

Leipomoalan tukkuliikkeen materiaa- linohjauksen tehostaminen

Case: Leipurin Oyj

Aki Männistö

Opinnäytetyö
Toukokuu 2021
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Männistö, Aki	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2021
	Sivumäärä 69	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Leipomoalan tukkuliikkeen materiaalinohjauksen tehostaminen		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Kervola Henri, Vauhkonen Petri		
Toimeksiantaja(t) Tervonen Mikko, Leipurin Oyj		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö toteutettiin Leipurin Oyj:lle, joka on leipomoalan tukkuliike. Opinnäytetyön taustalla ovat Leipurin Oyj:n toiminnanohjausjärjestelmän käytön laajentaminen ja hankinnan toteutettu kehittämisprojekti. Opinnäytetyössä tutkittiin Leipurin West liiketoimintayksikön saapuvan tavaran materiaalinohjausta ja sen tarkoituksena oli tehostaa hankinnan materiaalinohjausta. Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää tehostamiskohteita, joilla kustannuksia voidaan alentaa.</p> <p>Tutkimustyyppi opinnäytetyössä valikoitui tapaustutkimus. Tutkimuksen toteutuksessa hyödynnettiin sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia tiedonhankintamenetelmiä. Aineisto kerättiin kirjallisuudesta saatavan teoretisen tiedon lisäksi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä, raporteista ja haastattelemalla yrityksen keskeisiä henkilöitä. Materiaalinohjauksen ongelmakohtat ja tehostamistarpeet kartoitettiin haastattelujen yhteydessä. Aktiiviset nimikkeet luokiteltiin kysyntäperusteisen luokittelun ja ABC-kateluokittelun avulla. Aktiivisten nimikkeiden tietokantaa, toteutunutta kysyntää, kysynnän ennusteita ja toiminnanohjausjärjestelmän materiaalinohjauksen eri parametrejä vaihtelemalla ja yhdistelemällä luotiin varianssianalyysijä eri laskentakaavojen vaikutuksesta järjestelmän antamiin arvoihin. Tulosten perusteella luotiin eri luokkien nimikkeille parametrien perusasetukset.</p> <p>Tutkimus todensi hyvin haastattelujen yhteydessä esille tulleet arviot varastojen liian suuresta koosta ja manuaalisen työn osuudesta materiaalinohjauksessa. Toiminnanohjausjärjestelmä sekä toimintamallit tulisi yhtenäistää kaikissa divisioonissa ja käyttäjien tulisi sitoutua järjestelmän käyttöön sovittujen parametrien mukaisesti. Tutkimuksen tuloksia voidaan soveltaa koko Westin liiketoiminta-alueella maksimaalisen hyödyn saamiseksi, mutta vastuu implementoinnin laajuudesta jää yrityksen organisaation vastuulle.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Materiaalinohjaus, varmuusvarasto, toiminnanohjausjärjestelmä		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Männistö, Aki	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2021 Language of publication: Finnish
	Number of pages 69	Permission for web publication: x
Title of publication Improvement of material management for the bakery branch wholesale business		
Degree programme Bachelor's Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Kervola Henri, Vauhkonen Petri		
Assigned by Tervonen Mikko, Leipurin Plc		
Abstract <p>The thesis was conducted for Leipurin Plc, which is a bakery wholesaler. The thesis is based on the expansion of the use of Leipurin Plc's ERP system and the implemented development project of the procurement. In the thesis, the material management of incoming goods of the Leipurin West business unit was studied with the aim of improving the material management of procurement. The aim of the thesis was to find efficiency areas where costs can be reduced.</p> <p>The case study was chosen as the research type in the thesis. Both quantitative and qualitative data acquisition methods were utilized in the implementation of the thesis. In addition to theoretical information from the literature, the data was collected from the company's ERP systems, reports and by interviewing key people in the company. The problem areas and the need for improving efficiency of material management were clarified in connection with the interviews. Active items were classified using demand-based classification and ABC-margin classification. For the effect of different calculation formulas on the values given by the system, an analysis of variance was created by varying and combining the database of active items, actual demand, demand forecasts, and various parameters of material management in the ERP system. Based on the results, basic parameter settings were created for the items of different categories.</p> <p>The study verified well the estimates of oversized inventories and the role of manual labor in material management that emerged in the interviews. The ERP system and operating models should be harmonized across all divisions and users should commit themselves to using the system in accordance with the agreed parameters. The results of the thesis can be utilized to the entire West business area for maximum benefit, but the responsibility for the extent of implementation remains with the company organization.</p>		
Keywords/tags (subjects) Material management, safety stock, Enterprise Resource Planning system		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Taustaa	5
1.2	Rajaukset	6
1.3	Yritysesittely	6
2	Tutkimusmenetelmät	8
3	Materiaaliohjaus	10
3.1	Yleisesti	10
3.2	Erikoisohjaus.....	11
3.3	Tilauslähtöinen ohjaus.....	12
3.4	Varastolähtöinen ohjaus	12
3.5	Materiaalin ohjaus nimiketasolla	13
3.6	Ennusteet.....	15
3.7	ABC-analyysi	16
4	Varmuusvarasto	17
4.1	Käyttövarasto ja varmuusvarasto.....	17
4.2	Varmuusvaraston laskentamenetelmiä	19
4.2.1	Manuaalinen varmuusvarasto	19
4.2.2	Kysyntään perustuva varmuusvarasto	20
4.2.3	Kiinteään hankinta-ajan kysynnän osaan perustuva varmuusvarasto	20
4.2.4	Kysynnän keskihajontaan ja palvelutasoon perustuva varmuusvarasto..	20
5	Eräkkö	22
5.1	Optimaalinen tilauseräkkö	22
5.2	Jakson tilauseräkkö	24
5.3	Alin kustannus	24

	2
6	Tilausajankohta25
6.1	Tilauspistemenetelmä25
6.1.1	Tilauspiste25
6.1.2	Kahden laatikon menetelmä.....26
6.1.3	Min-maks – menetelmä.....27
6.2	Tilausvälimenetelmä.....27
7	Toiminnanohjausjärjestelmä Infor m328
8	Nykytilanne36
8.1	Materiaalinhjauksen nykytilanne divisioonittain37
8.1.1	Leipurin Estonia AS, Viro.....37
8.1.2	SIA Leipurin, Latvia.....39
8.1.3	UAB Leipurin, Liettua40
8.1.4	Leipurin Oy, Suomi.....41
8.2	Leipurin materiaalinhjauksen järjestelmäparametrien perusasetukset nykytilassa43
9	Järjestelmäparametrien vaikutus materiaalinhjaukseen49
9.1	Luokittelut49
9.1.1	Kysyntäperusteinen luokittelu.....49
9.1.2	ABC-luokittelu52
9.2	Suunnittelu- ja varastoparametrit.....54
9.2.1	Suunnitteluparametrit55
9.2.2	Varastoparametrit57
9.2.3	Huomiot59
10	Pohdinta.....61
	Lähteet.....68

Kuviot

Kuvio 1. Leipurin lyhyesti (Leipurin 2019)	8
Kuvio 2. Tutkimusprosessi	10
Kuvio 3. Ohjaustavat nimiketasolla (Materiaalin ohjaus nimiketasolla n.d.).....	14
Kuvio 4. Pareto-käyrä kumulatiivisesta myynnistä (yhtenäinen viiva) ja sen myyntikatteesta (katkoviiva) (Sakki 2009, 90.)	16
Kuvio 5. Varastojen synty (Sakki 1994, 34.)	18
Kuvio 6. Kysynnän vaihtelut ja varmuusvarasto (Hokkanen ja Karhunen 2014, 134.)	19
Kuvio 7. Optimaalisen eräkoon toimintaperiaate (Hokkanen & Virtanen. 2016, 78.)	23
Kuvio 8. Tilauspistemenetelmä (Sakki 2014, 85.).....	26
Kuvio 9. Leipurin M3 toiminta-alueet (soveltaen Leipurin 2021)	28
Kuvio 10. Materiaalisuunitelma	35
Kuvio 11. Ostotilausehdotus	36
Kuvio 12. Varastokapasiteetit (soveltaen Leipurin 2021)	38
Kuvio 13. Q4 Myyntimäärät ja asiakkaat divisioonittain (soveltaen Leipurin 2021) ...	39
Kuvio 14. Hankinnat toimittajamaittain Q4 (soveltaen Leipurin 2021)	42
Kuvio 15. Suunnittelumenetelmien jakauma	44
Kuvio 16. Suunnittelukäytäntöjen jakauma	44
Kuvio 17. Varastointimenetelmien jakauma	45
Kuvio 18. Ennustemenetelmien jakauma	46
Kuvio 19. Varmuusvarastomenetelmien jakauma	47
Kuvio 20. ABC-luokittelu.....	49
Kuvio 21. Kysyntäperusteinen luokittelu	51
Kuvio 22. ABC-luokat ja rajat (M3)	53
Kuvio 23. ABC-luokkajakaumat	54
Kuvio 24. Varastonhallinta-arvon simulointiesimerkki	55
Kuvio 25. Simulointi tuotteelle 367367.....	60
Kuvio 26. Ennustemenetelmän valinta	64
Kuvio 27. Varmuusvarastomenetelmän valinta	65

Taulukot

Taulukko 1. Komponenttien ohjaussystematiikka (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 211.).....	11
Taulukko 2. Toimitusvarmuutta vastaavat varmuuskertoimet (Sakki 2014, 83.)	21
Taulukko 3. Vertailutaulukko divisioonittain	43
Taulukko 4. Varaston 001 tuotteiden kysyntäperusteinen luokittelutaulukko	52
Taulukko 5. Varaston 001 tuotteiden suunnitteluparametrit.....	56
Taulukko 6. Varaston 001 tuotteiden varastoparametrit	57
Taulukko 7. Varmuusvarastomenetelmien laskenta.....	58
Taulukko 8. Vertailutaulukon laskentamallit	59

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Opinnäytetyön taustalla ovat Leipurin Oyj:n ERP-järjestelmän (Enterprise Resource Planning) Infor M3 käytön laajentaminen ja käyttöönotto Baltian yksiköissä sekä Leipurin Oyj:n West liiketoimintayksikön (jäljempänä BU West) hankinnan kehittämisprojekti Procurement 2.0, jossa tärkeimpien raaka-aineiden/tuotteiden hankinta järjestettiin uudelleen keskitettyyn toimintamalliin.

Toiminnanohjaukseen jokaisella BU West divisioonalla on ollut käytössään oma erillinen järjestelmänsä, Virossa HansaWorld, Liettuassa Skaita ja Latviassa Microsoft Navision. Leipurin Suomi siirtyi vuonna 2012 käyttämään Inforin toimittamaa M3-järjestelmää. Vuoden 2018 joulukuussa Leipurin johtoryhmä päätti laajentaa M3-järjestelmän käytön kaikkiin BU Westin divisiooniin portaittain vuosien 2019 – 2021 välisenä aikana. Yhteisellä järjestelmällä on tavoitteena saada kustannussäästöjä divisioonien toimintatapojen ja prosessien sekä myynnin ja hankinnan raportoinnin yhtenäistämällä, vaihto-omaisuuden ja varastojen paremmalla hallinnalla, tuotteiden (erien) paremmalla jäljitettävyydellä sekä back-office toimintojen keskittämällä koko BU Westin alueella.

BU West liiketoimintayksikköön kuuluvat maat (divisioonat) ovat Suomen lisäksi Viro, Latvia ja Liettua. Ennen hankinnan kehittämisprojektia jokaisen divisioonan ostoista vastasivat divisioonien omat itsenäiset ostajat. Jokaisella ostajalla oli käytössään omat toimittajansa, tuotteensa ja sopimuksensa. Useassa tapauksessa toimittajat ovat kuitenkin samoja divisioonasta riippumatta. Hankinnan kehittämisprojektissa Procurement 2.0 kaikille divisioonille haluttiin muodostaa yhteinen toimintatapa. Hankinta jaettiin BU West tasolla operatiivisiin ja strategisiin ostajiin. Operatiiviset ostajat vastaavat divisioonittain tuotteiden kotiinkutsuista, sekä ns. taktisesta ostosta (ei strategiset tuotteet, joita n. 20%) paikallisesti. Strategiset ostajat puolestaan vastaavat hankintasopimuksista keskitetysti yli divisioonarajojen. Strategisten ostajien vastualueet on jaettu tuoteryhmittäin. Esimerkiksi jauhot ja jyvät, siemenet ja pähkinät, sokerit, paranteet sekä mixit eli sekoitukset on vastuutettu yhdelle neljästä strategisesta ostajasta. Uudelleen järjestetyn hankinnan hyödyiksi nähtiin

tuotekategorioiden volyyymien yhdistäminen BU West divisioonien läpi, keskitettyjen markkinanäkymien hyödyntäminen ja muutoksiin reagoimisen paraneminen sekä strategisten ostajien yhteinen Leipurin toimintatapa, prosessit ja työkalut.

Opinnäytetyössä tutkittiin Leipurin BU Westin saapuvan tavaran materiaalinohjausta tavoitteena löytää tehostamiskohteita, joilla kustannuksia voidaan alentaa. Erityisesti tutkittiin ERP-järjestelmän tehokkaamman käytön ja käytön laajentamisen mukanaan tuomia hyödyntämismahdollisuuksia materiaalinohjauksessa sekä järjestelmäparametrien vaikutusta varaston arvoon.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli Leipurin BU Westin hankinnan materiaalinohjauksen tehostaminen. Opinnäytetyössä pyrittiin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Millaisia materiaalinohjausmalleja on olemassa?
- Miten kysynnän ennustaminen, varmuusvarastot, tilauspisteet ja eräkoot kannattaa määritellä?
- Miten yrityksen materiaalinohjaus tällä hetkellä tehdään?
- Miten tuotteet kannattaa luokitella materiaalinohjausta varten?
- Millä perusteella nimikkeet kuuluvat kuhunkin luokkaan?
- Miten kutakin luokkaa olisi järkevä ohjata?
- Asettaako M3-tietojärjestelmä rajoitteita ohjauksen toteuttamiselle?
- Mikä on tuleva ohjausmalli, kun rajoitteet huomioidaan?

1.2 Rajaukset

Opinnäytetyön ulkopuolelle rajattiin tuotteiden varastointilokaatiot sekä haastatteluista kerätyn tiedon tarkempi avaus ja analysointi. Leipurin Oyj:llä on käytössään yli 13 000 nimikettä, joista aktiivisessa käytössä (joulukuu 2020) 10 335. Kaikkien tuotteiden materiaalinohjausta ei yksittäin otettu huomioon tutkimusta tehtäessä, vaan tutkimuksessa keskityttiin Leipurin Suomen divisioonan yhden varaston (Varasto 001) tuotteisiin. Kysyntäennusteen tutkiminen rajattiin myös tutkimuksen ulkopuolelle, sillä Leipurin Oyj:llä oli meneillään erillinen projekti kysyntäennusteen parantamiseksi.

1.3 Yritysesittely

Leipurin-konserni on alkujaan vuonna 1917 leipureiden perustama leipomoraaka-aineiden ja tarvikkeiden tukkukauppa, joka silloin sai nimekseen Suomen Leipurien

Tukkuliike. Alkujaan tukkuliike perustettiin helpottamaan hiivan ja muiden raaka-aineiden saatavuutta ja aluksi maahan tuotiin myös vehnä jauhoja ja erilaisia sokereita, mausteita ja marmeladeja. 1920-luvun puolivälissä leipomokoneet liitettiin valikoimiin.

Leipurin Oyj puolestaan perustettiin vuonna 2009. Nykyisin Leipurin on tukkukauppa, joka on erikoistunut tarjoamaan ratkaisuja erityisesti leipomoasiakkaille, muulle elintarviketeollisuudelle sekä kodin ulkopuolisen syömisen (foodservice) ketjuasiakkaille ja vähittäiskaupalle.

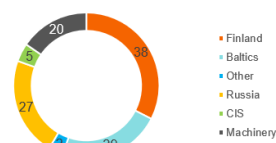
Leipurin liiketoiminta on jakaantunut kolmeen osa-alueeseen: leipomoliiketoiminta, koneliiketoiminta ja foodservice-liiketoiminta. Leipomoliiketoiminnan tarjoamat ratkaisut käsittävät muun muassa raaka-aineet, reseptiikan, tuotevalikoiman kehityksen ja koulutuksen leipomoille sekä muulle elintarviketeollisuudelle. Koneliiketoiminnassa Leipurin suunnittelee, toimittaa ja huoltaa leipomoteollisuuden valmistuslinjoja, paistopisteitä sekä muita elintarviketeollisuudessa tarvittavia koneita ja laitteita. Koneliiketoimintaan kuuluu myös pakastamiseen ja jäähdyttämiseen erikoistunut koneiden omatuotantoyksikkö Vulganus Oy. Foodservice-liiketoiminnassa Leipurin tarjoama sisältää sekä raaka-aineita että palvelukonsepteja kuten esimerkiksi hankinta- ja logistiikkapalveluita ja Baker's Story -leipomokahvilalisensoinnin. Leipurin toimii Suomessa, Venäjällä, Baltiassa, Ukrainassa, Kazakstanissa ja Valko-Venäjällä. Leipurin on yksi neljästä monialayhtiö Aspon tytäryhtiöstä. (Aspo 2020.)

LEIPURIN AT A GLANCE

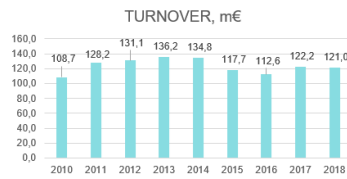
General

- Headquarters in Vantaa, Finland
- Operations structured into BU West, BU East and BU Machinery and under 8 local country entities
- Main part of net sales from wholesales operations. Own production (Vulganus) of machinery in Nastola, Finland and own raw material mixing unit in St Petersburg, Russia
- Personnel 2018: 300+ persons

Net sales split by regions, M€, 2018



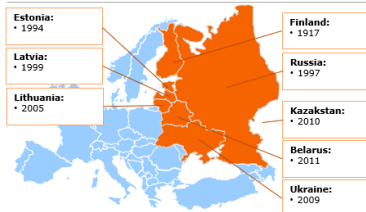
Development of key financials



Company values



Geographies



LEIPURIN.

The ASPO Company

Kuvio 1. Leipurin lyhyesti (Leipurin 2019)

2 Tutkimusmenetelmät

Saaranen-Kauppinen ja Puusniekan (2009) mukaan tapaustutkimuksessa tutkitaan yksittäistä tapahtumaa tai rajattua kokonaisuutta hyväksikäyttäen monipuolisia ja eri menetelmillä hankittuja tietoja. Tapaustutkimuksessa käytetään erilaisia tiedonkeruuta ja analyysitapoja. Tutkimusmenetelmää ei tarvitse rajata pelkästään joko kvantitatiiviseen tai kvalitatiiviseen menetelmään, vaan molemmat menetelmät ovat tapaustutkimuksessa käytettävissä. Tutkimuskohteena tapaustutkimuksessa on tyypillisesti yksittäinen tapaus, tilanne, tapahtuma tai joukko tapauksia ja kiinnostuksen kohteena tarkastelussa prosessit.

Kvantitatiivinen, eli määrällinen tutkimusmenetelmä käsittelee yleensä numeraalisia muuttujia ja niiden välisiä suhteita ja eroja. Määrälliset tutkimukset perustuvat teorioiden lisäksi mittaukseen ja tutkijan ajatteluun. Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä vastaa kysymyksiin kuinka moni, kuinka paljon tai miten usein. (Vilka 2007, 13-14; Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 6.)

Kvalitatiivinen, eli laadullinen tutkimusmenetelmä keskittyy laatuun ja eri tavoin ilmeneviin merkityksiin. Kvalitatiivisen tutkimuksen elementteinä toimivat aiemmat tutkimukset ja teoriat, empiiriset aineistot sekä tutkijan oma ajattelu ja päättely.

Aineistonkeruumenetelminä laadullisessa tutkimuksessa ovat esimerkiksi haastattelut ja havainnointi. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 5-6.)

Edellä mainittuihin seikkoihin perustuen tutkimustyypiksi opinnäytetyössä valikoitui tapaustutkimus, jossa tutkittiin Leipurin Oyj:n hankinnan materiaalinohjauksen tehostamista. Tutkimuksen toteutuksessa hyödynnettiin sekä kvantitatiivisia eli määrällisiä että kvalitatiivisia eli laadullisia tiedonhankintamenetelmiä.

Tutkimusmenetelminä opinnäytetyössä käytettiin teoreettisen tiedon hankkimisen lisäksi toiminnanohjausjärjestelmästä saatavan materiaalin läpikäyntiä ja analysointia, keskeisten henkilöiden haastatteluja sekä omakohtaisia havaintoja ja kokemuksia.

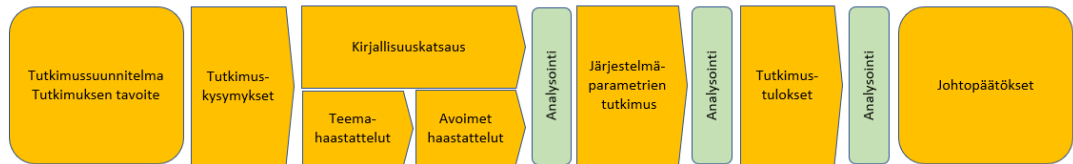
Opinnäytetyön tietoperusta rakentui logistiikkaan liittyvän kirjallisuuden tietojen pohjalta. Tietoperustasta haettiin vastauksia materiaalinohjausmallien kartoittamiseen sekä kysynnän ennustamisen, varmuusvarastojen, tilauspisteiden ja eräkokojen määrittelyyn. Tietoperustaa täydennettiin ammattikorkeakoulun luentomateriaaleilla, internetistä löytyvillä logistiikkaan ja materiaalinohjaukseen liittyvillä materiaaleilla sekä tutkijan omalla osaamisella ja kokemuksella.

Nykytilan kartoitus aloitettiin haastattelemalla tutkimuksen kannalta Leipurin Oyj:n keskeisiä henkilöitä (logistiikkajohtaja, hankintojohtaja, strategiset ostajat, kotiinkutsijat, maajohtajat). Teemahaastatteluja täydennettiin avoimilla haastatteluilla tutkimuksen edetessä. Haastattelut nauhoitettiin ja materiaalit litteroitiin karkealla tasolla. Materiaalin avulla muodostettiin kokonaiskuva yrityksen materiaalinohjauksen tilasta ja toiminnasta eri divisioonissa. Materiaalinohjauksen ongelmakohdat ja tehostamistarpeet pyrittiin myös kartoittamaan haastattelujen yhteydessä.

Kvantitatiivisena tutkimusaineistona käytettiin Leipurin M3-toiminnanohjausjärjestelmästä saatua dataa. Aktiivisten nimikkeiden tietokantaa, toteutunutta kysyntää, kysynnän ennusteita ja ERP-järjestelmän materiaalinohjauksen eri parametrejä vaihtelemalla ja yhdistelemällä luotiin varianssianalyyskejä eri laskentakaavojen vaikutuksesta järjestelmän antamiin arvoihin. Järjestelmästä saatavien tietojen ja tehtyjen analyysien perusteella haettiin

vastauksia kysymyksiin tuotteiden luokitteluista, ohjauksesta ja järjestelmän rajoitteista.

Tutkimusprosessin kulku on kuvattuna kuviossa 2. Pohdinnassa hyödynnettiin tutkimuksen koko aineistoa ja tutkimustuloksia.



Kuvio 2. Tutkimusprosessi

3 Materiaalinhjous

3.1 Yleisesti

Materiaalinhjauksen tavoitteena on huolehtia siitä, että toimitusketjun eri toimijoilla ja erityisesti asiakkailta on käytettävissään oikeat materiaalit oikeaan aikaan oikeassa paikassa ja että määrät, kustannukset sekä laatu ovat oikeat. Yrityksen, esimerkiksi tukkukaupan näkökulmasta se tarkoittaa ostettujen raaka-aineiden sekä osien saatavuuden ja myynnin toimituskyvyn varmistamista. Materiaalinhjauksella tavoitellaan hyvää tasapainoa saatavuuden ja kustannusten välillä ja sen tavoitteet liittyvät työn ja pääoman tuottavuuteen sekä tilankäytön tehokkuuteen. Materiaalinhjauksen toimenpiteillä vaikutetaan vaihto-omaisuuden määrään ja sen käytön tehokkuden tunnuslukuna on varaston kierto. Varaston kierto lasketaan suhteuttamalla varaston arvo kulutuksen arvoon vuoden aikana. (Sakki 2009, 76; Sakki 2014, 81; Materiaalinhjous n.d.)

$$\text{varaston kierto} = \frac{\text{vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen (keski)arvo}}$$

Materiaalinhjous on käytännönläheistä toimintaa ja liittyy siten olennaisesti myyntiin, ostamiseen, kuljettamiseen, varastointiin ja valmistamiseen. Hyvällä

materiaalinohjauksella vaikutetaan kaikkien yllämainittujen vaiheiden kustannusten muodostumiseen. (Sakki 2014, 81.)

Materiaalien ohjaustavalla tarkoitetaan menetelmää jolla materiaalien saatavuus pyritään varmistamaan eri vaihtoehtoissa. Materiaalinohjauksessa käytettävät ohjaustavat ovat Lapinleimun, Kauppisen ja Torvisen (1997) mukaan joko erikoisohjaus, tilauslähtöinen ohjaus tai varastolähtöinen ohjaus. Taulukossa 1 on nähtävissä heidän määritelmänsä komponenttien ohjaussystematiikasta.

Taulukko 1. Komponenttien ohjaussystematiikka (Lapinleimu, Kauppinen ja Torvinen 1997, 211.)

Kalleus Nopeus	Hankintatapa	Luonnollinen ohjausperiaate	Luokka	Huomaus
A lyhyt hankinta-aika	Tehdään itse Kumppanitoimitukset Osto toimittajalta	Tilausohjaus Tilausohjaus Tilausohjaus	Tehdään tilauksesta Toimitus tilauksesta Ostetaan tilauksesta	Normaaliosat
A vakio-osat	Tehdään itse	Tilausohjaus / Varasto-ohjaus	Tehdään tilauksesta tai varastoon	Imuohjattavat osat
A pitkä hankinta-aika	Tehdään itse Kumppanitoimitukset Osto toimittajalta	Erikoisohjaus Erikoisohjaus Erikoisohjaus	Varastoidaan tai hankitaan hyvissä ajoin	Puolivalmisteet
A *	Tehdään itse Kumppanitoimitukset Osto toimittajalta	Tilaus-/erikoisohjaus Tilaus-/erikoisohjaus Tilaus-/erikoisohjaus	Valmistetaan tai tilataan heti asiakastilauksesta	Kriittiset materiaalit
C pitkä tai lyhyt hankinta-aika	Tehdään itse Kumppanitoimitukset Osto toimittajalta	Varasto-ohjaus Varasto-ohjaus Varasto-ohjaus	Varastoidaan	Varastotavara
Kaikki erikoiset osat			Erikoisohjaus	Erikoiskomponentit

3.2 Erikoisohjaus

Erikoisohjausta käytetään niissä tapauksissa, kun tilausohjausta tai varasto-ohjausta ei voida käyttää. Erikoisohjauksessa on seurattava tilauskantaa ja ennakoitava siitä tulevaa materiaalitarvetta. Samalla on seurattava varastosaldoa sekä olemassa olevia tilauksia ja verrattava niitä toteutuneeseen tarpeeseen. Erikoisohjausta vaativien nimikkeiden kohdalla on pohdittava miten materiaalit ohjataan. Edellä mainittua toimintaa ei voi automatisoida, joten se on manuaalitoimintaa. Sen vuoksi erikoisohjaus on työlästä ja häiriöherkkää.

Erikoisohjausta käytetään tyypillisesti tapauksissa joissa materiaalin toimitusaika on pidempi kuin oma valmiin tuotteen tarjottava toimitusaika, eikä materiaalia haluta sen kalleuden vuoksi varastoida normaalilla tavalla. Esimerkiksi leipomokoneiden komponenttien toimitusaika voi olla pidempi kuin valmiiden koneiden haluttu toimitusaika. Koneiden kokoonpano riippuu aina tilasta johon kone asennetaan ja komponentteja saattaa siksi olla useita eri versioita. Komponentteja ei voida tilata toimitusajasta johtuen enää tilauksen saannin jälkeen, vaan tarvetta on ennakoitava. Se tarkoittaa silloin erikoisohjausta. (Lapinleimu, ym. 1997, 209.)

3.3 Tilauslähtöinen ohjaus

Tilauslähtöinen ohjaus perustuu aina asiakkailta tuleviin tilauksiin. Karruksen (2005) mukaan tilausohjattu järjestelmä muodostaa tyypillisesti yhden yhtenäiseksi hiotun toimintojen ketjun, jonka lähtöimpulssina toimii asiakkaalta saatava tilaus. Asiakastilaus puretaan tilattavien materiaalien mukaan valmistusimpulsseiksi, hankinnan ostotilauksiksi ja kotiinkutsuiksi. (Karrus 2005, 63; Lapinleimu ym. 1997, 208.)

Tilausohjaus on kustannusmielessä tavoiteltavin ohjaustapa. Varastoihin ei sidota pääomaa ja epäkuranttiusvaara on pieni, koska kaikki ostot materiaalin toimittajilta perustuvat asiakkaalta saatuihin tilauksiin. Suurten koneiden, esimerkiksi paistolinjojen materiaalin ohjaus on malliesimerkki tilauslähtöisestä ohjauksesta. Tilauksen (ja usein myös ennakkomaksun) jälkeen laitteisto suunnitellaan kohteen mukaan ja komponentit tilataan juuri kyseiseen tarpeeseen. (Lapinleimu ym. 1997, 209.)

3.4 Varastolähtöinen ohjaus

Varastolähtöinen materiaalin ohjaustapa on perinteisin ohjaustapa. Siinä tiedot tilaustarpeista saadaan varastosta materiaalikirjanpidon avulla. Varaston jokaiselle varasto-ohjauksessa olevalle nimikkeelle on määritetty tilausraja. Kun tilausraja varaston tyhjentyessä saavutetaan, käynnistyy ennalta määrätyn kokoisen erän hankinta. Tilattavaa materiaalia tulee kuitenkin olla varastossa riittävästi toimitusajan tilausten täyttämiseen normaalitilanteessa. Varasto-ohjauksen tärkeimpinä tavoitteina voidaan pitää kustannusten minimointia ja palvelutason maksimointia.

Ohjaustapa ei ole ominainen pelkästään jollekin yksittäiselle yritystyyppille, vaan sitä käytetään niin teollisuudessa, palvelualan yrityksissä kuin myös julkisen hallinnon materiaalin ohjauksessa. Varastolähtöinen ohjaus soveltuu erityisesti tuotteille ja nimikkeille, joiden määrä on suuri ja kulutus jatkuvaa. Leipomoteollisuuden käyttämä vehnä jauho on tyypillinen esimerkki elintarviketeollisuuden tuotteista. Vehnä jauho on perusraaka-aine ja sen käyttö on runsasta, mutta hyvin tasaista eikä kausivaihte- luita juurikaan ole. (Sakki 2014, 82; Lapinleimu ym. 1997, 208–209.)

Varaston ohjaustavaksi löytyy monia eri vaihtoehtoja. Ohjauksessa voidaan käyttää esimerkiksi tilauspiste-, varmuusvarasto-, täydennyserä koko- tai usean nimikkeen varastonohjausta. (Hokkanen ja Virtanen 2016, 76.)

Varastonohjauksessa on kiinnitettävä huomio kokonaisvaraston lisäksi yksittäisten nimikkeiden varastonhallintaan. Tätä tarkoitusta varten voidaan tuotteiden luokitte- lussa käyttää ABC-analyysia. (Varastonohjaus n.d.)

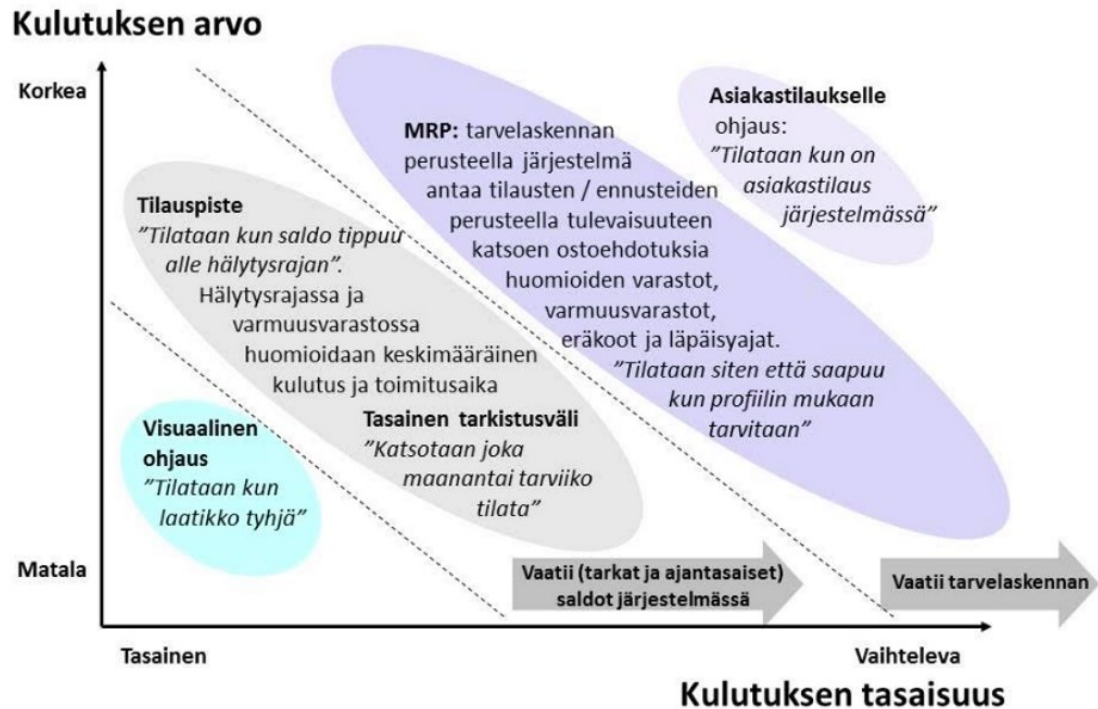
3.5 Materiaalin ohjaus nimiketasolla

Ohjauksen kannalta nimikkeet eroavat toisistaan. Kun tavoitellaan hyvää tasapainoa saatavuuden ja kustannusten välillä, on eri asia ohjata materiaalia, jonka kysyntä ei ole tasaista ja ennustettavuus on huono kuin suurivolyymista tasaisen kysynnän omaavaa materiaalia. Ohjaustavan valintaan vaikuttavat ainakin kysynnän vaihtelu ja ennakoitavuus, materiaalin hinta ja tarpeen kokonaisarvo, toimitusaika asiakkaan näkökulmasta ja sen vaihtelu, materiaalin saatavuus ja siihen liittyvät riskitekijät sekä eri alojen erityispiirteet kuten elintarviketeollisuuden tuotteiden säilyvyysajat.

Nimiketason materiaalinohjauksen menetelmän valinta riippuu siitä, onko materiaa- lin tarve itsenäistä vai johdettua. Itsenäinen kysyntä tarkoittaa kysyntää, joka ei riipu toisen materiaalin kysynnästä. Yleensä silloin on kyse asiakkaalle myytävästä loppu- tuotteesta tai varaosista. Johdettu kysyntä puolestaan määräytyy lopputuotteen tai varaosan kysynnän perusteella. Johdettu kysyntä on mahdollista laskea lopputuo- teen reseptin tai tuoterakenteen avulla.

Yleinen periaate on, että johdetun kysynnän materiaaleja voidaan ohjata tarvelas- kennalla (MRP, Materials Requirements Planning) ja itsenäisen kysynnän materiaale- ja joko visuaalisen ohjauksen tai tilauspisteen avulla. Yksiselitteinen edellä mainittu

jako ei kuitenkaan ole, sillä tilanteen mukaan voi olla tarkoituksenmukaisempaa ohjata johdetun kysynnän materiaaleja tilauspisteellä tai visuaalisella ohjauksella. Ohjaustavat ja niiden käyttöalueet ovat kuvattuna kuviossa 3.



Kuvio 3. Ohjaustavat nimiketasolla (Materiaalin ohjaus nimiketasolla n.d.)

Nimiketason materiaalin ohjaustavan valinnan pohjaksi on hyvä ottaa kulutuksen arvon mukaan tehty ABC-analyysi. Pelkkä ABC-analyysi ei toki yksin riitä, vaan huomioon on otettava myös kysynnän mahdolliset vaihtelut, ennustettavuus ja se miten helppoa materiaalin hankinta on. Erityisen tärkeää on miettiä sopivaa ohjaustapaa tilanteessa, jossa kulutus on suuri, kysyntä vaihtelevaa, hankinta vaikeaa ja ennustettavuus huono. Näissä tapauksissa materiaali on pyrittävä sitomaan myynnin ja tuotannon suunnitteluun, S&OP-prosessiin (Sales and Operations Planning). Sama tilanne on itsenäisen kysynnän tuotteilla, joiden tarvetta ei voi laskea tarvelaskennalla. Itsenäisen kysynnän materiaalien tarvetta ennakoidaan tilauksia ja tuotannosuunnittelua varten, jolloin ne ovat olennainen osa S&OP-prosessia. (Materiaalin ohjaus nimiketasolla n.d.)

3.6 Ennusteet

Sakin (2009) mukaan ennusteiden ja varmuusvarastojen laskeminen perustuu menekin normaalijakautumiseen. Hankinnalla on olemassa tieto kulutettavien tuotteiden toteutuneesta kulutuksesta ja historiatiedon perusteella voidaan laskea kulutuksenusteita matemaattisten ennustemallien avulla (Sakki 2009, 135).

Yksinkertaisin menetelmä on käyttää edellisen jakson toteutunutta kysyntää suoraan pohjana seuraavien jaksojen ennusteelle, jolloin esimerkiksi edellisen kuukauden kysyntää voidaan pitää seuraavan kuukauden ennusteena.

Toinen menetelmä puolestaan käyttää edellisen jakson vastaavan ajankohdan kysyntää ennusteena. Esimerkiksi edellisen vuoden helmikuun kysynnän perusteella ennustetaan seuraavan vuoden helmikuun kysyntää.

Liukuva keskiarvo lienee parhaiten tunnettu menetelmä. Menetelmässä lasketaan halutun jakson toteutuneen kysynnän keskiarvo, jota käytetään seuraavana ennusteena. Mikäli tehdään ennustetta esimerkiksi heinäkuulle ja käytetään edellisen kolmen kuukauden keskiarvoa, lasketaan ennuste siis huhti-, touko- ja kesäkuun toteutuneen kysynnän keskiarvona. Seuraavan kuukauden (elokuu) ennusteeseen puolestaan käytetään touko-, kesä- ja heinäkuun kysynnän keskiarvoa.

Painotetussa liukuvan keskiarvon menetelmässä on mahdollista huomioida kysynnän trendiä tai kausivaihteluja antamalla kullekin ennusteen pohjana olevalle jaksolle kerroin. Kertoimien summan tulee olla yksi (1). Esimerkiksi kolmen kuukauden liukuvan keskiarvon jaksoille voidaan antaa kertoimet 0,25, 0,32 ja 0,43 ($0,25 + 0,32 + 0,43 = 1$).

Eksponenttitasoituksen menetelmä on samankaltainen kuin painotettu liukuvan keskiarvon menetelmä. Kertoimien sijaan ennusteessa käytetään haluttu osa edellisen jakson toteutunutta kysyntää ja loput vanhaa ennustetta. Esimerkiksi kolmannen jakson ennuste saadaan kertomalla toisen jakson kysyntä X %:lla ja lisäämällä siihen toisen jakson ennuste kerrottuna $1 - X$ %. (Piasecki 2009, 49–53.)

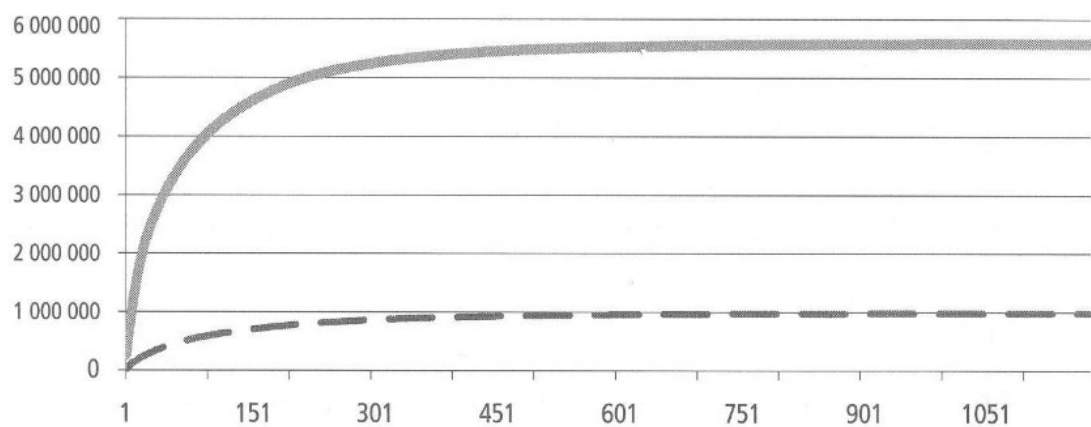
Sakin (2009) mukaan ennusteen ja toteutuneen kysynnän erotusta on seurattava koko ajan. Seurantaan käytettäviä mittareita ovat absoluuttisen keskivirheen, keskivirheen neliön ja keskivirheen neliöjuuren laskeminen. Absoluuttinen keskivirhe las-

ketaan jakamalla ennustevirheiden summa ennusteiden määrällä. Kesquivirheen neliössä ennustevirheiden neliösumma jaetaan ennusteiden lukumäärällä. Kesquivirheen neliöjuuri kuvaa ennustevirheen standardipoikkeamaa ja lasketaan ottamalla kesquivirheen neliöstä neliöjuuri.

3.7 ABC–analyysi

Tavarakaupan tuotevalikoimassa on usein tuhansia eri nimikkeitä ja runsaasti eri tavantoimittajia. Luokittelun avulla tarkastellaan kohderyhmän sisäistä hajontaa ja pyritään löytämään poikkeamia ja olennaisia asioita, joita ei kokonaiskeskiarvojen perusteella voida havaita.

Varastonohjauksessa on kiinnitettävä huomio kokonaisvaraston lisäksi yksittäisten nimikkeiden varastonhallintaan. Tätä tarkoitusta varten voidaan tuotteiden luokittelussa käyttää ABC-analyysia, jolla kuvataan menekin ja tuotteiden lukumäärän suhdetta. ABC-analyysissä varastossa olevat tuotteet luokitellaan eri tarvekategorioihin tuotteiden menekin, myyntikatteen, myynnin tai asiakkaiden määrän perusteella. Tunnetuimman ABC-analyysissä käytettävän 80/20-säännön (Pareton laki) mukaisesti ensimmäiseen tuotekategoriaan A kuuluvat nimikkeet muodostavat 80 % myynnistä, mutta ovat 20 % koko varaston nimikemäärästä. Suhdelukuja ei voida pitää kirjaimellisesti oikeina, mutta ne antavat ymmärrettävän kuvan myynnin ja myyntikatteen riippuvuussuhteesta.



Kuvio 4. Pareto-käyrä kumulatiivisesta myynnistä (yhtenäinen viiva) ja sen myyntikatteesta (katkoviiva) (Sakki 2009, 90.)

ABC-analyysissä seurataan Pareton lain toteutumista, mutta kahden luokan sijaan luokkia voi olla useampia. Luokittelun perusteena voidaan käyttää esimerkiksi jaotellua:

- A-luokka, ensimmäiset 50 % (kumulatiivisesta myynnistä tai kulutuksesta)
- B-luokka, seuraavat 30 %
- C-luokka, seuraavat 18 %
- D-luokka, viimeiset 2 %
- E-luokka, ei tapahtumia

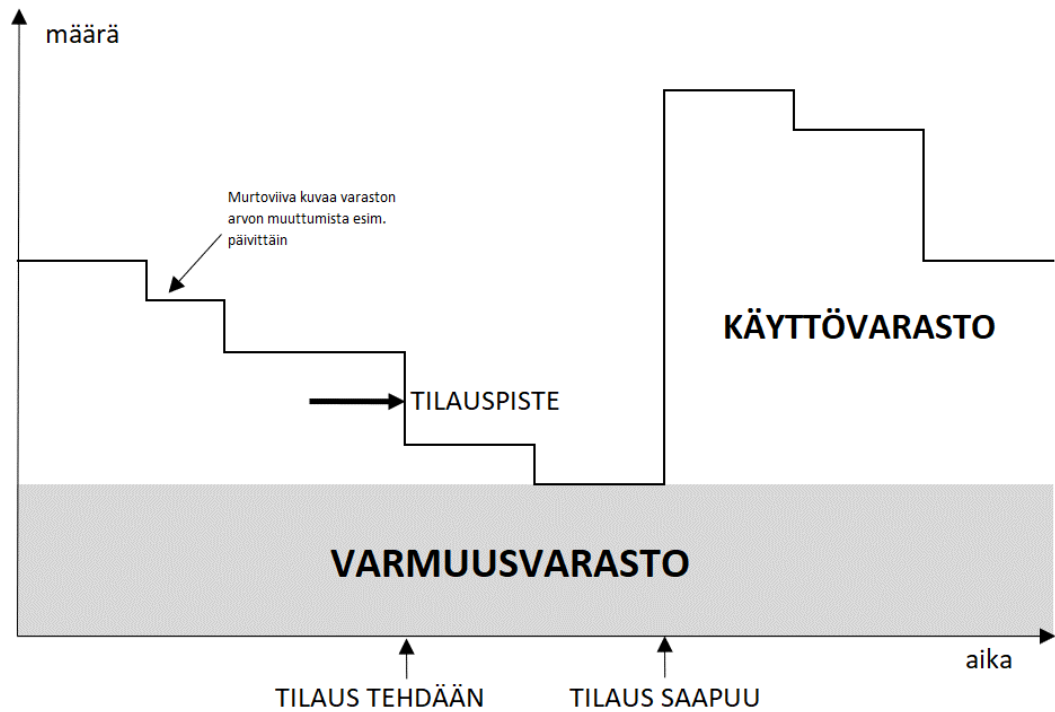
Tuotteiden luokittelussa on tärkeää luokitella yksittäisiä tuotteita eikä tuoteryhmiä. Luokittelun avulla tehtävällä analyysillä saadaan parempi käsitys materiaalinohjauksen kehittämiskohteista ja resurssien kohdentamisesta. ABC-analyysin tukena käytetään usein myös XYZ-analyysia, joka on muunnos ABC-analyysistä. XYZ-analyysissä tuotteet luokitellaan tapahtumamäärien perusteella. (Sakki 2009, 89–96; Varastonohjaus n.d.)

4 Varmuusvarasto

4.1 Käyttövarasto ja varmuusvarasto

Käsite varasto jaetaan usein kahteen loogiseen osaan, käyttövarastoksi ja varmuusvarastoksi. Käyttövarastolla tarkoitetaan sitä osuutta varastoiduista tuotteista, joka siirtyy toimitusketjun seuraavaan vaiheeseen poistuen omasta varastosta.

Varmuusvaraston osuus tuotteista puolestaan liikkuu hyvin pienellä todennäköisyydellä ja niissä tapauksissa niin kutsuttuun todelliseen tarpeeseen. (Karrus 2005, 36.)



Kuvio 5. Varastojen synty (Sakki 1994, 34.)

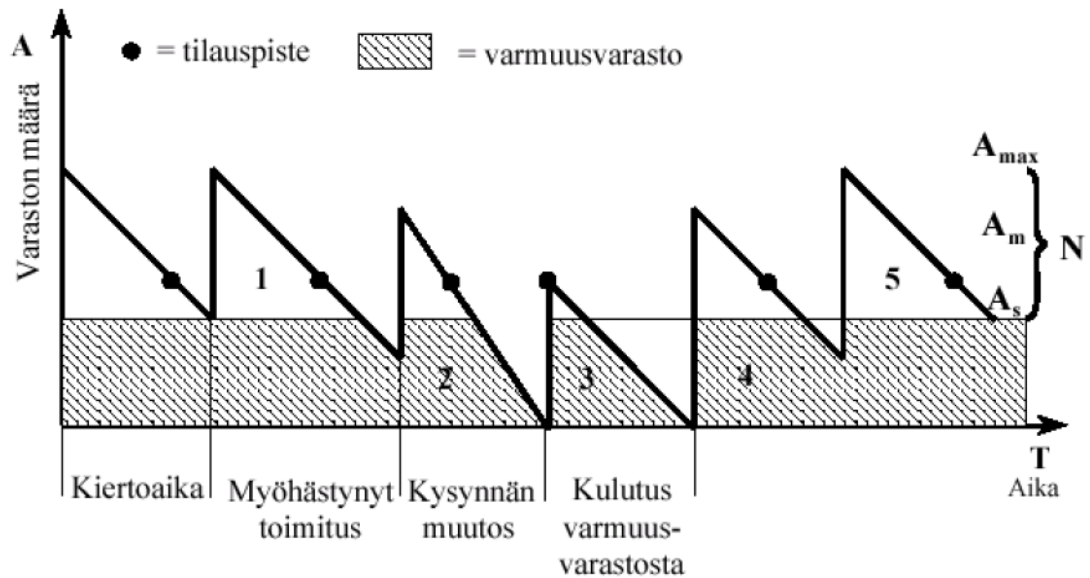
Sakin (1994) mukaan käyttövaraston koko on puolet toimituserästä, varaston koko keskimäärin varmuusvarasto lisätynä käyttövarastolla ja tilauspiste varmuusvarasto lisätynä toimitusajan kulutuksella (Sakki 1994, 34.)

$$\text{Käyttövarasto} = \frac{\text{keskimääräinen toimituserä}}{2}$$

Käsitettä varmuusvarasto tarvitaan tuotteiden tilausajankohtaa määriteltäessä. Varmuusvarastoa tarvitaan aina silloin, kun menekkiä ei tunneta etukäteen tarkasti. Tilanteissa, joissa kysyntä voi äkkiä nousta tai toimitus jostakin syystä viivästyä, tarvitaan puskurina toimivaa varmuusvarastoa tilausten hoitamiseksi. (Sakki 2009, 121.)

Arnold, Chapman & Clive (2008, 307) listaavat vastaavasti varmuusvaraston kokoon vaikuttaviksi tekijöiksi toimitusajan kysynnän vaihtelun, tilausvälin tiheyden, halutun toimitusvarmuuden ja toimitusajan pituuden.

Kysynnän vaihtelujen ja toimituksen viivästyksen vaikutusta varastotasoon voidaan tarkastella kuviossa 6.



Kuvio 6. Kysynnän vaihtelut ja varmuusvarasto (Hokkanen ja Karhunen 2014, 134.)

4.2 Varmuusvaraston laskentamenetelmiä

Varmuusvarastolla varmistetaan tuotteiden saatavuus kysynnän vaihdellessa, kun halutaan välttyä puutetilanteilta. Varmuusvaraston suuruus on riippuvainen kysynnän vaihtelusta ja asetetusta palvelutasotavoitteesta. Varmuusvaraston tarve ja suuruus kannattaa laskea mahdollisimman tarkasti, sillä varmuusvarasto kasvattaa keskimääräistä varastotasoa ja lisää varastoon sitoutuneen pääoman määrää. Toisaalta varaston loppuminen ennen uutta toimituserää aiheuttaa menetettyä myyntiä, heikentynyttä asiakastyytyvyyttä ja lisäkustannuksia. (Varastotyytit ja -tekniikka n.d.)

Kuten Edouard Thieuleux, ABCSupplyChainin perustaja yrityksen verkkosivuilla mainitsee, varmuusvaraston laskentaan voidaan käyttää useita eri menetelmiä. Pelkästään internetistä on löydettävissä eri kanavien kautta kymmeniä erilaisia laskentamenetelmiä. (Safety-stock-formula-calculation n.d.)

4.2.1 Manuaalinen varmuusvarasto

Varmuusvaraston koko voidaan arvioida täysin manuaalisesti. Arviointi perustuu tällöin ostajan henkilökohtaiseen kokemukseen ja arviointiin eri tekijöistä, kuten kysyn-

nän määrästä toimitusaikana, toimitusajan toteumaan sekä ulkopuolisten tekijöiden, kuten epidemioiden (esim. covid-19) vaikutuksista tuotteiden saatavuuteen ja kysyntään.

4.2.2 Kysyntään perustuva varmuusvarasto

Yksi yleisimmistä varmuusvaraston laskentaan käytetyistä laskentamenetelmistä perustuu määritellyn ajanjakson kysyntään. Halutun jakson kysyntä on tällöin sama kuin varmuusvaraston suuruus.

$$\text{varmuusvarasto} = \text{ajanjakso} \times \text{kysyntä}$$

Esimerkiksi kysynnän ollessa 20 kpl/viikko ja määritelty ajanjakso 2 viikkoa, saadaan varmuusvaraston kooksi $2 \times 20 = 40$ kpl. Laskentamalli ei kuitenkaan huomioi toimitusaikaa eikä kysynnän vaihtelua. (Piasecki 2009, 127–128.)

4.2.3 Kiinteään hankinta-ajan kysynnän osaan perustuva varmuusvarasto

Piaseckin (2009, 127) mukaan toinen yleisesti käytetty laskentamenetelmä on valita haluttu osuus hankinta-ajan kysynnän määrästä. Esimerkiksi laskemalla 10 viikon hankinta-aika, kysyntä 20 kpl/viikko ja määritetty prosentti 50 % saadaan varmuusvarastoksi 100 kpl.

$$\text{varmuusvarasto} = \text{hankinta-ajan kysyntä} \times \text{määritetty prosentti}$$

Laskentamenetelmä huomioi toimitusajan, mutta kysynnän vaihtelun vaikutus jää edelleen huomioimatta. (Piasecki 2009, 127.)

4.2.4 Kysynnän keskihajontaan ja palvelutasoon perustuva varmuusvarasto

Kunkin tuotteen varmuusvaraston tarve voidaan arvioida myös tuotteen menekin hajonnan pohjalta. Varmuusvaraston laskemiseen voidaan käyttää laskukaavaa, joka huomioi halutun palvelutason, toimitusajan sekä menekin vaihtelun menekin keskiarvoon nähden (standardipoikkeama). Kun menekin standardipoikkeama tiedetään, voidaan varmuusvaraston koko laskea seuraavalla kaavalla:

$$B = ks \sqrt{L}$$

jossa B on varmuusvaraston koko, s on standardipoikkeama, k on varmuuskerroin ja L on hankinta-aika. Haluttua toimitusvarmuutta vastaava varmuuskerroin katsotaan taulukosta 2.

Taulukko 2. Toimitusvarmuutta vastaavat varmuuskertoimet (Sakki 2014, 83.)

haluttu varmuus- varmuus- kerroin k	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	98 %	99 %	99,5 %	99,9 %	99,99 %
	0	0,67	1,28	1,64	1,88	2,05	2,33	2,57	3,09	3,72

Standardipoikkeaman (Sigma) laskentaan antavat Arnold, Chapman & Clive (2008, 311.) seuraavan menetelmän:

1. Lasketaan jokaisen jakson poikkeama = toteutuneen menekin ja ennusteen välinen erotus
2. Korotetaan poikkeamat toiseen potenssiin
3. Lasketaan saadut luvut yhteen
4. Jaetaan saatu luku jaksojen määrällä = keskiarvo
5. Otetaan saadusta keskiarvosta neliöjuuri = standardipoikkeama

Laskennassa on huomioitava, että sekä kysynnän poikkeamissa että toimitusajassa käytetään samaa aikayksikköä. (Arnold, Chapman & Clive 2008, 311.)

Todellisuudessa varastossa ei oikeasti ole mitään erillistä varmuusvarastoa, vaan varmuusvarastoa tarvitaan täydennystilauksen tekohetken oikea-aikaista ajoittamista varten. Jos varmuusvarasto on määritelty 95 % toimitusvarmuustasolla, on 5 % mahdollisuus, että tuote loppuu varastosta ennen uuden ostoerän saapumista. Suuremmalla varmuusvarastolla riskiä tuotteen loppumiseen voidaan toki pienentää, mutta vastaavasti se kasvattaa sitoutuneen pääoman määrää. Standardipoikkeaman jatkuva seuranta mahdollistaa varmuusvarastotasojen seurannan ja tilauspisteiden korjaamisen kysynnän vaihteluiden mukaisesti. (Sakki 2014, 83–84.)

5 Eräkkoko

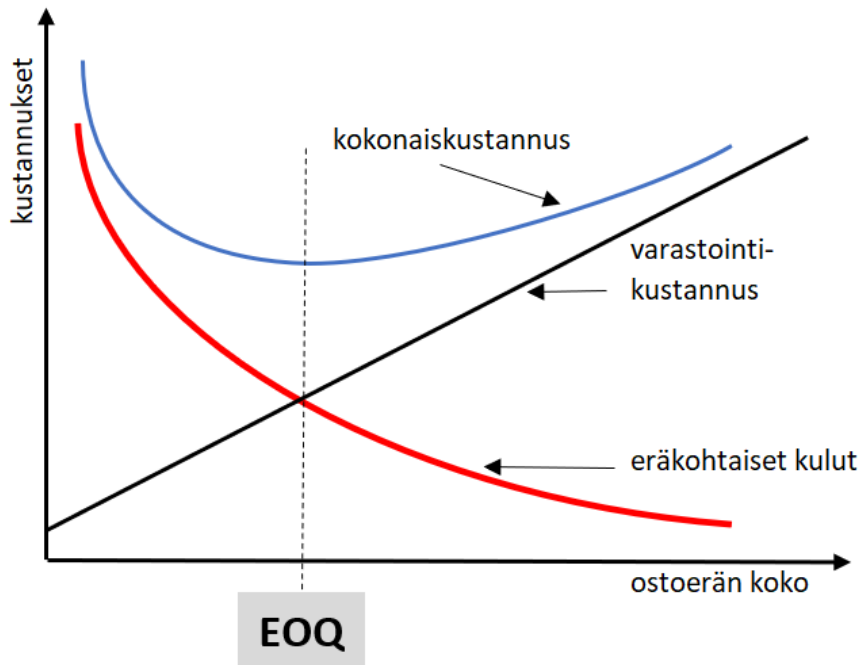
Yrityksen pääomasta merkittävä osa on usein sitoutunut varastoon. Varastoon sitoutunut pääoma tuottaa yritykselle tehokkaasti tulosta, mikäli varaston kierto on hyvä ja täydennyskustannukset ovat mahdollisimman alhaiset. Käytännössä tämä edellyttää mahdollisimman optimaalisen tilauseräkkoon löytämistä. (Karrus 2005, 175–177.)

5.1 Optimaalinen tilauseräkkoko

Tilauksen eräkkoko voidaan määrittellä, kun tunnetaan varastoimisen ja ostamisen kustannusten suuruus. Optimaalisen eräkkoon, EOQ (Economical Order Quantity), laskemiseksi on kehitetty ns. Wilsonin kaava:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times TK}{H \times VK}}$$

Kaavassa D tarkoittaa arviota tulevasta vuosimenekistä materiaalin perusyksikössä, esim kappaleissa. TK puolestaan on kyseisen materiaalin yhden ostoerän muuttuva kustannus. H:lla tarkoitetaan materiaalin yksikköhintaa ja VK:lla varastoinnin kustannusta vuodessa suhteutettuna varaston keskiarvoon. Kuviossa 7 voidaan havaita eräkkoon ja saapumisten vaikutus varastoinnin kustannuksiin ja eräkohtaisiin kustannuksiin.



Kuvio 7. Optimaalisen eräkoon toimintaperiaate (Hokkanen & Virtanen. 2016, 78.)

EOQ-malli on muokattavissa eri tilanteisiin sopivaksi. Yksi vaihtoehto on laskea optimaaliselle eräkoolle rahallinen arvo.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A_D S}{i}}$$

Tällöin vuosimenekki annetaan perusyksikön sijaan rahallisena arvona (A_D), esim. euroina, ostoerän muuttuva kustannus korvataan tilauskustannuksella (S) ja materiaalin yksikköhinta sekä varastointikustannus sisäisellä korkoprosentilla (i). (Arnold, Chapman & Clive 2008, 288.)

Käytännössä Wilsonin kaavan antama optimierätkoko on kuitenkin suuntaa antava, sillä sekä vuosimenekki että kustannukset ovat joko arvioita tai keskiarvoja (Sakki 2014, 86). Kaavan muina heikkouksina Hokkanen ja Karhunen (2014) mainitsevat kustannusten vaihtelun ja halutun palvelutason. Näitä kumpaakaan ei huomioida kaavassa lainkaan.

5.2 Jakson tilauseräkkö

Optimaalisen eräkoon laskenta perustuu arvioihin ja keskiarvoihin sekä oletukseen, että kysyntä on tasaista. Kysyntä on harvoin tasaista ja siksi optimaalisen eräkoon laskenta Wilsonin kaavalla ei tuota minimikustannusta. Jakson kysynnän huomioon ottava laskentamenetelmä POQ (Period Order Quantity) käyttää samaa EOQ-kaavaa ja optimoi tilausten välistä aikaa. Optimaalinen eräkkö jaetaan jakson kysynnällä ja tulos kertoo, miten pitkään tilauserä kattaa kysynnän.

$$POQ = \frac{EOQ}{\text{jakson kysyntä}}$$

Esimerkki: Nimikkeen optimaalinen eräkkö on 2 800 yksikköä ja vuotuinen kysyntä 52 000 yksikköä viikkokysynnäksi muutettuna 1 000 yksikköä / viikko.

$$POQ = \frac{EOQ}{\text{jakson kysyntä}} = \frac{2800}{1000} = 2,8 \text{ viikkoa} \rightarrow 3 \text{ viikkoa}$$

Tilaus riittää tyydyttämään seuraavan kolmen viikon kysynnän.

Vuotuisten tilausten määrä on sama kuin EOQ-laskennassa, mutta tilauksen koko vaihtelee kysynnän mukaan, joten tilaukustannus pysyy samana, mutta pääomakustannus pienenee. (Arnold, Chapman & Clive 2008, 293.)

5.3 Alin kustannus

Tavaran toimittajat sitovat tuotteen hinnan usein tilauksen kokoon, koska se vähentää toimittajan kustannuksia. Käytännössä tämä tarkoittaa suuremmille erille halvempaa hankintahintaa. Tilaushetkellä ostajan on huomioitava tilaukseen liittyvät kustannukset, kuten hankintakustannus, tilaus- ja kuljetuskustannus sekä pääomakustannus. Alimman kustannuksen selvittämiseksi eri tilausmäärille on laskettava muodostuva kokonaiskustannus ja vertailtava vaihtoehtoja keskenään. Yleisesti voidaan todeta määrälennusten vaikuttavan seuraavasti:

- hankintakustannukset pienenevät
- tilaukustannukset alenevat (vähemmän tilauksia, suuremmat tilausmäärät)
- varastonhoitokustannukset kasvavat

Tilanteesta ja laskelmista riippuen ostajan on tehtävä valinta, mutta kokonaiskustannus ratkaisee. (Arnold, Chapman & Clive 2008, 290–291.)

6 Tilausajankohta

Varastonohjauksen oleellisina osina ovat Hokkasen ja Karhusen (2014) mukaan materiaalin tilaushetki ja erä koko. Sama määrä materiaalia voidaan tilata usein pieninä erinä tai vaihtoehtoisesti harvoin suurina erinä (Tilaspiste n.d.).

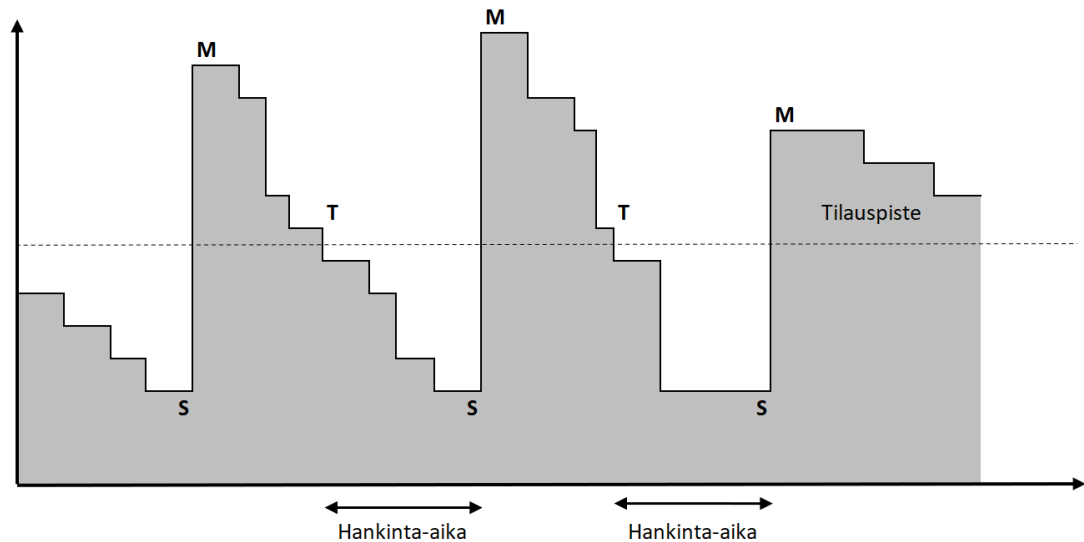
Tilausajankohdan määrittelyyn vaikuttavat esimerkiksi tilattavan materiaalin tarvemäärä, menekin vaihtelut, hankinta-aika ja saatavuuteen liittyvät riskitekijät (Sakki 2014, 82–83).

Vaihtoehtoisia menetelmiä täydennyserän ajankohdan määrittämiseen ovat tilauspistemenetelmä ja tilausvälimenetelmä.

6.1 Tilauspistemenetelmä

6.1.1 Tilaspiste

Tilaspiste on varastossa etukäteen määritelty nimikekohtainen varastomäärä (piste), jonka rajan alittuessa materiaalia tilataan lisää. Materiaalia varastossa on tilaushetkellä vielä riittävästi normaalin toimitusajan puitteissa hankkimiseen. Mikäli kaikki toimii suunnitelmien ja ennusteen mukaisesti, on lisätilauksen saapuessa varastossa vielä varmuusvaraston verran materiaalia. Varmuusvaraston avulla turvataan toimituskyky, mikäli menekki materiaalin toimitusaikana on ollut ennakoitua suurempi.



Kuvio 8. Tilaukspistemenetelmä (Sakki 2014, 85.)

Tilaukspiste saadaan kaavalla:

$$T = DL + B$$

jossa T on tilaukspiste, D on keskimääräinen materiaalin menekki tietyn ajanjakson aikana tavarayksikössä, L on hankinta-ajan pituus viikoissa ja B on varmuusvaraston koko tavarayksikössä. (Sakki 2014, 84–85.)

Automaattisesti tulevaa kysyntää tilaukspiste ei huomioi. Lisäksi kysynnän vaihdellessa voimakkaasti joudutaan varmuusvarastoa ja ostoeriä säätämään hyvinkin lyhyen aikavälin sisällä toistuvasti.

6.1.2 Kahden laatikon menetelmä

Kahden laatikon menetelmä tai viimeisen laatikon menetelmä on käytännönläheinen ja helposti toteutettavissa oleva tilaukspistemenetelmän sovellus. Menetelmä sopii sellaisille tuotteille, joiden kysynnässä ei tapahdu suuria vaihteluita. Näille tuotteille lasketaan tilaukspiste ja tilaukspistettä vastaava materiaalimäärä laitetaan erilliseen tilaan, hyllyyn tai laatikkoon. Tätä erillistä määrää aletaan käyttää vasta sitten, kun muu varasto on käytetty loppuun. Viimeiseen laatikkoon sijoitetaan tavallisesti tilauskortti, jonka perusteella täydennyserä tilataan. (Sakki 2014, 85; Hokkanen & Virtanen 2016, 79.)

Kahden laatikon menetelmän muokkaaminen muutoksiin voi osoittautua työlääksi. Menetelmää käytettäessä tulee ratkaista, miten uusien tuotteiden lisääminen ja vanhojen poistaminen toteutetaan sekä miten tilauspistettä muutetaan menekin tai toimitusaikojen muuttuessa. (Sakki 2014, 85.)

6.1.3 Min-maks – menetelmä

Min-maks – menetelmässä tuotteiden varastosaldolle voidaan määritellä ylä- ja alarajat, joiden sisällä varastomäärän halutaan liikkuvan. Mikäli tuotteen varastosaldo on tarkasteluajankohtana niiden rajojen välissä, ei täydennystilausta ole tarvetta tehdä. Jos varasto alittaa määritellyn alarajan, tehdään täydennystilaus, joka nostaa varaston määrän maksimissaan ylärajaan asti. Tilattava määrä vaihtelee tilauskerroittain. Tiluserän koko saadaan lisäämällä tarkasteluajankohdan saldoon tehdyt, mutta saapumattomat tilaukset ja vähentämällä saatu summa maksimivaraston määrästä. (Sakki 2014, 85.)

6.2 Tilausvälimenetelmä

Tilausvälimenetelmässä tuotteen varastosaldo tarkistetaan säännöllisin väliajoin, tuotteen mukaan esimerkiksi viikoittain tai kuukausittain. Tilausväli pysyy vakiona eli tilaukset tehdään ennalta määrättyinä päivinä. Tilauksen eräko vaihtelee kulutuksen mukaan. Tilausajankohta voidaan laskea kaavalla:

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

Kaavassa T tarkoittaa tilauspistettä, D keskimääräistä menekkiä ajanjakson aikana tavarayksiköissä, L hankinta-ajan pituutta, P tilausvälin pituutta viikoissa ja B varmuusvaraston suuruutta tavarayksiköissä. (Bowersox & Closs 1996, 284; Sakki 2014, 84.)

Samalta tavarantoimittajalta on järkevää tilata samalla myös muita saman toimittajan tuotteita. Oikean tilausvälin laskemiseksi voidaan käyttää Wilsonin kaavaa

$$\text{tilausväli} = \sqrt{\frac{2 \times TK}{VK \times D}}$$

TK on yhden kuljetuserän rahtikulu lisättyä hankinnan kuluilla ja vastaanoton käsittelykuluilla. VK on varastointikulu prosentteina ja D kyseessä olevan toimittajan kaikkien tuotteiden vuosimenekin arvo.

Yksin vuosivolyymiin ei tilausten ajankohtia kuitenkaan pysty sitomaan. Tilausvälin rytmitykseen voivat vaikuttaa useat syyt, kuten tuotteiden paino, tilavuus tai kuljetusyksikön koko. (Sakki 2014, 87).

7 Toiminnanohjausjärjestelmä Infor m3

Leipurin Oyj:llä on toiminnanohjausjärjestelmänä käytössä Infor M3-järjestelmä.

Toimittajan mukaan Infor M3 on globaali pilvipohjainen erityisesti valmistukseen ja jakeluun soveltuva toiminnanohjausjärjestelmä (Infor n.d.). Infor M3-järjestelmän käyttäjiä ovat mm. Ikea, Atria, Saarioinen, Meira, Olvi ja Snellman (Jäsenet n.d.).

Toiminnanohjausjärjestelmässä tiedot ovat ryhmiteltynä toiminta-alueittain, kuten kuviossa 9 Leipurin toiminta-alueittain.

LEIPURIN M3

- **Talous**
 - kirjanpito, viranomaisraportointi, ostoreskontra ja maksatus, laskutus, luotonvalvonta
- **Osto**
 - Ostotilaukset, kysyntäennusteet, OKA-hinnasto, nimikkeet, täydennysparametrit, toimittajat, valmistus
- **Myynti**
 - Myyntitilaukset, asiakastiedot, hinnastot, asiakaspalautukset, projektit
- **Varasto**
 - Oston vastaanotto, varastointi, keräily, toimitus, inventointi
- **Kuljetus**
 - Toimitustavat, reitit, asiakasrahdit, kuljetustilaukset

Kuvio 9. Leipurin M3 toiminta-alueet (soveltaen Leipurin 2021)

Nimikkeiden perustiedot M3-järjestelmään tallennetaan kolmella eri tasolla; Item (nimike, perustaso, tiedot kaikkien käyttäjien yhteisesti käytettävissä), Item connect Warehouse (nimike / varasto, jokaisen nimikkeen ja varaston ohjausparametrit) ja

Item connect Facility (nimike / divisioona, tuontiin ja hankintaan liittyvät parametrit). Materiaalinhjauksen parametrit järjestelmässä annetaan nimike / varasto tasolla ja materiaalinhjauksen tapahtuu aina nimiketasolla. Parametrejä on useita ja niiden yhdistelmillä sekä järjestelmässä olevilla valmiilla laskentakaavoilla on mahdollista luoda erilaisia nimikekohtaisia materiaalinhjauksen malleja. Laskennassa M3 käyttää aina kuukausitason summatietoja. Materiaalinhjaukseen vaikuttavat parametrit:

Suunnitteluparametrit:

Suunnittelumenetelmä

Suunnittelumenetelmä määrittää nimikkeelle hankintatilausta syötettäessä määritettävän materiaalinsuunnittelumenetelmän. Perusmenetelmiä on kaksi; materiaalitarvelaskenta ja tilauspistesuunnittelu. Suunnittelumenetelmävaihtoehdot ovat:

- 0 = Manuaalinen suunnittelu
- 1 = Materiaalitarvelaskenta
- 2 = Tilauspistesuunnittelu nimike-/varastokohtaisesti
- 3 = Tilauksen käynnistämä (tilaukset käynnistetään luodaan ja vapautetaan tarvetilauksella)
- 4 = Tilauspistesuunnittelu toimintayksikkökohtaisesti
- 5 = Tilauspistesuunnittelu globaalia toimintayksikköä kohti

M3:ssa manuaalinen suunnittelu vastaa tuotteen erikoisohjausta, jossa manuaalisesti seurataan tilauskantaa, varastotasoa sekä ennustetta ja ennakoidaan niiden perusteella tulevaa tarvetta. Tilauksen käynnistämä suunnittelumenetelmä tarkoittaa tilauslähtöistä ohjausta, jolloin hankintatilaus on aina kiinnitetty tarvetilaukseen.

Muut vaihtoehdot tarkoittavat varastolähtöistä ohjausmenetelmää.

Materiaalitarvelaskenta on joukko tekniikoita, joita käytetään laskettaessa materiaalitarpeita materiaaliluettelon, varastotietojen ja tuotantosuunnitelman avulla. Tilauspistesuunnittelussa asetettu varastotaso käynnistää hankintatilauksen ja mikäli kokonaisvarastosaldo plus hankintatilauksella oleva määrä on yhtä suuri tai pienempi kuin tilauspiste, käynnistyy hankintatilaus. Materiaalitarvelaskenta ja tilauspistesuunnittelu erotellaan suunnittelumenetelmänä M3:ssa toisistaan. MRP luo toimenpide-ehdotuksena tuotteelle tilauspisteen, mutta ottaa huomioon sekä varastossa olevat että saapumassa olevat tilaukset, tilauspistesuunnittelu huomioi ainoastaan nykyisen varaston.

Jaksomalli

Jaksomallia käytetään päivien ryhmittämiseen sopiviksi jaksoiksi ennusteiden jaksottamiseksi. Jaksomallit määritetään erillisellä ohjelmalla ja käytössä ovat

- 01 = Päivätaso (Leipurilla 20 jaksoa päivätasolla + 2 seuraavaa jaksoa viikkotasolla)
- 02 = 12 kk (12 kuukauden jaksoa järjestelmäkalerin mukaisesti)
- 03 = 4vko6kk (4 jaksoa viikkotasolla + 6 seuraavaa kuukausitasolla)
- 04 = 30pv/vko/kk (30 jaksoa päivätasolla + 5 jaksoa viikkotasolla + 1 kuukausi)
- 05 = 8vko2kk (8 jaksoa viikkotasolla + 2 jaksoa kuukausitasolla)
- 06 = vk-taso 12 (12 jaksoa viikkotasolla)

Suunnittelukäytäntö

Suunnittelukäytäntö määrittää, miten suunnitellut tilaukset luodaan. Tätä varten järjestelmässä on useita sääntöjä.

Suunnittelukausi

Suunnittelukausi määritetään nimikkeittäin/varastoittain ja se ilmoittaa tarvelaskentaan sisältyvien päivien määrän.

Toimitusaika

Toimitusajalla käsitetään tarpeen täyttämiseen tarvittavaa aikaa. Toimitusaika sisältää hallinnollisen ajan, toimitusajan, kuljetusajan ja tarkastusajan. Toimitusaika ilmoitetaan aina käyttäen viisipäiväistä (5) viikkoa.

Suunniteltu varasto

Parametri ilmoittaa onko nimikettä käsiteltävä varastoituna vai ei-varastoituna. Vaihtoehdot ovat

- Tyhjä = Ei käytetä
- 10 = Ei varastoitu (kaikki varmuusvarastot, tilauspisteet, ennusteet ym. jätetään tekemättä)
- 20 = Varastoitava (Hyväksytty varastoitavaksi, mutta odottaa vahvistusta)
- 30 = Varastoitu

Ennustemenetelmä

Parametri määrittää käytettävän ennustemenetelmän tunnusteen. Ennustemenetelmät määritetään erillisessä ohjelmassa ja ennusteiden laskentamenetelmiä on järjestelmässä valmiina useita:

- 0 = Manuaalinen ennuste
- 1 = Liukuva keskiarvo
- 2 = Kahden jaksoarvon eksponentiaalinen tasoitus
- 3 = Eksponentiaalinen tasoitus
- 4 = Trigg & Leachmallin mukainen eksponentiaalinen tasoitus
- 10 = Seuraavan jakson ennuste on yhtä kuin edellisen kolmen jakson toteutuneen kysynnän keskiarvo
- 11 = Seuraavan jakson ennuste on yhtä kuin edellisen kolmen jakson toteutuneen kysynnän keskiarvo plus/miinus odotettu trendi
- 12 = Seuraavan jakson ennuste on yhtä kuin kolmen edellisen jakson toteutuneen kysynnän keskiarvo kerrottuna kolmen edellisen jakson toteutuneen kysynnän tämän vuoden summan ja kolmen edellisen jakson toteutuneen kysynnän viime vuoden summan välisellä suhteella
- 13 = Kun aloitat ennusteenlaskennan ensimmäisen kerran, järjestelmä noutaa kysynnän/käytön nimikeilastosta käyttäen sitä jaksojen määrää, jonka haluat tallentaa ennustetiedostoon
- 14 = Seuraavan jakson ennuste on yhtä kuin edellisen vuoden toteutuneen kysynnän keskiarvo edelliseltä jaksolta, kuluvalta jaksolta ja seuraavalta jaksolta plus/miinus odotettu kausi
- 15 = Seuraavan jakson ennuste on yhtä kuin edellisten neljän jakson ja vuoden takaisen samojen jaksojen suhde kerrottuna kuluvan ja seuraavan jakson kysynnän keskiarvolla edelliseltä vuodelta
- 16 = Seuraavan jakson ennuste on yhtä kuin edellisen vuoden saman jakson toteutunut kysyntä

Ennustelogiikka

Ennustelogiikka ilmaisee, miten ennustetta käsitellään materiaaliarvesuunnittelussa.

Varastoparametrit:

Varmuusvarastomenetelmä

Varmuusvaraston laskentaan M3:ssa on useita valmiita laskentamalleja. Vaihtoehtoja ovat

- 0 = Manuaalinen varmuusvarasto
- 1 = Automaattinen laskenta kaavalla: varmuusvarastopäivät * päiväkysyntä
- 2 = Automaattinen laskenta kaavalla: varmuusvarasto prosentti * toimitusaika * päiväkysyntä
- 3 = Automaattinen laskenta kaavalla: varmuuskerroin (palvelutaso) * 1,25 * absoluuttinen keskihajonta (MAD) (Mean absolute deviation - ennustevirheen keskihajonta) * laskentajakson toimitusajan neliöjuuri
- 4 = Erillisen varmuusvarastopäivätaulukon mukaisesti

- 5 = Varmuusvarastopäivätaulukon mukaisesti lasketun keskimääräisten tapahtumien mukaisesti
- 6 = MerciaLincs integraation avulla (3. osapuolen ohjelma)
- 7 = Automaattinen laskenta Poissonin taulukon mukaisesti
- 8 = Automaattinen laskenta kaavalla: keskimääräinen määrä/otto (valinnaisesti kerrottuna varmuuskertoimella)

Kaava 1 laskee kysyntään perustuvan varmuusvaraston määritellyn ajanjakson mukaisesti. Kaava 2 vastaa kiinteään hankinta-ajan kysynnän osaan perustuvaa varmuusvaraston laskentaa halutun osuuden mukaisesti. Kaavan 3 avulla lasketaan kysynnän keskihajontaan ja palvelutasoon perustuva varmuusvarasto. Menetelmät 4 ja 5 perustuvat aiemman jakson ottojen lukumäärään ja niiden tarkoituksena on erottaa toisistaan varmuusvarastot tuotteille, joilla on vähän ottoja, mutta suuri volyyymi ja tuotteille, joilla on paljon ottoja, mutta pieni volyyymi. Menetelmä 6 käyttää 3. osapuolen ohjelmaa varmuusvaraston laskentaan. Menetelmät 4, 5 ja 6 eivät ole käytössä. Vaihtoehdot 7 ja 8 voidaan valita tuotteille, joita täytyy pitää varastossa, mutta joita otetaan vain vähän ja tarpeet ovat satunnaisia. Keskimääräinen otto lasketaan näissä tapauksissa jakamalla edellisen vuoden kysyntä edellisen vuoden ottojen määrällä. Varmuusvarasto lasketaan Poisson-taulukon mukaan seuraavalla tavalla:

1. Vuositarve/ keskimääräinen * määrä ottoa kohden = suunniteltujen ottojen määrä.
2. Suunniteltujen ottojen lukumäärä * (toimitusaika + varmuusvarastoaika) / työpäivien lukumäärä = arvioitu ottojen lukumäärä toimitusarkana.
3. Poisson-taulukkoon asemoinnissa käytetään kertoimena arvioitua ottojen lukumäärää toimitusaikana ja varmuustasona käytetään nimike- ja varastotietueen varmuustasoa.
4. Ottojen oikea lukumäärä (ylöspäin pyöristettynä) Poisson-taulukossa * keskimääräinen määrä ottoa kohden = uusi varmuusvarasto.

Varmuusvarastoyksikkö

Riippuen käytettävästä varmuusvarastomenetelmästä parametrille annetaan arvona

- Varmuusvarastoaika päivinä menetelmille 1 ja 7
- Varmuusvarastoprosentti menetelmälle 2
- Valinnainen varmuusvarastokerroin menetelmälle 8

Palvelutaso

Haluttu palvelutaso (toimitusvarmuustaso) ilmoitetaan prosentteina ja se muunnetaan taulukon avulla varmuuskertoimiksi. Varmuuserrointa käytetään varmuusvaraston laskennassa.

Tilauspiste

Varastosaldon ollessa pienempi tai yhtä suuri kuin annettu arvo, järjestelmä luo suunnitellun tilauksen automaattisesti. Tilauspiste lasketaan joko manuaalisesti tai laskemalla yhteen varmuusvarasto ja käyttö toimitusaikana.

Tilauspistemenetelmä

Parametri ilmaisee tilauspisteen määrittystavan. Määrittystavat ovat

- 0 = Aseta manuaalisesti (ei sisällytetä tilauspisteen laskentaan)
- 1 = Automaattinen laskenta kaavalla: $\text{Tilauspiste} = \text{varmuusvarasto} + \text{päivittäinen käyttö} * \text{toimitusaika}$
- 2 = Tilauspiste on aina nolla (0)
- 3 = Ulkoisen järjestelmän määrittämä
- 4 = Automaattisesti Poisson-jakaumataulukon mukaisesti
- 5 = Keskimääräinen määrä ottoa kohden

Erän laskentamenetelmä

Nimikkeen tilausmäärän laskentaan on useita eri menetelmiä. Vaihtoehtoja ovat

Kiinteä määrä/muuttuva jakso

- 00 = Manuaalisesti annettu määrä
- 01 = Kateajasta laskettu kiinteä määrä
- 02 = Optimitilaus – Wilsonin kaava

Muuttuva määrä/kiinteä jakso

- 11 = Tarvekohtainen tilausmäärä
- 12 = Manuaalisesti syötetty kateaika
- 13 = Optimikateaika
- 15 = Kateaika aikataulukon avulla (ajankohtataulukko)

Muuttuva määrä/muuttuva jakso

- 21 = Alin yksikkökustannus
- 23 = Jaksoperusteinen tilausmäärä ilman saldon tarkistusta
- 24 = Jaksoperusteinen tilausmäärä ja saldon tarkistus
- 25 = Enintään enimmäisvarastosaldo

Erän laskentamenetelmästä riippumatta on tarkistettava manuaalisesti ylläpidettävät parametrit tilauskerrannainen, tilauksen vähimmäiskoko ja tilauksen enimmäiskoko.

Tilausmäärä

Järjestelmän laskema optimaalinen tilauserä koko (EOQ), jonka mukaan määräytyy nimikkeen yhdellä kertaa ostettava määrä.

Tilausmäärä päivää

Parametri määrittää, kuinka monen päivän tarvetta käytetään, kun lasketaan tilauserän kokoa. Mikäli arvoa ei ole annettu, päivien määrä saadaan ABC-arvoluokasta.

Enimmäisvarasto

Kunkin nimikkeen varastokohtainen enimmäismäärä.

Tilausmäärä minimi

Pienin sallittu tilausmäärä, joka määritetään joko toimittajan antaman tiedon perusteella tai nimikkeen perustiedoissa perusyksikössä. Arvoa käytetään tarvelaskennan yhteydessä.

Vuositarve

Vuositarve ilmaistaan varastoittain/nimikkeittäin. Tarve voidaan syöttää manuaalisesti tai laskea automaattisesti joko osana ennustelaskentaa tai tarvelaskentatuloksen perusteella.

Tilauskerrannainen

Parametri määrittää tilauksen kerrannaismäärän, jolloin esimerkiksi pakkauksia ei tarvitse hajottaa pienemmiksi yksiköiksi. Tilauskerrannaista käytetään erityisesti materiaaltarvelaskennan yhteydessä.

ABC-luokat

Nimikkeiden ABC-luokitus määritellään järjestelmässä neljällä eri tavalla.

- ABC-luokka – volyyymi
- ABC-luokka – frekvenssi
- ABC-luokka – kate

- ABC-luokka – manuaalinen

Manuaalista ABC-luokkaa lukuun ottamatta luokat voidaan laskea järjestelmässä joko automaattisesti (oletus) tai manuaalisesti.

Materiaalitarvelaskenta:

Materiaalinsuunnittelun keskeisin osa on M3-järjestelmään sisäisesti rakennettu materiaalisuunnittelulogiikka MPLC (Material planning logic), joka laskee jokaisen nimikkeen tarvemäärän annettujen parametrien mukaisesti. Logiikan yleisenä tavoitteena on suunnitella varastojen hallinta niin, että minimoidaan varastoon sitoutuneen pääoman määrää.

Suunnittelu- ja varastoparametrien perusteella järjestelmä laskee jokaiselle laskettavalle nimikkeelle materiaalisuunnitelman (kuvio 10) ja tekee sen perusteella automaattisesti ostotilausehdotuksen (kuvio 11).

Varasto	001	TAHKOTIE 1										
Nimikentro	048983	TUOPPI KALJAMALLAS 20 KG										
Kuvaus	TUOPPI KALJAMAL 20 KG RUISMALLASROUHE <30>											
Valintavaihtoeh		Suunnit varasto	30-Varastoitu									
Hyväksyt saldo	196											
Varmuusvarasto	30											
Tilausmäärä	0 SK											
Toimitusaika	7 / 090421											
Suunn. aikaraja	7 / 090421											
Ota käytt												
	Suunp	Tap.määrä	Su.vstosdc	Myyt kumul	Lk	Tla	Tpe	Tilno	Rivi	Li	Toimitusno	Aika
*	080221	1-	195	194	311	44		0011276485	4		0	04:00
*	080221	1-	194	194	311	44		0011276494	10		0	04:00
*	220221	90	284	194	250	05		4129179			0	
*	080321	120	404	194	250	05		4129180			0	
*	220321	120	524	194	250	05		4129181			0	
*	020421	9-	515	194	010						0	23:59
*	050421	90	605	194	250	05		4129182			0	
*	050421	56-	549	194	010						0	23:59
	120421	57-	492	999999999	010						0	23:59
	190421	60	552	999999999	250	05		4162250			0	
	190421	56-	496	999999999	010						0	23:59

Kuvio 10. Materiaalisuunitelma

Ota käyttö									
Nimnr	Var	OT-nim. nimi	Ostja	Toim	Nimi	Suun määrä	Lkm	Luopv	Stoipv
048983	001								
048983	001	TUOPPI KALJAMALLAS 20KG	BRUNIS	400298	LAIHIA	90	3	120221	220221
048983	001	TUOPPI KALJAMALLAS 20KG	BRUNIS	400298	LAIHIA	120	4	260221	080321
048983	001	TUOPPI KALJAMALLAS 20KG	BRUNIS	400298	LAIHIA	120	4	120321	220321
048983	001	TUOPPI KALJAMALLAS 20KG	BRUNIS	400298	LAIHIA	90	3	260321	050421
048983	001	TUOPPI KALJAMALLAS 20KG	BRUNIS	400298	LAIHIA	60	2	090421	190421

Kuvio 11. Ostotilausehdotus

8 Nykytilanne

Leipurin logistiikassa (Leipurin 2019) on useita elintarvikealaan liittyviä erityispiirteitä, kuten

- Elintarvikeraaka-aineiden kuljetus- ja varastointi kolmessa eri lämpötilassa
- Varaston korkea kiertotavoite (säilyvyys, sidottu pääoma) vs. toimittajien minimi-valmistuserät ja kuljetuskustannukset
- Nimikkeiden ja toimittajien suuri määrä

Tuotteiden tarkat kuljetus- ja varastointilämpötilavaatimukset saadaan tuotteen spesifikaatiosta toimittajalta ja tallennetaan toiminnanohjausjärjestelmään nimikkeen perustietoihin. Tarkat lämpötilavaatimukset on Leipurin Oyj:llä ryhmitelty kolmeen eri lämpötilaluokkaan. Pakastetuotteiden ryhmään (FROZEN) kuuluvat kaikki alle 0°C lämpötilaa vaativat tuotteet. Viileät (COLD) lämpötilaluokan tuotteet edellyttävät +0°C – +12°C lämpötilaa ja huoneenlämpöiset (AMBIENT) +18°C – +25°C lämpötilaa.

Materiaalinhjauksen keskeisimmiksi tavoitteiksi Leipurin hankinnalle on määritelty palvelutason parantaminen, varaston kierron IRD (Inventory Rotation Days) parantaminen ja varastoihin sitoutuneen pääoman NWC (Net Working Capital) pienentäminen. Nimiketasolla seurataan maksimi varastoa, varmuusvarastoa ja palvelutasoa. Elintarvikeraaka-aineiden lyhyt säilyvyysaika ja toimittajien toimituseräkoot sekä kuljetusaika vaikuttavat olennaisesti materiaalinhjauksen suunnitteluun.

Materiaalinhjaus Leipurin Oyj:ssä suunnitellaan toimittajakohtaisesti nimiketasolla. Toimittajien ja nimikkeiden suuri määrä vaatii hankinnalta tietojen tallentamisessa ja ylläpitämisessä runsaasti resursseja. Nämä edellä mainitut erityispiirteet on otettava huomioon materiaalinhjauksen suunnittelussa.

Nykytilanteessa materiaalinhjaus tapahtuu suurimmalta osin manuaalisesti riippumatta siitä, mikä toiminnanohjausjärjestelmä eri divisioonilla on käytössään. Järjestelmiä käytetään pääsääntöisesti myyntitilausten hallinnointiin ja varastosaldojen ylläpitämiseen. Varmuusvarastojen koko on määritelty manuaalisesti kunkin tuotteen kohdalla kotiinkutsujan toimesta ja varmuusvarastolla halutaan myös varautua poikkeuksellisiin tilanteisiin varaston kokoa suurentamalla. Tilauspisteet arvioidaan tapauskohtaisesti erikseen kerättyjen tietojen perusteella tai tuotteesta riippuen käytetään vaihtoehtoisesti toimittajakohtaista erikseen sovittua tilausväliä. Tiluseräkoot arvioidaan tilauskohtaisesti vertaamalla manuaalisesti varastotasoa ja arvioitua kysynnän ennustetta. Tilauskohtainen eräkkö toimittajalta pyritään maksimoimaan kuljetuskustannusten pienentämiseksi. Yhteisen toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto eri divisioonissa on kesken, joten toimintatavat eroavat divisioonakohtaisesti toisistaan ja saatavissa olevat raportit puuttuvat tai ovat hankalasti vertailtavissa. Kokonaisuuden hallinta on edellä mainittujen perusteella haasteellista.

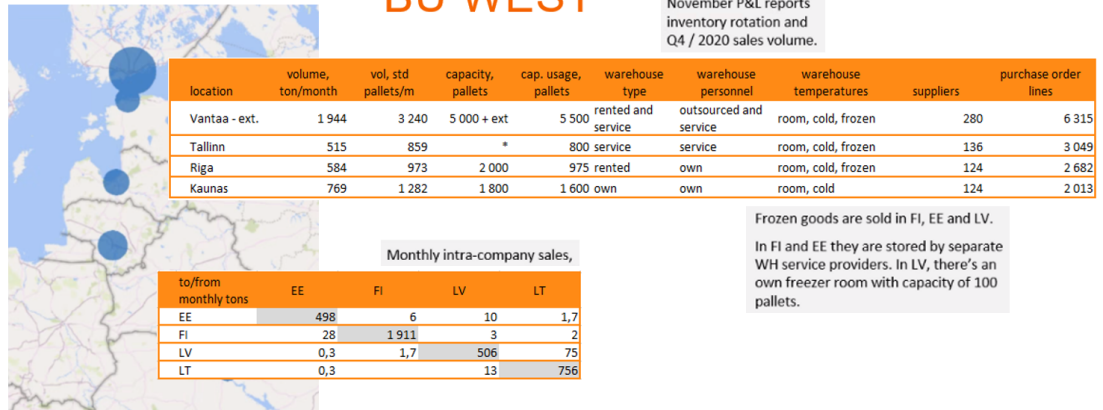
8.1 Materiaalinhjauksen nykytilanne divisioonittain

8.1.1 Leipurin Estonia AS, Viro

Leipurin Viron toimisto ja varasto sijaitsevat hieman Tallinnan keskustan ulkopuolella, Loon kaupunginosassa. Päävaraston varastologistiikasta vastaa ulkoinen operaattori, jonka tilojen yhteydessä myös Leipurin toimistolla ja koekeittiöllä on toimitilansa. Päävarastosta toimitetaan suurin osa tuotteista, eli huoneenlämpöiset ja viileät tuotteet. Pakastetuotteita Virossa on vähän ja ne varastoidaan ja toimitetaan lähellä sijaitsevasta ulkoisesta pakastevarastosta. Leipurin toimitilojen yhteydessä on myös pienet varastotilat tarvikkeiden ja pientavaroiden varastointiin. BU Westin divisioonien varastokapasiteetit ja tilausmäärät varastoittain kuviossa 12.

Ostotilausrivejä Virossa on vuositasolla hieman yli 3 000 ja eri toimittajia noin 140. Koko varaston kiertonopeus on Virossa 27 päivää. Aktiivisia asiakkuuksia on noin 250.

CURRENT WH INFRA BU WEST



Kuvio 12. Varastokapasiteetit (soveltaen Leipurin 2021)

Ennen Procurement 2.0 -projektin muutoksia Virossa kaikista hankinnoista vastasi kaksi henkilöä. Strategisten hankintojen keskittämisen jälkeen Virossa toimii yksi kotiinkutsuja joka vastaa kaikkien Viron operatiivisten ostojen suorittamisesta.

Toiminnanohjausjärjestelmänä vuoden 2020 syyskuun loppuun asti Virossa käytettiin HansaWorld-järjestelmää. Järjestelmällä ylläpidettiin lähinnä varastosaldoja ja välitettiin tilaus-/toimitustietoja varasto-operaattorille. Järjestelmässä ei käytetty materiaalinohjaukseen soveltuvia parametrejä. Kysynnän ennustamiseen saadaan tiedot myynniltä. Ostot toimittajilta tehdään edelleen manuaalisesti ja tarkistetaan määrävälialojin. Tiluseräkoot määräytyvät manuaalisesti toimittajan minimitilausmäärien ja tilauskerrannaisen mukaan. Varmuusvarastoja ei ole määritelty tai ne asetetaan manuaalisesti ja varastotasoa seurataan myös manuaalisesti. Tuotteita tai toimittajia ei Virossa ole luokiteltu. Lokakuun 2020 alusta lähtien Viro liitettiin Suomen kanssa yhteiseen M3-järjestelmään.

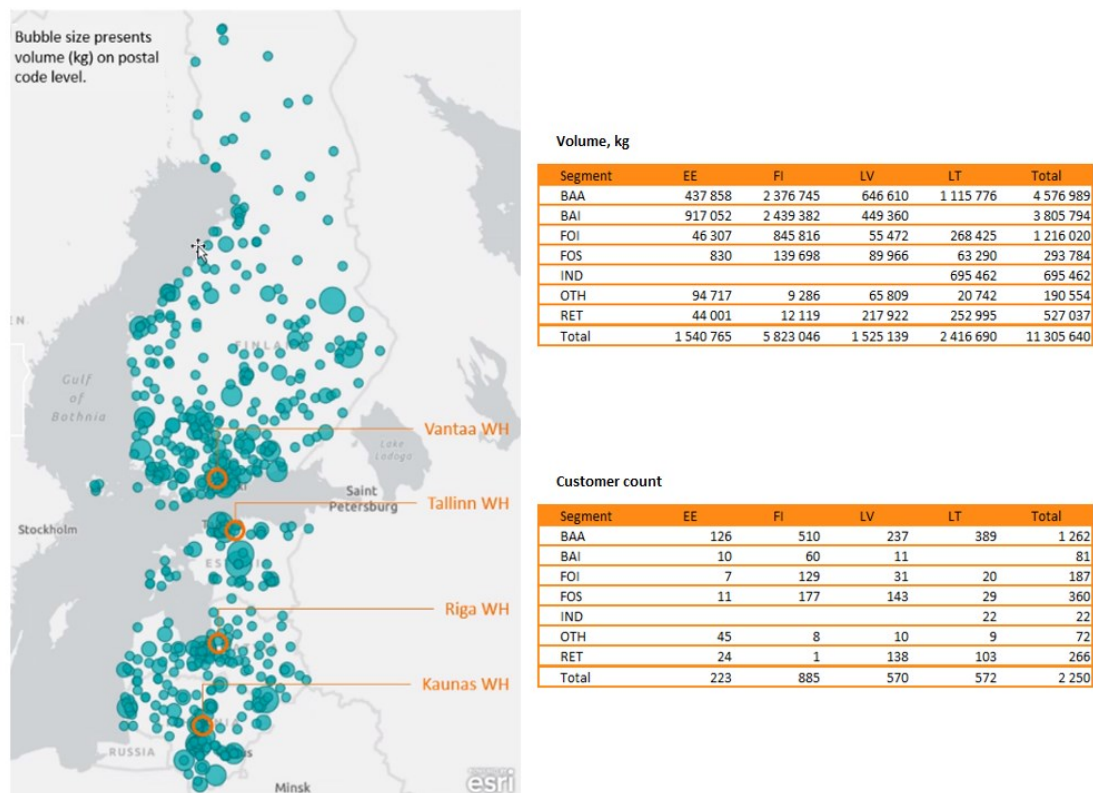
Järjestelmäintegraatio varasto-operaattorin järjestelmään on edelleen kesken ja materiaalinohjaus toimii edelleen M3-järjestelmän perusparametrejä lukuunottamatta manuaalisesti.

8.1.2 SIA Leipurin, Latvia

Latvian divisioonan varasto- ja toimistotilat on vuokrattu Riian itäpuolelta Dreilinistä. Varastosta löytyvät tilat kaikkien kolmen lämpötilaluokan tuotteille, eikä ulkoisia varastoja ole käytössä. Latvian koeleipomom tilat ovat toimistotilojen yhteydessä varastotilojen yläkerrassa. Varastotoiminnoista Dreilinissä vastaa Leipurin oma henkilökunta.

Vuositasolla ostotilauksrivejä Latvian yksiköllä on hieman alle 2 700. Vuoden aikana käytettiin 124 eri toimittajaa. IRD Latviassa on 39 päivää. Tuotteita myytiin Q4/2020 aikana Latvian varastosta 570 asiakkaalle. Neljännen kvartaalin myyntimäärät koko liiketoimintayksikön alueella kuviossa 13.

BU WEST SALES VOL Q4 /2020



Kuvio 13. Q4 Myyntimäärät ja asiakkaat divisioonittain (soveltaen Leipurin 2021)

Latviassa toimii yksi BU West tason strateginen hankkija ja kaksi paikallista operatiivista ostajaa (kotiinkutsujaa).

Ennen siirtymistä M3 järjestelmän käyttöön Latvian toiminnanohjausjärjestelmänä käytettiin Microsoftin Navision-järjestelmää. Navisionista sai ulos hyvin materiaalinohjaukseen liittyvää dataa, kuten kysynnän ennusteen, kysyntähistorian, suunnitellut tilaukset ja varastoprofiilin. Kaikki datan käsittely ja oston suunnittelu tehtiin Excelissä Navisionin ulkopuolella ja palautettiin takaisin Navisioniin muokattuna viikoittain.

Varmuusvarastotasot on määritetty manuaalisesti tilaussyklin ja kysynnän perusteella. Tiluseräkoot määräytyvät manuaalisesti toimittajien minimierien mukaan. Tilausvälit on sidottu toimittajakalentereihin, eli tilaukset tiettyinä määräpäivinä tietyiltä toimittajilta. Kysynnän ennustamiseen hyödynnetään myynniltä tai Navisionista saatavaa tietoa, joka jatkokäsittellään Excelillä. Tuotteiden luokittelu rajoittuu varastointiluokkiin (varastoitu / ei varastoitu).

M3-järjestelmän käyttöön siirryttiin Latviassa 1.1.2020. Järjestelmän materiaalinohjauksen parametrejä hyödynnetään vain osittain ja ohjaus tapahtuu edelleen manuaalisesti Exceliä hyödyntäen.

8.1.3 UAB Leipurin, Liettua

Ainoa Leipurin omistama varasto sijaitsee Kaunasissa, Liettua. Tiloissa voidaan varastoida huoneenlämpöisten tuotteiden lisäksi viileitä tuotteita. Pakasteita, joita on käytössä vähän, ei Liettua kierrätetä varastojen kautta, vaan toimitetaan aina suoramyynninä. Toimistotilat ja pieni koeleipomo sijaitsevat varastotilojen yläkerrassa.

Ostotilauksia vuosittain on noin 2 000 ja toimittajia 124. Varastonkiertonopeus on samalla tasolla kuin Latviassa, 36 päivää. Asiakkaita Liettuan myynnillä oli kvartaalilla saman verran kuin Latviassa, 572 kappaletta.

Myös Liettuasta käsin toimii yksi BU Westin strateginen hankkija. Operatiivisista kotiinkutsuista vastaa yksi paikallinen ostaja.

Liettuassa myynti informoi hankintaa ostettavista tuotteista ja ajankohdista. Tilaukset eivät perustu parametreihin, vaan myyntijohdon parhaaseen näkemykseen. Varmuusvarasto on asetettu manuaalisesti. Tilaukset tehdään määräpäivinä eri toimittajilta ja tiluseräkoot määräytyvät manuaalisesti toimittajan minimitoimituserien mukaisesti.

Liettua toimii tällä hetkellä M3-järjestelmän ulkopuolella. Oma toiminnanohjausjärjestelmä on nimeltään Skaita. Skaita toimii samaan tapaan kuin Microsoft Navision ja järjestelmää käytetään lähinnä varastonohjaukseen. Varsinainen hankintaan liittyvien tietojen käsittely ja ohjauspäätökset tehdään järjestelmän ulkopuolella Excelissä. Liettuan siirto M3-järjestelmän käyttöön on tällä hetkellä aikataulutettu syksylle 2021.

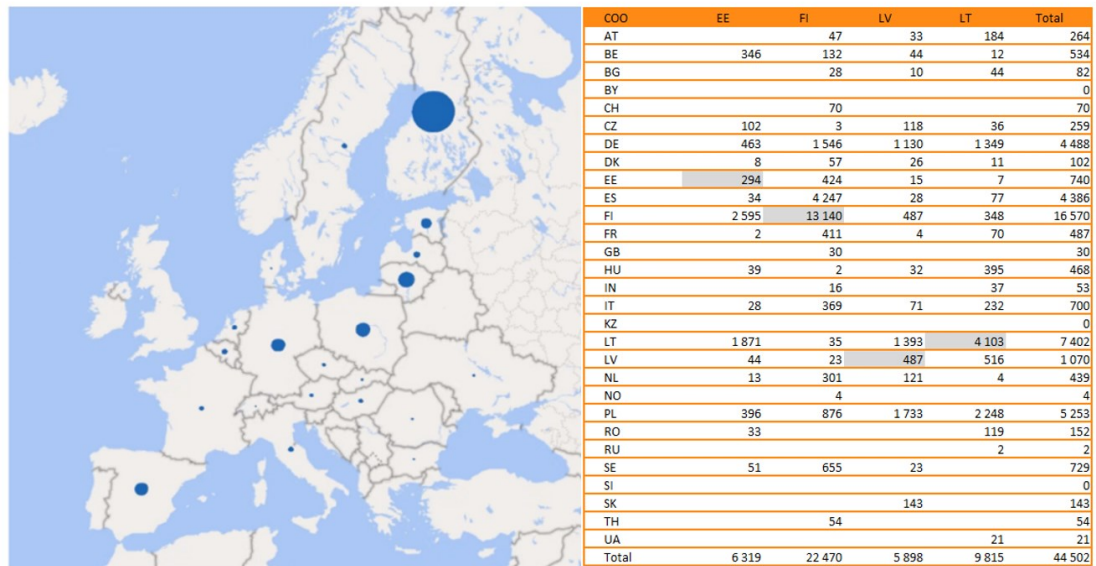
8.1.4 Leipurin Oy, Suomi

Leipurin Suomen ja Leipurin Groupin tilat löytyvät Vantaalta lentokentän lähistöltä. Varastosta löytyvät tilat huoneenlämpöisille ja viileille tuotteille. Varaston operatiivinen toiminta on ulkoistettu varasto-operaattorille. Pakastetuotteet operoidaan kokonaan ulkoisesta pakastevarastosta Vantaalta. Ulkoisia varastoja tarvitaan lisäksi vaihtelevasti strategisesti tärkeiden tuotteiden puskurivarastointiin. Toimistotilat sekä pääkoeleipomo sijaitsevat Vantaan varaston yläkerrassa.

Leipurin Suomi on divisioonista suurin ja ostotilausrivejä vuosittain yli 6 300. Eri toimittajia on käytössä 280. Varastonkierto Suomessa on 52 päivää. Aktiivisia asiakkuuksia 2020 viimeisellä kvartaalilla oli 885.

BU Westin strategisista hankkijoista kaksi toimii Suomen toimistolta käsin. Lisäksi kotiinkutsuja hoitaa kaksi ostajaa. Kuvion 14 mukaan eri divisioonat tilaavat tuotteita useista samoista toimittajamaista.

PURCHASES BY COUNTRY OF ORIGIN



Kuvio 14. Hankinnat toimittajamaittain Q4 (soveltaen Leipurin 2021)

M3-järjestelmän käyttöön Suomessa siirryttiin jo vuonna 2012 ja käytössä on tällä hetkellä versio 13.4. Materiaalinhjaukseen järjestelmässä käytetään perusasetuksia, joiden mukaisesti kaikkien nimikkeiden ohjausparametrit on tallennettu. Osa ostajista ylläpitää tietoja ja noudattaa osin järjestelmän antamia ehdotuksia, osa puolestaan toimii kokonaan manuaalisesti keräten tietoja eri lähteistä.

Varmuusvarastot on annettu järjestelmään manuaalisesti tai ei lainkaan. Kysynnän ennustamiseen hyödynnetään M3-järjestelmän historiatietoja. Tilausräkoot ja tilauspisteet saadaan järjestelmästä toimenpide-ehdotuksina ajoituksineen, joita ostajat halutessaan noudattavat ja hienosäätävät.

Vertailtaessa eri divisioonien materiaalinhjauksen tilaa taulukon 3 mukaisesti, voidaan huomio kiinnittää manuaalitoimintojen suureen määrään.

Taulukko 3. Vertailutaulukko divisioonittain

	Viro	Latvia	Liettua	Suomi
Ohjaustapa	manuaali	manuaali/Excel	manuaali	varasto-ohjaus nimiketasolla tai manuaali
Käytettävät ohjelmat	M3/Excel/Hansa	M3/Excel/Navision	Skaita/Excel	M3/Excel
Luokittelu	ei	varastoitu - ei varastoitu	ei	M3 ABC
Ennusteet	manuaali, tiedot myynniltä	manuaali, tiedot myynniltä tai vanhasta järjestelmästä	manuaali, tiedot myynniltä	M3; ed 3kk keskiarvo tai ed vuosi
Varmuusvarasto	ei asetettu	manuaali	manuaali	kysyntään perustuva tai manuaali/Excel
Eräkoko	manuaali+minimierä x	manuaali+minimierä	manuaali+minimierä	MRP+minimierä tai manuaali
Tilausajankohta	tilausväli tai manuaali	tilausväli tai manuaali	tilausväli tai manuaali	MRP tai manuaali

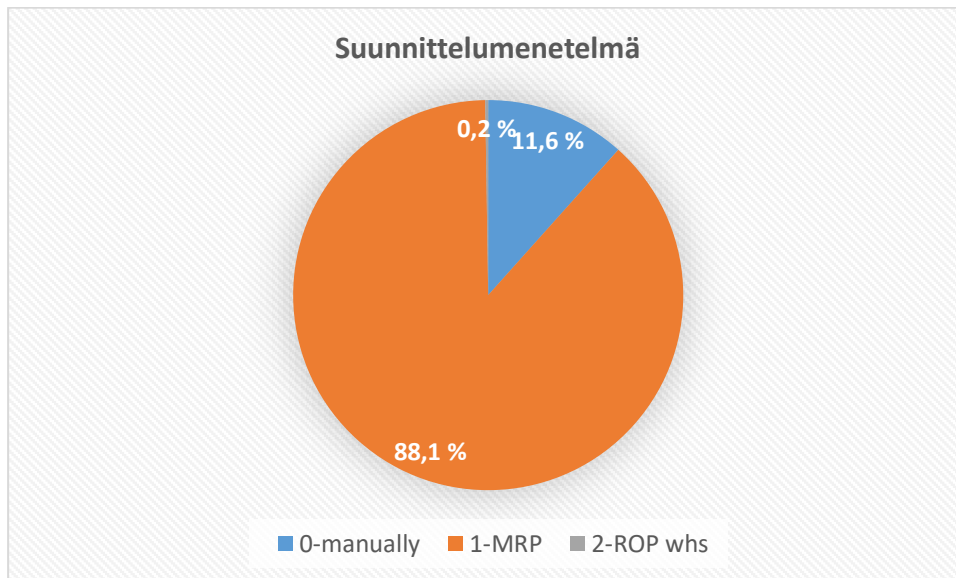
8.2 Leipurin materiaalinohjauksen järjestelmäparametrien perusasetukset nykytilassa

Nimikkeiden avaamisesta kuhunkin varastoon vastaa paikallinen hankintaorganisaatio. Suurin osa tuotteista on ostettuja, ja valmistettuja tai uudelleenpakattuja on ainoastaan 0,2 % kaikista nimikkeistä. Normaali nykytoimintamalli on kopioida samantyyppisen tuotteen tiedot uudelle tuotteelle ja muuttaa nimikekohtaiset toimittajaparametrit, kuten toimitusaika, tilausväli, minimi tilausmäärä ja tilauskerrannainen toimittajalta saatujen arvojen mukaisiksi. Muut ohjausparametrit joko tarkistetaan ja muutetaan tai jätetään kopioidun mukaisiksi ostajasta ja tapauksesta riippuen.

Suunnitteluparametrit:

Suunnittelumenetelmä

88,1 % kaikista aktiivisista nimikkeistä suunnitellaan materiaaltarvelaskennan MRP avulla. Manuaalisesti suunnitellaan 11,6 % nimikkeistä ja ainoastaan 0,2 % käyttää puhtaasti M3-järjestelmän tilauspistesuunnittelua.



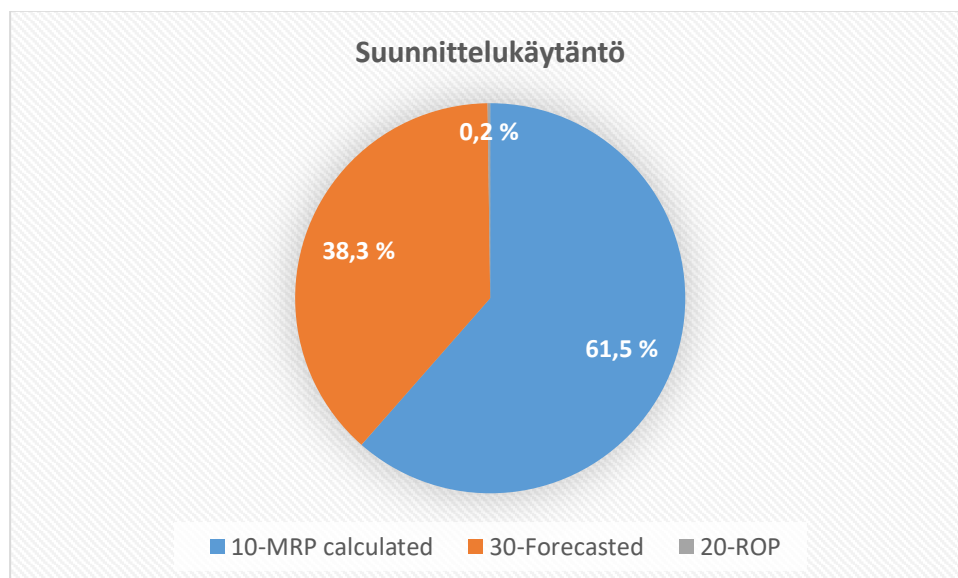
Kuvio 15. Suunnittelumenetelmien jakauma

Jaksomalli

Yleisin käytettävä jaksomalli on 12 kk (kuukausijaksot) jota käytetään 77,0 %:n osassa nimikkeitä. 21,0 % lasketaan viikkotasolla 12 viikon jaksoissa. Jaksomallia käytetään kysynnän ennusteiden jaksottamiseen.

Suunnittelukäytäntö

61,5 % suunnitellaan MRP:n avulla, 38,3 % ennusteen avulla. Ennusteen parametrit ovat identtiset MRP:n kanssa, joten käytännössä niillä ei ole eroa.



Kuvio 16. Suunnittelukäytäntöjen jakauma

Suunnittelukausi

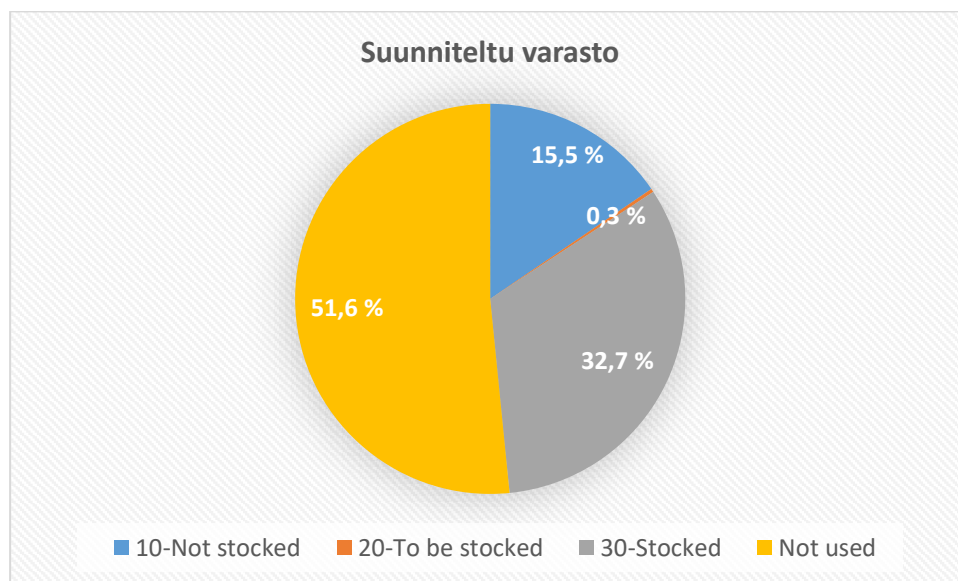
Normaali käytetty suunnittelukausi on 180 päivää.

Toimitusaika

Määritetty toimittaja/varastokohtaisesti jokaiselle nimikkeelle.

Suunniteltu varasto

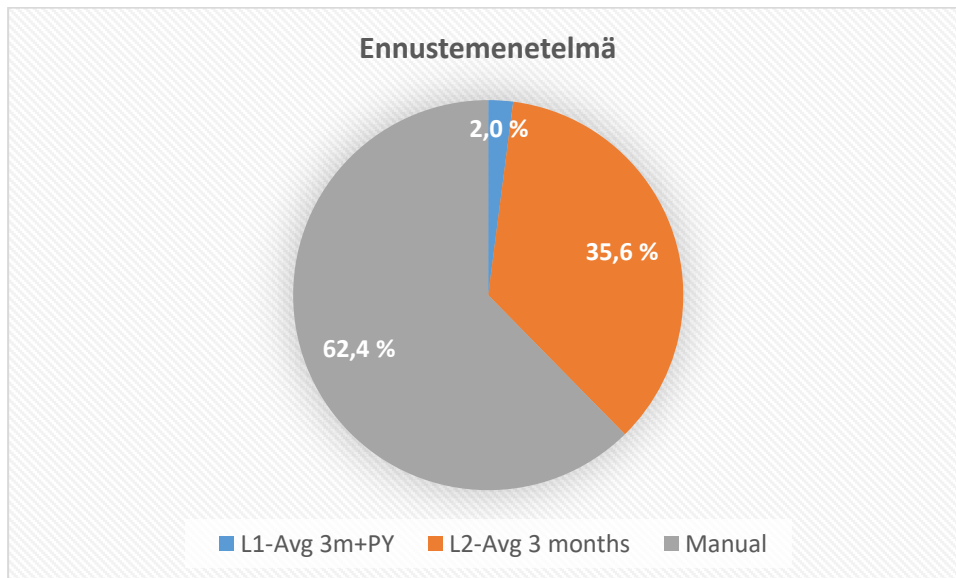
Tuotteiden tulisi olla joko varastoitu tai ei-varastoitu. Ei varastoituja (erikseen tilattavat) on 15,5 % kaikista aktiivisista nimikkeistä. Varastoituja 32,7 % ja parametri ei käytössä tai tyhjä yli 50 % nimikkeistä.



Kuvio 17. Varastointimenetelmien jakauma

Ennustemenetelmä

Edellisen kolmen (3) kuukauden keskiarvoa käytetään 35,5 % nimikkeistä. Edellistä vuotta käytetään 2,0 % nimikkeiden ennustamiseen ja 62,2 % ennustetaan manuaalisesti.



Kuvio 18. Ennustemenetelmien jakauma

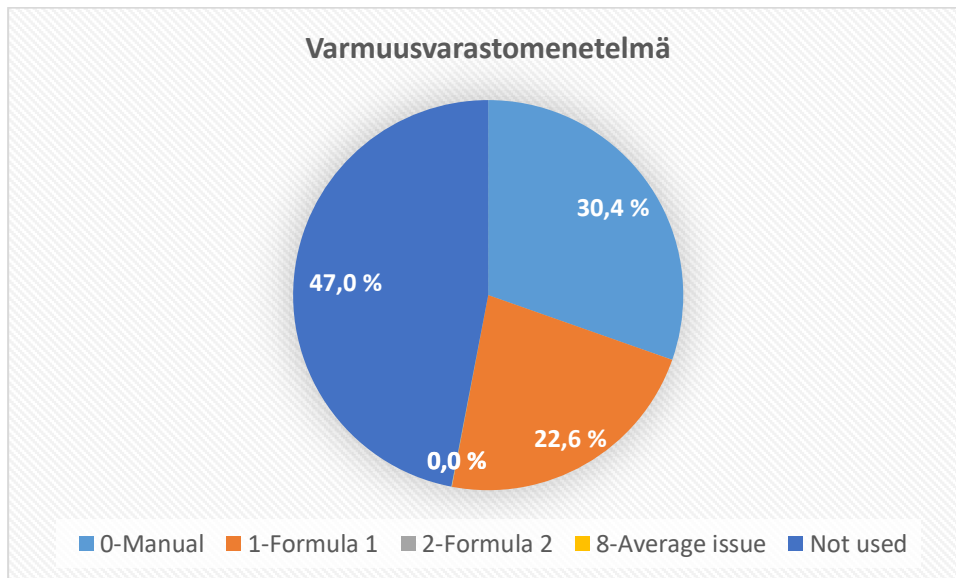
Ennustelogiikka

Ennustetuista 24,2 % käyttää historiatietoja pohjana.

Varastoparametrit:

Varmuusvarastomenetelmä

Noin puolelle kaikista aktiivisista nimikkeistä ei määritellä varmuusvarastoa. Tähän ryhmään kuuluvat osa leipomokoneiden varaosista, osa pientarvikkeista ja osa pakastetuotteista. Muilta osin varmuusvaraston koko annetaan manuaalisesti 30,4 % tuotteista. Päiväkysyntään perustuvaa kaavaa (Kaava 1; varmuusvarastopäivät * päiväkysyntä) käytetään 22,6 %:n osalle tuotteista.



Kuvio 19. Varmuusvarastomenetelmien jakauma

Palvelutaso

Palvelutasoa ei käytetä varmuusvaraston koon laskemisessa.

Tilauspiste

Tilauspiste on erikseen määritetty ainoastaan 21 nimikkeelle

Tilauspistemenetelmä

Kaikille nimikkeille asetetaan manuaalisesti (ei sisällytetä tilauspisteen laskentaan)

Erän laskentamenetelmä

Nimikkeen tilausmäärä lasketaan 44,9 % nimikkeistä tarvekohtaisena tilausmääränä. Manuaalisesti syötettyä kateaikaa käytetään 52,3 %:lle tuotteista ja loput tuotteista lasketaan ajankohtataulukon avulla tai kokonaan manuaalisesti.

Tilausmäärä

Tilauserä koko on laskettu 31,3 %:lle aktiivisista tuotteista.

Tilausmäärä päivää

Tilausväli on määritetty 26,9 % nimikkeistä.

Enimmäisvarasto

Ei käytössä.

Tilausmäärä minimi

Määritetty toimittaja/varastokohtaisesti jokaiselle nimikkeelle.

Vuositarve

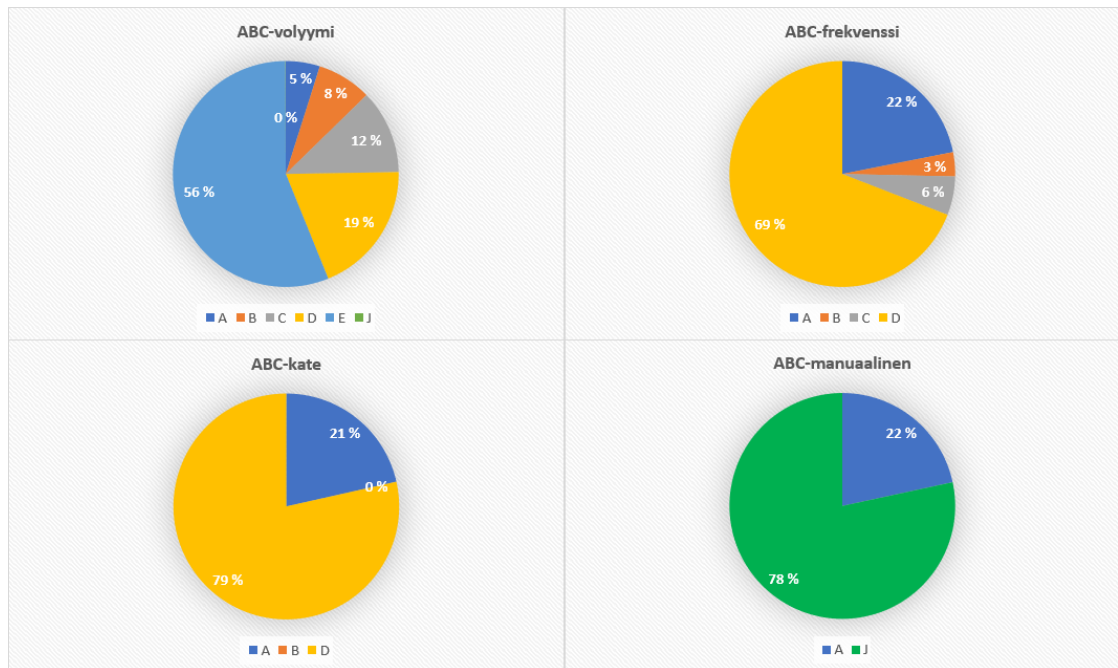
Ei käytössä

Tilaukerrannainen

Määritetty toimittaja/varastokohtaisesti jokaiselle nimikkeelle.

ABC-luokat

Nykytilanteessa ABC-luokittelut jakautuvat kuvion 20 mukaisesti. Luokittelussa E = ei määritelty ja J = ei luokiteltu.



Kuvio 20. ABC-luokittelu

9 Järjestelmäparametrien vaikutus materiaalinohjaukseen

9.1 Luokittelut

Tutkimusta varten Leipurin Oyj:n logistiikan johtoryhmä linjasi elokuussa 2020 materiaalinohjausmallien ja parametrien valintaan kaksi luokittelua, nimikkeiden kysyntäperusteisen luokittelun ja ABC-luokittelun. Luokittelujen periaatteet määriteltiin ja hyväksyttiin myös käyttöön logistiikan johtoryhmässä.

9.1.1 Kysyntäperusteinen luokittelu

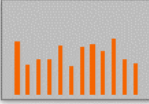




Kysyntäperusteisen luokittelun luokiksi johtoryhmässä määritettiin

- Tasaisen kysynnän tuotteet (Continuous, stable, C)
- Sesonki-/kausituotteet (Seasonal, S)
- Satunnaisen matalan kysynnän tuotteet (Random, sporadic, R)
- Erikseen tilattavat tuotteet (Customer order driven, E)
- Uutuustuotteet (Novelty, N)

Nimikkeiden luokittelemista varten tutkittiin Leipurin Suomen divisioonan yhden varaston (Varasto 001) kaikkien aktiivisten tuotteiden kahden edellisen vuoden kuu-

kausikysynnän tilastoja. Tuotteen kysynnän käyttäytyminen voidaan alustavasti päätellä vuoden toteutuneen kysynnän graafisen profiilin perusteella, kuten kuviossa 21. Luokittelun määrittämiseksi ei jokaista nimikettä kuitenkaan haluttu tutkia yksitellen grafiikan avulla, vaan kaikki nimikkeet haluttiin luokitella kerralla laskentataulukon ja laskentakaavojen perusteella. Taulukossa kaikille nimikkeille laskettiin toteutuneen kysynnän perusteella seuraavat arvot

- toteutuneen kuukausikysynnän keskiarvo (AVG - kpl)
- vuoden kysynnän keskiarvo kuukaudessa (T AVG - kpl)
- vuoden kysynnän keskihajonta kuukaudessa (DEV - kpl)
- vuoden rullaava kahden peräkkäisen kuukauden kysynnän keskiarvo (BDEV - kpl)
- vuoden rullaava neljän peräkkäisen kuukauden kysyntäkuukausien minimimäärä (20Min4kk - lkm.)
- vuoden rullaava neljän peräkkäisen kuukauden kysyntäkuukausien maksimimäärä (20Max4kk - lkm.)
- vuoden rullaava neljän peräkkäisen kuukauden kysyntäkuukausien minimimäärä jaettuna toteutuneen kuukausikysynnän keskiarvolla (4kk minavg/avg - %)
- vuoden rullaava neljän peräkkäisen kuukauden kysyntäkuukausien maksimimäärä jaettuna toteutuneen kuukausikysynnän keskiarvolla (4kk maxavg/avg - %)
- vuoden rullaava neljän peräkkäisen kuukauden kysyntäkuukausien maksimimäärä jaettuna toteutuneen kuukausikysynnän keskiarvolla vähennettynä vuoden rullaava neljän peräkkäisen kuukauden kysyntäkuukausien minimimäärä jaettuna toteutuneen kuukausikysynnän keskiarvolla (4kk maxavg/avg-4kk minavg/avg - %)
- vuoden kysynnän keskihajonnan maksimi (MaxDEV - kpl)
- vuoden kysynnän keskihajonta jaettuna toteutuneen kuukausikysynnän keskiarvolla (DEV/AVG - %)
- vuoden kysynnän keskihajonta jaettuna vuoden kysynnän keskiarvolla (DEV/T AVG - %)
- vuoden kysynnän keskihajonnan maksimi jaettuna toteutuneen kuukausikysynnän keskiarvolla (MaxDEV/AVG - %)

Kysyntämalli	Profiili	Kysynnän ominaisuudet
Tasainen		Tasainen tai suhteellisen tasainen, suuri volyyymi, paljon myyntitilauksia
Sesonki/Kausi		Kausiluonteinen, silti tasainen kysyntä; normaalikysyntä ≠ kausikysyntä
Satunnaiset		Ei jatkuva, satunnainen, pieni volyyymi, small number of CO's
Uutuus		Uusi tuote, vähän kysyntätietoa, myyntitavoitejohtoinen
Erikseen tilattavat		Asiakastilausten mukaan; usein vaihteleva volyyymi ja vähän myyntitilauksia

Kuvio 21. Kysyntäperusteinen luokittelu

Lisäksi yhtenä luokittelun arvona käytettiin tietoa kentästä 'Suunniteltu varasto'. Laskettuja arvoja kokeilemalla ja vertaamalla kysynnän käyttäytymiseen taulukon 4 mukaisesti luotiin laskentataulukoon kaava

```
JOS([@[Inventory planned]]=10;"E";
JOS(JA([@20Min4kk]>2;[@20Max4kk]>2;[@[DEV/AVG]]<=1);"C";
JOS(JA([@19Max4kk]=0;[@20Min4kk]=0;[@20Max4kk]>2);"N";
JOS(JA([@20Min4kk]<3;[@20Max4kk]>2);"S"; JOS(JA([@20Min4kk]<3;[@20Max4kk]<3);"R";
JOS(JA([@20Min4kk]>2;[@20Max4kk]>2;[@[4kk maxavg/avg4kk minavg/avg]]>=1);"S";
"CHECK")))))))
```

Taulukko 4. Varaston 001 tuotteiden kysyntäperusteinen luokittelutaulukko

Item	001367	001467M	003216	012849	013153	021477	021480	021481	021483	022400	026020	026021	
Name	LT SL100 KAKKUPA RANNE 20KG -E-	LT POMADA KELTAINE N 15 KG	ANANASVI IP DELMONT E MEH 12X820	LT ÄGGIN 10 KG	LT SPECIAL- ÖLJY 114 S 24 KG -E	LT MUROPO HJA 132 KPL 80MM	VOITAIKIN ASARVI SOK.PINN OITE-E	MUROPO HJA MINI 350KPL/L TK -E-	TUULIHAT TU 96KPL -E-	KORPPUJ AUHO 25 KG	RC VALMIS BATAATTI SOSEKEIT TO	RC VALMIS PORKKAN ASOSEKEI TTO	
Supplier	400129	400858	400256	400129	400129	400761	400761	400761	400761	400309	401711	401711	
Inventory planned	10	30	30	30	10	30	10	10	10	30	-Not used	-Not used	
20/01		43	7	32		26				6	10	10	
20/02		41	16	11		47				17	10	15	
20/03		168	6	30		54	6	2		3	4	10	
20/04		7		14		29			24	22			
20/05	3	7	2	22		30				4			
20/06		69	7	21		44				10	1	4	
20/07		30	8	31		47				14	8	4	
20/08		20	9	14		69				4	11	6	
20/09		99	9	24	1	40			24	10	8	16	
20/10	5	59	13	10		56				12	9	9	
20/11		16	13	15		49				16	5	10	
20/12	5	61	8	34		26		1		20	1	6	
AVG	5	52	9	22	1	44	6	2	24	12	7	9	
T AVG	2	52	9	22	1	44	1	1	4	12	6	8	
DEV	1	44	4	9	0	13	0	1	0	7	4	4	
BDEV	2	56	4	13	1	16	2	1	9	9	3	5	
19Min4kk	0	4	4	4	0	4	0	0	0	3	4	4	
19Max4kk	1	4	4	4	1	4	1	0	2	4	4	4	
20Min4kk	0	4	3	4	0	4	0	0	0	4	2	2	
20Max4kk	2	4	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	
4kk minavg/avg	0 %	54 %	56 %	72 %	0 %	85 %	0 %	0 %	0 %	67 %	42 %	50 %	
4kk maxavg/avg	0 %	125 %	122 %	102 %	0 %	122 %	0 %	0 %	0 %	121 %	129 %	139 %	
4kk maxavg/avg4kk minavg/avg	0 %	70 %	67 %	31 %	0 %	36 %	0 %	0 %	0 %	54 %	87 %	89 %	
MaxDEV	5	116	9	12	1	25	6	2	24	10	7	9	
DEV/AVG	20 %	85 %	44 %	41 %	0 %	30 %	0 %	50 %	0 %	58 %	57 %	44 %	
DEV/T AVG	50 %	85 %	44 %	41 %	0 %	30 %	0 %	100 %	0 %	58 %	67 %	50 %	
MaxDEV/AVG	100 %	223 %	100 %	55 %	100 %	57 %	100 %	100 %	100 %	83 %	100 %	100 %	
Demand base classification	E	C	C	C	E	C	E	E	E	C	S	S	

Aktiivisista nimikkeistä, joilla edellisen vuoden aikana on ollut kysyntää, 31,4 % kuuluu määritysten perusteella luokkaan E, erikseen tilattavat. Tasaisen kysynnän (C) tuotteita on 29,5 %, kausituotteita (S) 19,8 %, satunnaisen kysynnän (R) tuotteita 16,7 % ja uutuustuotteita (N) 2,5 %.

9.1.2 ABC-luokittelu

M3 toiminnanohjausjärjestelmässä ABC-luokat voidaan laskea automaattisesti voilymin, frekvenssin sekä katteen perusteella. Käytettävät ABC-luokat ja niiden prosenttiarvot on määritelty järjestelmässä kuvion 22 mukaisesti.

ABC	Description	Percent
A	A	80,00
B	B	15,00
C	C	4,00
D	C	1,00
E	EI MÄÄRITELTY	0,00
J	EI LUOKITELTU	0,00

Kuvio 22. ABC-luokat ja rajat (M3)

Automaattisesti luokiteltavien nimikkeiden tulee olla varastoitavia, niillä pitää olla soveltuvat laskentaelementit tai kustannuskomponentit, myyntihinnasto sekä määritetty jakson historia, jotta luokittelu voidaan suorittaa.

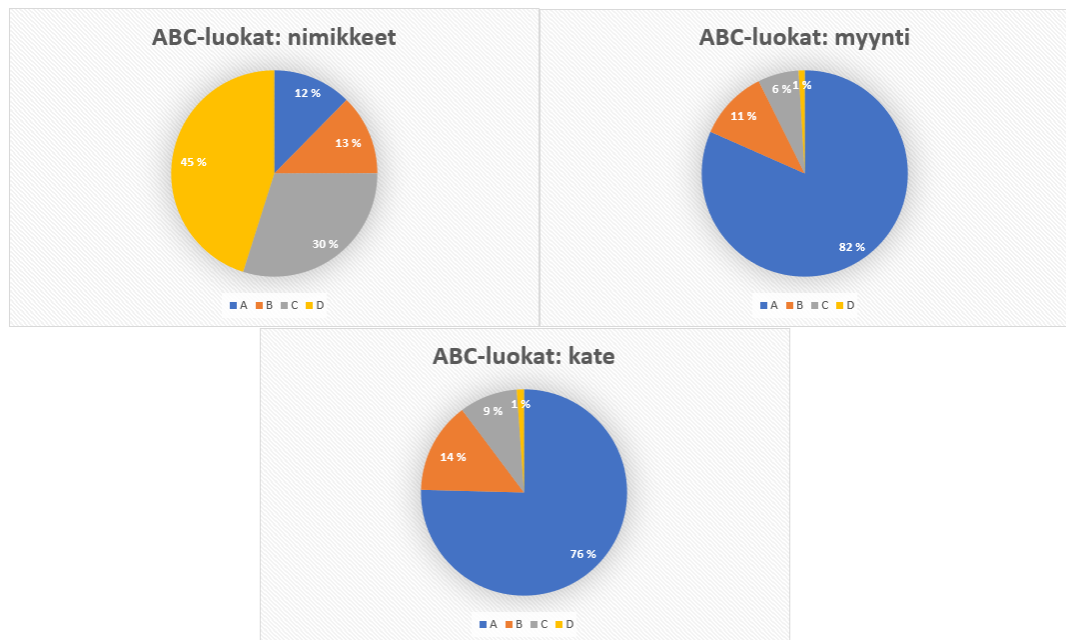
M3-järjestelmässä ABC-volyymi luokittelee nimikkeet toteutuneen myynnin määrän perusteella. Myynnin määrä lasketaan kappaleissa nimikkeen perusyksikössä. ABC-frekvenssi lasketaan nimikkeiden liikkuvuuden perusteella. Liikkuvuus lasketaan määritetyn ajanjakson vastaanottoihin, toimituksiin tai näihin molempiin perustuen. ABC-kate määrittelee nimikkeen suhteellisen osuuden koko katteesta.

Leipurin Oyj:n hankinnan materiaalinohjauksen parametrien asettamiseksi automaattiset ABC-luokat eivät sovellu hyvin. Valikoimasta löytyy tuotteita, joiden volyyymi tai frekvenssi on suuri, mutta kate pieni ja päinvastoin. ABC-kate puolestaan ei perustu todelliseen myyntikatteeseen vaan lasketaan yhden valitun hinnaston myyntihinnan ja omakustannushinnan erotuksena. Kaikille asiakkaille järjestelmään on tallennettu omat erilliset hinnastonsa ja katteensa, joten yhden hinnaston käyttäminen ei anna todellista katearvoa ja saattaa joissakin tapauksissa jättää jopa katteen laskematta nimikkeelle.

Soveltuvaa luokittelua varten nimikkeet luokiteltiin uudelleen manuaalisesti. Nimikkeiden ABC-luokittelusta varten tutkittiin Leipurin Suomen yksikön tuotteiden 2020–21 myyntiä ja katetta. Laskentataulukkoon tallennettiin jokaisen tuotteen toteutunut myynti ja kate. Myynnille ja katteelle annettiin luokittain seuraavat euro-määräiset raja-arvot:

RAJAT	MYYNТИ	KATE
A	20 000	3 000
B	7 000	1 000
C	1 000	500
D	loput	loput

Laskentakaavalla ryhmiteltiin tuotteet ABC-luokkiin raja-arvojen perusteella. Manuaalisen luokittelun jakaumat luokittain laskennan jälkeen kuviossa 23.



Kuvio 23. ABC-luokkajakaumat

9.2 Suunnittelu- ja varastoparametrit

Järjestelmäparametrien vaikutusta materiaalinohjaukseen ja erityisesti varaston arvoon tutkittiin Leipurin Suomen divisioonan yhden varaston (001) kaikkien aktiivisten tuotteiden avulla.

Jokaisen tuotteen järjestelmäparametrien vaikutus varastonhallinta-arvoon voidaan järjestelmässä simuloida yksittäin nimikekohtaisesti kuvion 24 esimerkin mukaisesti.

Erittelytiedot

Varasto	001	Jakso	2104		
Nimikenumero	920406	AE MANSIKKA 5X1 KG			
ABC tilav	B	Nimiketyyp	N01	Nim.vast.h	MOVEX
Perusyksik	LTK	Nim.ryhmä	LEIPOMO	Suunnitt	VIHOLE
Suunn.käyt	30				
	Simuloitu	Tallenn	Ero	Ero%	
Ennustemenet	L5	L2			
Ennustemäärä	33	33		0,00	
K.p. i.arv	14			0,00	
Toimitusaika	28 (7-7 pv viikossa)	28		0,00	
Varm.vstomenet	3-Kaava 3	1-Kaava 1			
Varmuusaika	28	28		0,00	
Palvelutaso	99,5	0,0	99,5	0,00	
Man varm.vsto				0,00	
Varmuusvarasto	44	47	3-	-6,38	
Tilauispistemen	0-Man. käynnist	0-Man. käynnist			
Tilauspiste				0,00	

Kuvio 24. Varastonhallinta-arvon simulointiesimerkki

Kuten nimikkeiden luokittelua, ei myöskään parametrien vaikutusta haluttu tutkia yksitellen, vaan tuotteiden parametrit kerättiin yhteen laskentataulukkoon taulukoiden 5 ja 6 mukaisesti.

9.2.1 Suunnitteluparametrit

Suunnitteluparametrit määrittävät, miten materiaalisuunnitelma tehdään. Manuaalisesti ylläpidettävät parametrit vaativat jatkuvaa seurantaa ja sitovat resursseja.

Taulukko 5. Varaston 001 tuotteiden suunnitteluparametrit

Warehouse	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	
Item number	001367	001467M	003216	012849	013153	014150	020720	021477	021480	021481	021483	022400	026020	026021		
Name	LT SL 100 CAKE IMPROVE R	YELLOW FONDANT 15 KG	ANANASVI IP DELMONT E MEH 12X820	ÄGGIN 10 KG	LT SPECIAL- ÖLJY 114 S 24 KG -E	DARK SYRUP 100 G	TAR SYRUP	LT MUROPO HJA 132 KPL 80MM	VOITAIKIN ASARVI HJA MINI SOK,PINN OITE-E	MUROPO HJA MINI 350KPL/L TK -E-	TUULIHAT TU 96KPL -E-	KORPPUJ AUHO 25 KG	RC VALMIS BATAATTI SOSEKEIT TO	RC VALMIS PORKKAN ASOSEKEI TTO		
Status	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Aquisition code	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	Purchased	
Planning method	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	1-MRP	
Supply lead time		21	30	5	21	21	30	7	21	30	30	30	12	5	5	
Transportation lead time																
Lead time		21	30	5	21	21	30	7	21	30	30	30	12	5	5	
Inventory planned	10-Not stocked	30- Stocked	30- Stocked	30- Stocked	10-Not stocked	Not used	Not used	30- Stocked	10-Not stocked	10-Not stocked	10-Not stocked	30- Stocked	Not used	Not used		
Period frame	2-12 kk	6-vk-taso 12	6-vk-taso 12	3-4vko6kk	2-12 kk	2-12 kk	2-12 kk	2-12 kk	2-12 kk	2-12 kk	2-12 kk	6-vk-taso 12	6-vk-taso 12	6-vk-taso 12		
Planning policy	10-MRP calculated	30- Forecaste d	30- Forecaste d	30- Forecaste d	10-MRP calculated	10-MRP calculated	30- Forecaste d	30- Forecaste d	10-MRP calculated	10-MRP calculated	10-MRP calculated	30- Forecaste d	30- Forecaste d	30- Forecaste d		
Planning horizon		100	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	90	180	180	
Forecast method		L2- Average 3 months	L2- Average 3 months	L2- Average 3 months			L2- Average 3 months	L2- Average 3 months				L2- Average 3 months	L2- Average 3 months	L2- Average 3 months		
Forecast locig		L1-Ei historiaa	L1-Ei historiaa	L2- Historia mukana			L2- Historia mukana	L2- Historia mukana				L1-Ei historiaa	L2- Historia mukana	L2- Historia mukana		
Supplier	400129	400858	400256	400129	400129	401071	401615	400761	400761	400761	400761	400309	401711	401711		

Suunnittelumenetelmä valitaan käytännössä kahden vaihtoehdon, materiaaliterve-laskennan tai tilauspistesuunnittelun välillä. Tilauspistesuunnittelu soveltuu hyvin leipomokoneiden varaosien ja vähäisen kysynnän tarvikkeiden suunnitteluun. Kaikkien muiden tuotteiden suunnittelussa käytetään materiaaliterve-laskentaa.

Jaksomallivaihtoehto valitaan jokaiselle tuotteelle erikseen sen kysynnän ja toimitusajan frekvenssien mukaisesti. Jaksomallit vaihtelevat päivä-, viikko- ja kuukausitasolla.

Suunnittelukäytäntö valitaan suunnittelumenetelmän mukaan. Materiaaliterve-laskennassa valitaan MRP ja tilauspistesuunnittelussa ROP (Reorder point). Leipurilla käytössä oleva vaihtoehto ”30-Ennustettu” on identtinen kopio MRP-laskennasta, joten sillä ei erikseen ole vaikutusta laskentaan ja toimii kuten MRP-laskenta.

Suunnittelukauden perusasetus on 180 päivää, eikä sitä ole tarvetta muuttaa.

Jokaisen toimittajan ilmoittama tuotekohtainen toimitusaika huomioidaan laskennassa nimikkeittäin.

Jokaisen tuotteen tulee olla joko varastoitu tai varastoitava materiaalisuunnitelmaa laskettaessa. Mikäli parametri ei ole käytössä, ei tuotteelle lasketa materiaalisuunni-

telmaa. Samoin ei varastoitavat tuotteet ovat erikseen tilattavia eikä niille lasketa varmuusvarastoja, tilauspisteitä eikä ennusteita.

Ennustemenetelmien kehittämiseksi Leipurin Oy:llä oli käynnissä erillinen projekti, joten tässä tapauksessa ennustemenetelminä laskettaville tuotteille käytettiin tuotteen kysynnän perusteella joko edellisen kolmen (3) kuukauden toteutuneen kysynnän keskiarvoa tai edellisen vuoden saman jakson kysynnän toteumaa. Edellisen vuoden toteuman käyttäminen soveltuu kausituotteiden ennustamiseen.

9.2.2 Varastoparametrit

Varastoparametrit vaikuttavat suoraan materiaalisuunnitelman lukuihin.

Taulukko 6. Varaston 001 tuotteiden varastoparametrit

Warehouse	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	
Item number	001367	001467M	003216	012849	013153	014150	020720	021477	021480	021481	021483	022400	026020	026021	
Name	LT SL 100 CAKE IMPROVE R	YELLOW FONDANT 15 KG	ANANASVI IP DELMONT E MEH 12X820	ÄGGIN 10 KG	LT SPECIAL- ÖLJY 114 S 24 KG -E	DARK SYRUP 100 G	TAR SYRUP	LT MUROPO HJA 132 KPL 80MM	VOITAIKIN ASARVI SOK,PINN OITE-E	MUROPO HJA MINI 350KPL/L TK -E-	TUULIHAT TU 96KPL -E-	KORPPUJ AUHO 25 KG	RC VALMIS BATAATTI SOSEKEIT TO	RC VALMIS PORKKAN ASOSEKEI TTO	
Safety stock in M3	0	45	2	21	0	0	0	96	0	0	0	6	10	10	
Safety stock method	0-Manual	1-Formula 1	1-Formula 1	1-Formula 1	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	1-Formula 1	0-Manual	0-Manual	
Safety stock unit		20	5	20								12			
Service level															
Reorder point															
Reorder point method	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	0-Manual	
Order quantity			1		1		96	48	1	1	24		12	12	
Order policy	11- Discrete qty	12-Man run-out tm	12-Man run-out tm	12-Man run-out tm	11- Discrete qty	11- Discrete qty	12-Man run-out tm	12-Man run-out tm	11- Discrete qty	11- Discrete qty	11- Discrete qty	12-Man run-out tm	12-Man run-out tm	12-Man run-out tm	
Order quantity days		30	10	40								20			
Max stock %															
Point of time table															
Maximum stock															
Minimum order quantity	1	48	1	50	1	150	96	48	1	1	24	30	12	12	
Maximum order quantity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Net weight	20	15	9,84	10	24	0,1	0,7	3,3	3,5	3,2	3	25	12	12	
Order multiple	1	48	1	50	1	150	16	48	1	1	1	30	1	1	
Issue multiple	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ABC-volume	C	B	C	A	D	E	E	A	D	D	C	B	C	C	
ABC-frequency	D	B	C	B	D	D	D	B	D	D	D	C	C	C	
ABC-contribution	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
ABC-manual	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
ABC method	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ABC method frequency	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ABC method contribution	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Storage method	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
CTP policy	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	
Annual demand															
Annual demand method															
Average stock	0	215	17	53	0			101	0		0	23	16	15	

Varmuusvaraston koon ja keskivaraston tarkastelua varten jokaiselle nimikkeelle laskettiin laskentataulukossa (taulukko 7) vaihtoehtoiset arvot eri varmuusvarastomenetelmillä. Palvelutasoksi tarkastelussa asetettiin manuaalisen ABC-luokittelun A-

luokan tuotteille 99,5 %, B-luokan tuotteille 98,5 %, C-luokan tuotteille 97,5 % ja muille 95,0 %.

Taulukko 7. Varmuusvarastomenetelmien laskenta

Warehouse	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001
Item number	001367	001467M	003216	012849	013153	014150	020720	021477	021480	021481	021483	022400	026020	026021
Name	LT SL 100 CAKE IMPROVE R	YELLOW FONDANT 15 KG	ANANASVI IP DELMONT E MEH 12X820	ÄGGIN 10 KG	LT SPECIAL- ÖLJY 114 S 24 KG -E	DARK SYRUP 100 G	TAR SYRUP	LT MUROPO HJA 132 KPL 80MM	VOITAIKIN SOK.PINN OITE-E	MUROPO 350KPL/L TK -E-	TUULIHAT TU 96KPL -E-	KORPPUJ AUHO 25 KG	RC VALMIS BATAATTI SOSEKEIT TO	RC VALMIS PORKKAN ASOSEKEI TTO
Demand based classification	E	C	C	C	E			C	E	E	E	C	S	S
New ABC-sales	C	B	C	A	D			A	D	D	C	B	C	C
New ABC-margin	B	A	B	A	D			A	D	D	C	B	D	D
Period	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104	2104
Calendar days	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Working days	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Lead time	21	30	5	21	21	30	7	21	30	30	30	12	5	5
Lead time in cal.days (Lead time*5/7)	15	22	4	15	15	22	5	15	22	22	22	9	4	4
Lead time in days (rounded)	15	22	4	15	15	22	5	15	22	22	22	9	4	4
Lead time in unit (Lead time/Cal.days of month)	0,5	0,733333	0,133333	0,5	0,5	0,733333	0,166667	0,5	0,733333	0,733333	0,733333	0,3	0,133333	0,133333
Order quantity days	0	30	10	40	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
Factor	1	1	2	1,904762	1	1	1	1	1	1	1	1,666667	1	1
Safety stock unit	0	20	5	20	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
Deviation MAD	0	54	4	16	0	0	0	23	0	0	0	6	2	4
Forecast	0	38	6	37	0	0	0	27	0	0	0	12	3	7
Daily consumption	0	2	1	2	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1
Avg issue	6	3	2	3	1			3	5		24	6	2	2
Service level	98,5	99,5	98,5	99,5	95	95	95	99,5	95	95	97,5	98,5	95	95
Safety factor	2,18	2,58	2,18	2,58	1,65	1,65	1,65	2,58	1,65	1,65	1,96	2,18	1,65	1,65
Safety stock unit days	21	30	5	21	21	30	7	21	30	30	30	12	5	5
Safety stock unit %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Calculation 1Daily cons * sstk days	0	40	5	40	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
Calculation 2Daily cons*sttk%*lead tm	0	90	8	63	0	0	0	63	0	0	0	18	8	8
Calculation 2 ver 8Daily cons*sttk%*lead tm*factor	0	90	15	120	0	0	0	63	0	0	0	30	8	8
Calculation 35fc*MAD*sq lead	0	120	4	30	0	0	0	42	0	0	0	8	2	3
Calculation 3 ver 85fc*MAD*sq lead*1,25	0	150	4	37	0	0	0	53	0	0	0	9	2	4
Calculation 8 Avg issue*ssku	126	90	10	63	21	0	0	63	150	0	720	72	10	10
Safety stock in M3	0	45	2	21	0	0	0	96	0	0	0	6	10	10
Average purchase qty	4,333333	240	12,5	50	1			66	6	1	24	30	12	14
Active stock	3	120	7	25	1			33	3	1	12	15	6	7
Average stock	0	204	16	52	0	0	0	77	0	0	24	18	15	18

Tilauspistemenetelmä ja tilauspiste on valittu kaikille tuotteille manuaaliseksi, kuten lähtötilanteessa, eli eivät ole käytössä.

Erän laskentamenetelmä valitaan tuotteen perusteella. Erikseen tilattaville tuotteille valitaan tarvekohtainen tilausmäärä, muille manuaalisesti syötetty kateaika. Laskentamenetelmästä riippumatta manuaalisesti annetaan arvot tilauskerrannaiselle, tilauksen minimi- ja maksimikoolle.

Tiluseräkkö lasketaan erän laskentamenetelmän ja annettujen tilausmääräpäivien lukumäärän (=tilausväli) mukaisesti.

Minimi tiluseräkkö ja tilauskerrannainen ovat käytössä tarvelaskennan yhteydessä.

9.2.3 Huomiot

Eri parametrien vaikutuksia tarkastellaan lähemmin taulukon 7 avulla. Taulukossa 7 näkyvät kysyntäperusteinen luokittelu, laskentaparametrit, palvelutasot, varmuusvaraston koot eri varmuusvarastomenetelmillä laskettuna, nykyinen varmuusvarasto, keskimääräinen varaston koko ja käyttövaraston laskennallinen koko. Vertailutaulukon toimintaperiaatetta tarkastellaan lähemmin yhden satunnaisesti valitun tuotteen, 367367, Leivospohja vaalea 6x500g, avulla taulukossa 8.

Taulukko 8. Vertailutaulukon laskentamallit

Warehouse	001
Item number	367367
Name	LEIVOSPOHJA VAALEA 6X500G
Average stock	201
Demand based classification	C
New ABC-sales	A
New ABC-margin	A
Period	2104
Calender days	30
Working days	22
Lead time	7
Lead time in cal.days (Lead time*5/7)	5
Lead time in days (rounded)	5
Lead time in unit (Lead time/Cal.days of month)	0,166666667
Order quantity days	10
Factor	1,428571429
Safety stock unit	5
Deviation MAD	22
Forecast	177
Daily consumption	9
Avg issue	7
Service level	99,5
Safety factor	2,58
Safety stock unit days	7
Safety stock unit %	1,5
Calculation 1 Daily cons * sstk days	45
Calculation 2 Daily cons*sstk%*lead tm	95
Calculation 2 ver B Daily cons*sstk%*lead tm*factor	135
Calculation 3 Sfc*MAD*sq lead	24
Calculation 3 ver B Sfc*MAD*sq lead*1,25	29
Calculation 8 Avg issue*sSKU	49
Safety stock in M3	49
Average purchase qty	96
Active stock	48
Average stock	166
Stock difference class C	89

Esimerkkituote kuuluu luokittelujen perusteella kysyntäperusteiseen luokkaan C (Continuous), tasaisen kysynnän tuotteet. Kateperusteinen luokka vastaavasti on A. Nykyisen keskivaraston koko 166 kpl ja manuaalisesti laskettu varmuusvarasto 51 kpl. Laskentakaavaa 3 käyttäen ja palvelutaso asetettuna 99,5 %:in varmuusvaraston kooksi saadaan 34 kpl. Kun keskivarastosta vähennetään aktiivivarasto (48 kpl) ja varmuusvarasto, saadaan ylivaraston määräksi 85 kpl, eli vähennystä 46,4 %. Sama laskenta järjestelmällä simuloituna kuviossa 25.

Detailed Information					
Warehouse	001	Period	2104		
Item number	367367	LEIVOSPOHJA VAALEA 6X500G			
ABC volume	A	Item type	N01	Item resp	MOVEX
Basic U/M	LTK	Item group	LEIPOMO	Planner	VIHOLE
Pln policy	30				
	Simulated	Saved	Difference	Diff %	
F/C method	L5	L2			
F/C qty	181	181		0,00	
MAD	22			0,00	
Lead time	7 (7-7 days a week)	7		0,00	
Safety stk mtd	3-Formula 3	1-Formula 1			
Safety time	5	5		0,00	
Service level	99,5	0,0	99,5	0,00	
Man safety stk				0,00	
Safety stock	34	51	17-	-33,33	
RoP method	0-Manual	0-Manual			
Reorder point				0,00	

Kuvio 25. Simulointi tuotteelle 367367

Vertailutaulukon laskentatulosten perusteella voidaan päätellä, että järjestelmän suorittamalla automaattisella laskennalla ja parametrien asettelulla on huomattava vaikutus keskimääräiseen varaston kokoon ja siten varaston kiertoon ja sitoutuneen pääoman suuruuteen, kun sitä verrataan nykytilanteeseen. Esimerkiksi tasaisen kysynnän tuotteiksi luokiteltujen tuotteiden varmuusvaraston laskenta varmuusvarastomenetelmä 3:n ja asetetun ABC-luokituksen mukaisesti pienentää kyseisten tuotteiden keskivarastoa 23,0 %.

10 Pohdinta

Opinnäytetyössä tutkittiin Leipurin Oyj:n BU West liiketoimintayksikön hankinnan materiaalinohjauksen nykytilaa tarkoituksena löytää kohteita, joiden tehostamisella ja kehittämisellä kustannuksia voitaisiin alentaa. Erityinen huomio tutkimuksessa kiinnitettiin toiminnanohjausjärjestelmän käytön laajentamisen tuomiin hyödyntämismahdollisuuksiin ja järjestelmäparametrien vaikutukseen varastojen kokoon.

Tutkimuksen tavoitteena oli Leipurin BU Westin materiaalinohjauksen tehostaminen. Opinnäytetyön ensimmäisessä vaiheessa selvitin aiheeseen liittyvän kirjallisuuden perusteella, millaisia materiaalinohjauksen malleja on olemassa ja miten varmuusvarastot, eräkoot ja tilauspisteet tulisi niiden perusteella määritellä. Seuraavassa vaiheessa pyrin saamaan mahdollisimman laajan ja selkeän kuvan yrityksen tämänhetkisestä materiaalinohjauksen tilanteesta ja tavoitteista haastatteleamalla keskeisiä henkilöitä organisaation eri tasoilta. Kerätyn aineiston ja oman osaamiseni pohjalta sekä rajaukset ja painopisteet huomioiden luotiin ehdotukset luokittelumalliksi ja tulevaisuusi ohjausmalliksi. Kaikkien tuotteiden materiaalinohjauksen järjestelmäparametrit voidaan tallentaa toiminnanohjausjärjestelmään massa-ajona em. mallien mukaisesti ja tarkistaa toimittajakohtaisesti toimittajatiedot ja mallin oikeellisuus nimikkeittäin.

Leipurin hankinnan kehittämisprojektin Procurement 2.0 tavoittelemat synergiaedut ovat toistaiseksi toteutuneet vain osittain. Keskitetyn strategisen hankinnan avulla hankintavolyymeja on pystytty yhdistämään. Strategisten ostajien on mahdollista paremmin selvittää ja ymmärtää markkinatilannetta sekä ajoittaa hankintoja oikea-aikaisesti. Järjestelmähajanaisuudesta johtuen yhtenäiset mittarit kuitenkin puuttuvat samoin kuin tarvittavat työkalut (järjestelmä), joilla hallita kokonaisuutta. Operaatiivisella puolella nykyinen tilanne useine sääntöineen ja rajoituksineen koetaan erittäin kankeaksi ja hitaaksi. Divisioonien toisistaan eroavat operatiiviset toimintaprosessit hankaloittavat kokonaisuuden hallintaa.

Saapuvan tavaran materiaalinohjaus tapahtuu joko kokonaan manuaalisesti, käyttämällä apuna toiminnanohjausjärjestelmän ulkopuolista ohjelmaa (useimmiten Excel) tai toiminnanohjausjärjestelmässä manuaalisesti syötettävien arvojen avulla. M3-järjestelmää käyttävien osalta tämä johtuu siitä, ettei käyttäjä luota järjestelmän

toimintaan, ei tunne omaavansa riittävästi kokemusta järjestelmän käyttöön tai yleisesti käyttäjä haluaa toimia vanhan totutun toimintatavan mukaisesti.

Materiaalinhjauksen tehostamisen ensimmäinen vaihe on saattaa loppuun käynnissä oleva toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton laajentamisprojekti koko BU Westin alueella. Yhteisen toiminnanohjausjärjestelmän käytöllä saavutetaan useita etuja, mm:

- koko organisaatiolla yhteiset työkalut, rakenne ja toimintatavat
- myynnillä ja hankinnalla yhteiset näkymät, läpinäkyvyys
- parempi raportointi; yhteiset ja erilliset KPI-raportit, henkilökohtaiset mittarit
- tuotteiden parempi hallinta
- parempi vaihto-omaisuuden/varastojen seuranta ja hallinta
- eräseurattavien tuotteiden parempi jäljitettävyys
- keskitetyt back-office toiminnot ja rutiinit
- parempi tietoturva
- pienemmät IT-kulut

Seuraavassa vaiheessa eri divisioonien hankinnan toimintaprosessit tulisi yhtenäistää ja toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksia tulisi hyödyntää täysimääräisesti manuaalisten toimintojen sijaan, kuten haastattelujen aikana selvästi kävi ilmi. Materiaalinhjaukseen ei eri divisioonilta tullut erityisiä muista eroavia yksilöllisiä tarpeita tai toiveita, vaan lähinnä toimintaa halutaan yhtenäistää. M3-

toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa saman toiminnon tekemisen usealla eri tavalla, joten järjestelmän käyttöön ja toimintatapoihin tulisi kirjata yhteinen ohjeisto, ns. ”meidän tapamme toimia”. Kun järjestelmän ohjausparametrit on asetettu oikein ja käyttäjät voivat luottaa järjestelmän laskelmiin ja toimenpide-ehdotuksiin, manuaalitoiminnot vähenevät ja resurssitarve pienenee. Järjestelmän hyödyntämisellä on myös suoria kustannusvaikutuksia. Opinnäytetyön mukaan manuaalisesti toimittuna tai vain osittain järjestelmää hyödyntäen varastotasot ovat selvästi tarvetta korkeammat. Asiakkaiden palvelutaso halutaan pitää riittävän korkeana ja ilman selkeää laskentaa se johtaa ylivarastointiin. Järjestelmän laskentatulosten ja toimenpide-ehdotusten mukaisesti toimittuna varaston koko pienenee eli sitoutuneen pääoman määrä vähenee ja varaston kierto paranee. Tasaisen kysynnän nimikkeiden palvelutasolle saadaan määriteltyä nimikekohtaiset selkeät prosenttiarvot mikä johtaa toimitusvarmuuden paranemiseen. Elintarvikkeilla on usein lyhyt säilyvyysaika ja

varaston koon pienentäminen vähentää myös hävikin määrää. Varastotilatarpeen vähentyessä mahdollinen ulkoisten varastojen käyttötarve vähenee.

Jokaisen tuotteen järjestelmäparametrejä ei ole järkevää miettiä ja asettaa yksitellen. Hyvä vaihtoehto on luokitella jokainen nimike sovittujen kriteerien mukaan ja määrittellä jokaiselle luokalle/luokkayhdistelmälle järjestelmän perusasetukset ohjausparametreille. Luokittelut ja parametrit voidaan päivittää järjestelmään massa-ajona ja tarvittaessa tietoja voidaan vielä päivityksen jälkeen nimikekohtaisesti täydentää/muuttaa.

Luokitteluun on monia eri vaihtoehtoja. Se, millaista luokittelua käytetään ja millainen luokittelu parhaiten soveltuu, on valittavissa tapauskohtaisesti. Olennaisinta on, että luokittelun avulla kyetään tarkastelemaan kohderyhmän sisäistä hajontaa ja pystytään löytämään poikkeamia ja olennaisia asioita, joita ei kokonaiskeskiarvojen perusteella voida havaita.

Saapuvan tavaran materiaalinohjauksen järjestelmäparametrien perusasetusten määrittelemiseksi tuotteet kannattaa luokitella kahdella tavalla, kysyntäperusteisesti ja kateperusteisesti. Kysyntäperusteisessa luokittelussa tuotteet luokitellaan tuotteen kysyntäprofiilin mukaisesti. Kysyntäprofiili kuvaa kysynnän käyttäytymistä jakson aikana. Historiatietojen perusteella tuotteille määritellään soveltuva luokka laskentakaavojen mukaisesti, kuten taulukossa 3. Kateperusteinen luokittelu on normaali ABC-luokittelu myyntikatteen perusteella. Näiden kahden luokittelun yhdistelmän avulla tuotteille voidaan määrittellä soveltuvat ohjausmallit.

Suunnitteluparametrien oletusasetuksina voidaan kaikilla tuotteilla käyttää seuraavia:

- Suunnittelumenetelmä – MRP
- Jaksomalli – viikkotasoinen (6)
- Suunnittelukäytäntö – MRP (MRP ja ennuste identtiset)
- Suunnittelukausi – 180
- Toimitusaika – tarkistettava toimittajakohtaisesti oikeaksi
- Suunniteltu varasto – aina joko varastoitu tai ei varastoitu (e-tuotteet)

Ennustemenetelmän valinta vaikuttaa olennaisesti eri luokkien laskentojen lopputuloksiin. Kuvion 26 mukaisesti ennustemenetelmä valitaan eri luokkien perusteella.

Kysyntämalli	ABC	Ennustemenetelmä	Huomiot
Tasainen, jatkuva, suuri volyymi, paljon myyntitilauksia	ABC	Edellisen kolmen kuukauden kysynnän keskiarvo	Hyvä tarkkuus lyhyellä aikavälillä, heikkenee pidemmälle mentäessä
Sesonki/Kausi, silti tasainen, normaali ≠ kausikysyntä	BC	Edellisen vuoden saman jakson kysyntä	Hyvä tarkkuus säännöllisissä kausissa, muuttuvat ajankohdat ongelma
Satunnaiset, ei jatkuva, pieni volyymi, vähän myyntitilauksia	C	Manuaalinen ennuste	Vaatii jatkuvaa seurantaa ja toimenpiteitä
Uusi, siksi tuntematon, myyntitavoitejohtoinen	ABC	Manuaalinen ennuste	Vaatii jatkuvaa seurantaa ja toimenpiteitä
Erikseen tilattavat; usein vaihteleva volyymi ja vähän myyntitilauksia	ABC	Ei käytössä ei varastoitaville tuotteille	

Kuvio 26. Ennustemenetelmän valinta

Tasaisen kysynnän tuotteille, joiden kysynnän vaihtelu ei ole suurta, ennusteeksi soveltuu parhaiten edellisen kolmen kuukauden keskiarvo. Ennuste mukautuu riittävällä tarkkuudella aikavälillä tapahtuviin vaihteluihin. Suuriin muutoksiin ja vaihteluihin reagoidaan ostotilausehdotuksia muokkaamalla ja uudelleen ajoittamalla, jolloin myös ennusteet seuraaville jaksoille muuttuvat, eikä ohjausparametrejä ole tarvetta muuttaa. Kausituotteiden osalta paras ennustemenetelmä tällä hetkellä on edellisen vuoden vastaava kysyntä. Se toimii erinomaisesti säännöllisten, samaan aikaan toteutuvien kausien, kuten juhannus, halloween tai joulu, ennustamiseen. Ajankohdallaan muuttuvien, kuten pääsiäinen, ennusteen käsittelemiseen edellisen vuoden kysyntä ei suoraan toimi, vaan todellinen ajankohta on huomioitava manuaalisesti säätämällä ostotilausehdotuksia. Ennusteiden tarkentamiseen toivottiin haastattelijien perusteella parannusta ja ennusteiden kehitysprojektilta odotetaankin uutta ratkaisua kausituotteiden kysynnän ennustamiseen. Satunnaisten ja uutuustuotteiden kysyntää on aina vaikea ennustaa, joten paras vaihtoehto on tehdä niille ennuste manuaalisesti joko kokemuksen tai vastaavan tuotteen menekin avulla.

Varmuusvaraston koon laskentaan vaikuttaa valittu varmuusvarastomenetelmä. Kuvion 27 mukaisesti varmuusvarastomenetelmä valitaan eri luokkien perusteella.

Kysyntämalli	ABC	Varmuusvarastomenetelmä	Tilausmäärä
Tasainen, jatkuva, suuri volyymi, paljon myyntitilauksia	ABC	$1.25 \times \text{MAD} \times \sqrt{\text{Toimitusaika}} \times \text{Palvelutasoprosentti}$	X päivän tarve, riippuen Toimittajan tilausvälistä
Sesonki/Kausi, silti tasainen, normaali \neq kausikysyntä	BC	Varmuusvarastopäivät x päiväkysyntä	X päivän tarve, riippuen Toimittajan tilausvälistä
Satunnaiset, ei jatkuva, pieni volyymi, vähän myyntitilauksia	C	Keskimääräinen määrä/otto x varmuuskerroin	X päivän tarve, riippuen Toimittajan tilausvälistä
Uusi, siksi tuntematon, myyntitavoitejohtoinen	ABC	Varmuusvarastopäivät x päiväkysyntä	X päivän tarve, riippuen Toimittajan tilausvälistä
Erikseen tilattavat; usein vaihteleva volyymi ja vähän myyntitilauksia	ABC	Ei käytössä ei varastoitaville tuotteille	Myyntitilauksen tai hankintasopimuksen mukaan

Kuvio 27. Varmuusvarastomenetelmän valinta

Yhdeksi nykytilanteen puutteista osoittautui haastattelujen perusteella palvelutason asettaminen tuotteille. Tuotteiden saatavuus halutaan varmistaa ja manuaalisesti asetettuna varmuusvaraston koko ei aina noudata toivottua palvelutasoa. Tasaisen kysynnän tuotteille valitaan laskentakaava 3, joka huomioi toimitusajan ja ainoana menetelmänä myös halutun palvelutason. Tasaisen kysynnän tuotteiden varmuusvaraston laskentaan kaava 3 soveltuu myös sen vuoksi, että ennustevirheen keskipoikkeaman itseisarvo (MAD) lasketaan ennusteen tavoin kolmen edellisen kuukauden arvojen perusteella. Kausi- ja uutuustuotteiden laskentaan käytetään kaavaa 1 varmuusvarastopäivien ja päiväkysynnän mukaisesti. Kaava 1 soveltuu muita menetelmiä paremmin kausivaihteluiden huomioimiseen lyhyemmällä aikavälillä. Kuten ennustemenetelmän valinnassa, myös kausituotteiden varmuusvarastomenetelmän määrittelyyn kaivataan nykyistä parempaa ennustetta. Satunnaisten tuotteiden varmuusvarastomenetelmäksi ehdotetaan järjestelmässä menetelmiä 7 ja 8. Satunnaisten tuotteiden varmuusvaraston kokoon halutaan kuitenkin vaikuttaa varmuuskertoimen avulla, joten kaavana käytetään kaavaa 8 halutun varmuuskertoimen ja keskimääräisen toimituskoon mukaisesti.

Muiden varastoparametrien oletusasetukset voidaan asettaa seuraavasti:

- Palvelutaso – A-luokka 99,5 %, B-luokka 98,5 %, C-luokka 97,5 %, muut 95,0 %
- Tilauspiste – Manuaalinen, ei käytössä
- Tilauspistemenetelmä – Manuaalinen, ei käytössä

- Erän laskentamenetelmä – e-tuotteet tarvekohtainen tilausmäärä, muut manuaalisesti syötetty kateaika
- Tilaukserä – tarkistettava toimittajakohtaisesti oikeaksi
- Tilausmäärä minimi – tarkistettava toimittajakohtaisesti oikeaksi
- Tilausmäärä päivää (tilausväli) – tarkistettava toimittajakohtaisesti oikeaksi
- Enimmäisvarasto – ei käytössä
- Vuositarve – ei käytössä
- ABC-luokat – Manuaalinen kateperusteinen luokka

M3-järjestelmä antaa laajat mahdollisuudet vaikuttaa hankinnan materiaalinohjaukseen lukuisten eri parametrien avulla. Järjestelmän toiminta ja eri parametrien vaikutus on tunnettava hyvin parametrejä asetettaessa. Virheelliset parametrit antavat virheellisen lopputuloksen ja järjestelmän käytön luotettavuus katoaa. Järjestelmän käytössä on myös rajoittavia tekijöitä, jotka tulee huomioida parametrien määrittelyssä. M3 käyttää laskentamenetelmien pohjana aina kuukausitason tietoa. Vaikka järjestelmässä näennäisesti löytyykin vaihtoehdot viikko- ja päivätasolle, käytännössä järjestelmä jakaa kuukausitason tiedon tasaisesti lyhyemmille ajanjaksoille, eikä huomioi tiheän toimitusvälin tuotteiden lyhyen aikavälin kysynnän vaihtelua. Luokittelussa puolestaan automaattinen ABC-laskenta ei sovellu käytettäväksi suoraan. ABC-katelaskenta perustuu yhteen valittuun hinnastoon, eikä anna oikeaa nimikekohtaista katearvoa. Manuaalinen luokittelu kysyntäperusteisiin ja ABC-luokkiin on tehtävä järjestelmän ulkopuolella, tallennettava järjestelmään ja tarkistettava määräväliajoin.

Jatkokehitysideoita ja -tarpeita nousi esille opinnäytetyön tekemisen yhteydessä useita. Ennusteiden laskentaan tarvitaan parempi tarkkuus ja käynnissä olevan kehitysprojektin tarkoituksena on tihentää ennustesyklin pituus kuukauden jaksosta yhteen viikkoon. Tavoitteena projektilla on luoda ennustamiseen parempi laskenta-algoritmi ja projektin tulosten vieminen M3-järjestelmään olisi uusi mahdollinen tutkimuskohde. Jatkokehityskohteena ennusteiden paranemisen myötä olisi myös kausi- ja uutuustuotteiden varmuusvaraston laskentakaavan kehittäminen kokonaan ennusteisiin perustuvaksi ja palvelutason huomioivaksi kaavaksi. Hankinnan työkalujen yhtenäistyessä ja läpinäkyvyyden parantuessa on mahdollista tutkia tuotteiden sijaintia eri varastoissa, eli onko järkevää varastoida kaikkia tuotteita kaikissa varastoissa, vai olisiko mahdollista keskittää joidenkin tuotteiden päävarastointi MUC-prosessin (Multiunit coordination process) mukaisesti esimerkiksi Riikaan tai Tallin-

naan kysynnän mukaisesti. Rahtien kustannusvaikutus eri vaihtoehtoissa ja vaikutus tilaussykleihin ja eräkokoihin olisi myös mahdollinen jatkotutkimuksen aihe.

Opinnäytetyö onnistui kokonaisuutena mielestäni hyvin. Tutkimus todensi hyvin haastattelujen yhteydessä esille tulleet arviot varastojen liian suuresta koosta ja manuaalisen työn osuudesta materiaalinohjauksessa. Opinnäytetyön tekemisen aikana jouduin perehtymään M3-järjestelmään syvällisesti ja oma järjestelmätuntemukseni parani huomattavasti. Tutkimuksessa jouduttiin käyttämään laskennallisia raja-arvoja, joiden muuttaminen vaikuttaa lopputulokseen. Tällaisia lukuja ovat esimerkiksi kysyntäperusteisen luokittelun ja ABC-kateluokittelun raja-arvot. Käytettäessä M3-järjestelmästä saatavaa tietokantaa ja opinnäytetyössä määriteltyjä raja-arvoja, tutkimus on mahdollista toistaa milloin tahansa. Lopulliset tulokset ovat nähtävissä vasta sen jälkeen, kun toiminnanohjausjärjestelmä sekä toimintamallit on yhtenäistetty kaikissa divisioonissa ja käyttäjät ovat sitoutuneet järjestelmän käyttöön sovitujen parametrien mukaisesti. Opinnäytetyöstä tulee olemaan konkreettista hyötyä Leipurin BU Westin materiaalinohjauksen tehostamisessa ja kustannusten alentamisessa.

Lähteet

Arnold, J. R. T, Chapman, S. N. & Clive, L. D. 2008. Introduction to materials management. 6th ed. Upper Saddle River (NJ) Prentice Hall.

Aspo intranet 2020. Leipurin esittely intranet-sivustolla. Viitattu 14.10.2020.

Bowersox, D. & Closs, D. 1996. Logistical Management. 1st ed. Boston, Singapore: McGraw-Hill.

Hokkanen, S., Karhunen, J. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun. 7. p. Sho Business Development Oy.

Hokkanen, S. ja Virtanen, S. 2016. Varastonhoitajan käsikirja. 3. painos. Sho Business Development.

Infor M3. N.d. Inforin M3 sivusto. Viitattu 18.2.2021 .

<https://www.infor.com/solutions/erp/m3>

Jäsenet. N.d. Artikkelin Suomen M3-käyttäjyhdistyksen sivustolla. Viitattu 21.3.2021.

<http://www.smoky.fi/?p=/jasenet>

Karrus, K.E. 2005. Logistiikka. 3.-5. painos. Helsinki: WSOY.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., ja Torvinen S. 1997. Kone- ja metallituotete-ollisuuden tuotantojärjestelmät. WSOY.

Leipurin Group Info 2019 powerpoint-esitys. Viitattu 14.10.2020.

Leipurin Oy 2021 esitysmateriaali powerpoint-esitys. Viitattu 2.2.2021.

Logistiikka. N.d. Artikkelin Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 21.9.2020.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Materiaalinohjaus. N.d. Artikkelin Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 21.9.2020.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinohjaus/>

Materiaalin ohjaus nimiketasolla. N.d. Artikkelin Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 29.11.2020.

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinohjaus/materiaalin-ohjaus-nimiketasolla/>

Piasecki, D. 2009. Inventory management explained. USA Ops Publishing.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A., 2009. Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV, Jyväskylän yliopisto. Viitattu 1.2.2021.

<https://www.fsd.tuni.fi/fi/tietoarkisto/julkaisut/kvalimotv.pdf>

Safety stock formula & calculation. N.d. Artikkelin ABCSupplyChain sivustolla. Viitattu 14.3.2021. <https://abcsupplychain.com/en/safety-stock-formula-calculation/>

Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. MH-Konsultit Oy.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta: B2B – Vähemmällä enemmän. 7.painos. Helsinki: J.Sakki.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: digitalisoitumisen haasteet. 8p. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Tervonen, M. 2019. Logistiikkastrategia. Leipurin Oyj:n powerpoint-esitys. Viitattu 23.9.2020.

Varastonohjaus. N.d. Artikkel Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 28.11.2020. <https://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>

Varastotyypit ja -tekniikka. N.d. Artikkel Logistiikan maailman sivustolla. Viitattu 30.11.2020. <https://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotyypit-ja-tekniikka/>

Vilka, H., 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Tammi. Viitattu 1.2.2021. <http://hanna.vilka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>