



Joose Moisio

Varaosien varastointipaikkojen järjestäminen varastoautomaatissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Ajoneuvotekniikka YAMK

Insinöörityö YAMK

22.5.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Joose Moisio
Otsikko:	Varaosien varastointipaikkojen järjestäminen varastoautomaatissa
Sivumäärä:	47 sivua + 13 liitettä
Aika:	22.5.2025
Tutkinto:	Insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka YAMK
Ammatillinen pääaine:	Ajoneuvotekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Juho Vallivaara

Työkonealalla on tärkeää, että varaosalogistiikka toimii kokonaisuudessaan päävarastolta loppuasiakkaalle, jotta koneet saadaan mahdollisimman nopeasti takaisin toimintakuntoisiksi vaurion tai vahingon jälkeen. Nopeat ja luotettavat varaosatoimitukset ovat kilpailuvaltti markkinoilla yrittäjän tehdessä valintaa eri konemerkkien välillä. Logistiikan tehostamisessa vaihtoehtona on tehostaa joko ulkoista logistiikkaa tai sisälogistiikkaa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli hankkia tutkimustietoa varaston ja varastoautomaatin toiminnan tehostamisesta ja se tehtiin Komatsu Forest Oy:lle. Opinnäytetyön aiheena on Pirkkalan toimipisteen varaosalogistiikan tehostaminen ja varaosien järjestäminen uudelleen varastoautomaatissa. Työ edustaa laadullista, eli kvalitatiivista tutkimusta, ja tutkimusstrategiana on tapaustutkimus. Teoriaosuudessa esitellään varastoinnin, varastonohjauksen sekä logistiikan teoriaa. Tutkimusaineisto kerättiin mitaamalla varaosien keräilyyn kuluva aika sekä osallistamalla työntekijöitä luomaan varaosakokonaisuuksia, joiden paikkoja varastoautomaatissa muuttamalla voitaisiin saavuttaa ajansäästöä keräilytilanteissa. Varaosakokonaisuuksia tutkittiin myös korrelaatioanalyysillä. Kun kokonaisuudet oli luotu, järjestettiin varaosien paikat varastoautomaatissa uudelleen siten, että automaatin hyllyn vaihtamisen tarvetta keräilyn aikana voitaisiin vähentää. Varastointipaikkojen uudelleenjärjestelyn jälkeen mitattiin keräilyyn kulunutta aikaa ja verrattiin tuloksia aiempaan.

Uudelleenjärjestelyn tuloksena keräilyyn kulunutta aikaa saatiin vähennettyä ja vapautettua työaikaa uusien myyntilähetteen keräilyyn sekä varastotyöskentelyyn, kuten esimerkiksi varastolle saapuneiden varaosien hyllyttämiseen. Saadut tulokset kannustavat ottamaan tämän toimintamallin käyttöön Pirkkalan toimipisteen lisäksi Komatsu Forest Oy:n muilla toimipisteillä sekä varastoautomaatin lisäksi koko varastossa. Toimintamallia voidaan hyödyntää myös lähes millä tahansa muulla alalla toimivassa varastossa.

Avainsanat: ERP-järjestelmä, keräily, oletushyllypaikka, optimointi, tehostaminen, varastoautomaatti, varastointi

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Joose Moisio
Title: Organizing of Spare Parts in a Vertical Storage Lift
Number of Pages: 47 pages + 13 appendices
Date: 22 May 2025

Degree: Master of Engineering
Degree Programme: Master of Engineering
Professional Major: Automotive Engineering
Supervisor: Juho Vallivaara, Senior Lecturer

The aim of this Master's thesis was to obtain research data on improving the efficiency of the warehouse and the vertical storage lift and it was carried out for Komatsu Forest Oy. The topic of the thesis is improving the efficiency of spare parts logistics at the Pirkkala site and rearranging spare parts in the vertical storage lift. The work represents qualitative research, and the research strategy is a case study.

The theory section presents the theory of warehousing, warehouse control and logistics. The research data was collected by measuring the time spent picking spare parts and by involving employees in creating spare part assemblies, whose locations in the storage lift could be rearranged to save time in picking situations. Once the assemblies had been created, the spare parts locations in the storage lift were rearranged so that the need to change the storage lift shelf during picking could be reduced. The assemblies were analysed with correlation analysis. After rearranging the storage locations, the time spent picking was measured and the results were compared with the previous results.

As a result of the reorganization, the time spent on picking was reduced and working time was freed up for picking of new sales orders and warehouse work, such as shelving spare parts that had arrived at the warehouse. The results obtained encourage the adoption of this operating model at other Komatsu Forest Oy locations in addition to the Pirkkala location and spreading the model outside of the storage lift. The operating model can also be utilized in almost any other warehouse operating in any line of industry.

Keywords: default storage location, ERP-system, optimization, picking, storage, vertical storage lift

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	7
2	Tapaustutkimus	8
3	Komatsu Forest Oy	9
3.1	Komatsun metsäkoneiden historia	9
3.2	Komatsu Ltd	14
4	Varastointi	16
4.1	Varastonohjaus	16
4.2	Varastoinnin tarve ja kausivaihtelu	17
4.3	Varastoitavien tuotteiden säilyvyys	18
4.4	Varastojen tyypit	19
4.5	Täyttöaste	20
4.6	Keräily	20
4.7	Tuotteiden sijoittelu varastossa	21
4.8	Kauppamatkustajan ongelma	22
5	Varaosatoiminnot Pirkkalan varastolla	23
5.1	Komatsun 5S-menetelmä	23
5.2	Varaosien tilaaminen Pirkkalan varastoon	25
5.3	Varaosien vastaanottaminen Pirkkalan varastoon	25
5.4	Varaosien varastointi	29
5.5	Varaosien lähettäminen asiakkaille ja huoltopisteille	32
5.6	Inventaari	35
6	Varaosien varastointipaikkojen järjestäminen varastoautomaatissa	36
6.1	Varaosakokonaisuuksien luominen	36
6.2	Korrelaatioanalyysi	37
6.3	Varaosien siirron valmistelemine	39
6.4	Varastointipaikkojen järjestäminen varastoautomaatissa	39
6.5	Varaosien siirtäminen	40
7	Tulokset	40

8	Yhteenveto	43
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1: Varaosakokonaisuudet taulukossa	
	Liite 2: Kaatosylinterin tappi, korrelaatiokerroin	
	Liite 3: Sahalaite, korrelaatiokerroin	
	Liite 4: Sivuliukupala, korrelaatiokerroin	
	Liite 5: Runkonivelen laakerilevyt, korrelaatiokerroin	
	Liite 6: Mittapyörä, korrelaatiokerroin	
	Liite 7: Värimerkkauksen säiliön korkki, korrelaatiokerroin	
	Liite 8: Värimerkkauksen säiliön huohotin, korrelaatiokerroin	
	Liite 9: Varaosien siirtolomake	
	Liite 10: Varaosien siirtolomake, täytetty	
	Liite 11: Keräilyyn kulunut aika, taulukko	
	Liite 12: Keräilyyn kulunut aika, taulukko, täytetty	
	Liite 13: Kokonaissästö työajassa, taulukko	

Lyhenteet

- ERP: *Enterprise Resource Planning*. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä, johon on integroitu tuotantoa, jakelua, varastohallintaa, laskutusta ja kirjanpitoa.
- QR: *Quick Response*. Ruutukoodi, kaksiulotteinen kuviokoodi, johon on koodattu informaatiota. Koodin voi lukea kameran avulla erilaisilla sovelluksilla.
- WMS: *Warehouse Management System*. Varastohallintajärjestelmä, jolla hallitaan varaston toimintoja, kuten vastaanottoa, uloskirjauksia ja inventaaria.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaajana on Komatsu Forest Oy, joka myy, huoltaa ja korjaa Komatsu- ja Valmet-merkkisiä metsäkoneita Suomessa ja Baltian maissa. Työtehtävien lisääntyessä jälkimarkkinoinnin henkilöstöllä ja toiminnan kasvaessa syntyi tarve tehostaa varaosalogistiikkaa Pirkkalan päävarastolla.

Opinnäytetyö tehtiin tapaustutkimuksena, jossa selvitettiin, olisiko mahdollista tehostaa Pirkkalan toimipisteen varaosalogistiikkaa ja saisiko varaosakokonaisuuksien keräämiseen käytettävää aikaa lyhennettyä. Varaosien järjestäminen uudelleen varastoautomaatissa oli pääosassa tämän tutkimuksen toteuttamista. Suuri osa varastossa tehtävästä keräilystä tapahtuu varastoautomaatista. Tällöin merkittävä osa saatavasta ajansäästöstä on saatavilla tästä keräilyprosessista.

Työkonealalla on tärkeää, että varaosalogistiikka toimii kokonaisuudessaan, päävarastolta loppuasiakkaalle, jotta koneet saadaan mahdollisimman nopeasti takaisin toimintakuntoisiksi vaurion tai vahingon jälkeen. Jokainen menetetty työtunti on kallis yrittäjälle sekä välillä myös työn tilaajalle. Nopeat ja luotettavat varaosatoimitukset sekä varastotyöskentelyn ja toimitusketjun kehittäminen ovat kilpailuvaltti markkinoilla yrittäjän tehdessä valintaa eri konemerkkien välillä. (Ibrahim ym. 2023: 62–66.)

Metsäkonealan päätoimijoista ja keskenään kovimmista kilpailijoista John Deere, Komatsu Forest ja Ponsse kuuluivat maailman viiden suurimman valmistajan joukkoon vuonna 2023 (MMR 2023). Näistä Komatsu Forestilla ja John Deerellä on maailmanlaajuiset päävarastot Ruotsissa ja Ponssellalla Suomessa. Kaikilla edellä mainituilla konemerkeillä on hyvin toimivat jakeluverkostot Suomessa: varaosat saadaan toimitettua asiakkaille ja huoltopisteille lähes kaikille Suomessa seuraavaksi päiväksi tilauksen tekemisestä.

Varaosan matka asiakkaalle alkaa aina varaosavarastolta. Siellä varaosatilaus muuttuu puhelinsoitosta tai sähköisesti lähetetystä tilauksesta konkreettiseksi

varastotyöntekijän toimesta. Mitä nopeammin varastolla työskentely onnistuu, sitä useampaa asiakasta voidaan palvella työpäivän aikana, ja näin asiakkaat saadaan pysymään tyytyväisinä. Tyytyväiset asiakkaat ja toimiva logistiikka yhdessä asiantuntevan varaosa- ja huoltopalvelun kanssa tarjoavat mahdollisuuden markkinaosuuden kasvattamiseen.

2 Tapaustutkimus

Tapaustutkimukseksi kutsutaan tutkimustapaa, jossa tutkitaan vain yhtä tai muutamaa kohdetta tai kokonaisuutta. Tutkimustapaa voidaan soveltaa hyvin moniin erilaisiin tutkimuksiin, mutta kuitenkin tutkimuksen kohde rajataan usein jollain tavalla omaksi kokonaisuudekseen. Valitusta tapauksesta pyritään tuottamaan yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa. Tutkimuksessa ei siis pyritä yhtä laajaan yleistettävyyteen, kuin esimerkiksi kyselytutkimuksessa, mutta tapaustutkimuksen tuloksilla voidaan osoittaa olevan laajempaa yleistettävyyttä tai siirrettävyyttä. Tapaustutkimuksen avulla pyritään kehittämään tutkimuksen kohdetta sekä tuottamaan uusia kehitysehdotuksia. (Ojasalo ym. 2014: 54.)

Tapaustutkimuksen prosessi koostuu Ojasalon ym. (2014: 54) mukaan seuraavista osista:

- Alustava kehittämistehtävä - mitä toimintaa tai prosessia tulisi kehittää? Mitkä ovat tutkimuksen tavoitteet?
- Ilmiöön perehtyminen käytännössä ja teoriassa, kehittämistehtävän täsmennys, miten toiminta tai prosessi toimii nyt ja miten sen haluttaisiin toimivan? Mitkä ovat ongelmat, joihin halutaan ratkaisua? Ovatko muut kohdanneet samanlaisia ongelmia? Miten ne on ratkaistu?
- Empiirisen aineiston keruu ja analysointi (haastattelut, kyselyt, havainnointi); mitataan, haastatellaan, havainnoidaan, tutkitaan, testataan erilaisia ratkaisuja, pidetään aivoriihi.
- Kehittämisehdotukset tai -malli; valitaan ratkaisumalli, jolla ongelmat ratkaistaan ja toimintaa tai prosessia aletaan kehittää. Havainnoidaan mahdolliset puutteet ja korjataan ne.

3 Komatsu Forest Oy

Työn tilaaja, Komatsu Forest Oy, on osa maailmanlaajuista Komatsu Ltd.-konsernia ja uranuurtaja metsäkonealalla. Tässä luvussa käydään läpi Komatsu Forest Oy:n historiaa ja toimintaa.

3.1 Komatsun metsäkoneiden historia

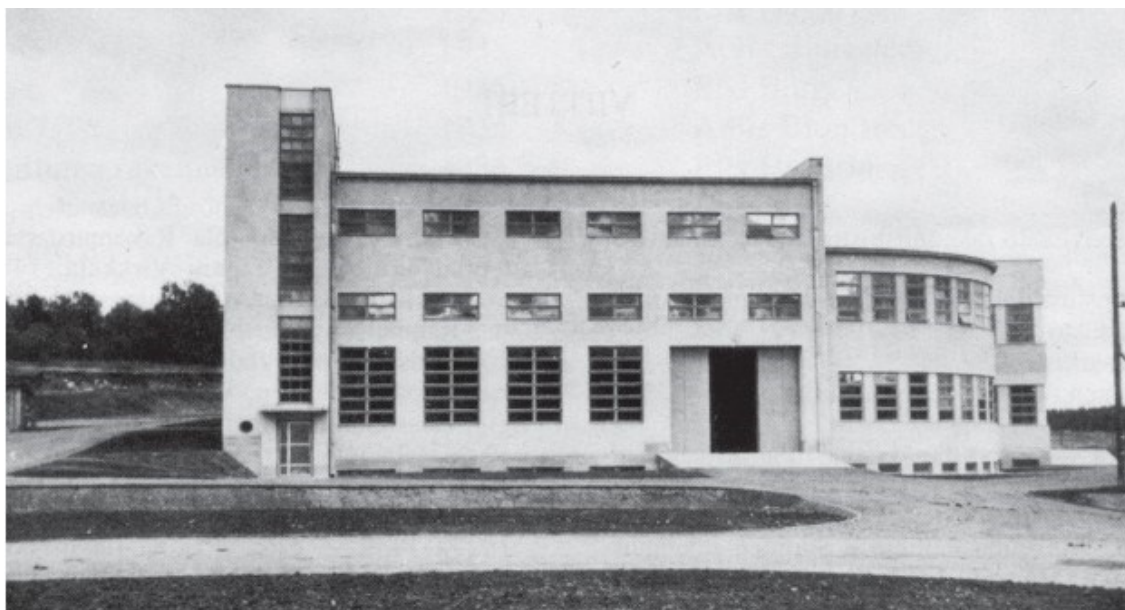
Komatsu Forest Oy:n juuret ovat nimestä ja nykyisestä kotipaikasta huolimatta hyvinkin suomalaiset. Ne ulottuvat Valmetin traktorituotantoon (nyk. Valtra) ja vuoteen 1961, eli 64 vuoden taakse. Itse Valmet on kuitenkin vieläkin iäkäämpi, vanhimman osan konsernia voidaan laskea syntyneen jo 1750-luvulla Suomenlinnassa, jossa toiminut allastelakka päätyi Suomen valtion omistukseen ja siten osaksi Valmetia 1900-luvulla. Suomen valtion omistamia metallitehtaita, asetehtaita ja konepajoja yhdistettiin vuonna 1946 Valtion Metallitehtäiksi, joka muuttui pörssiyhtiöksi vuonna 1951 saaden nimen Valmet Oy. Valmet Oy oli monialayritys, joka tuotti muun muassa traktoreita, trukkeja, konttilukkeja lentokoneita, laivoja, laiva- ja muita teollisuusmoottoreita, vetureita, junavaunuja, raitiovaunuja, hissejä, lämpökattiloita, paperikoneita ja aseita. Nykyisin Valmet Oy on keskittynyt paperikoneiden ja muiden paperin- ja kartongintuotantoon liittyvien laitteiden valmistukseen ja onkin maailman johtavia yrityksiä alallaan. (Valmet)

Suomalaisen metsäkoneen valmistamisesta alettiin haaveilla huhtikuussa vuonna 1961, jolloin Helsingin Seurahuoneella pidettiin Valmetin koolle kutsutun metsäalan ammattilaisten kokous. Seuraava kokous järjestettiin vuoden 1962 alkukesästä ja skidderin eli juontokoneen prototyyppi saatiinkin valmiiksi jo saman vuoden joulukuksi. Valmis juontokone (kuva 1) tuotiin markkinoille vuonna 1963, sen valmistus tapahtui Valmetin Tourulan tehtailla, mutta tulevien metsäkoneiden valmistuspaikaksi valittiin Valmetin lentokonetehtas Tampereen Härmälässä. Tästä huolimatta myös Tourulan tehdas jatkoi omien metsäkonemalliensa valmistusta. (Siuro)



Kuva 1. 1963 markkinoille tuotu Valmet 363D-juontokone metsätoissa (Komatsu Forest 2011: 11)

Vuonna 1979 Valmet osti Volvo BM:n traktorituotannon, jonka mukana konserniin liittyi myös Umeå Mekaniska AB Ruotsin Uumajasta. Sieltä saatiin kokemusta harvesterin valmistamiseen. Samalla Tampereen tehtaan metsäkoneosastosta (kuva 2) muodostettiin oma yhtiönsä, Valmet Metsäkoneet Oy. Metsäkoneita valmistettiin Tampereen ja Tourulan lisäksi Kurikassa Velsa Oy:llä (nyk. Fortaco) sekä Ruotsin Uumajassa. (Siuro)



Kuva 2. Tampereen Härmälänrannan teollisuusalueen Ilmailuvarikko vuonna 1936, myöhemmin Valmet Metsäkoneiden Varaosa- ja Palvelukeskus (Pirkanmaan maakuntamuseo 2012: 5)

Vielä vuonna 1985 koneellisen hakkuun osuus kaikista hakkuista Suomen metsissä oli vasta n. 15 %, ja koneellistuminen tapahtui Suomessa n. 10 vuotta Ruotsin jälkeen. Valmet loi ensimmäisenä suurena metsäkonevalmistajana nykyisenkaltaisen hakkuukoneen eli harvesterin, joka ei ollut pelkästään muokattu kuormatraktori. (Siuro)

Valmetin kumipyörillä liikkuvien tuotteiden sekä dieselmoottorien valmistus liitettiin vuonna 1994 Sisu-Autoon, joka taas siirtyi kokonaan Partekin hallintaan vuonna 1997. Tällöin Linnavuoren moottoritehtailta valmistuneiden moottorien tuotenimi muuttui Valmetista Sisu-Dieseliksi, metsäkoneiden tuotenimen pysyessä Valmetina, mutta saaden lisänimen Sisu Logging. Valmet oli ensimmäinen suurista metsäkonevalmistajista, joka sai tuotantoon täydellisen koneohjelman skandinaavisen puunkorjuun tarpeisiin. (Komatsu Forest 2011: 27.)

Kone Oy osti Partekin vuonna 2002, mutta luopui Sisu-Dieselistä maatalouskonekonserni AGCO:lle jo seuraavana vuonna ja myi metsäkonevalmistuksen Komatsu-konsernille vuonna 2004. Tuotemerkki muuttui Komatsu Forestiksi

kuitenkin vasta vuonna 2011 Euroopan markkinoilla (kuva 3). Muilla markkina-alueilla, kuten Pohjois- ja Etelä-Amerikoissa Valmetin nimi pysyi käytössä vieläkin pidempään. (Siuro)



Kuva 3. Pirkkalan Tuottotien palvelukeskus muuttuu Valmetista Komatsuksi 2011 (Siuro)

2010-luvun jälkipuoliskolla Komatsu Forest esitteli uutena innovaationa vuonna 2017 kahdeksanpyöräisen harvesterin, 931XC:n (kuva 4), joka sai hieman myöhemmin samana vuonna seurakseen pienemmän 901XC:n. Kahdeksanpyöräisten harvesterien perhe kasvoi vielä järeimmällä mallilla, 951XC:llä vuonna 2023.



Kuva 4. Komatsu 931XC metsätöissä (Siuro)

Muita viimeaikaisia innovaatioita ovat olleet kuormatraktoreiden Comfort Ride - ohjaamon hydraulinen jousitus ja vakautus, Smart Crane - sähköinen kuormaimen ohjaus, sekä hakkuukoneen tarkkuuspaikannus, nimeltään Precision, jonka avulla koneen ja kaadetun puun sijainnit tiedetään senttimetrien tarkkuudella. Tämän avulla voidaan esimerkiksi kertoa kuormatraktorin kuljettajalle, missä tietyt puupinot sijaitsevat. Järjestelmästä on hyötyä esimerkiksi talvella lumihangan alle jääneen puupinon löytämisessä sekä ajourien reittien suunnittelussa ja niillä pysymisessä. Hyvät paikannustiedot vähentävät turhaa ajamista,

jolloin koneen tehokkuus on parempi sekä maasto kuluu vähemmän. (Komatsu Forest 2017–2024)

Viimeisimpänä uudistuksena Komatsu Forest esitteli uudistetun huoltosopimusohjelman, nimeltään ProAct 2.0, jossa huolto-ohjelma on aina räätälöity yksilöllisesti tiettyyn koneeseen. Huolto-ohjelma sisältää ennakoivat tarkistukset sekä oikea-aikaiset määräaikaishuoltotoimenpiteet. ProAct 2.0-huoltosopimus on voimassa 6250 käyttötuntiin asti määräaikaishuoltovälin ollessa 750 tuntia. ProAct 2.0 on saatavissa sekä harvestereihin että hakkuukoneisiin. Lisäksi on saatavissa ProAct XP -jatkoturva, joka laajentaa koneen pääkomponenttien turvaa aina 9000 käyttötuntiin asti. Pääosa uuden ohjelman mukaisista huolloista on suunniteltu tehtäväksi metsässä, jolloin työajan menetys koneen siirtelemiseen huoltoon ja työmaalle saadaan vähenemään. Varsinkin enemmän kuin yhden koneen omistaville yrittäjille on tärkeää yrityksen kaluston ylläpito sekä seuranta, ja ne onnistuvatkin hyvin Komatsun Smart Forestry -palvelun avulla. Tällä palvelulla koneisiin saadaan hallinta, suunnittelu, tuki sekä kaikki tarvittavat kauko-ohjaustoiminnot etäyhteydellä. Smart Forestry tunnettiin aiemmin nimellä MaxiFleet. Smart Forestryyn voidaan yhdistää myös aiemmin mainitut ProAct 2.0, Precision-tarkkuuspaikannus sekä kartta- ja tuotannonseurantapalvelu Vision. (Komatsu Forest 2017–2024)

Komatsu Forest Oy on ruotsalaisen Komatsu Forest AB:n suomalainen tytäryhtiö, jonka tehtävänä on toimia Suomen ja Baltian markkina-alueilla. Komatsu Forest Oy:llä on Suomessa kolme omaa toimipistettä, päätoimipiste Pirkkalassa ja varaosamyynti sekä korjaamot Jyväskylässä ja Rovaniemellä. Omien toimipisteiden lisäksi Komatsu Forest Oy:n huoltoverkostoon kuuluu 13 huoltopistettä Suomessa ja 13 huoltopistettä Virossa, Latviassa ja Liettuassa. (Huolto ja kunnossapito)

3.2 Komatsu Ltd

Japanilainen Meitarō Takeuchi (kuva 5) sai hallintaansa nykyisen Komatsun kaupungin läheltä Yusenjin kuparikaivoksen vuonna 1902, mutta hän ymmärsi,

että kaivoksen kuparivarannot tulevat ehtymään, joten Takeuchi päätti alkaa kehittää ja huoltaa kaivostoiminnassa tarvittavia koneita. Tähän toimeen perustettiin Komatsu Iron Works vuonna 1917. Vuonna 1921 yhdessä sijoittajien kanssa Takeuchi muokkasi yrityksen konepajaksi ja nimi pelkistettiin vain Komatsu Ltd:ksi läheisen kaupungin mukaan. Suomeksi sana ”komatsu” tarkoittaa pientä mäntyä, joten nimi sopiikin hyvin metsäalan tuotemerikiksi. (Komatsu Ltd.)



Kuva 5. Meitarō Takeuchi (Komatsu Ltd.)

Yhtiön ensimmäinen puskutraktoriprototyyppi maatalouskäyttöön valmistui vuonna 1931. Toisen maailmansodan aikana Komatsu tuotti Japanin armeijalle traktoreiden lisäksi myös tankkeja ja haupitseja. Japanin jälleenrakennus auttoi Komatsua kehittymään ja vuonna 1949 valmistettiin yhtiön ensimmäinen dieselmoottori. Komatsu Ltd:n maailmanlaajuinen toiminta alkoi vuonna 1955 tiekarhujen ja hydrauliprässien viennillä Argentiinaan. Vuonna 1957 kaikki Komatsun valmistamat koneet käyttivät merkin omia moottoreita. 1960-luvulta 1980-luvun lopulle asti Komatsu Ltd laajensi toimintaansa ympäri maailmaa ostamalla yrityksiä, joista yhtäkään se ei ole myynyt. Vuonna 2024 Komatsu Ltd ja sen tytäryhtiöt työllistivät 64 343 työntekijää 252:ssa yrityksessä 111:ssä kohteessa maailmanlaajuisesti. (Komatsu Ltd.)

4 Varastointi

Varastoon liittyviä toimintoja on löydettävissä lähes kaikista tuotannollisista sekä kaupallisista toiminnoista. On olemassa myös pelkkään varastointiin liiketoimintansa perustavia yrityksiä, jotka tarjoavat palveluitaan yksityishenkilöille sekä yrityksille. (Hokkanen & Virtanen 2012: 9.) Komatsu Forest Oy varastoi omistamia tuotteita ennen niiden luovuttamista asiakkaalle. Varasto on siis pääasiassa suunniteltu siten, että tuotteet kiertävät sen läpi melko nopeasti.

4.1 Varastonohjaus

Varastonohjaus on toimintaa, joka tasapainottaa kustannukset, toimituskyvyn ja laadun siten, että toiminta antaa parhaan mahdollisen lisäarvon sekä asiakkaalle että yritykselle. Varastonohjauksella tarkoitetaan varastoihin sitoutuvan pääoman hallintaa ja materiaalivirtojen ohjausta. Varastoa ohjataan varastonohjausjärjestelmillä, eli ERP- tai WMS-järjestelmillä. Jos varastonhallintajärjestelmä on eri kuin myynnin järjestelmä, tulee ohjausjärjestelmän osat ottaa osaksi myynnin järjestelmiä, jotta tieto saldomuutoksista kulkee järjestelmien välillä. Toiminnanohjausjärjestelmän tehtäviin kuuluu muun muassa selvittää paljonko tavaraa on varastossa nimikkeittäin, toimia tavarainhinnoittelun perusteena, toimia inventoinnin apuvälineenä, selvittää nimikkeen dynaamiset varastointisuureet, hälyttää tilaamaan lisää tavaraa ja valvoa tavarain säilyvyyttä. Varastonohjaus on onnistunut, jos saatavuus, varastotaso ja käytetty työmäärä pystytään pitämään tasapainossa. Varastokirjanpidon avulla ylläpidetään tuotetietoja ja se mahdollistaa tehokkaan varastonvalvonnan. Varastotapahtumiksi kirjataan otot, panot, sisäiset siirrot ja inventointi. (Hokkanen & Virtanen 2012: 72–73.)

Komatsu Forest Oy käyttää Microsoft D365 -toiminnanohjausjärjestelmää, jonka avulla hallinnoidaan koneiden tilaamista, konemyyntiä, varaosien tilaamista, varaosamyntiä, varaosavarastoa, korjaamon toimintaa sekä uuden koneen, vaihtokoneen ja varaosan takuutöiden laskutusta. Järjestelmä on yhteydessä Ruotsin pääkonttoriin Uumajassa ja keskusvarastoon Arlandassa. D365:n kautta

voidaan tarkistaa varaosien saldot ja hyllypaikat varastossa, siirtää varaosia hyllypaikoista ja varastoista toisiin, luoda varaosille oletushyllypaikkoja sekä korjata virheellisiä varastosaldoja. Oletushyllypaikka säilyy tuotteella, vaikka sen varastosaldo menisikin tyhjäksi. D365:een on liitetty Warehouse Management -varastonhallintasovellus, jota voi käyttää joko tietokoneella tai Honeywell-kämmelitietokoneella. Sovelluksella voi tehdä samoja toimintoja kuin D365:lla ja sovelluksessa tehdyt muutokset päivittyvät D365:een lähes reaaliajassa. Toisin sanoen kaikkia tärkeimpiä varaston ja myynnin toimintoja ohjataan samalla järjestelmällä. Varaston palvelutasoa ylläpidetään GIM Syncron -ohjelman avulla. Ohjelma määrittelee varastotasot sekä Komatsu Forest AB:n, että varaosamyynnin esihenkilön antamien ehtojen avulla ja ehdottaa varastotilauksia saldojen ylläpitämiseksi. Ohjelmisto tarkkailee osien kysyntää ja ennustaa tarvetta.

4.2 Varastoinnin tarve ja kausivaihtelu

Varastoinnin tarve syntyy kysynnän ja tarjonnan vaihtelusta kausittain sekä päätetyn palvelutason ylläpitämisestä. Vaihtelun luovat muutokset materiaalien saannissa sekä tarve markkinoilla. Alueellisen kausittaisen vaihtelun vaikutusta varastoon voidaan lieventää keskittämällä varastointia, mutta tämä tapahtuu asiakaspalvelun kustannuksella ja näkyy asiakkaalle pidentyneinä toimitusaikoina. (Hokkanen & Virtanen 2012: 10–11.) Varaosien tarve sekä käyttökohteet vaihtelevat kausittain metsäkonealalla. Kelirikon vuoksi kevät sekä syksy ovat aikaa, jolloin koneet eivät välttämättä ole töissä. Tällöin niihin tehdään enakoivasti suurempia kunnostuksia. Talviaikaan tarvitaan yleensä voimansiirron osia enemmän kuin muina vuodenaikoina rankkojen sääolosuhteiden vuoksi. Keväällä ja kesällä huolletaan ja korjataan koneiden ilmastointilaitteita, syksyllä polttoainekäyttöisiä esi- ja lisälämmittimiä. Ympäri vuoden kuluu määräaikaishuoltotarvikkeita, kuten öljyä, voiteluaineita, jäähdytinnesteitä sekä suodattimia joko yksitellen tai valmiiksi kerätyissä suodatinsarjoissa. Muutokset koneiden kokonaismäärässä eivät ole yleensä kovin suuria ja nopeita, jolloin se ei aiheuta juurikaan vaihtelua kysynnässä. Kausivaihtelu ei juurikaan näy Komatsu Forest Oy:n varastolla tuotteiden sijoittelussa hyllypaikoille. Tiettyjen, kriittisten

varaosien kanssa varaudutaan tulevaan tarpeeseen manuaalisesti ennakkoon, eli automaattinen tilausjärjestelmä ohitetaan niiden osalta. Toimiva varaosalogistiikka keskusvarastolta mahdollistaa myös varaston pitämisen kohtuullisen kokoisena ilman, että palvelutaso heikkenee. Useimmiten asiakkaille riittää, jos tuote on noudettavissa toimi- tai huoltopisteistä seuraavana aamuna tilauksen tekemisestä.

4.3 Varastoitavien tuotteiden säilyvyys

Kaikessa varastoinnissa tulee ottaa huomioon varastoitavien tuotteiden säilyvyys. Mekaniikkaosat eivät sinällään ole herkästi pilaantuvia tuotteita, mutta niidenkin säilymisestä varastoinnin aikana tulee pitää hyvää huolta. Varaosat ovat pääasiassa varastolla pakattuina jonkinlaiseen suojaavaan pakkaukseen, siltä osin kuin sille on tarvetta. Pienemmät osat, kuten sähkötarvikkeet, tiivistesarjat ja o-renkaat, ovat muovisissa minigrip-pusseissa tai pahvilaatikoissa. Kolhuille alttiit hydraulikkaosat, kuten karat ovat yleensä yksittäispakattuina muovisiin laatikoihin tai pehmustettuina pahvilaatikoissa.

Paljaalla metallipinnalla olevat varaosat on yleensä suojattu suojarasvalla tai vahalla ja voipaperilla. Hydraulikkaletkut on suojattu yleensä molemmissa päissä olevilla tulpilla, kuten myös hydraulisylinterien ja -venttiilien liittimet. Tämä on tärkeää, jotta näiden osien sisään ei pääse epäpuhtauksia, jotka voisivat tehdä vahinkoa hydraulijärjestelmässä. Suurempikokoisia varaosia ja tarvikkeita, kuten teloja, teleskooppisylintereitä, vaakapunnuksia, kalibrointiputkisarjoja, renkaita ja vanteita sekä IBC-kontteihin pakattuja öljyjä säilytetään kylmissä ulkovarastoissa. Näissä tuotteet ovat suojassa sateelta ja auringonpisteelta, mutta eivät pakkaselta tai kosteudelta.

Muutokset koneiden rakenteessa ja varustelussa sekä laatupoikkeamat saavat aikaan muutoksia myös osissa ja välillä vanhoja osia korvataan uusilla. Tällöin vanhat osat joko palautetaan Ruotsiin, romutetaan tai myydään pois uusien, muutettujen tai parannettujen osien tieltä. Myös varastoinnin aikana rikkoutuneet tai vaurioituneet osat romutetaan tai myydään alennettuun hintaan.

Muuttuvapaikkainen varasto mahdollistaa tuotteiden hyllypaikkojen vaihtelun niiden elinkaaren mukaan. Uusia, suuremmalla menekillä olevia tuotteita voidaan sijoitella varastossa helpommin saataville ja poistoon menossa olevia tuotteita voidaan sijoittaa sivummalle.

4.4 Varastojen tyypit

Erilaisia varastoja on olemassa montaa eri tyyppiä, koska varastoitavien tuotteiden kirjo on laaja. Keskusvarasto-nimitys on otettu käyttöön kuvaamaan varastoa, josta löytyy kaikki, tai ainakin lähes kaikki tarvittava. Aluevarasto on varastotyyppi, joka palvelee tietyn alueen tarpeita, esimerkiksi pitkien välimatkojen vuoksi voi syntyä tarve sijoittaa aluevarasto lähemmäs asiakkaita. Aluevarasto lähettää tuotteet eteenpäin jakeluvarastoon, josta tuotteet voidaan luovuttaa tai lähettää asiakkaalle. (Hokkanen & Virtanen 2012: 22–23.) Komatsu Forest Oy:n toimipisteiden varastoissa yhdistyvät sekä aluevarasto että jakeluvarasto, Pirkkalan toimipisteen varasto toimii myös Suomen keskusvarastona. Varastoista voidaan luovuttaa asiakkaan haluama varaosa suoraan asiakkaalle, tai varaosa voidaan lähettää asiakkaalle, huoltopisteelle, DropBoxiin tai toiseen varastoon. DropBox on asiakkaille avoin varaosien noutopiste, joihin toimitussopimuksen tehneet asiakkaat voivat tilata varaosia sekä suoratoimituksena Ruotsin päävarastolta että Pirkkalan varaosavarastolta.

Manuaalivarasto voi karkeimmillaan sisältää paperipohjaisen kirjausmenettelyn sekä käsin tehdyt rahtikirjat. Manuaalivarastossa käytetään apuvälineinä nykyään viivakoodeja ja tietokoneohjelmistoja, joten nimitys ”manuaalivarasto” viittaa kuitenkin tuotteiden säilytyksen ja keräilyn henkilövaltaisuuteen. (Hokkanen & Virtanen 2012: 24.) Pirkkalan toimipisteen varastossa yhdistyvät manuaali- ja automaatiovaraston piirteet, mutta se on kuitenkin manuaalivarasto. Vaikka käytössä onkin varastoautomaatti ja joitakin toimintoja inventaarissa ja raportoinnissa on automatisoitu, tehdään vastaanotto, hyllytys, keräily ja osalähetysten pakkaaminen silti manuaalisesti. Weland -varastoautomaattiin on mahdollista saada toimimaan puoliautomatisoitu keräily siirtyminen toiminnanohjausjärjestelmästä varastoautomaattiin, mutta sitä ominaisuutta ei ole vielä otettu

käyttöön. Pirkkalan varastossa yhdistyy myös erilaisia tuotteiden hyllytystyypp-
pejä kuormalava- ja korkeavarastosta pientavarahyllyihin ja varastoautomaat-
tiin.

4.5 Täyttöaste

Täyttöaste kertoo varastossa olevien täysien varastopaikkojen suhteen tyhjiin
(kaava 1). Sillä kuvataan siis sitä, kuinka täynnä varasto on. (Hokkanen & Virta-
nen 2012: 18.)

$$\frac{\text{Tuotenimikkeiden lukumäärä}}{\text{Varastopaikkojen lukumäärä}} \times 100 \% = \text{Varaston täyttöaste} \quad (1)$$

Muuttuvapaikkaisessa varastossa, jossa myös varastopaikkojen ja varastoita-
vien tuotteiden koko vaihtelee suuresti kokonaistäyttöasteen selvittäminen voi
olla hankalaa, eikä se sinällään pienessä varastossa edes ole tarkoituksenmu-
kaista. Jos varasto on liian täynnä, varastotyöntekijä huomaa sen ja ilmoittaa
asiasta esimiehelleen. Myös varastosaldot voivat vaihdella kysynnästä riippuen,
jolloin tuotteiden hyllypaikkoja voi vaihdella tarpeen ja täyttöasteen mukaan.
Hyllypaikkoja voidaan myös luoda järjestelmään lisää jakamalla suurempia hyl-
lypaikkoja pienempiin osiin. Pirkkalan varastossa on tämän työn tekohetkellä
4965 hyllypaikkaa, joissa on varastoituna 3435 tuotenimikettä. Varaston täyttö-
aste on tällöin n. 69 %.

4.6 Keräily

Kaikissa varastoissa suoritetaan keräilyä ja se voi tapahtua kappale tai lava ker-
rallaan, varastoautomaatista tai ulkovarastoinnista. Keräily on yksi varastojen
työvaltaisimmista tehtävistä ja siinä määritellään pitkälti varaston tehokkuus
sekä toimivuus. Keräilyssä suurin aika kuluu tuotteiden etsimiseen ja kuljettami-
seen. Näiden minimointi suunnittelulla sekä osaamisella antaa mahdollisuudet
kehittää varaston toimintaa. Keräilyssä tärkeää on oikeellisuus sekä tehokkuus.
Keräilyn laatu määräytyy sillä, tunnistaako ja valitseeko kerääjä oikeat tuotteet
sekä kerää niitä oikean määrän. Tehokkuutta voidaan mitata kerättyjen rivien

määrässä aikayksikköä kohti. Mielekäs yksikkö tehokkuuden esittämiseen on riviä / tunti. Lukuarvoon vaikuttaa se, millaisia tuotteita kerätään ja se, kuinka monta henkilöä on suorittamassa keräilyä. (Hokkanen & Virtanen 2012: 35–38.)

Keräily voidaan jakaa staattiseen ja dynaamiseen keräilyyn. Staattisessa keräilymallissa tuote tulee kerääjän luo esimerkiksi varastoautomaatista. Keräily tapahtuu automaatin hyllystä esimerkiksi valon opastamana, jolloin kerääjän tehtävänä on poimia oikea määrä tuotteita oikealta hyllypaikalta ja sijoittaa kerätty tuote kuljetusyksikköön. Staattisessa keräilyssä pyritään hyödyntämään ryhmäpoimintaa, eli samalla poiminnalla kerätään usean lähetyksen tuotteet. Tällainen keräilytapa vaatii onnistuakseen tietojärjestelmää, joka osaa yhdistää kerättävät tuotteet siten, että useamman keruulistan poiminta onnistuu samanaikaisesti. Dynaamisessa keräilymallissa kerääjä kulkee varastossa kerättävän tuotteen varastopaikalle ja poimii tuotteen. Tämä voi tapahtua varastosta ja keräiltävistä tuotteista riippuen esimerkiksi käsin tai trukilla. Molemmissa keräilymalleissa keräilymäärää seurataan jonkinlaisen keräilylistan avulla, joko paperisen tai sähköisen. Sähköinen keräilylista mahdollistaa keräilyn muuttamisen nopeammin keräilyn aikana kuin paperinen. (Hokkanen & Virtanen 2012: 35–38.) Komatsu Forest Oy:lla käytössä on järjestelmä, joka tulostaa jokaista keräilyriviä vastaavan keräilytarran, josta käy ilmi vastaanottaja, työtilauksen numero, koneen runkonumero, toimitustapa, kerättävän tuotteen varastopaikka, kerättävä määrä, tuotekoodi, varasto, tuotteen sarja- tai eränumero, myyntitilauksen numero sekä keräilyn numero. Lisäksi järjestelmä tulostaa tarran, jossa on keräilyn numero sekä numeroa vastaava QR-koodi. QR-koodin avulla keräily voidaan raportoida kämmentietokoneen sovelluksella, kun taas pöytätietokonetta käytettäessä raportoitava keräily valitaan keräilynumeron perusteella.

4.7 Tuotteiden sijoittelu varastossa

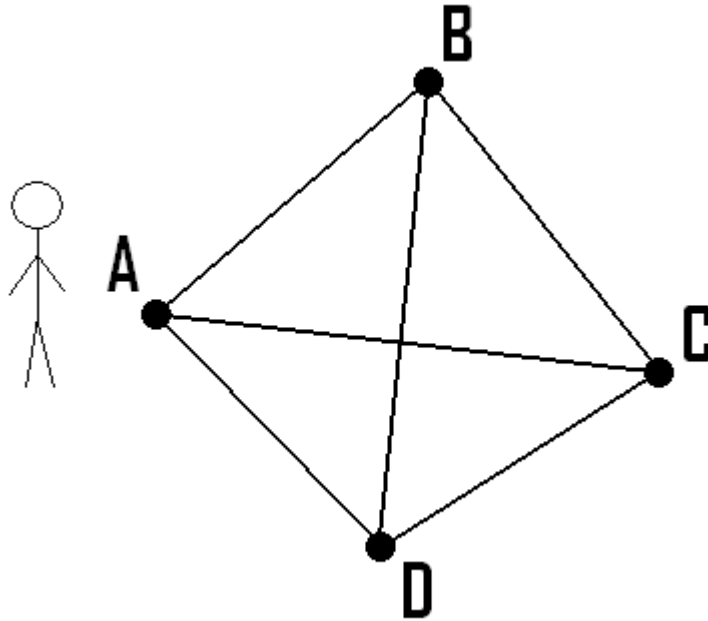
Varastoissa tuotteiden löytämisen perustana on yleensä osoitteisto, joka on myös toimivan varastohallinnan edellytys. Osoitejärjestelmä pohjautuu yleensä olemassa oleviin järjestelmiin, joissa käytävät merkitään aakkosin ja varastopaikat numeroin. Monipaikka- eli monisaldohallinta tarkoittaa sitä, että kaikki

varastopaikat ja kaikkien varastopaikkojen saldo on erikseen järjestelmässä ja järjestelmä voi olla kiinteä- tai muuttuvapaikkainen. Kiinteäpaikkaisessa järjestelmässä varastopaikka ei vapaudu toisen nimikkeen käyttöön saldon loppuessa, mutta muuttuvapaikkaisessa järjestelmässä tyhjä paikka voidaan ottaa toisen tuotteen käyttöön. (Hokkanen & Virtanen 2012: 97.)

Komatsu Forest Oy:n toimipisteiden varastot ovat muuttuvapaikkaisia, eli lähes jokainen varastoitava tuote voidaan tietyin ehdoin sijoittaa lähes mille tahansa paikalle varastossa. Varastointi- ja oletushyllypaikkoja voidaan muuttaa sekä D365- että Warehouse Management-ohjelmien avulla. Työssä keskitytään tarkastelemaan tuotteiden sijoittelua varastoautomaatin eri hyllyille, mutta käytännössä itse hyllypaikalla ei ole ajankäytön kannalta kovin suurta merkitystä. Sen sijaan hyllyn vaihtamisen tarpeella ja siihen kuluvalle ajalla on hyvin suuri merkitys. Hyllyjen vaihtamiseen kuluva aika ei ole suuresti riippuvainen hyllyn numerosta tai sijainnista automaatissa.

4.8 Kauppamatkustajan ongelma

Kauppamatkustajan ongelma on tunnetuimpia laskennallisia ongelmia tietotekniikassa. Ongelmassa kauppamatkustaja etsii itselleen nopeinta, lyhintä tai halvinta reittiä tiedossa olevien kulkupisteiden kautta takaisin lähtöpisteeseen (kuva 6). Ongelma on teoriassa helppo ratkaista, kun kulkupisteitä on rajallinen määrä, mutta ratkaisualgoritmin laatiminen kaupunkien määrän kasvaessa n -kertaiseksi on vaikeampaa. Vaikka ratkaiseminen onkin vaikeaa, on ratkaisuja kehitetty useita. Kauppamatkustajan ongelma pohjautuu ajatukselle, että kulkupisteiden sijainteja ei voida muuttaa. (Kyppö 1999–2001) Tässä työssä käsiteltävässä tutkimuksessa kuitenkin varaosien sijaintia pystytään muuttamaan ja siten saavuttamaan optimaalinen keräilyreitti. Myös varastonhallintajärjestelmä tulostaa keräilytarrat järjestyksessä hyllypaikoittain, jolloin keräily voidaan suorittaa järjestelmällisesti ja mahdollisimman lyhyin siirtymin.



Kuva 6. Kauppamatkustajan ongelma (Kauppamatkustajan ongelma 2024)

5 Varaosatoiminnot Pirkkalan varastolla

5.1 Komatsun 5S-menetelmä

Komatsu-konsernissa on käytössä 5S-menetelmä, se on Japanissa kehitetty työpaikkojen organisointiin ja työmenetelmien standardisointiin keskittyvä menetelmä, jonka tavoitteena on kasvattaa työn tuottavuutta. 2010-luvun jälkipuoliskolla Lean 5S-menetelmää alettiin soveltaa Komatsun tytäryhtiöissäkin, Suomessa se otettiin käyttöön 2010-luvulla. 5S-työkulttuurissa jokainen turha tai työturvallisuuden kannalta haitallinen tapahtuma tai työmenetelmä pyritään eliminoimaan. Menetelmän avulla luodaan turvallisempi työpaikka sekä pidetään yllä uutta, parannettua tasoa laadussa, siisteydessä, turvallisuudessa ja tuottavuudessa. (Komatsu Forest 2017–2024)

5S on saanut nimensä japanin kielen sanoista seiri, seiton, seiso, seiketsu ja shitsuke.

Seiri – Sort – Lajittele

Lajitellaan työpaikalla tarvittavat tavarat ja työkalut sekä vastaavasti tarpeettomat. Poistetaan ne, mitä ei tarvita ja näin vapautetaan tilaa tarpeellisille välineille ja selkeytetään toimintaympäristöä.

Seiton – Systematize – Järjestä

Otetaan käyttöön parempia varastointimenetelmiä ja määritetään tavaroille ja työkaluille omat, päivittäisessä työnteossa toimivat paikat. Määritetään turvalliset kulkureitit ja asioiden säilytyspaikat.

Seiso – Shine – Siivoa

Siivotaan työpisteet ja yhteiset tilat päivittäin, jotta roskaa ei pääse kertymään. Tarkastetaan käytössä olleiden välineiden toiminta ja ilmoitetaan epäkunnossa olevista välineistä.

Seiketsu – Standardize – Standardoi

Standardoidaan parhaat käytännöt yhdessä työntekijöiden kanssa, esimerkiksi työpisteeseen kuuluvat työkalut, siivousaikataulut ja kulkureittien paikat. Merkitään nämä paikat selkeästi, jotta työntekijät ja vierailijat havaitsevat ne.

Shitsuke – Sustain – Seuraa

Seurataan, että sovitut muutokset menetelmissä ja käytännöissä pysyvät osana päivittäistä toimintaa työpaikalla ja niitä noudatetaan. Ylläpidetään siisteyttä ja järjestelmällisyyttä työpisteissä ja yhteisissä tiloissa. Seurataan työvälineiden kuntoa ja huolletaan tai uusitaan niitä tarvittaessa. (Komatsu Forest 2017–2024)

Tässä työssä toteutettiin 5S-menetelmää ottamalla käyttöön uusi varastointimenetelmä ja määritettiin varaosille uusia varastointipaikkoja. Uudesta järjestyksestä luotiin standardi, jota voidaan soveltaa myös tulevaisuudessa luotaviin

osakokonaisuuksiin sekä laajentaa otettavaksi käyttöön muidenkin toimipisteiden varastoissa.

5.2 Varaosien tilaaminen Pirkkalan varastoon

Varaosat tilataan Pirkkalan varastoon joko asiakkaan, huoltopisteen tai korjaamon tarpeen täyttämiseksi tai GIM Synchron-ohjelmiston suunnitteleman varaston ylläpitämiseksi. Asiakkaan, huoltopisteen ja korjaamon tarpeeseen tilaus tehdään yleensä pikatilauksena. Pikatilaus toimitetaan Suomeen lentokoneella ja niitä voidaan toimittaa Pirkkalaan, Jyväskylään, Rovaniemelle, sopimushuoltopisteille tai mihin tahansa DropBoxiin. Päivän pikatilaukset tulee saada lähetettyä Ruotsin keskusvarastolle varastonhallintajärjestelmän kautta Suomen aikaa klo 15.30 mennessä. Pikatilausta tehdessä tulee pitää mielessä rajoitteet, jotka koskevat lentoteitse tehtäviä toimituksia. Pikatilauksena ei voi tilata liian painavia tai suuria osia, eikä öljyä sisältäviä hydraulikkaosia tai paineistettuja varaosia kuten paineakkuja tai kaasujousia. Tavarankuljettajana pikatilauksille toimii DANX.

Jos varaosaa ei tarvita seuraavaksi työpäiväksi, se voidaan tilata normaalitilauksena samoihin toimituspaikkoihin kuin pikatilauskin. Normaalitilaus toimitetaan maateitse yhden päivän viiveellä tilauksesta. Kolmas toimitusvaihtoehto on varaston täydennystilaus, jonka toimittamisessa kestää normaalisti 3–8 työpäivää tilauksesta. Tällöin toimitus on ilmainen ja se voidaan tehdä mihin osoitteeseen tahansa, ei pelkästään omille tai sopimushuoltopisteille tai DropBoxeihin. Normaali- ja varastotäydennystilauksina voidaan tilata millaisia osia tahansa, kuten paineistettuja hydraulikomponentteja tai suuria ja painavia osia kuten nostopuomeja ja voimansiirron telejä. Tavarankuljettaja näille on yleensä DB Schenker.

5.3 Varaosien vastaanottaminen Pirkkalan varastoon

Varaosat saapuvat Pirkkalan toimipisteelle joko Komatsu Forest AB:n päävarastolta Ruotsista, Arlandasta tai erikoistapauksissa muilta toimittajilta, esimerkiksi

AGCO Powerilta tai Kaha Oy:lta. Varaosien pikatoimitus ja kaksi työpäivää aiemmin tehdyn normaalitilauksen toimitus päävarastolta saapuvat vastaanottoalueelle (kuva 7) hieman kello seitsemän jälkeen aamulla.



Kuva 7. Saapuvan tavarän alue kylmässä varastossa varaosavaraston oven edessä

Ensimmäinen varaosaosaston työntekijä saapuu paikalle klo 7.30 ja avaa varaosamyymälän. Varastotyöntekijä saapuu klo 9.00 ja aloittaa työpäivän tekemällä juoksevaa inventaaria. Tämän jälkeen hän siirtää aamun kuormassa saapuneet lähetykset lastausalueelta varaston sisälle vastaanottoalueelle (kuva 8) ja vastaanottaa saapuneet varaosat varastohallintajärjestelmään.



Kuva 8. Lavarahdin vastaanottoalue sisävarastossa

Muut toimitukset, kuin varaosat, esimerkiksi takuutapauksista palautuvat vialliset osat viedään takuukäsittelijän alueelle. Korjaamon käyttöön menevät toimitukset sekä korjaamolle korjattavaksi menevät komponentit, esimerkiksi erilaiset ohjainlaitteet, viedään suoraan korjaamon työnjohtajalle. Lähes kaikki varaosat, tarvikkeet ja postilähetykset saapuvat Pirkkalan toimipisteelle varaston vastaanottoalueen kautta. Ulkopuolisilta toimittajilta tulevat toimitukset, sekä varaston täydennystoimitukset, saapuvat myöhemmin päivällä, posti klo 10 mennessä ja muut toimitukset myöhemmin päivän aikana.

Vastaanottotapahtumaan kuuluu varastoon saapuneiden varaosien lukumäärien tarkastaminen ja vastaanoton yhteydessä tulostettujen hyllypaikkatarrojen kiinnittäminen varaosiin. Suurelle osalle tuotteista on määritelty oletushyllypaikka, joka tulostuu tarralle. Jos oletushyllypaikkaa ei ole määritelty, tulee tuotteen sijainniksi yleishyllypaikka 00, josta tuote tulee hyllyttää ja sille luoda oletushyllypaikka soveltuvaan sijaintiin. Järjestelmää voitaisiin kehittää siten, että

järjestelmä ehdottaisi tuotteille uusia sijainteja suhteessa tuotteen menekkiin ja korrelaatioon muiden tuotteiden kanssa, mutta ainakaan tällä hetkellä tällaista kehitystä ei ole julkistettu.

Vastaanottamisessa, inventaarissa ja varaosien keräilyssä käytetään Microsoftin Warehouse Management -sovellusta, joko Honeywell-kämmen-tietokoneella (kuva 9) tai tietokoneella Warehouse Management-ohjelmistolla. Vastaanotto voidaan tehdä joko ostotilausnumeroa käyttämällä tai jokaiseen keskusvaras-
tolta lähteneeseen tavarakolliin liitetyn yksilöllisen rekisterikilpitarran viivakoodin tai numerosarjan avulla. Myös ulkopuolisilta toimittajilta saapuneet lähetykset voidaan ottaa vastaan samalla tavalla Warehouse Management -ohjelmiston avulla.



Kuva 9. Honeywell-kämmen-tietokone

5.4 Varaosien varastointi

Komatsu Forest Oy Pirkkalan toimipisteen varasto on Suomen toimipisteistä ainoa, jossa on Weland Lagersystems-varastoautomaatti (kuva 10). Automaatteja on Komatsu Forest Oy:llä Pirkkalan toimipisteen lisäksi käytössä ainakin Ruotsin Uumajassa sijaitsevalla metsäkonetehtaalla. Pirkkalan varastoautomaattiin on varastoitu tämän työn tekohetkellä 2524 varaosanimikettä viidellekymmenele hyllylle. Kaikki hyllyt eivät ole keskenään samanlaisia. Suurin osa hyllyistä on jaettu pieniin lokeroihin, syvyysuunnassa neljään ja leveysuunnassa kahteenkymmeneen yhdeksään lokeroon. Osalla hyllyistä koko tila on jakamaton ja osa hyllyistä on jaettu suurempiin osastoihin. Tyypillisesti yhdelle hyllylle mahtuu siis 116 erilaista varaosanimikettä. Varaosat järjestellään lokeroihin niiden vaatiman tilan mukaisesti, pienemmät osat pienempiin lokeroihin ja suuremmat suurempiin. Yhden hyllyn kantavuus on enintään 500 kg.



Kuva 10. Weland Lagersystems -varastoautomaatti.

Aiemmin varaosat oli sijoitettu automaatin hyllyille ja niiden lokeroihin sattumanvaraiseen järjestykseen vuoden 2017 elokuussa tapahtuneen muuton seurauksena. Tästä johtuen useimpien varaosakokonaisuuksien keräämiseksi varastoautomaatista oli vierailtava usealla eri hyllyllä. Varaosien keräämisessä varastoautomaatista aikaa vievin osuus on hyllyltä toiseen siirtyminen. Tavoitteena oli varastotyöntekijän työn tehostaminen järjestämällä varaosat hyllyille kokonaisuuksittain. Varaosaosaston työntekijöiden ja esihenkilön toimesta oli jo aiemmin koottu varaosakokonaisuuksia, jotka sisältävät usein samaan aikaan toistensa kanssa myytäviä varaosia.

Varaosatoimitusten nopeus ja onnistuminen ovat tärkeitä tekijöitä Komatsu Forest Oy:n strategiassa, koska huoltoverkosto koostuu omien toimipisteiden lisäksi sopimushuoltopisteistä. Käytössä on myös 12 DropBoxia, eli asiakkaille avointa varaosien noutopistettä, joihin toimitussopimuksen tehneet asiakkaat voivat tilata varaosia sekä suoratoimituksena Ruotsin päävarastolta, että Pirkkalan varaosavarastolta. Suurimpaan osaan Suomen DropBoxeista ja huoltopisteistä asiakkaan varaosatilaus pystytään toimittamaan seuraavaksi päiväksi, kunhan tilaus on lähetetty Ruotsiin ennen klo 15.30 tai Pirkkalasta toimitettaessa ennen klo 19. Baltian DropBoxeihin tehtävissä toimituksissa on yhden vuorokauden viive.


Vastaanottamisen jälkeen varaosat sijoitetaan oikeille paikoilleen niihin kiinnitettyjen hyllypaikkatarrojen perusteella, joko varastoautomaattiin, varastohyllyihin tai kahteen ulkovarastoon. Pirkkalan toimipisteen varaston tunnus on 100, Jyväskylän 101 ja Rovaniemen 102. Korkeat varastohyllyt ovat tunnuksiltaan 1B, 1C ja 1D, metritavarana myytävät letkut ja sähkökaapelit sijaitsevat paikalla 1E, valmiit letkut paikoilla 1F ja 1G ja osa hydraulisylintereistä paikalla 1G, ulkovarastojen sijaintitunnukset ovat 1H ja 1I ja ProSelect -myymälän tunnus on 1J. Lisäksi uudessa Volvo-huoltoautossa on pieni varasto osia, joiden rikkoutuminen voi pysäyttää koneen työskentelyn. Tämä varasto on tunnukseltaan 1R. Varastoautomaatin tunnus on 1A, hyllytasoja on 50 kappaletta ja niiden tunnukset ovat 01–50. Hyllypaikan tunnus varastoautomaatissa koostuu kolmesta osasta, varastoalueesta, hyllytasosta ja sijainnista. Sijainti ilmoitetaan vasemmalta oikealle kirjaimin A-X ja syvyys suunnassa numeroin 1–4. Useimmilla hyllytasoilla varastointipaikkoja on siis n. 70 kappaletta. Useimmilla hyllytasoilla on muoviset lokerikot, joilla hyllylle muodostetaan leveys suunnassa 24 lokeroa ja syvyys suunnassa kolme tai neljä lokeroa. Joillakin hyllytasoilla hylly on jaoteltu muovisilla tai peltisillä väliseinillä varastoitavien tuotteiden vaatimiin tiloihin. Kahdella hyllytasolla on pahviset lokerikot, toisella suuremmilla lokeroilla ja toisella pienemmillä. Kaksi hyllytasoa on ilman väliseiniä, ja näille hyllyille voidaan varastoida hydrauliputkia ja -letkuja sekä muita suurikokoisempia osia.

5.5 Varaosien lähettäminen asiakkaille ja huoltopisteille

Varaosia myydään varastohallintajärjestelmän kautta. Myyntitapahtuma luodaan varastohallinta järjestelmään joko varaosamyynnin toimesta manuaalisesti tai huoltopisteen CSS-järjestelmän kautta tekemän tilauksen perusteella automaattisesti. Myyntitapahtuma syntyy joko asiakkaan tarpeesta tai huoltopisteen halusta ottaa varaosa varastoon.

Myyntitapahtuma voidaan luoda kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on avata myyntitapahtuma asiakkaan tilille, syöttämällä asiakkaan nimi, valitsemalla oikea tallennettu yhteystieto, valitsemalla oikea koneen runkonumero, oikea toimitusosoite ja toimitustapa ja lisäämällä tarvittavat varaosat ja mahdollinen toimitusmaksu myyntitapahtumalle. Toinen tapa on etsiä tarvittavat varaosat nimikeselaimen kautta, syöttää kappalemäärät ja avata myyntitapahtuma samoin, kuin ensimmäisessä tavassa.

Kun myyntitapahtumalle on lisätty tarvittavat varaosat, se vapautetaan varaosa henkilön keräiltäväksi varastolta. Ensin varaosat varataan kyseiselle myynnille, sitten myyntilähetteen valmiina oleminen vahvistetaan ja viimeiseksi myyntilähete lähetetään varastohallintasovellukseen, josta varaosa henkilö poimii sen keräiltäväksi. Tällöin keräilytarrat (kuva 11) tulostuvat automaattisesti ja myyntilähete siirty odottamaan vahvistamista Warehouse Management -ohjelmiin.

Komatsu Forest Oy 35 – CA – [REDACTED]		KOMATSU <i>Forestry Quality</i> Original Spare Parts
Device number [REDACTED]	Mode of delivery CWS	
Location 1D0507	Quantity to pick 1,00 ea	
 5247137 ÖLJYPUMPPU	Warehouse 100	
	Serial/Batch number	KOMATSU <i>Forestry Quality</i> Original Spare Parts
B [REDACTED]	WorkID: [REDACTED]	
<h1>Confirm</h1> 		KOMATSU <i>Forestry Quality</i> Original Spare Parts
WorkID: [REDACTED] Komatsu Forest Oy		

Kuva 11. Keräilytarra, jonka alapuolella keräilyn raportointitarra

Varaosat keräillään keräilytarrojen perusteella. Tarroissa kerrotaan varaosanumero, varasto, varaosan hyllypaikka ja kerättävä kappalemäärä. Varaosanumero, hyllypaikka sekä kappalemäärä on merkitty tarraan myös QR-koodilla kämmentietokoneella skannaamista varten. Keräillyt varaosat viedään varaston pakkauspyöhdälle (kuva 12), pakataan Komatsu-pahvilaatikoihin ja valmis laatikko punnitaan. Tämän jälkeen varastotyöntekijä vahvistaa myyntilähetteen Warehouse Management -ohjelmistossa syöttämällä kollien määrän sekä lähettyksen yhteispainon. Warehouse Management -ohjelmisto tulostaa automaattisesti pakkausluettelon ja lähettää lähettyksen tiedot NShift-palvelimelle, jonka kautta saadaan osoitetarra käytettäessä tiettyjä rahdinkuljettajia. Joillekin rahdinkuljettajille lähetystilaus tulee tehdä erikseen heidän omissa järjestelmissään. Pakkausluettelo laitetaan lähettyksen mukaan, pakkaus suljetaan ja siihen kiinnitetään osoitekortti. Postiennakkolähettyksiin lisätään myös kauppalasku.

Tämän jälkeen lähetys laitetaan kuormalavalle odottamaan työpäivän loppua klo 17. Päivän päätteeksi lava siirretään lähettämöalueelle odottamaan tavarankuljettajan noutoa, joka tapahtuu klo 17–18 ja toinen nouto klo 20.



Kuva 12. Pakkaus- ja vastaanottopöytä

Lähetyksiin voidaan käyttää monia eri toimittajia riippuen lähetyksen kohteesta ja vastaanottajan halusta. Valittavissa ovat Posti, DANX, Kiitolinja, HRX, DHL, DB Schenker, GLS, DSV sekä viimeisimpänä lisäyksenä Pakettipiste. Suurin osa lähetyksistä loppuasiakkaille kulkee Postin välityksellä, useimmiten suoraan yrityksen konehallin osoitteeseen tai yrittäjän tai koneenkuljettajan kotiosoitteeseen. Myös toimitus Postin pakettiautomaattiin sekä postiennakkolähetys onnistuvat. Sopimushuoltopisteille suurin osa lähetyksistä kulkee DANX:illa, koska sen toimitusaikataulut on sovitettu niin, että lähes kaikille pisteille lähetys saapuu ennen työpäivän alkua. Suurikokoisiin lähetyksiin kotimaassa käytetään useimmin Kaukokiitoa riippumatta siitä, toimitetaanko se asiakkaalle tai huoltopisteelle. Toinen vaihtoehto on DB Schenker. HRX valitaan silloin, kun Baltiaan

pitää toimittaa jokin suurikokoinen tai painava lähetys. DHL on käytössä muualle ulkomaille kuin Baltiaan lähtevien lähetysten kanssa, varsinkin silloin, jos lähetys pitää saada toimitettua mahdollisimman nopeasti. GLS:iä käytetään pienten lähetysten lähettämiseen Ruotsin päävarastolle, tehtaalle, huoltopisteisiin Ruotsiin tai muualle ulkomaille. DSV:tä käytetään takuu- ja muiden palautusten lähettämässä päävarastolle. Pakettipisteen kuljetuspalveluita voidaan opinäytetyön kirjoittamisen aikaan käyttää lähetyksissä huoltopisteille sekä arkisin, että lauantaisin. Tulevaisuudessa tavoitteena on laajentaa Pakettipisteen käyttöä myös suoraan asiakkaalle tehtäviin toimituksiin. Tällöin asiakas voisi noutaa tilaamansa lähetysten Pakettipisteen automaatista itselleen sopivana ajankohdana.

5.6 Inventaari

Komatsu Forest Oy:lla on käytössä juokseva inventaari, eli täydellistä inventaaria ei siis välttämättä tehdä jokaisen tilikauden aikana. Varastohallintajärjestelmä tuottaa päivittäin luettelon varaosatunnuksista Warehouse Management-ohjelmistoon. Luettelossa olevien varaosien määrä tulee laskea ja syöttää järjestelmään. Ohjelmisto kertoo ensin, miltä varastointipaikalta laskettava varaosa löytyy, jonka jälkeen varastointipaikan tunnuksen viiva- tai QR-koodi luetaan kämmentietokoneella tai kirjoitetaan kenttään käsin. Seuraavaksi varmistetaan varaosan tunnus lukemalla tai kirjoittamalla sen koodi. Viimeiseksi lasketaan kyseisen varaosan kappalemäärä ja syötetään se kenttään. Jos kappalemäärä ei vastaa järjestelmän tietoa määrästä, ohjelmisto pyytää käyttäjää vahvistamaan lasketun määrän. Jos määrä vahvistetaan, korjautuu kappalemäärä automaattisesti varastohallintajärjestelmään. Laskettavia varaosia on päivittäin noin 30–40 kappaletta. Varaosaosaston esihenkilö tarkistaa inventaarilistan poikkeamat ja tekee niistä raportin. Myös inventaarin yhteydessä voisi olla järkevää pohtia varaosien sijoittumista varastoon, ja samassa yhteydessä hyllypaikkoja voisi muuttaa. Tällainen toimintamalli lisäisi inventaarin aikana tehtävää työtä ja vaatisi suurempaa ajallista panostamista inventaariin.

6 Varaosien varastointipaikkojen järjestäminen varastoautomaatissa

6.1 Varaosakokonaisuuksien luominen

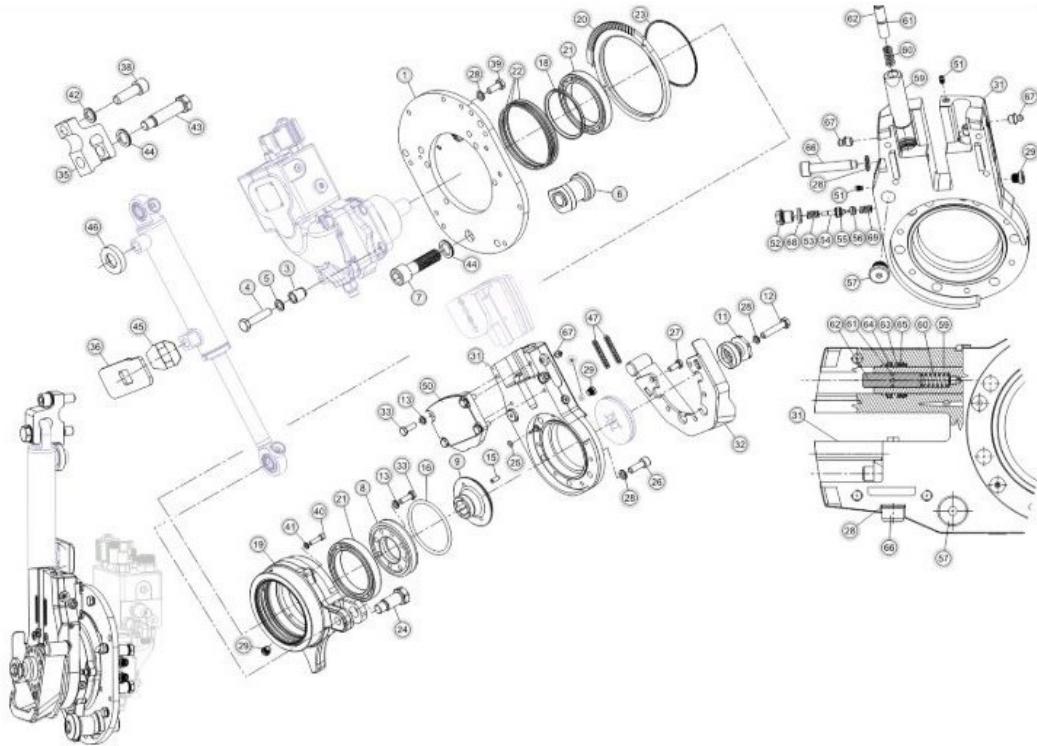
Projekti aloitettiin alkuvuodesta 2024 pitämällä varaosaosaston henkilöstön kesken palaveri, jossa varaosamyyjiä pyydettiin muodostamaan luetteloita varaosatuunnuksista, jotka myydään usein kokonaisuuksina. Lisäksi tehtiin korrelaatioanalyysi, jossa tutkittiin korrelaatiota varaosakokonaisuuksien esiintymisessä myyntitilauksilla. Palaveriin osallistuivat Pirkkalan toimipisteeltä jälkimarkkinointipäällikkö, kolme varaosamyyjää, varaosamyyntin esihenkilö, varastotyöntekijä, sekä varaosamyyjät ja toimipaikkojen esihenkilöt Jyväskylästä ja Rovaniemeltä. Osakokonaisuuksia saatiin luotua kuusi kappaletta. Osakokonaisuudet listattiin Excel-taulukkoon (liite 1), johon merkittiin varaosanumerot ja niiden hyllypaikat ennen muutosta. Palaverissa nousi esiin seuraavanlaisia huomioita:

”Kiristyvän markkinatilanteen sekä asiakkaiden paremman huomioimisen vuoksi on noussut tarve tehostaa varaosalogistiikkaa sekä parantaa palvelua entisestään. Tämä projekti tähtää toteuttamaan osaltaan molemmat tavoitteet.” (Jälkimarkkinointipäällikkö 2024)

”Hyvällä, asiantuntevalla ja ahkeralla tiimillä projektin toteuttaminen onnistuu varmasti ja varastoautomaatti saadaan nopeasti hyvään järjestykseen.” (Varaosamyyntin esihenkilö 2024)

”Projekti kuulostaa mielenkiintoiselta ja sopivan haasteelliselta. Varastotyöskentelyn nopeutuminen ja asiakaspalvelutason parantuminen ovat myös todella hyviä asioita. Luodut varaosakokonaisuudet palvelevat hyvin asiakkaiden tarpeita.” (Varaosamyyjä 2024)

Varaosakokonaisuuksiin kuuluivat C-sarjan hakkuupäiden sahalaitteen varaosat (kuva 13), DT-, eli kahdella jatkeella varustetun nosturin pyöreä sivuliukupala ja sen pidike sekä liukupalan kansi ja lukitusruuvi, sahaketjun voiteluöljy- ja merkintävärisäiliön korkki ja sen tiiviste, C-sarjan hakkuupäiden pituusmittapyörän laakeroinnin korjaamiseen tarvittavat osat, merkintävärisäiliön vastaventtiili ja huohotintulppa sekä C-sarjan kourien kaatosylinterien tapit.



Kuva 13. C93-hakkuupään sahalaiteen varaosakuva (Komatsu Forest AB 2023)

6.2 Korrelaatioanalyysi

Varaosakokonaisuuksien luomisen jälkeen kokonaisuuksia tarkasteltiin korrelaatioanalyysin avulla. Korrelaatioanalyysissä tutkitaan kahden muuttujan lineaarista yhteyttä. Korrelaatiokertoimen arvo voi olla välillä $-1-1$. Arvo 0 kertoo, että korrelaatiota ei ole, mutta mitä enemmän korrelaatiokertoimen itseisarvo poikkeaa nolasta, sitä vahvempi riippuvuus muuttujien välillä on. (Tutkijaportti)

Tutkimusjaksoksi valittiin vuoden ajanjakso alkaen 1.1.2023 ja päättyen 31.12.2023. Myyntitilauksilta tutkittiin, oliko varaosakokonaisuuksia myyty yhdessä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin Pearsonin korrelaatioanalyysia (kaava 2), mutta datan hankintatavasta johtuen menetelmää sovellettiin paremmin tutkimukseen sopivaksi.

$$r \text{ (Pearsonin korrelaatiokerroin)} = \frac{\text{kovarianssi } (x,y)}{\text{keskihajonta } (x) \times \text{keskihajonta } (y)} \quad (2)$$

Tutkittavat myyntitapahtumat jouduttiin etsimään D365-järjestelmästä manuaalisesti yhden varaosanumeron perusteella. Myyntitapahtumilta tutkittiin, esiintyikö varaosnumero kyseessä olevalla myyntitapahtumalla. Myyntitapahtumalla olevien varaosien kappalemäärällä ei ollut merkitystä - vain se, esiintyikö varaosnumero myyntiläheteellä, otettiin huomioon ja merkittiin taulukkoon luku 1. Jos varaosa ei esiintynyt myyntitapahtumalla, taulukkoon merkittiin luku 0. Korrelaatiota määritettäessä myyntitapahtuman etsimiseen käytetty varaosa piti jättää korrelaatioanalyysin ulkopuolelle. Korrelaatiokertoimet määritettiin muille saman kokonaisuuden varaosille. Määrittämiseen käytettiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmiston korrelaatiokertoimen määrittäjätyökalua. Kertoimet määritettiin ensin kaikkien tutkittavien varaosien suhteessa toisiinsa kokonaisuuksittain ja sitten kertoimista laskettiin varaosakokonaisuudelle keskiarvo.

C-sarjan kourien kaatosylinterin tapin varaosakokonaisuuden korrelaatiokertoimeksi saatiin 0,68 (liite 2), joka kertoo melko vahvasta korrelaatiosta varaosien suhteen. Tapin kiinnitykseen liittyvät osat ovat verrattain edullisia, jolloin ne yleensä vaihdetaan samalla kuin tappikin, jotta arvokkaampi tappi ei irtoaisi.

C-sarjan kourien sahalaitteen varaosakokonaisuuden korrelaatiokertoimeksi saatiin 0,20 (liite 3), joka kertoo, että korrelaatiota esiintyy, mutta se on heikko. Osakokonaisuuteen kuului verrattain paljon osia, joista voi muodostaa myös pienempiä kokonaisuuksia, jolloin yksittäinen myyntitapahtuma ei välttämättä sisällä kaikkia kokonaisuuden osia.

DT-nosturin jatkeen sivuliukupalan kokonaisuuden korrelaatiokertoimeksi saatiin -0,08 (liite 4), joka kertoo heikosta korrelaatiosta. Tämä johtuu siitä, että liukupalan kansi ja kannen lukitusruuvi ovat suhteessa erittäin paljon useammin myytäviä tuotteita kuin kokonaisuuteen lisäksi kuuluvat liukupala ja metallinen pysäytin.

Runkonivelen laakerilevyjen kokonaisuuden korrelaatiokertoimeksi määritettiin 0,38 (liite 5). Runkonivelen laakerilevyjen vaihtaminen on suuritöinen operaatio, jolloin asiakkaan itse suorittaessa työn yleensä myydään kaksi kappaletta

jokaista neljää erilaista laakerilevyä, jotta työ saadaan tehtyä kerralla. Käyttämättä jääneet, myyntikuntoiset laakerilevyt palautetaan ja hyvitetään asiakkaalle.

C-sarjan kourien pituusmittapyörän varaosakokonaisuuden korrelaatiokertoimeksi saatiin 0,09 (liite 6), joka viittaa heikkoon korrelaatioon. Myyntitapahtumia etsittiin pituusmitan anturin varaosanumerolla, jolloin myyntitapahtumissa näkyivät myös sellaiset myyntitapahtumat, joissa oli myyty pelkästään anturi.

Värimerkkauksen säiliön korkin ja korkin tiivistävän o-renkaan kokonaisuus oli tarkastelujaksolla myyty jokaisella myynnillä yhdessä, jolloin korrelaatiokerrointa ei pystytty määrittämään (liite 7) poikkeamien puuttuessa.

Värimerkkauksen säiliön huohottimen ja suodatintulpan kokonaisuudelle ei myöskään voitu määrittää korrelaatiokerrointa (liite 8), koska kokonaisuus sisältää vain kaksi osaa, joista toinen esiintyi jokaisella myyntitapahtumalla.

6.3 Varaosien siirron valmisteleminen

Varaosien siirtoa valmisteltiin luomalla lomake (liite 9), jota voitiin täyttää käsin samalla, kun siirtoa tehtiin. Siirron jälkeen varastotyöntekijä toi täytetyn lomakkeen varaosamyyjälle, joka kirjasi varaosat uusille hyllypaikoilleen. Lomake luotiin osakokonaisuuslistauksen pohjalta siten, että varaosanumeron ja aiemman hyllypaikan jälkeen lisättiin sarake uuden hyllypaikan merkitsemistä varten. Lomakkeelle merkittiin myös varaosien uudet hyllypaikat sekä lukumäärä siirrettäessä. Lukumäärän avulla voitiin siirron yhteydessä tehdä myös siirrettävien osien osalta inventaari.

6.4 Varastointipaikkojen järjestäminen varastoautomaatissa

Uusien varastointipaikkojen määrittäminen osakokonaisuuksille oli varastotyöntekijän sekä opinnäytetyön tekijän työtä. Pääajatuksena oli sijoittaa kokonaisuudet siten, että kokonaisuus olisi aina samalla hyllyllä. Samalle hyllylle voidaan

sijoittaa useita kokonaisuuksia, eikä osien tarvitse olla vierekkäisillä hyllypaikoilla. Hyllyn numerolla varastoautomaatissa ei ollut työn kannalta merkitystä. Automaatti järjestee hyllyjä itsekseen, alemmille tasoille automaatti sijoittaa hyllyt, joilla käydään useammin ja ylemmille tasoille sellaiset hyllyt, joilla käydään harvemmin.

6.5 Varaosien siirtäminen

Excel-taulukkojen perusteella valittiin siirrettävät varaosat. Lomakkeeseen merkittiin käsin varaosien uudet hyllypaikat (liite 10), jotta varaosien siirtäminen onnistuisi varastohallintajärjestelmässä. Samalla, kun siirto tehtiin varastohallintajärjestelmässä, päivitettiin varaosien oletushyllypaikat vastaamaan niitä, joihin varaosat oli siirretty. Oletushyllypaikat tulee päivittää, jotta varastoon ostettavat varaosat tulevat oikeille paikoille, eivätkä mene vanhoille varastointipaikoille.

Varastotyöntekijää haastateltiin siirron onnistumisesta:

”Varaosien siirtäminen oli hyvin valmisteltu, ja toimenpide oli helppo tehdä valmiin lomakkeen avulla. Uudet hyllypaikat oli valittu sopimaan siirrettäville osille hyvin. Varaosamyymä kirjasi uudet hyllypaikat huolellisesti järjestelmään.” (Varastotyöntekijä 2024)

7 Tulokset

Projekti saatiin toteutettua elokuuhun 2024 mennessä. Kaikki luodut varaosakokonaisuudet oli tällöin järjestetty uudelleen sopiville hyllypaikoille varastoautomaatissa. Projektin toteuttamiseen oli kulunut n. 7 kuukautta. Järjestelyä oli toteutettu osa kerrallaan muiden töiden ohessa, jotta asiakaspalvelu ei häiriintyisi. Kuvassa 14 nähdään uusittu järjestys varastoautomaatin hyllyllä 28.



Kuva 14. Varastoautomaatin hylly 28

Pirkkalan varastolla käsitellään keskimäärin 4600 myyntitilausta vuodessa, eli n. 16 myyntitilausta päivässä, sisältäen toimitukset asiakkaille, huoltopisteisiin ja DropBoxeihin. Oletetaan, että yhtä myyntitilausta kohden suoritetaan yksi keräily, vaikka todellisuudessa moniin tilauksiin liittyykin kaksi tai useampia keräilykertoja. Varastoautomaattiin sijoitettujen varaosakokonaisuuksien keräilyjä vuoden aikana on 4160 kpl.

Ennen uudelleenjärjestelyä varaosat oli sijoiteltu sattumanvaraisille hyllypaikoille ja hyllyille. Tällöin keräilyyn kuluva aika koostuu itse varaosien keräilyyn lisäksi varastoautomaatin hyllyn vaihtamiseen kuluva ajasta. Enimmillään yhden kokonaisuuden kerääminen vaati hyllyn vaihtamisen 21 kertaa. Osakokonaisuuksien uudelleenjärjestelyn jälkeen varastoautomaatin hyllyjen vaihtamista ja siihen kuluva aikaa saatiin vähennettyä. Hyllynvaihtoja saatiin vähennettyä yhteensä 38 kpl. Keräilyyn kuluva aikaa mitattiin suorittamalla mallikeräilyjä ja ottamalla aikaa sekuntikellolla. Saadut mittaustulokset kirjattiin ylös taulukkoon

(liite 11 ja liite 12), mittaukset toistettiin kerran. Aikojen erotuksista laskettiin keskiarvot, joita käsitellään saavutettuna aikasäästönä.

Ensimmäisen varaosakokonaisuuden keräilyyn kuluva aikaa saatiin lyhennettyä 1 min 40 s, toisen 37 s, kolmannen 40 s, neljännen 10 min 50 s, viidennen 1 min 47 s, kuudennen 1 min 17 s ja seitsemännen 5 min 24 s. Kokonaisuutena vuoden aikana saavutettava aikahyöty laskettiin kertomalla myyntien määrä korrelaatiokertoimella ja keskimääräisellä ajansäästön määrällä. Saadut tulokset on esitetty taulukossa, jossa on myös laskettu vuoden aikana syntyvä kokonaisäästö työajassa (liite 13). Aikaa säästetään kyseisiä osakokonaisuuksia kerätessä vuoden aikana 1 h 22 min ja 56 s. Tämä aika voidaan käyttää muuhun työskentelyyn varastolla, esimerkiksi saapuneiden tai korjaamolta palautuneiden varaosien hyllyttämiseen, inventaariin, tai varaston siivoamiseen.

Projektin päätökseen saamisen jälkeen pidettiin varaosaosaston henkilöstön kesken palaveri, jossa kerrattiin, miten projekti oli onnistunut ja miten varaosien uusi järjestys varastoautomaatissa vaikuttaa työskentelyyn Pirkkalan varastolla. Palaverissa kaikki saivat kertoa omat mielipiteensä uudistuksesta:

”Varaosalähetysten keräily on nopeutunut ja osien loogisemman sijoittelun vuoksi myös helpottunut. Keräily- ja saldivirheiden jo valmiiksi alhainen määrä on myös laskenut. Työmotivaatio on kohentunut, koska varaosa-automaatin edessä odottelu on vähentynyt. Keräily keskeytyy harvemmin, joka nopeuttaa työtä myös omalta osaltaan ja auttaa hoitamaan yhden asian kerrallaan loppuun. Tällöin työ ei tunnu yhtä kuormittavalta kuin aiemmin.” (Varastotyöntekijä 2024)

”Varastosaldojen tarkistaminen ja osien tutkiminen asiakkaiden pyynnöstä on helpompaa ja nopeampaa. Varaosien hyllypaikat tulee myös opittua paremmin, jolloin osien etsiminen muistinvaraisesti helpottuu. Samalla hyllyllä oleva, asiakkaan tarpeeseen liittyvä osa voi muistuttaa olemassaolostaan, vaikka sitä ei olisikaan muistanut lisätä myyntiläheteelle eikä suositella sen ostamista asiakkaalle. Keräily noutoasiakkaille on nopeampaa, kun hyllytasoja ei tarvitse vaihtaa niin usein kuin aiemmin.” (Varaosamyyjä 2024)

”Varaosien järjestys varastoautomaatissa palvelee nyt paremmin toimintaa Pirkkalan varastolla, korjaamalla sekä mahdollistaa nopeamman asiakaspalvelun. Varaosien järjestämistä uudelleen

harkitaan myös tehtäväksi koko varaston osalta, ei ainoastaan varaosa-automaatissa. Työmotivaation parantuminen muutoksen myötä kuulostaa oikein hyvältä. Työ onnistui Komatsu Forest Oy:n kannalta täydellisesti ja projektille asetetut tavoitteet saavutettiin.” (Varaosamyynnin esihenkilö 2024)

”Varaosien ryhmitteleminen kokonaisuuksiksi auttaa kehittämään toimintaa koko Komatsu Forest Oy:n organisaatiossa Pirkkalan varaston lisäksi. Nopeutunut ja parantunut asiakaspalvelu sekä hyvä työmotivaatio ovat kilpailuvaltteja markkinoilla. Asiakkailta saamani palautteen mukaan tämä näkyy myös heille.” (Jälkimarkkinointipäällikkö 2024)

Kaikkia osakokonaisuuksia ei ole tarkoituksenmukaista ryhmitellä vierekkäin, mutta joidenkin yksittäisten osien sijoittelua voisi muuttaa esimerkiksi Pirkkalan toimipisteen korkeassa varastossa. Useimmin myytävät osat voisi sijoittaa alemmille hyllytasolle lähemmäs hyllyvälin alkua. Tämä lyhentäisi varastotyöntekijän kulkemaa matkaa keräilyn aikana. Kevyitä, käsin keräiltäviä osia voisi sijoittaa alemmille hyllyille, jolloin korkeakeräilytrukin käytön tarve keräilyssä voisi vähentyä. Näin onkin jo jonkin verran tehty, mutta tämän voisi ottaa seuraavaksi suuremmaksi projektiksi varaston toiminnan kehittämisessä.

8 Yhteenveto

Työssä pyrittiin saavuttamaan aikasäästöä Komatsu Forest Oy:n Pirkkalan varastolla tapahtuvassa varaosien keräilyssä. Keinoksi valittiin varaosien uudelleenjärjesteleminen varastoautomaatissa siten, että automaatin hyllyjen vaihtamisen tarvetta voitaisiin vähentää. Ensin tuli päättää, mitkä varaosat siirretään ja millä kriteerein. Päätettiin luoda muutama kokonaisuus varaosamyyjien ehdotuksien pohjalta ja järjestellä ne varastoautomaattiin uusille hyllypaikoille siten, että mahdollisimman moni kokonaisuuteen kuuluva varaosa olisi samalla hyllyllä. Varaosia järjesteltäessä saatiin myös hyvin kokemusta varastohallintasovelluksen käyttämisestä, sovellus otettiin käyttöön Pirkkalan varastolla vain hieman ennen työn toteutusajankohtaa. Kun varaosat saatiin sijoitettua uusille hyllypaikoille, huomattiin, että keräily tapahtuu nopeammin, eli varaston toimintaa saatiin tehostettua. Vaikka toteutunut aikasäästö ei olekaan kovin suuri, houkuttavat työn tulokset jatkamaan projektia.

Työtä toteutettaessa olisi korrelaatioanalyysiin ja analysoitavan tiedon hankkimiseen voinut käyttää enemmän aikaa, jolloin osakokonaisuuksista olisi saatu vielä nykyistäkin kattavampia. Aluksi myös varastonhallintaohjelmiston käyttämisen kanssa oli ongelmia, joista tosin päästiin eroon melko nopeasti. Mahdollisissa tulevilla projekteissa ohjelmiston käyttäminen onnistuu varmasti tehokkaammin.

Hyllypaikkojen järjestelytavan laajentaminen uusiin varaosakokonaisuuksiin varastoautomaatissa ja muualla varastossa toisi lisäsäästöjä keräilyyn kuluvaan aikaan. Osakokonaisuuksia voidaan luoda yksi kerrallaan ja järjestellä kämmen-tietokoneen ja varastonhallintaohjelmiston avulla kohtuullisen vaivattomasti nyt kun toimintamalli on kehitetty. Haastavinta projektin jatkamisessa tulee olemaan kokonaisuuksien koostaminen, joka tulisi tehdä kaiken saatavilla olevan tiedon pohjalta. Tiedon kerääminen manuaalisesti D365-järjestelmästä on aikaa vievää. Tämä tulee ottaa huomioon arvioitaessa hyötyä yrityksen toiminnalle. Vaikka muissa Komatsu Forest Oy:n toimipisteissä ei ole käytössä varastoautomaatteja, voidaan samaa periaatetta osien sijoittamisessa varaston hyllyille soveltaa niissäkin tietyin varauksin, sekä laajentaa varaosien sijoittelun muuttamista koskemaan Pirkkalan toimipisteen varastoa yleisestikin.

Lähteet

Forestry Equipment Market – Analysis, Size, Market Demand, Growth, and Comprehensive Research Study 2030. MMR. WWW-dokumentti.

<<https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-forestry-equipment-market/101160/>>. Kesäkuu 2024. [luettu 22.4.2025].

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Tallinna: Sho Business Development Oy.

Huolto ja kunnossapito. Komatsu Forest. WWW-dokumentti. <<https://www.komatsuforest.fi/palvelut>>. [luettu 14.4.2024].

Ibrahim, H.M., Kafi, A., Syairah, A.S., Zainuddin, N. & Musa, S. 2023. The Role of Warehouse Layout and Operations in Warehouse Efficiency: A Literature Review. *Journal Europeen des Systemes Automatisees* vol. 56, no. 1, 61-68. Verkkojulkaisu. <<https://www.proquest.com/docview/2806999093/abstract/33FB2CD8A31444FBPQ/1?accountid=11363&sourcetype=Scholarly%20Journals>>. Helmikuu 2023. [luettu 4.5.2025]

Jälkimarkkinointipäällikkö, 2024. Haastattelu kevät 2024. Komatsu Forest Oy.

Kauppamatkustajan ongelma. Wikipedia. WWW-dokumentti. 2024. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kauppamatkustajan_ongelma>. Päivitetty 7.5.2025 [katsottu 8.5.2025].

Komatsu Forest. 2011. Koneellisen puunkorjuun viisi vuosikymmentä. Örnsköldsvik: Dynamo Press.

Komatsu Forest AB. 2023. 9050100 Cutting unit 1093021622. WWW-dokumentti. <<https://genuineparts.komatsuforest.com/AssertWeb/en-GB/Komatsu/Catalogue/88162#node=345848>>. Päivitetty 13.1.2025 [katsottu 7.5.2025].

Komatsu Forest Oy. 2017–2024. Koulutusmateriaalit. 2017–2024. Komatsu Forest Oy

Komatsu Ltd. History. WWW-dokumentti. 2025. <<https://www.komatsu.jp/en/aboutus/history>>. [luettu 6.5.2025].

Kyppö, J. Kauppamatkustajan ongelma. Operaatiotutkimuksen ja matematiikan perusteet. Tietojenkäsittelytieteiden laitos, Informaatioteknologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto. E-artikkeli. <<https://users.jyu.fi/~jorma/kauppam.htm>>. 1999–2001. [luettu 21.4.2025].

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Pirkanmaan maakuntamuseo. 2012. Tampere Härmälänranta kantatehtaan ympäristön rakennusinventointi. PDF-dokumentti. <https://ekstrat.tampere.fi/ytoto/aka/nahtavillaolevat/8388/selvitykset/liite_16_rakennusinventointi_2012.pdf>. 2012. [luettu 6.5.2025].

Siuro, A. Punaiset koneet – sinivalkoinen historia. Komatsu. WWW-dokumentti. 2025. <<https://www.komatsuforest.fi/tietoa-meist%C3%A4/punaiset-koneet-sinivalkoinen-historia>>. 2025. [21.4.2025].

Tutkijaportti. 12. Korrelaatioanalyysi. PDF-dokumentti. 2025. Saatavissa: <<https://www.tutkijaportti.fi/wp-content/uploads/sites/17/2021/05/12-Korrelaatioanalyysi.pdf>>. [4.5.2025]

Valmet. Tutustu Valmetin tarinaan. WWW-dokumentti. 2025. Saatavissa: <<https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/yritys/historia/>>. [luettu 21.4.2025].

Varaosamyyjä, 2024. Haastattelu kevät 2024. Komatsu Forest Oy.

Varaosamyynnin esihenkilö, 2024. Haastattelu kevät 2024. Komatsu Forest Oy.

Varastotyöntekijä, 2024. Haastattelu kevät 2024. Komatsu Forest Oy.

1 Varaosakokonaisuudet taulukossa

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5250716	1A060K4	
5241787	1A050X5	
955294	1A010I3	
5006322	1A010U2	
947936	1A240L3	
5243984	1A090D2	
5273921	1A170U1	
5007292	1A190E2	
5054716	1A470E3	
4899457	1A050X3	
5335213	1A290J1	
5093571	1A090G4	
5283556	1A270S2	
925079	1A200G3	
955982	1A010B3	
955322	1A330R3	
5006300	1A280Q2	
5331904	1A210F1	
35-003516	1A140M1	
5340708	1A320S3	
5066624	1A010C2	
5081001	1A290Q3	
5066281	1A150V2	
5257223	1A260W2	

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5208084	1A400E2	
5335214	1A280S3	
5076042	1A290V3	

5006322	1A060F3	
5043605	1A340E3	
5050943	1A050A1	
5254438	1A330D3	
5252980	1A160C1	
4899012	1A200H4	
5247764	1A180U2	
5294466	1A330K2	
5334440	1A050E3	
5006798	1A220A3	
5068903	1A200M4	
5333525	1A010O1	
5006301	1A230K4	
955297	1A210N3	
35-000802	1A200D3	
35-001757	1A250T4	
35-001758	1A010Q1	
4663010	1A140A4	
963014	1A010B4	
4662992	1A140B2	
5238684	1A360G1	

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5238686	1A050U3	
5047129	1A200Q4	
5047130	1A220J2	
5047131	1A220S2	
5047132	1A240B2	
5079964	1A240G3	
5205529	1A070J2	
955988	1A030W4	
5079916	1A070F4	

5057071	1A020E2	
5516683	1A070B3	
5290009	1A120K2	
5083998	1A050S3	
5093190	1A080V4	
5332640	1A470L1	
5079913	1A110W4	
5290119	1A350T1	
9602071	1A020F1	
942314	1A070I2	
5066624	1A010C2	
5262167	1A080P3	
5289878	1A350Q1	

2 Kaatosylinterin tappi, korrelaatiokerroin

Tiltin tappi	5250716	5241787	955294	947936	5243984	5006322
35-099359	1	0	0	0	0	0
35-102767	1	0	0	0	0	0
35-103436	1	0	0	1	0	0
35-103899	1	1	0	1	1	0
35-105059	1	0	0	0	0	0
35-105355	1	0	0	0	0	0
35-105781	1	0	0	0	0	0
35-106422	1	0	0	0	0	0
35-107638	1	1	1	1	1	1
35-107639	1	0	0	0	0	0
35-108503	1	0	0	1	1	0
35-109014	1	0	0	0	0	0
35-111583	1	1	1	1	1	1
35-118681	1	0	0	0	0	0
35-119285	1	1	0	0	0	0
	D/E	0,650444				
	D/F	0,533002				
	D/G	0,659091				
	D/H	0,650444				
	E/F	0,5547				
	E/G	0,650444				
	E/H	1				
	F/G	0,852803				
	F/H	0,5547				
	Kes- kiarvo	0,678403				
Myyntitapahtumia:	15					
Vertailuarvo:	10,17604					
Keräilyn aikasäästö:	1 min 40 s	100 s				
Aikasäästö kok:	1017,604 s	16 min 57 s				

4 Sivuliukupala, korrelaatiokerroin

Jatkeen liukupala	4663010	963014	4662992	5238684	5238686
35-098912	1	1	0	0	0
35-099062	1	1	0	0	0
35-099302	1	1	0	1	0
35-099384	1	1	0	0	0
35-099697	1	1	0	0	0
35-100875	1	1	0	0	0
35-101721	1	1	0	0	0
35-101930	1	1	0	0	0
35-102128	1	1	0	0	0
35-102417	1	1	0	0	1
35-102580	1	1	0	1	1
35-102890	1	1	0	0	0
35-103884	1	1	0	0	0
35-103673	1	1	0	0	0
35-103950	1	1	0	0	0
35-105059	1	1	0	0	0
35-105258	1	1	0	0	0
35-104793	1	1	0	0	0
35-105620	1	0	0	0	1
35-106605	1	1	0	0	0
35-106836	1	1	0	1	0
35-107368	1	1	0	0	0
35-107547	1	1	0	0	0
35-108782	1	1	0	0	0
	D/F	0,078811			
	D/G	-0,55168			
	F/G	0,238095			
	Kes- kiarvo	-0,07826			
Myyntitapahtu- mia:	24				
Vertailuarvo:	1,878168				
Keräilyn ai- kasäästö:	1 min 47 s	107	s		
Aikasäästö kok:	200,964	s	3 min 21 s		

5 Runkonivelen laakerilevyt, korrelaatiokerroin

Runkonivelen laakerilevyt	5047129	5047130	5047131	5047132
35-099626	1	1	1	1
35-099628	1	1	1	1
35-096505	1	0	0	0
35-100720	1	1	1	0
35-101690	1	0	0	1
35-101118	1	0	0	1
35-102985	1	0	0	0
35-103257	1	0	0	0
35-103950	1	0	0	0
35-105005	1	0	0	1
35-105914	1	0	1	0
	D/E	0,810093		
	D/F	0,260875		
	E/F	0,069007		
	Kes- kiarvo	0,379991		
Myyntitapahtumia:	11			
Vertailuarvo:	4,179904			
Keräilyn aikasäästö:	1 min 17 s		77 s	
Aikasäästö:	321,8526 s		5 min 21s	

6 Mittapyörä, korrelaatiokerroin

Mittapyörä	5079964	5205529	955988	5079916	5057071	5516683	5290009
35-098750	1	0	0	0	0	0	0
35-099736	1	0	0	0	0	0	0
35-100091	1	0	0	0	0	0	0
35-100414	1	0	0	0	0	0	0
35-100829	1	0	1	0	0	0	0
35-101211	1	0	0	0	0	0	0
35-101265	1	0	0	1	0	0	0
35-101889	1	0	0	0	0	0	0
35-103141	1	0	1	1	1	0	0
35-105059	1	0	1	0	0	0	0
35-105869	1	0	0	0	0	0	0
35-106456	1	0	0	0	0	0	0
35-107524	1	0	0	0	0	0	0
35-107833	1	0	0	0	0	0	0
35-110247	1	0	0	0	0	0	0
35-110514	1	0	0	0	0	0	0
	E/F	0,302614					
	E/G	0,537484					
	E/J	-0,12403					
	E/S	-0,12403					
	F/G	0,68313					
	F/J	-0,09759					
	F/S	-0,09759					
	G/J	-0,06667					
	G/S	-0,06667					
	J/S	-0,06667					
	Kes- kiarvo	0,087998					
Myyntitapahtumia:	16						
Vertailuarvo:	1,407965						
Keräilyn aikasäästö:	5 min 24 s	324 s					
Aikasäästö kok:	456,1807 s	7 min 36 s					

7 Värimerkkauksen säiliön korkki, korrelaatiokerroin

Värisäiliön korkki	5273921	5007292	
35-099300	1	1	
35-099403	1	1	
35-102026	1	1	
35-103064	1	1	
35-106799	1	1	
Myyntitapahtu- mia:	5		
Vertailuarvo:	5		
Keräilyn ai- kasäästö:	37 s		
Aikasäästö kok:	185 s		3 min 5 s

8 Värimerkkauksen säiliön huohotin, korrelaatiokerroin

Värisäiliön huohotin	5054716	4899457	
35-098515	1	0	
35-098483	1	0	
35-099030	1	1	
35-099062	1	0	
35-099211	1	0	
35-099335	1	0	
35-099666	1	1	
35-100256	1	1	
35-100405	1	0	
35-101602	1	1	
35-101956	1	0	
35-102019	1	0	
35-102647	1	0	
35-102580	1	0	
35-102974	1	0	
35-104782	1	0	
35-104773	1	0	
35-104757	1	0	
35-105127	1	0	
35-105865	1	1	
35-105975	1	1	
35-106513	1	1	
35-106495	1	0	
35-106908	1	0	
35-107067	1	1	
35-106793	1	0	
35-107887	1	0	
35-108301	1	0	
35-108462	1	1	
35-108639	1	0	
35-108739	1	0	
35-109228	1	0	
Myyntitapahtumia:	32	9	0,28125
Vertailuarvo:	9		
Keräilyn aikasäästö:	40 s		
Aikasäästö kok:	360 s		6 min

9 Varaosien siirtolomake

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5250716	1A060K4	
5241787	1A050X5	
955294	1A010I3	
5006322	1A010U2	
947936	1A240L3	
5243984	1A090D2	
5273921	1A170U1	
5007292	1A190E2	
5054716	1A470E3	
4899457	1A050X3	
5335213	1A290J1	
5093571	1A090G4	
5283556	1A270S2	
925079	1A200G3	
955982	1A010B3	
955322	1A330R3	
5006300	1A280Q2	
5331904	1A210F1	
35-003516	1A140M1	
5340708	1A320S3	

5066624	1A010C2	
5081001	1A290Q3	
5066281	1A150V2	
5257223	1A260W2	

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5208084	1A400E2	
5335214	1A280S3	
5076042	1A290V3	
5006322	1A060F3	
5043605	1A340E3	
5050943	1A050A1	
5254438	1A330D3	
5252980	1A160C1	
4899012	1A200H4	
5247764	1A180U2	
5294466	1A330K2	
5334440	1A050E3	
5006798	1A220A3	
5068903	1A200M4	
5333525	1A010O1	
5006301	1A230K4	
955297	1A210N3	

35-000802	1A200D3	
35-001757	1A250T4	
35-001758	1A010Q1	
4663010	1A140A4	
963014	1A010B4	
4662992	1A140B2	
5238684	1A360G1	

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5238686	1A050U3	
5047129	1A200Q4	
5047130	1A220J2	
5047131	1A220S2	
5047132	1A240B2	
5079964	1A240G3	
5205529	1A070J2	
955988	1A030W4	
5079916	1A070F4	
5057071	1A020E2	
5516683	1A070B3	
5290009	1A120K2	
5083998	1A050S3	
5093190	1A080V4	

5332640	1A470L1	
5079913	1A110W4	
5290119	1A350T1	
9602071	1A020F1	
942314	1A070I2	
5066624	1A010C2	
5262167	1A080P3	
5289878	1A350Q1	

10 Varaosien siirtolomake, täytetty

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5250716	1A060K4	1A060K4
5241787	1A050X5	1A060E2
955294	1A010I3	1A060E3
5006322	1A010U2	1A280C3
947936	1A240L3	1A060F4
5243984	1A090D2	1A060G2
5273921	1A170U1	1A170U1
5007292	1A190E2	1A170V1
5054716	1A470E3	1A050X2
4899457	1A050X3	1A050X3
5335213	1A290J1	1A280O3
5093571	1A090G4	1A280E2
5283556	1A270S2	1A280M1
925079	1A200G3	1A280G3
955982	1A010B3	1A280A1
955322	1A330R3	1A280Q3
5006300	1A280Q2	1A280Q2
5331904	1A210F1	1A280J2
35-003516	1A140M1	1A280W3
5340708	1A320S3	1A280T3
5066624	1A010C2	1A280B2
5081001	1A290Q3	1A280P2
5066281	1A150V2	1A280F1
5257223	1A260W2	1A280L1

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5208084	1A400E2	1A280W2
5335214	1A280S3	1A280S3
5076042	1A290V3	1A280P3
5006322	1A060F3	1A280C3
5043605	1A340E3	1A280U2
5050943	1A050A1	1A280D1
5254438	1A330D3	1A280R2
5252980	1A160C1	1A280G2
4899012	1A200H4	1A280I1
5247764	1A180U2	1A280X1
5294466	1A330K2	1A280R3
5334440	1A050E3	1A280E1
5006798	1A220A3	1A280K1
5068903	1A200M4	1A280I2
5333525	1A010O1	1A280C1
5006301	1A230K4	1A280O2
955297	1A210N3	1A280J3
35-000802	1A200D3	1A280I3
35-001757	1A250T4	1A280X2
35-001758	1A010Q1	1A280B3
4663010	1A140A4	1A140A4
963014	1A010B4	1A140A1
4662992	1A140B2	1A140B2
5238684	1A360G1	1A140A2

General - No protection

V-O Nro.	Sijainti ennen	Sijainti nyt
5238686	1A050U3	1A140Q1
5047129	1A200Q4	1A200Q4
5047130	1A220J2	1A200Q3
5047131	1A220S2	1A200Q2
5047132	1A240B2	1A200Q1
5079964	1A240G3	1A070A1
5205529	1A070J2	1A070J2
955988	1A030W4	1A070B2
5079916	1A070F4	1A070F4
5057071	1A020E2	1A070D1
5516683	1A070B3	1A070B3
5290009	1A120K2	1A070F2
5083998	1A050S3	1A070G1
5093190	1A080V4	1A070H1
5332640	1A470L1	1A070I3
5079913	1A110W4	1A070K2
5290119	1A350T1	1A070K3
9602071	1A020F1	1A070M1
942314	1A070I2	1A070N4
5066624	1A010C2	1A070O2
5262167	1A080P3	1A070O3
5289878	1A350Q1	1A070P2

11 Keräilyyn kulunut aika, taulukko

Keräily	Aika (s)	Keräily	Aika (s)	Erotus
1		1		
2		2		
3		3		
4		4		
5		5		
6		6		
7		7		
1		1		
2		2		
3		3		
4		4		
5		5		
6		6		
7		7		

12 Keräilyyn kulunut aika, taulukko, täytetty

Keräily	Aika (s)	Keräily	Aika (s)	Erotus
1	3min 23s	1	1min 41s	1min 42s
2	1min 12s	2	39s	33s
3	1min 14s	3	36s	38s
4	16min 20s	4	5min 16s	11min 4s
5	2min 45s	5	1min 1s	1min 44s
6	2min 11s	6	1min	1min 11s
7	8min 8s	7	2min 37s	5min 31s
1	3min 21s	1	1min 43s	1min 38s
2	1min 15s	2	34s	41s
3	1min 13s	3	31s	42s
4	16min 26s	4	5min 49s	10min 37s
5	2min 47s	5	57s	1min 50s
6	2min 16s	6	52s	1min 24s
7	8min 3s	7	2min 46s	5min 17s

13 Kokonaissästö työajassa, taulukko

Keräily	Laskennallinen ajansäästö vuodessa
1	16 min 57 s
2	3 min 5 s
3	6 min
4	40 min 36 s
5	3 min 21 s
6	5 min 21 s
7	7 min 36 s
Yhteensä:	1 h 22 min 56 s