin tehdä varastokeräilyprojektin insinööryönäni ja ottaa sen toteuttamisesta päävastuun. Halusin kuitenkin, että tuotannosta vastaavat ja sen kanssa töitä tekevät toimihenkilöt sitoutuvat projektin läpivientiin ja tukevat mahdollisessa muutosvastarinnassa sekä ongelmien ratkomisessa. Projektin aloituksesta pidettiin pieni palaveri, jossa sovittiin, että teen varastokeräilymuutoksen suunnittelun insinööryönäni ja jos mahdollista, myös toteutan sen.

Neljän kuukauden suunnittelun jälkeen projekti sai tammikuussa 2011 viikolla 2 ensimmäisen tuotannossa näkyvän konkreettisen muutoksensa, kun varastomuutos alkoi ja illat venyivät pitkiksi layout-suunnitelmaa noudattaessa ja hyllypaikkoja määrittäessä. Aikaisemmin lokakuussa 2010 oli tuotannonohjausjärjestelmän ylläpitäjältä pyydetty tarjous keräyslistan tulostumisesta ja sen ulkonäöllisistä muutoksista. Tammikuun ensimmäisellä viikolla tehtiin keräyslistan tulostumisen tarjouksen vaatimuksiin vielä hieman muutoksia ja uuden tarjouspyynnön mukaisesti työ valmistui viikolla 2. Varaston muutossa kului viikon verran aikaa ja hyllypaikkoja sekä järjestystä viimeisteltiin vielä useita viikkoja samalla päivittäen uusia hyllypaikkoja toiminnanohjausjärjestelmään. Ensimmäiset keräilykärryt valmistuivat viikolla neljä ja ensimmäiset koekeräilyt tehtiin tammikuun lopulla. Mahdollisia virheitä sekä puutteita yritettiin paikantaa keräyslistoista ja työntekijöille annettiin ohjeeksi antaa palaute jokaisen keräyslistan puutteista, jotta ne päästiin korjaamaan mahdollisimman nopeasti. Ensimmäiset varsinaiset keräilyt järjestettiin helmikuussa viikolla 10 muun tuotannon kapasiteetin tarkkailun pohjalta tehdyn työjonon perusteella. Vaatimuksena työjonon luomiselle oli, että kaikki koneen osat olivat pintakäsittelyä aikaisemmissa työvaiheissa valmiina. Viikolla 10 päästiin myös luomaan varsinainen toimintatapa pintakäsittelyn ja varastokeräilyn työjonon luomiselle (prosessikaavio liitteessä 3). Viikolla 12 työjonot otettiin käyttöön. Alun kangertelun ja uuden toimintatavan omaksumisen jälkeen keräilyn työjono alkoi peruskoneiden osalta toimia ja päätettiin, että työvaihe vaatii uutuutensa vuoksi vielä ainakin parin kuukauden aktiivisen seurannan. Tämän jälkeen peruskonemallien keräyslistojen seurannasta voitaisiin siirtyä erikoisempien koneiden siirtämiseen keräilyn piiriin.

11.2 Varaston muuton tallennus

Varastonmuutos arkistoiitiin kuvaamalla varaston muutto. Kuvissa 20-24 on esitelty varastoa ennen ja jälkeen varastonmuutoksen. Kuvauspaikat ja suunnat on merkattu liitteeseen 2.



Kuva 20. Ennen varastonsiirtoa 11.11.2010, kuvaussuunta liitteessä 2 (2).



Kuva 21. Ennen varastonsiirtoa 11.11.2010, kuvaussuunta liittessä 2 (2).



Kuva 22. Varastonsiirron jälkeen 1.4.2011, kuvaussuunta liittessä 2 (3).



Kuva 23. Varastomuutoksen jälkeen 1.4.2011, kuvaussuunta liitteessä 2 (3).



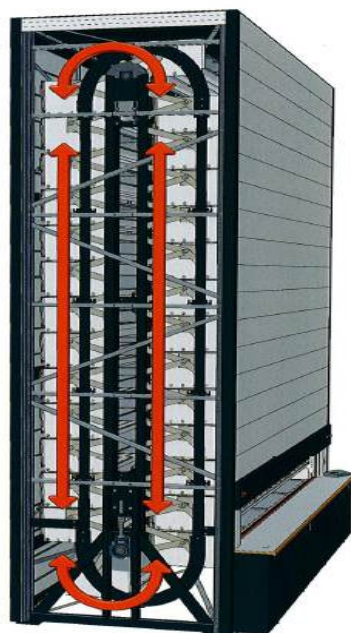
Kuva 24. Kokoonpantavaa konetta varten keräilty kärry.

12 VARASTOAUTOMAATIO TUKEMASSA MATERIAALINHALLINTOA

Yritysten väliseen kauppaan ja sen hallintaan kuuluu tieto- ja materiaalivirtojen hallinta, jota kutsutaan logistiikaksi. Toimivan logistiikan tavoite on myytävien tuotteiden juuri oikeaan tarpeeseen (JOT) saaminen joko tuotantoa tai logistisessa ketjussa seuraavaa vaihetta varten. Varastoautomaatit on tehty helpottamaan materiaalinkäsittelyä varastoissa, jotka ovat pienellä markkina-alueella kuten suomi lähes välttämättömiä sujuvan toiminnan turvaamiseksi. Varastoautomaatteja ja -automaatiotapoja on erilaisia, mutta perusominaisuudet ovat lähes aina samat: nopeampi ja sujuvampi materiaalihallinta sekä -virtaus varastoissa. Seuraavassa on eritelty muutamien varastoautomaattityyppien ominaisuuksia. [4]

12.1 Paternoster

Paternoster-mallinen (kuvassa 25) varastoautomaatti on malleista kenties perinteisin. Automaatti toimii pystysuunnassa olevan karusellin avulla, joka asettaa rajoitteen, että jos keräilijä haluaa varaston takaosassa olevalta paletilta jonkin osan, joutuu hän odottamaan, että automaatti selaa kaikki matkalla olevat paletit keräysaukon kautta. Paternoster-varastoautomaatti sopii erityisesti pienemmälle ja kevyelle suuren menekin omaavalle tavaralle, mutta muutamia ratkaisuja on tehty esim. terästankojen varastointiin.



Kuva 25. Kasten Paternoster [13]

12.2 Hissityyppinen

Hissityyppinen varastoautomaatti (kuvassa 26) eroaa perinteisestä paternostermallisesta varastoautomaatista niin, että varastointipaletit liikkuvat varaston keskiosaan sijoitetussa hississä. Tavaraa kerätessä varastoautomaatin ohjausjärjestelmälle syötetään paletin koodi ja hissi hakee suoraan halutun paletin keräilyaukolle, eikä kierrätä kaikkia matkalla olevia paletteja keräilyaukon kautta kuten paternoster -malli. Varastoautomaatin ohjausjärjestelmään voi myös syöttää valmiita keräysohjelmia, joissa automaatti tuo ohjelmoidut paletit keräysaukolle ja näyttää esimerkiksi valolla, mitkä osa pitää keräillä.



Kuva 26. Hissityyppinen varastoautomaatti Kasten Tornado [13]

12.3 Automaattivarasto

Automaattivarastoja (kuvassa 27) on useita erilaisia ja niitä käytetään usein sellaisissa tapauksissa, joissa varastointitilaa on vaakasuunnassa paljon, mutta korkeus on rajoitettu. Automaattivarastoista ns. perusmalliksi voisi sanoa varastokarusellia, joka on toimintaperiaatteeltaan kuin paternoster, mutta käännetty lappeelleen. Varastokaruselli toimii niin, että keräilijä seisoo karusellin päässä ja syöttää ohjausohjelmistoon haluamansa nimikekoodin tai hyllypaikan, jonka jälkeen automaatti selaa oikean hyllyn kohdalle. Automaattivarastot ovat usein hieman kalliimpia kuin perinteiset pystymalliset, usein moduulirakenteista sarjavalmistena tehtävät varastoautomaatit.



Kuva 27. Vaakatasossa oleva varastokaruselli Kasten HOCA [13]

12.4 Varastoautomaatti nopeuttamaan varastokeräilyä

Varastoautomaatti on hyödyllinen, tilaa säästävä ja nopea väline suoritettaessa useiden osien keräilyä toimitusta varten. Varastoautomaatin avulla keräilijä ei joudu kävelemään pitkiä matkoja ja tuhlaamaan näin aikaa, jonka hän voisi käyttää jotain muuta tuottavaa työtä tehden. Nimikemäärien kasvaessa ja tuotannon volyyymiä nostettaessa varaston tila voi käydä pieneksi ja tällöin varastoautomaatti olisi optimaalinen vaihtoehto. Automaatti lisää varastokapasiteettia ylöspäin ja loppukokoonpanon hallissa oli reilusti tilaa (yli 10 m) korkeussuunnassa. Lisäksi varastoautomaatin jokaisen hyllyn korkeuden voi päättää asennusvaiheessa ja hyllyjen korkeuksia voi myös myöhemmin muuttaa ja optimoida, joten turhaa tilaa ei jää hyllyllä olevan tavaran ja ylemmän hyllyn pohjan väliin. Optiona mietittiin myös automaattisia keräyslistojen ohjelmointia koneen käyttöjärjestelmään, joka myös säästäisi keräilijän aikaa. Automaattisten keräilylistojen avulla automaatti syöttäisi oikeassa järjestyksessä varastointipaletit ottoaukulle, näyttäisi kuinka monta ja mistä paikasta mitäkin osaa pitäisi ottaa. Vaihtoehtona automaatissa on myös ominaisuus, jonka avulla automaatin käyttöjärjestelmä valvoo automaatissa säilytettävien osien lukumäärää, mikä tämä helpottaa huomattavasti nimikkeiden saldoseurantaa ja inventaarion tekemistä. Tällöin kuitenkin kaikki automaattiin hyllytetyt ja keräilyt tavarat tulisi kirjata automaatin ylläpitämälle saldolle. Tämä helpottaisi kirjanpitoa huollon hakemista komponenteista, joiden raportointi materiaalipäällikölle saattoi aikaisemmin unohtua tai olla niin epäselvää, ettei siitä ollut hyötyä. Todennäköisesti uutta keräilymallia tukeva varastoautomaatti maksaisi itsensä takaisin säästetyssä työajassa, tehokkaan tilan säästönä ja hävikkiosien vähentymisenä melko pian. Ongelmana varastoautomaatin hankkimiselle on kuitenkin siinä olevien hyllyjen kestävä maksimipaino, joka ylittyy useiden nimikkeiden kohdalla.

Varastoautomaatista tulevien kustannusten selvittämiseksi pyydettiin tarjoukset kahden eri valmistajan (Kasten ja Kardex) laitteesta, jotka tekivät tarjoukset yhteensä kolmesta erilaisesta varastoautomaatista. Kasten Tornado ja Kardex XP 500 ovat ns. perusmalleja, kun taas Kardex XP 700 on vahvarakenteisempi ja kestää enemmän painoa. Tarjouksien tiedot on eriteltyinä taulukossa 2 (osa lukuarvoista vain työn tilaajan käyttöön).

Taulukko 2. Varastoautomaattien tarjousten vertailu

	KASTEN Tornado	KARDEX XP 500	KARDEX XP 700	
korkeus	10526	10250	10250	mm
leveys	4455	2780	2780	mm
syvyys	3000	2921	4225	mm
Paletteja	39	76	54	kpl
Paletin hyötykorkeus		205	280	mm
Paletin leveys	4000	2450	2450	mm
Paletin syvyys	820	813	853	mm
Paletin kantavuus	500	495	655	kg
Hyllymetrit	156	372,4	264,6	jm
Hyllyneliöt	127,92	151,38	112,8	m ²
Laitteen kantavuus	19500	33500	33500	kg
Laitteen omapaino (sis paletit)	7600	7900	9000	kg
Asennus	sis. hintaan	3000	3000	
Optio Lokerovalolista				€
Optio Varastohallintaohjelma	X	X	X	€
Optio Trukkisyöttö				€
Optio Tietokoneiliityntä				€
Laitteen hinta				€

Takuutiedot

Täystakuu (kattaa kaiken)	12	2	2	kk
Etätakuu (kattaa työt + varaosat)		10	10	kk
Takuun kesto yhteensä	12	12	12	kk

Huollot

Huoltosopimus	xxxx	xxxx	xxxx	€/1 vuosi
---------------	------	------	------	-----------

12.5 Varastoautomaatin tuottavuuslaskentaa

Osa laskelmista varattu vain työn tilaajan käyttöön.

Ennen varastoautomaatin hankkimista pitää ottaa tarkkaan huomioon se, missä ajassa investoinnista saatu hyöty ylittää siitä johtuvat kustannukset. Automaatin eri ominaisuuksien selvittämiseen ja niiden etujen tutkimiseen käytettiinkin paljon aikaa. Myöhemmin tässä kappaleessa eriteltyjen laskelmien jälkeen päädyttiin siihen, että varastoautomaatti vapauttaisi merkittävästi tilaa loppukokoonpanon lattialta. Tämä tila saadaan käytettyä hyödyksi joko kuivumistilana maalaamosta tulleille tuotteille tai uutena asennuspaikkana, joka edelleen tehostaisi loppukokoonpanon toimintaa.

Varastoautomaatin valintaan vaikuttavat useat erilaiset tekijät. Huomioon tulee ottaa varastoautomaatista tuleva varastointikapasiteetin tehokkuus

keräilyyn kautta ja tehokkaan lattiapinta-alan vapautuminen muun tuotetta jalostavan työvaiheen käyttöön. Europress Group Oy:n tapauksessa osavaraston siirtämisestä automaattiin ja loppujen – esim. automaattiin liian painavien – nimikkeiden siirtäminen automaatin läheisyyteen ei nähty nykyisillä volyyymeilla niin paljon hyötyä, että automaatin hankintaa tulisi kiirehtiä. Varastoautomaatin hankinnalle haettiin kuitenkin hyväksymispäätös, jos tuotantovolyymit kasvaisivat tarpeeksi automaatin kustannustehokkaalle toiminnalle.

Aikaisemmin Europress Group Oy:n varasto sijaitsi loppukokoonpanon lattialla mahdollisimman lähellä asentajia, mutta keräilyjärjestelmän muutos mahdollistaisi varaston irrottamisen kauemmaksi asentajien pisteiltä. Uuden varastotilan laskettiin kuitenkin jäävän pieneksi, koska tuotantovolyymin odotetaan kasvavan lähivuosina noin 30 - 40 %. Varastoautomaatin varastointikapasiteetti mitataan juoksumetreinä (jm) ja se lasketaan seuraavanlaisella kaavalla.

hyllyjen määrä (kpl) x yhden varastointi alustan leveys (m) x 2 (hissityyppinen automaatti varastoi molemmille puolille)

esim. 10 m korkeaan automaattiin mahtuu n. 2 x 10 m / 0,3 m hyllyä (0,3 m arvioitu hyllyjen väliksi). Tarjouksissa eritelty alustan leveys oli n. 4 m.

Edellä mainituista arvoista voidaan laskea varastointikapasiteetti juoksumetreinä (laskelmassa ei ole otettu huomioon automaatin keräilyaukon kokoa):

$$\frac{2 \times 10 \text{ m}}{0,3 \text{ m (arvio)}} * 4 \text{ m} = 267 \text{ jm}$$

Tämä tarkoittaa n. 222 poikittaista EUR -lavapaikkaa (EUR -lava menee automaattiin poikittain ja sen pitkä sivu on n. 1,2 m). Nykyisessä varastossa varastoidaan tavaraa neljässä tasossa. Oletetaan, että hyllyn leveys on noin 1,2 metriä ja EUR -lavan lyhyempi sivu on noin 0,8 m. Automaatti vie lattiapinta-alaa n. 14 m². Tästä saadaan laskettua säästetty lattiapinta-ala, joka voidaan haluttaessa käyttää tehokkaaseen jalostavaan työskentelyyn.

$$\frac{222 \times 1,2 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}}{4 \text{ (tasojen lkm)}} - 14 \text{ m}^2 = 39 \text{ m}^2$$

Tehtaan neliövuokraksi arvioitiin n. XX €/m² kuukaudessa ja oletettiin, että n. 70 % tilasta menee hyötykäyttöön. Tästä voidaan laskea vuosittaiset säästöt seuraavasti:

$$XX \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \times XX \text{ m}^2 \times 0,7 \times 12 \approx 3300 \text{ €}$$

Tilansäästön lisäksi tuli ottaa huomioon varastokeräilyn nopeutuminen. Yhden peruskoneen järjestetty osien keräily hyllystä mitattiin empiirisellä tutkimuksella (käytiin keräilemässä osat sekuntikello kädessä) ja ajaksi saatiin 25 minuuttia, joka on todennäköisesti likimain uuden varastokeräilyn tavoiteaika. Uuden keräilyratkaisun tavoitteena, jota automaatti on tukemassa, oli vähentää keräilyaika 15 minuuttiin, joka on varastoautomaattien valmistajan mukaan mahdollista. Mitatun keräilyajan ja uuden varastoautomaattikeräysajan erotukseksi saadaan 10 minuuttia. Arvioitu yhden työntekijän kokonaishinta tunnilta on XX € ja keräilyjä suoritetaan loppukokoonpanossa noin 4 kpl päivässä. Vuodessa on keskimäärin 220 työpäivää. Tästä saadaan vuoden säästö laskettua seuraavasti:

$$0,17 \times XX \text{ €} \times 4 \text{ (keräilyjen lkm.)} \times 220 \approx X \text{ XXX €}$$

Yhteensä edellä lasketuista tekijöistä yritykselle tulee hyötyä lähes ~10 000 € vuodessa. Lisäksi automaatin ja uuden keräilyratkaisun taloudellisia etuja puoltaa mm. varastosaldoseurannan helpottuminen ja hävikin pieneneminen. Muita tekijöitä automaatin hankinnalle on työntekijäystävällisyys ergonomisemman keräilyasennon kautta.

13 JATKOKEHITYSTOIMENPITEET

Luontevasti seuraava askel varastokeräilyn kehityksessä on saada keräysjärjestelmän piiriin harvinaisemmin menevät ns. erikoiskoneet, jotta keräilystä saadaan kaikki mahdollinen hyöty irti. Tämän jälkeen keräilyyn läheisesti liittyvänä kehitystoimenpiteenä voisi olla esim. hälytysrajajärjestelmä varastonarvojen seurantaan, jollaisen tekemisestä on tehty alustavia suunnitelmia. Hälytysrajajärjestelmä varastoarvojen seurantaan on alun perin suunniteltu toimivan hälytysrajakorttein, mutta myöhemmässä vaiheessa valmistusmäärän ja samaten varastonarvojen kohotessa voisi pohtia erilaisten teknologioiden kuten viivakoodien tai RFID:n käyttöönottoa.

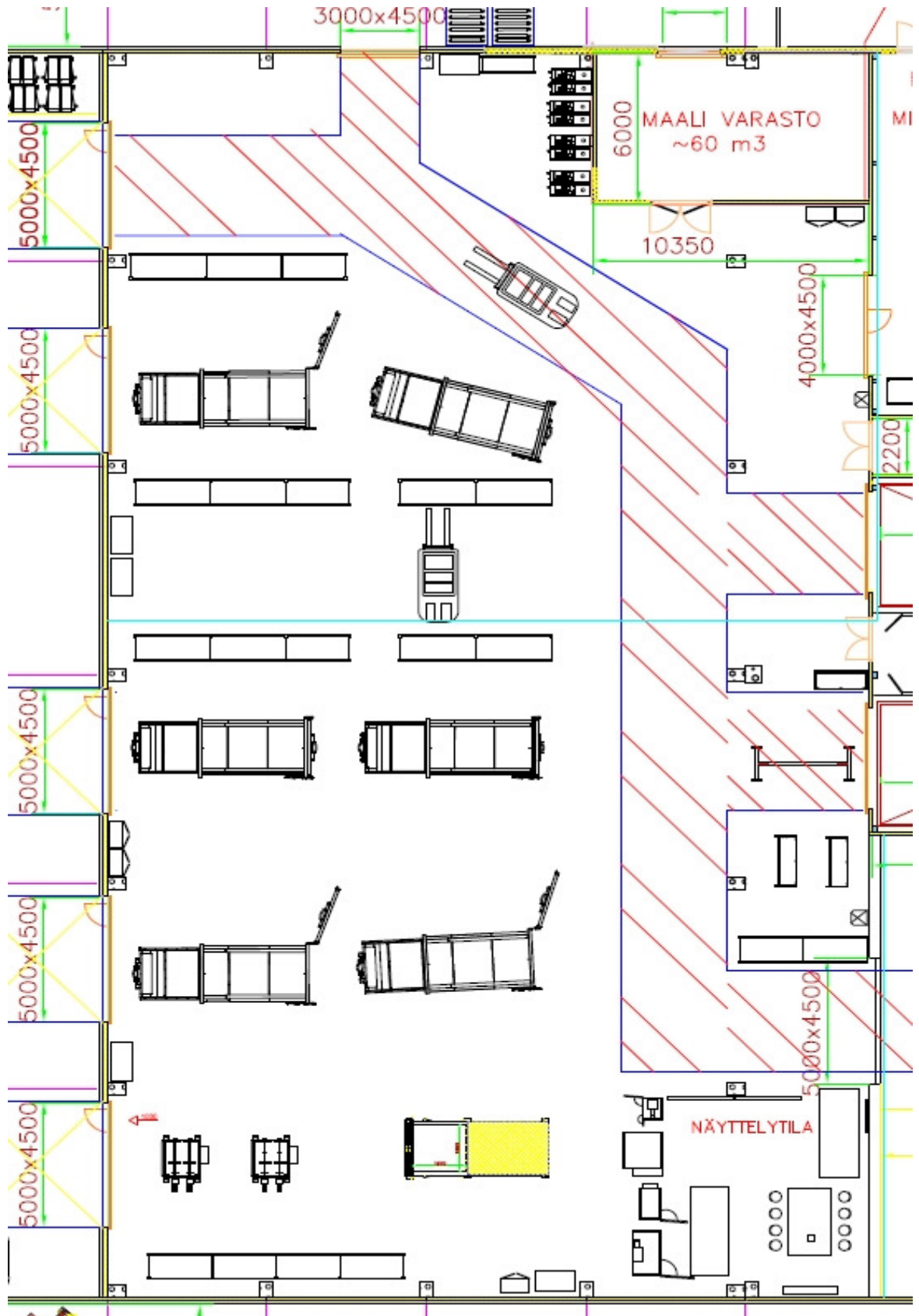
Europress Group Oy:n hitsaamon puolella suunnitelmissa on toteuttaa suuri osa osavalmistuksen töistä jatkossa imuohjauksen avulla. Ohjaus on suunniteltu toimivan kanban-korttien avulla, jotta varastosaldon ja valmistusmäärän seuranta helpottuisi eikä yllättäviä osapuutteita enää esiintyisi. Osavalmistuksesta johtuvat puutteet ovat erityisesti olleet ongelmana lomakausien aikana, kun vakinaiset työntekijät ovat olleet lomalla.

LÄHTEET

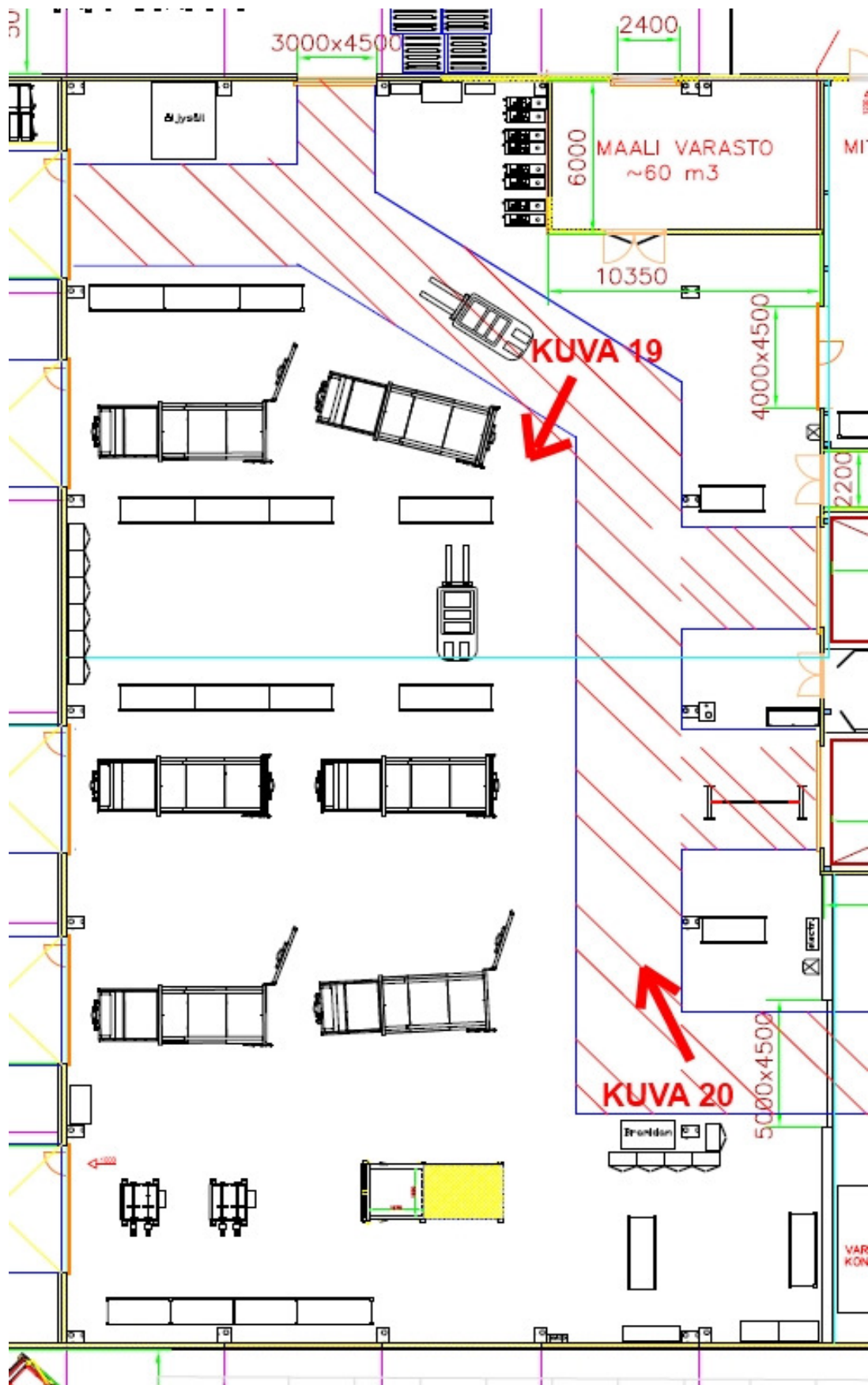
1. Larikka Markku, Heinilä Pekka, Selin Keijo, Tuominen Jouni. 2007. Tuottavuuden jatkuva parantaminen. Teknologiateollisuus Ry.
2. Lapinleimu Ilkka, Kauppinen Veijo, Torvinen Seppo. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. WSOY.
3. Slack Nigel, Chambers Stuart, Johnston Robert. 2010. Operations Management.
4. Sakki Jouni. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta - Logistinen B-to-B - prosessi. Hakapaino Oy.
5. Peltonen Aarne. 1997. Tuottava tehdas. Hakapaino Oy.
6. Sakki Jouni. 1999. Logistinen prosessi. Jouni Sakki Oy.
8. Europress Group Oy. Ympäristöystävällisiä jätehuoltolaitteita. Myyntiesite.
9. H&G. Ideen für eine saubere Umwelt. Myyntiesite.
10. Rocla Oy:n SWac myyntiesite. 20.4.2011
<http://www.rocla.com/aton.asp?item=4768>
11. Rocla Oy:n SPac myyntiesite. 20.4.2011
<http://www.rocla.com/attachment.asp?Section=61&Item=4224>
12. Toyota Material Handling Finland Oy:n verkkoesite 20.4.2011
<http://www.toyotaforklifts.fi/Fi/Products/ProductRange/Products/Pages/BT-Staxio-SWE100-stacker.aspx?sectionId=5&category=Pinontatrukit>
13. Constructor Finland Oy, Kasten. Varastotekniikan ykkönen. Myyntiesite.
14. Pulkkinen Pekka, Holopainen Martti. 2006. Talous- ja rahoitusmatematiikka. WSOY.

LOPPUKOKOONPANON LAYOUT-KUVAT

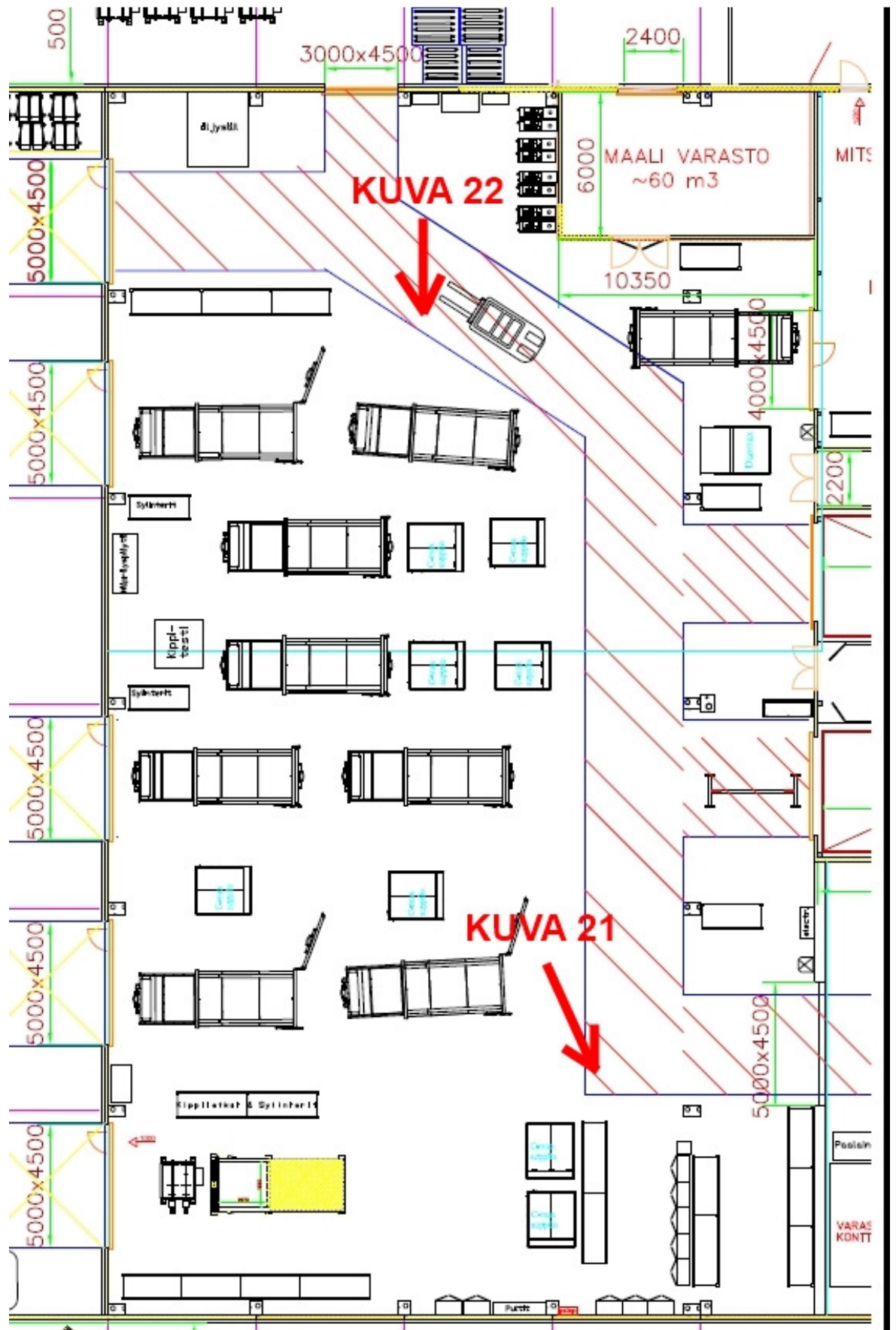
ALKUPERÄINEN LAYOUT



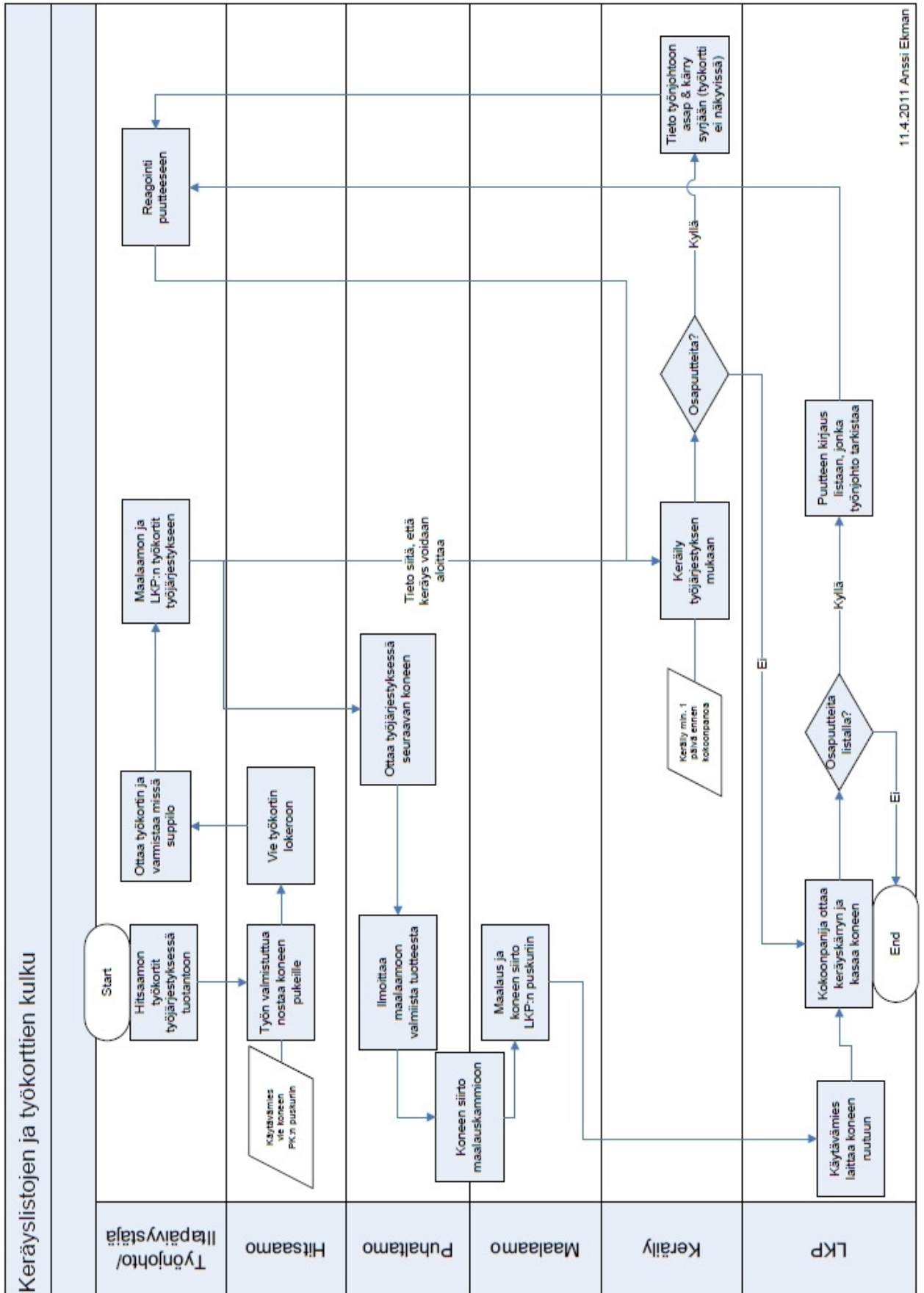
VANHA LAYOUT



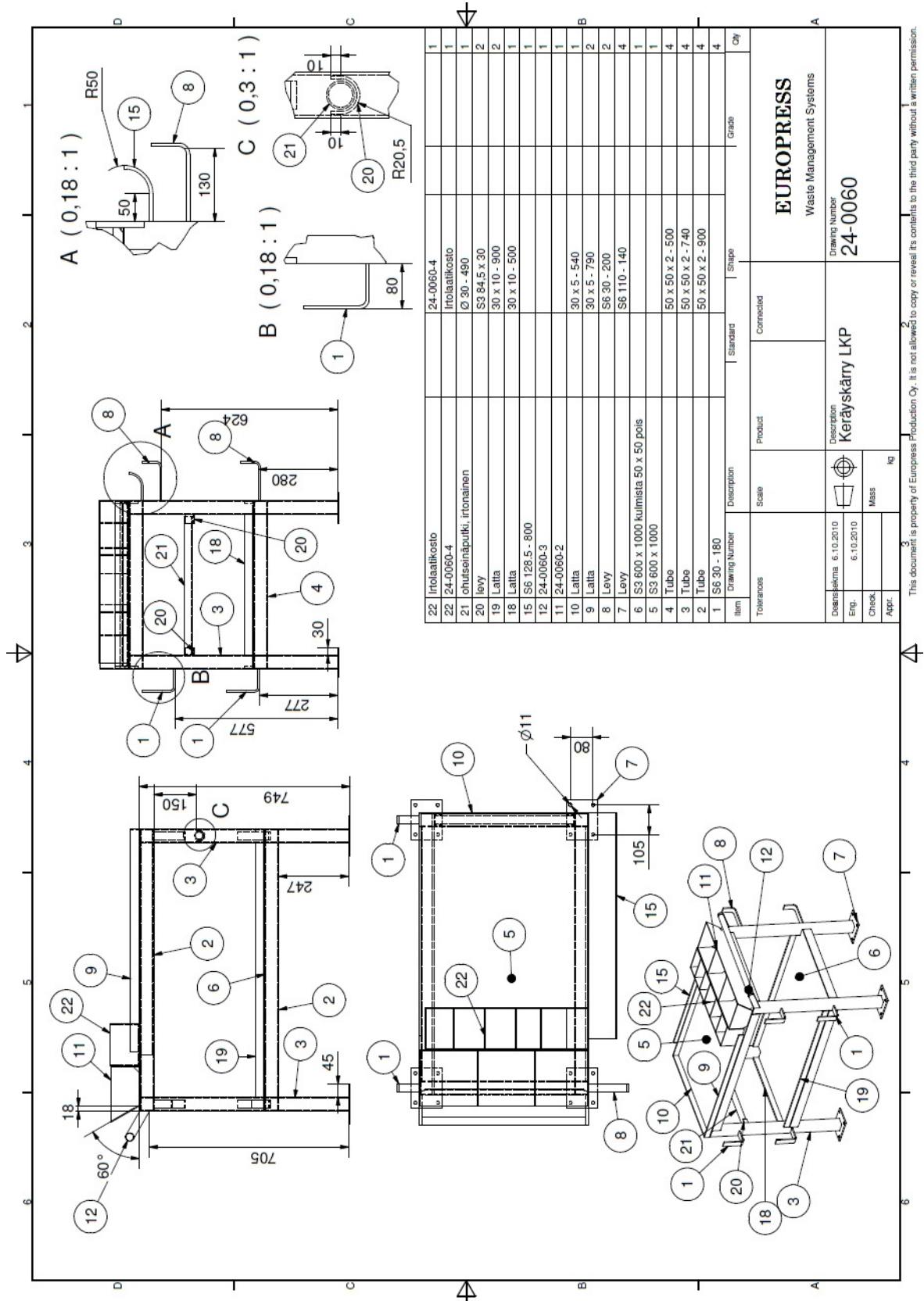
UUSI LAYOUT



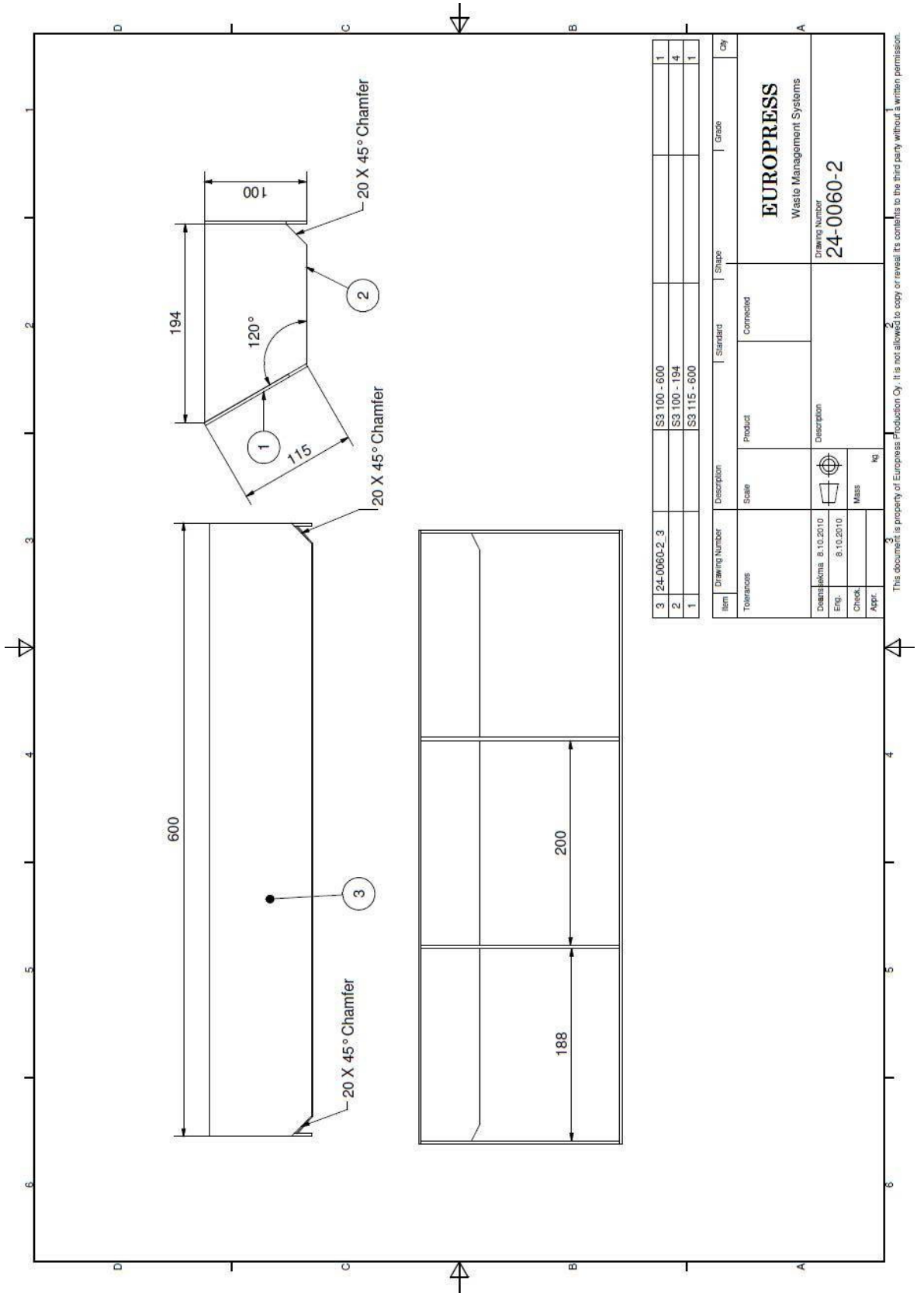
KERÄYSLISTOJEN JA TYÖKORTTIEN KULKU TUOTANNOSSA



KERÄYSKÄRRYJEN TYÖKUVAT



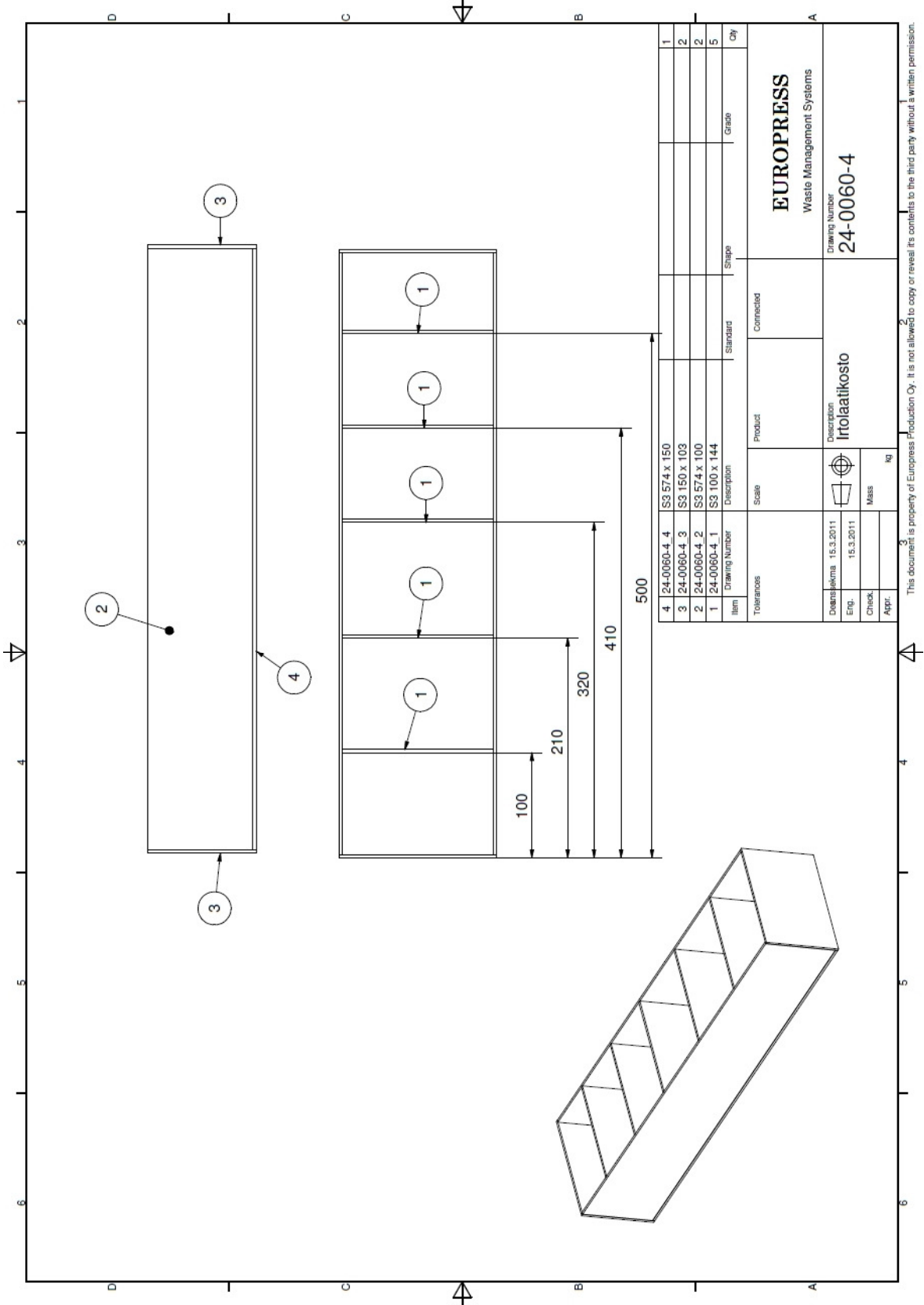
This document is property of Europress Production Oy. It is not allowed to copy or reveal it's contents to the third party without a written permission.



Item	Drawing Number	Description	Standard	Shape	Grade	Qty
3	24-0060-2.3	S3 100 - 600				1
2		S3 100 - 194				4
1		S3 115 - 600				1

Tolerances		Description		Product		Description	
Scale	Connected	Scale	Connected	Mass	kg	Drawing Number	
						24-0060-2	
Drawing Number: 8.10.2010 Eng: 8.10.2010 Check: Appr:		Description: Scale: Connected:		Product: Mass:		Drawing Number: 24-0060-2	

This document is property of Europress Production Oy. It is not allowed to copy or reveal its contents to the third party without a written permission.



Item	Drawing Number	Description	Standard	Shape	Grade	Qty
4	24-0060-4_4	S3 574 x 150				1
3	24-0060-4_3	S3 150 x 103				2
2	24-0060-4_2	S3 574 x 100				2
1	24-0060-4_1	S3 100 x 144				5

Tolerances		Scale	Product	Connected	EUROPRESS Waste Management Systems Drawing Number 24-0060-4
Doenrajelma	15.3.2011				
Eng.	15.3.2011				
Check.					
Appr.					

This document is property of Europress Production Oy. It is not allowed to copy or reveal its contents to the third party without a written permission.