
MYYN TIVARASTON OPTIMOITU LAYOUT




Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Logistiikan koulutusohjelma

Forssa, kevät 2015

Antti Turunen



FORSSA
Logistiikan koulutusohjelma

Tekijä	Antti Turunen	Vuosi 2015
Työn nimi	Myyntivaraston optimoitu layout	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Saint-Gobain Rakennustuotteisiin kuuluva Gyprocin kipsilevytehdas. Gyproc on tunnettu tuotemerkki rakennusalaan ja sen päätuotteet ovat rakentamisessa käytetyt kipsipohjaiset sisäverhouslevyt. Työn taustalla oli jatkuvan parantamisen tavoitteena tullut varastotason ja varastoon sidotun pääoman vähentäminen. Valmistuotevaraston kiertoajaksi haluttiin alle 14 päivää asiakaspalvelutason karsimättä.

Työn tarkoitus oli saada valmistuotevarastoon toimiva varastopaikkasuunnitelma, jonka tarkoitus on ehkäistä ylivarastointia, johtaa selkeään ja turvalliseen operointiin sekä olla apuna tuotannon suunnittelussa. Varastopaikat tehdään kiinteäksi nimikkeittäin, jolloin ylituotanto ja ylivarastointi ehkäistään. Tarkoituksena oli myös määrittää kulkureitit ja lastausalueet.

Työssä käsitellään syitä varastointiin, erilaisia varastotyyppisiä, varastoon liittyviä kustannuksia sekä varastoon sitoutuneen pääoman kustannuksia.

Työssä käytetään yleisiä varaston optimointiin tarkoitettuja matemaattisia malleja, kuten varmuusvarastoa, tilauspistettä ja maksimi- ja minimivarastoa. Varastopaikkojen ja merkintöjen suunnittelussa käytettiin muissa toimipisteissä hyväksi havaittuja keinoja.

Työn tuloksena olivat optimoidut varastoarvot ja -paikat tärkeimmille myyntituotteille, ehdotus hyvästä varastomerkintätavasta ja liikennesuunnitelma, joka parantaa turvallisuutta.

Avainsanat Varastonhallinta, varmuusvarasto, tilauspiste, layout.

Sivut 24 s. + liitteet 11 s.

Forssa
Degree Programme in Logistics

Author	Antti Turunen	Year 2015
Subject of Bachelor's thesis	Optimized Layout of Sales Product Storage	

ABSTRACT

The commissioner of this thesis was Saint-Gobain Gyproc, which is a strong brand of Saint-Gobain. Gyproc is well known for its solutions in the construction business. The main product of the company is plaster based products such as plasterboards. The main objective in this thesis was minimizing the costs and operating capital in the inventory of plasterboard warehouse. The goal was to have less than 14 days of stock rotation, so that the customer service level will be sustained at a good level.

The outcome of this thesis project was an optimized layout, including storage location for each stock keeping unit in the sales product warehouse. This project also included a risk validation for the driving routes which were operated by forklifts. The layout will help to prevent overstocking and will be easy and safe to operate.

In this project reasons for stocking and different types of stocks in manufacturing were examined. Inventory management and costs of inventory and warehousing were included in to this work. As well theoretical material was collected from logistics literature and textbooks.

To achieve the thesis goals several mathematic formulas were used to count the optimization level for the materials which were stored. The safety stock level, order point and the maximum stock level were defined for each stock keeping unit. Good practices from other gypsum factories were used when warehouse markings and driving routes were determined.

The results of this thesis project included optimized storage levels for products and determined, well marked storage locations for each material. A plan for driving routes and modifications for the warehouse were also presented in this thesis.

Keywords Inventory management, safety stock, order point, layout

Pages 24 p. + appendices 11 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	SAINT-GOBAIN RAKENNUSTUOTTEET OY	2
2.1	Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy	2
2.2	Saint-Gobain Gyproc.....	3
3	VARASTO JA VARASTOINTI.....	3
3.1	Pääoman kierto.....	3
3.2	Varastointi	4
3.3	Varastoinnin kustannukset	5
4	MATERIAALINOHJAUS	5
4.1	Varastolähtöinen materiaalin ohjaus	6
4.2	Varmuusvarasto.....	6
4.3	Tilauspistemenetelmä.....	8
4.4	Min-Max-menetelmä.....	9
4.5	ABC- ja XYZ-analyysit	9
5	VARASTO GYPROCIN TEHTAALLA KIRKKONUMMELLA	10
5.1	Varaston rakenne ja toiminnot.....	11
5.2	Nimikkeiden rakenne	12
5.3	ABC-XYZ-analyysi Gyprocin omavalmisteista	13
5.4	Varmuusvarasto.....	15
5.5	Tilauspiste	16
5.6	Maksimivarasto ja minimivarasto	16
5.7	Varastolaskennan tulokset.....	17
6	VARASTON LAYOUT	17
6.1	Tuotteiden sijoittelu.....	17
6.2	Layout-kartta	18
6.3	Liikennereitit	20
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	22
	LÄHTEET	24
Liite 1	ABC-XYZ-analyysi	
Liite 2	Varastolaskelmat A- ja B-tuotteille	
Liite 3	Varaston layout kartat	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada toimeksiantajan Saint-Gobain Rakennustuotteiden Gyprocin kipsilevytehtaan varastoon layout, joka on selkeä ja tuvallinen operoida ja optimoitu oikealle varastointitasolle. Varaston layoutiin toimeksiantaja halusi kiinteät varastopaikat nimikkeille, joka mahdollistaa varaston sujuvan operoinnin ja varastoon sitoutetun vaihto-omaisuuden arvon hallinnan.

Toimeksiantaja Gyproc kuuluu Saint-Gobain konserniin, joka on sitoutunut jatkuvan kohdistetun parantamisen malliin. Jatkuvan parantamisen mallia Saint-Gobainissa kutsutaan nimellä WCM (World Class Manufacturing), joka pohjautuu LEAN-malliin ja -johtamisfilosofiaan. Jatkuvan parantamisen mallin keskeinen ajatus on asiakaslähtöisyys. Varaston hallinnassa asiakaslähtöisyys tarkoittaa sitä, että oikeat tuotteet ovat saatavilla oikeaan aikaan. Jatkuvan parantamisen mallissa etsitään myös olemassa olevia hukkia ja kuluja, joita pyritään vähentämään. Varastoinnin suurimmat hukat ovat ylivarastointi sekä toisaalta puutekustannukset, jos kysyntää ei pystytä täyttämään.

Tässä työssä keskitytään varastoitavien nimikkeiden määrän optimointiin varastolähtöisen materiaalinohjauksen keinoin. Gyprocin Kirkkonummen tehtaan valmistus tapahtuu myyntivarastoon, mistä tuotteet myydään. Tätä materiaalinohjausta kutsutaan MTS-ohjaukseksi (Make To Stock). Tehtaalla valmistetaan lisäksi myös asiakasmittoja tilauksesta sekä asiakasräätälöityjä tuotteita. Optimoinnin tavoitteena on saada varastoitaviin tuotteisiin oikeat minimi- ja maksimitasot, jotka estävät ylivarastoinnin, mutta samalla minimoivat puutetilanteet.

Optimoinnin suorittamiseksi määritetään ensin tärkeimmät nimikkeet ABC- ja XYZ-analyysien avulla. Tämän analyysin tuloksia tarkastellaan pääoman sitoutumisen ja asiakaslähtöisyyden kannalta. Varastoitaville nimikkeille lasketaan varmuusvarastotasot, tilauspisteet sekä maksimivaraustasot. Nimikkeille määritetään varastopaikat saatujen arvojen mukaan. Kirjallisuutena on käytetty logistiikan teoksia ja oppikirjoja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli myös vähentää riskejä, jotka kohdistuvat varastossa operoiviin työntekijöihin ja vieraileviin kuorma-autonkuljettajiin. Tämä toteutetaan kulkureittisuunnitteluna, jossa lähtökohtana on määrittää pahimmat riskipaikat. Nämä pyritään poistamaan.

2 SAINT-GOBAIN RAKENNUSTUOTTEET OY

Saint-Gobain on maailmanlaajuinen toimija elinympäristömme ratkaisussa. Saint-Gobain valmistaa, myy, välittää ja jakelee rakennustuotteita sekä korkean suorituskyvyn tuotteita. Lisäksi Saint-Gobain tuottaa ratkaisuja kasvun haasteisiin, energiatehokkuuteen ja ympäristön suojeluun.

Saint-Gobainin päätoimialoja ovat

- innovatiiviset materiaalit
- rakennustuotteet
- myynti ja jakeluketjut
- pakkaustuotteet.

Innovatiiviset materiaalit sisältävät rakennus- ja autolasituotteet sekä korkean suorituskyvyn keraamiset ja muovituotteet. Rakennustuotteet sisältävät rakentamisen materiaaleja, kuten eristeitä, kipsituotteita, kivituuotteita, putkituuotteita ja ulkorakentamisen tuotteita. Rakentamisen myynti ja jakelu toimialaan kuuluu rakennustarvikeketjuja ja -tukkuja. Pakkaustuotteet ovat tuotemerkki Verrallian lasipullot ja purkit. Saint-Gobain pyrkii olemaan markkinajohtaja kaikilla toimialoillaan maailmanlaajuisesti. (Compagnie de Saint-Gobain, n.d.)

Saint-Gobain lukuina:

- Perustettu vuonna 1665
- Yli 1000 konsolidoitua yhtiötä maailman laajuisesti
- Teollista toimintaa yli 60 maassa
- Maailman tai Euroopan johtaja kaikilla toimialoillaan
- Työllistää noin 180 000 henkilöä
- Myynti 42 miljardia euroa 2013
- Tuotto 0,6 miljardia 2013
- Investoinnit 1,4 miljardia euroa 2013

(Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, n.d.a.)

2.1 Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy on osa Saint-Gobainin rakennustuotteet sektoria. Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy tuottaa rakentamisen ratkaisuja. Tuotemerkit ovat akustiikkakatoissa Ecophon, kipsipohjaisen kevytrakentamisen ratkaisuissa Gyproc, rakennuseristämässä ISOVER, taloteknisissä ja kunnallisissa putkistojärjestelmissä Pipe Systems ja PAM sekä kivirakentamisessa Weber.

Saint-Gobain Rakennustuotteet valmistaa ja välittää rakennustuotteita Suomessa, Virossa, Latviassa ja Liettuassa. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. n.d.a)

2.2 Saint-Gobain Gyproc

Kipsilevyjä on Suomessa valmistettu vuodesta 1949, jolloin Myllykosken tehdas toi kipsilevytuotannon kartonkitehtaansa jatkeeksi. Kipsiiniitiksi kutsuttu levy ei saavuttanut riittävää suosiota rakentajien keskuudessa. Liiketoiminta koneineen päivineen myytiin Paraisten Kalkkivuori Oy:n (Partek) ja Gyproc AB:n (Ruotsi) yhteenliittymälle vuonna 1971. Kirkkonummelle tuotantolaitos valmistui vuonna 1972. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, n.d.b.)

1990-luvun rakennemuutos rakennusalailla ja -teollisuudessa toi useita yrittäjärjestelyjä Gyprocin Kirkkonummen tehtaan osalta. Partek myi omistuksensa kipsilevytoiminnasta Gyproc AB:lle, jonka myöhemmin osti Brittiläinen British Plaster Board (BPB) plc. Saint-Gobainin omistukseen Gyproc siirtyi vuonna 2005 Saint-Gobainin ostettua koko BPB:n. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, n.d.b.)

Gyproc valmistaa, myy ja välittää kipsilevyjä sekä muita kevytrakentamisen tuotteita. Oma valmistus on Kirkkonummella, mutta valikoimaan kuuluu myös laaja valikoima tuotteita Saint-Gobainin tehtailta Euroopasta ja muualta maailmasta. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, n.d.b.)

3 VARASTO JA VARASTOINTI

Suomen kielessä sanalla varasto on kaksi merkitystä. Varasto voi tarkoittaa fyysistä rakennusta, tilaa tai muuta rajattua aluetta, jossa säilytetään tavaraa. Varastolla on myös laajempi merkitys, jolla tarkoitetaan vaihtomaisuutta ja sen arvoa. Vaihto-omaisuus voi olla varastoissa säilytettävää tavaraa, mutta se voi sijaita myös muualla. Yrityksen pääoma voi olla varastossa, joka voi olla matkalla olevaa, tai se voi olla esillä, käytössä tai toisen yrityksen tiloissa. (Sakki 2014, 72. Karrus 2003, 35.)

Vaihto-omaisuuteen, joka on yrityksen omistuksessa, sitoutuu aina pääomaa. Varstoihin sitoutunut pääoma on mukana yrityksen arvossa, mutta vaihto-omaisuuteen sidottu pääoma ei ole yrityksen käytettävissä arvon lisäykseen. Pääoman tehokkuutta kuvataan pääoman kierrolla ROI, (Return Of Investment). (Sakki 2014, 54.)

3.1 Pääoman kierto

Vaihtokaupassa, jossa tavara on vaihto-omaisuutena, varastointi on kuitenkin luonnollinen osa yritysten liiketoimintaa. Pääoman käyttöä ja sen tehokkuutta voidaan kuitenkin tarkastella ja mitata. ROI eli sijoitetun pääoman tuotto lasketaan kaavalla

$$\text{pääoman tuotto(ROI)} = \frac{\text{Liikevoitto}}{\text{Sijoitettu pääoma}}$$

Pääoman tuotto (ROI) on sitä parempi mitä suurempi se on. Varastoinnin osalta luku kuvaa yrityksen materiaali-ohjauksen tehokkuutta. Varastossa seisova vaihto-omaisuus on sijoitettua pääomaa, josta ei ole vielä saatu liikevoittoa. (Sakki 2014, 54.)

Logistiset päävirrat ovat materiaalivirrat ja pääomavirrat. Materiaalinohjauksen tehokkuutta tarkastellaan materiaalien kierrolla. Materiaalivirrat ovat yrityksen logistiikan arvoa lisäävä toiminta. (Karrus 2003, 27.)

Materiaalivirtojen tehokkuutta tarkastellaan materiaalien kierron nopeudella. Varastoissa tämä tarkoittaa vaihto-omaisuuden kierron nopeutta. Sen selvittämiseksi lasketaan varastojen kulutuksen arvo jaettuna varaston keskiarvolla.

$$\text{Varaston kierto} = \frac{\text{Varaston kulutusarvo}}{\text{varaston keskiarvo}}$$

Valmistavan teollisuuden myyntituotevarastossa on otettava huomioon, että vaihto-omaisuuden arvo sisältää valmistuksen kokonaiskustannukset. Raaka-ainevarastoissa käytetään hankintahintaa. Hintojen on oltava vertailukelpoisia keskenään. (Sakki 2014, 55.)

Varastoinnin kiertoa voidaan mitata myös aikalukuna pysähdysaika. Pysähdysajalla mitataan aikaa, jonka ajan varasto riittää kysynnälle. Varaston pysähdysajalla saadaan määräksi päiviä, jonka ajan varasto riittää keskikysynnälle.

$$\text{Varaston pysähdysaika} = \frac{365}{\text{varaston kierto}}$$

(Sakki 2014, 56–57.)

3.2 Varastointi

Varastoinnin syitä on monia. Varastointi on logistinen ratkaisu tuotteille, joiden kysyntä on heikosti ennustettavissa. Varastoinnilla tasataan myös esimerkiksi myyntisesonkeja, tuotannon vaihtelua tai vaikka raaka-aineen saannin epätasaisuutta. Varastoon sidottu käyttöpääoma on silti aina kustannus, joten ylivarastointi heikentää kannattavuutta. (Karrus 2003, 34–35.)

Tuotantoteollisuudessa varastoja syntyy useisiin vaiheisiin. Varastoarvoja nostavaa tavaran säilytystä syntyy ennen tuotantoa oleviin raaka-ainevarastoihin, eri tuotantovaiheiden väliin kertyviin varastoihin sekä valmiiden tuotteiden myyntivarastoihin. Jos tuotantoa ja kulutusta ei saada samaan rytmiin, syntyy aina varastoa ja sen arvoa vaihto-omaisuudelle. Varastoa voidaan kerryttää myös ns. varmuusvarastoihin, eli pahan päivän varalle. Valtioilla on strategisesti tärkeille raaka-aineille ja tuotteille kriisivarastoja. (Karrus 2003, 35–36.)

Tuotantoteollisuuden lisäksi varaston syntyyn vaikuttavat nimikkeiden hankintakustannukset. Suurempi eräkoko on edullisempi hankkia tai valmistaa. Tähän vaikuttaa kuljetuskustannukset sekä valmistuskustannukset, jotka yleensä nousevat pienissä erissä. Runsas varastoitava nimikkeistö lisää varastoinnin kokonaisarvoa. Myös vähemmän myytävien nimikkeiden taloudelliset hankinta- tai valmistuserät voivat olla suuria suhteessa myyntiin. (Sakki 2014, 73.)

3.3 Varastoinnin kustannukset

Varastoinnin kustannuksiin lasketaan yleensä

- vaihto-omaisuuden pääomakulut
- varastointiin tarvittavat tilat
- varaston käyttöön ja ylläpitoon tarvittavat laitteet
- varastossa syntyvän hävikin kustannukset.

Kustannukset lasketaan yksikkökustannuksiksi varastoitavaa yksikköä kohden. Varastoitavan vaihto-omaisuuden pääomakustannukset voidaan laskea olevan korkokuluja. Pääoman sitouttaminen varastoon on pois myös liiketoiminnan kehittämiseen käytettävästä pääomasta. (Sakki 2014, 40–41.)

Varastotilojen kustannukset ovat tilan rakentamisen ja ylläpidon kustannuksia tai vuokratilakustannuksia. Vuokratilan kustannukset on helppo laskea, mutta esimerkiksi tehdasrakennuksessa olevien varastotilojen, jotka ovat yhdessä tuotantotilojen kanssa, kustannukset täytyy ositella esimerkiksi käytetyn alan mukaan. (Sakki 2014, 40–41.)

Varastohävikki on varastotoiminnoissa aiheutunutta tuotteen katoamista, vaurioitumista tai vanhenemista (Sakki 2014, 40–41).

4 MATERIAALINOHJAUS

Materiaaliohjauksessa tavoitteena on varmistaa materiaalin saatavuus ja toimituskyky. Tämä toteutetaan hankintojen ja valmistuksen ohjaamisella niin, että hankinta- tai valmistuskustannukset ovat mahdollisimman pieniä vaihto-omaisuus kustannusten kasvamatta. Materiaaliohjaus liittyy myyntiin, valmistukseen ja hankintaan. Se sisältää hankinta- tai valmistuseräkokoja sekä varastotasojen ohjauksen.

Materiaaliohjauksen apukeinoina käytetään matemaattisia malleja ja kaavoja sekä tietojärjestelmiä, mutta pelkästään matematiikalla ja tietojärjestelmillä ei materiaaliohjausta voida hallita. Materiaaliohjauksen tärkein osa on sitä toteuttavat ihmiset ja heidän tapansa toimia. (Sakki 2014, 80.)

- Materiaalinohjaustyyppinä ovat
- varastolähtöinen materiaalinohjaus
 - tilausohjattu materiaalinohjaus
 - materiaalarvelaskenta.

Varastolähtöinen materiaalinohjaus soveltuu tuotteille, joiden kysyntä on säännöllistä ja jollain tapaa ennustettavaa. Tilausohjatussa materiaalinohjauksessa materiaalit ovat luonteeltaan sellaisia, joita ei ole järkevää tai kannattavaa varastoida, vaan valmistus tai hankinta tehdään vain tilauksia vastaan. Materiaalarvelaskentaa käytetään tuotannon ja valmistuksen materiaalien ohjaukseen. (Sakki 2014, 90.)

Tässä työssä käsitellään pääasiassa varastolähtöistä materiaalinohjausta ja sivutaan tilausohjattua materiaalinohjausta.

4.1 Varastolähtöinen materiaalin ohjaus

Materiaalin, jonka kulutus on jatkuvaa ja säännöllistä, ohjaus voidaan hallita varastolähtöisellä materiaalinohjauksella. Siinä tieto tilaustarpeesta saadaan varaston kirjanpidon seuraamisella. Varastolähtöinen ohjaustapa soveltuu tuotteille, joilla on jatkuva kysyntä, ja valmistus tai hankinta on jatkuvaa. (Sakki 2014, 82.)

Varastolähtöisen materiaalin ohjauksen tarvittavia käsitteitä ja suureita ovat

- hankinta-aika, joka menee tilauksesta siihen asti, kun materiaali on käytettävissä
- tarvemäärä määräytyy joko varastoon määritellyistä tasoista ja/tai kysynnästä
- kuljettamiseen, tilaamiseen ja varastointiin liittyvät kustannukset
- materiaalin saatavuus.

Varastoitava materiaali jakautuu käyttövarastoksi ja varmuusvarastoksi. Käyttövaraston osuus varastosta on kiertävää ja se siirtyy seuraavaan valmistusvaiheeseen tai seuraavalle käyttäjälle poistuen kyseisestä varastopaikasta. Varmuusvarasto on varastossa oleva materiaalin määrä, jonka tarkoitus on varmistaa kysynnän tyydyttäminen myös tasaisesta kysynnästä poikkeavissa kysynnän piikeissä. (Karrus 2003, 36.)

4.2 Varmuusvarasto

Varmuusvarastolla halutaan säilyttää haluttu palvelutaso kysynnän tyydyttämiseksi. Varmuusvarastoa tarvitaan vaihto-omaisuuden kysynnän sekä hankinta-ajan vaihtelun vuoksi. Jos kysyntä on tasaista ja hankinta-aika aivan tarkkaan tiedossa, ei varmuusvarastoja tarvittaisi lainkaan. Varmuusvarastossa oleva vaihto-omaisuus on passiivista ja pääomaa sitovaa arvoa, jonka määrä voidaan tarkastella matemaattisesti. Varmuusvarasto ei

tässä tilanteessa ole mikään erillinen varasto tai varaston osa, vaan pelkään laskennallinen osuus varaston määrästä. (Sakki 2014, 83–84.)

Varmuusvaraston laskemiseen käytetään tilastollista menetelmää, jossa menekkiä kuvataan menekin hajonnalla. Siinä tarkastellaan materiaalin kysyntäkertojen vaihtelua kysynnän keskiarvosta eli keskihajontaa eli standardipoikkeamaa. Standardipoikkeama lasketaan otantakertojen määrästä tarkastetulla aikavälillä. Varmuusvaraston määrän laskemiseksi täytyy myös määrittää haluttu palvelutaso tilastolliseen tarkasteluun. Palvelutasosta saadaan varmuusvaraston riiton varmuuskerroin. Kerroin saadaan normeeratusta normaalijakaumasta (taulukko1), jolle määritetty palvelutaso antaa luvun. (Sakki 2014, 83.)

Taulukko 1. Varmuuskerroin palvelutason mukaan (Sakki 2014, 84)

Haluttu palveluaste	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	98 %	99 %
Varmuuskerroin k	0	0,67	1,28	1,64	1,88	2,05	2,33

Varmuusvaraston laskentaan käytetään seuraavaa kaavaa:

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

Jossa:

B = varmuusvaraston määrä

k = varmuuskerroin, joka saadaan normeeratun normaalijakaumasta, kun määritetään haluttu palvelutaso.

s = standardipoikkeama

L = hankinta-ajan pituus

(Sakki 2014, 83)

Standardipoikkeama eli keskihajonta saadaan varastosta ottojen perusteella kaavasta

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Esimerkki 1 laskennasta:

Tuotteen kysyntä viikossa on seuraavanlainen: 26, 10, 6, 19, 22. Hankinta-aika on kaksi viikkoa, palvelutaso on 98 %. Määritetään varmuusvarasto B .

Varmuuskerroin k saadaan normeeratusta normaalijakaumasta (taulukko 1). $k=2,05$

Määritetään keskiarvo kysyntämääristä $\bar{x} = \frac{26+10+6+19+22}{5} = 16,6$ kpl

Keskihajonta

$$s = \sqrt{\frac{(26-16,6)^2 + (10-16,6)^2 + (6-16,6)^2 + (19-16,6)^2 + (22-16,6)^2}{5-1}} = 8,35$$

Varmuusvarasto B

$$B = 2,05 * 8,35\sqrt{2} = 24,2 = 25 \text{ kpl}$$

Varmuusvaraston määräksi saatiin 24,2 kpl, joka pyöristetään ylöspäin, koska yksi kappale on pienin yksikkö. Määrällä 24 ei saavuteta haluttua palvelutasoa.

Huomioitavaa on se että palvelutaso on todennäköisyys, että tavara loppuu varastosta ennen uuden erän saapumista. Tasolla 98 %:n todennäköisyys loppumiseen on 2 %. Se ei siis kerro, että 2 % tilauksista jää puutteelliseksi. (Sakki 2014, 84.)

4.3 Tilauspistemenetelmä

Tilauspistemenetelmä on ohjauskeino, jossa täydennys tarpeen laukaisee tietty piste varastomäärässä. Kun varastomäärä laskee tilauspisteeksi määritettyyn tasoon, on hankinta-ajan verran aikaa saada täydennys. Menetelmä soveltuu hyvin, kun kysynnän määrä on epävarma, mutta uudelleen hankinta-aika on tiedossa. Tilauspiste määritetään niin, että uuden erän saapuessa olisi jäljellä vielä varmuusvarasto. Tilauspisteen määrittelemiseksi käytetään määriteltyä varmuusvarastoa sekä tiedossa olevaa hankinta-aikaa. (Sakki 2014, 84; Karrus 2003, 43.)

Tilauspiste saadaan lasketuksi kaavalla:

$$T = DL + B$$

Jossa:

T = tilauspiste

D = oletettu kysyntä hankinta-ajan aikana

B = varmuusvarasto

L = hankinta-aika.

(Sakki 2014, 84.)

Esimerkkinä lasketaan tilauspiste luvun 4.2 tuotteelle. Varmuusvarasto $B = 25$ kpl, kuten laskettu luvussa 4.2, ja oletettu kahden viikon hankinta-ajan kysyntä on viikkokysyntä kerrottuna kahdella

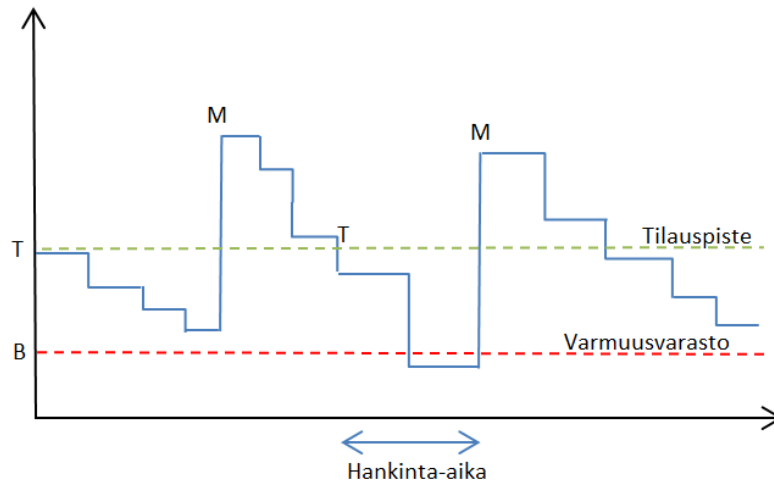
$$D = (26 + 10 + 6 + 19 + 22) * 2 = 166 \text{ kpl}$$

Tilauspiste:

$$T = 166 \text{ kpl} * 2 + 25 = 357 \text{ kpl}$$

Varastotason muutoksia voidaan tarkastella kuvan 1 (s. 9.) avulla. Kuvassa sininen viiva kuvastaa varaston tasoa. Tilauspiste sekä tilauspisteen alittavat varastotasot on merkitty kohdassa T vihreällä katkoviivalla. Hankinta-aikaa mitataan kohdasta T tavaran saapumisajankohtaan kohtaan M. Koh-

dassa M varasto on ylimmillään, uuden erän saavuttua. Varastotaso laskee kulutuksen mukaan. Kohdassa T tehdään uusi tilaus, hankinta-ajan aikana kulutus laskee varaston tasoa. Varmuusvarastolla B varmistetaan, ettei tavara lopu kesken kysynnän vaihdellessa. (Sakki 2014, 84.)



Kuva 1. Tilauspistemenetelmä kuvaajana. (Sakki 2014, 85.)

4.4 Min-Max-menetelmä

Jos varastotaso halutaan säilyttää tietyissä rajoissa, on minimi- ja maksimitasojen määrittäminen sopiva menetelmä materiaalin ohjaukseen. Minimi ja maksimi tasojen määrittämiseen käytetään varmuusvarastoa sekä tilauspistettä. Kun varastotaso saavuttaa tilauspisteen eli minimirajan, tilataan määrä, jonka saavuttua varastotaso saavuttaa maksimitason.

$$\text{maksimivarasto} = \text{tilauspiste} + \text{menekki hankinta} - \text{ajan aikana}$$

$$\text{minimivarasto} = \text{tilauspiste}$$

(Sakki 2014, 85.)

4.5 ABC- ja XYZ-analyysit

Tuotteista, nimikkeistä, toimittajista ja asiakkaista voidaan ja on syytä tehdä luokitteluja. Yksi käytetyimmistä ja varaston hallintaan soveltuvimmista ovat ABC- ja XYZ-analyysit. Analyysit pohjautuvat italialaisen taloustieteilijä Vilfredo Pareton 80/20-sääntöön. Pareton mukaan 1900-luvun alussa Italian kansantaloudessa 20 % väestöstä omisti tai hankki 80 % varallisuudesta ja tuloista. Tämän 80/20-säännön on todettu pitävän paikkansa myös hallittaessa tuotteita, nimikkeitä, toimittajia tai asiakkaita. (Sakki 2014, 62.)

ABC-analyysi nimikkeistä tehdään mukaillen Pareton 80/20-sääntöä. Luokkia voidaan kahden asemasta ottaa myös useampia. Luokitukseseen käytetään nimikkeiden myyntiä tai kulutusta tarkasteltavalla ajanjaksolla.

Tavallinen luokitus tehdään kolmen luokan mukaan eli ABC, joiden luokan osuudet voidaan säätää halutulla tavalla. Esim. A-luokka 80 %, B-luokka 15 % ja C-luokka 5 % myynnistä. (Sakki 2014, 63.)

ABC-analyysillä saadaan siis luokiteltua nimikkeet myynnin mukaan. On olennaista huomata, ettei pienimmän myynnin luokan esim. C-luokka 5 % nimike ole kuitenkaan välttämättä yritykselle merkityksellinen, vaan alhaisen myynnin nimike voi kuitenkin olla tärkeä tuki korkean myynnin tuotteelle. Usein kuitenkin varastoon tehtävissä ABC-analyysissä löytyy nimikkeitä, joilla on vain varastoon sitoutunutta pääomaa korottava vaikutus eikä juurikaan myyntiä. Tätä voidaan myös arvioida, tekemällä Pareto-luokitusta mukaileva luokitus tuotteiden myyntikerroista. (Sakki 2014, 64.)

Nimikkeiden myyntitapahtumien mukaan luokittelua kutsutaan XYZ-analyysiksi. Analyysissä tarkastellaan varastosta myyntikertoja, eikä myynnin rahallista arvoa. XYZ-analyysissä käytetään samanlaista Pareton luokituksen sovellusta kuin ABC-analyysissä. Esimerkiksi X-luokka on 80 %, Y-luokka 15 % ja Z-luokka 5 % myyntitapahtumien lukumäärästä. XYZ-analyysiä käytetään usein varastotoimintojen tehostamiseen. Kun tiedetään mitä nimikkeitä haetaan eniten, on siitä hyötyä varastopaikkojen sijainnin suunnittelussa. (Sakki 2014, 67.)

Varastonimikkeiden luokituksesta saadaan arvokasta tietoa tuotteiden kannattavuudesta. Voi olla, että alhaisimmasta luokasta, jossa myynti on vähäinen, seisoo paljonkin vaihto-omaisuudeltaan arvokasta materiaalia. ABC- ja XYZ-luokituksen voi yhdistää ns. nelikenttä luokitukseksi, jossa tuotteet luokitellaan myynnin määrän sekä myyntitapahtumien määrän mukaisesti. Tällöin tuotteet saavat luokituksia esim. AX, AY, AZ, BX, BY jne. Luokitusta kutsutaan myös portfolioluokitukseksi. Luokituksen avulla saadaan tieto varastoitavan nimikkeistön määrästä ja kannattavuudesta, joka on apuna, kun suunnitellaan myyntistrategiaa sekä hankintaa tai valmistusta. (Sakki 2014, 68, 132.)

5 VARASTO GYPROCIN TEHTAALLA KIRKKONUMMELLA

Tässä luvussa tarkastellaan Gyprocin kipsilevyvaraston rakennetta ja varastoitavia tuotteita Kirkkonummen toimipisteessä. Varastossa on varastoituna kaikki Gyprocin myymät tuotteet sekä omavalmisteet että välitettävät tuotteet. Tässä työssä keskitytään vain omavalmisteisten tuotteiden varastointiin. Välitettävien tuotteiden osalta varastointia käsitellään tässä työssä vain niiltä osin, kuin se vaikuttaa tuotenimikkeiden sijoitteluun ja varastopaikkojen määrään.

Varaston hallintaan käytetään toiminnanohjausjärjestelmän SAP R/3 Materials management (MM) moduulia, jossa on kattavat toiminnot varastomäärien ja varastoanalyysien tekoon.

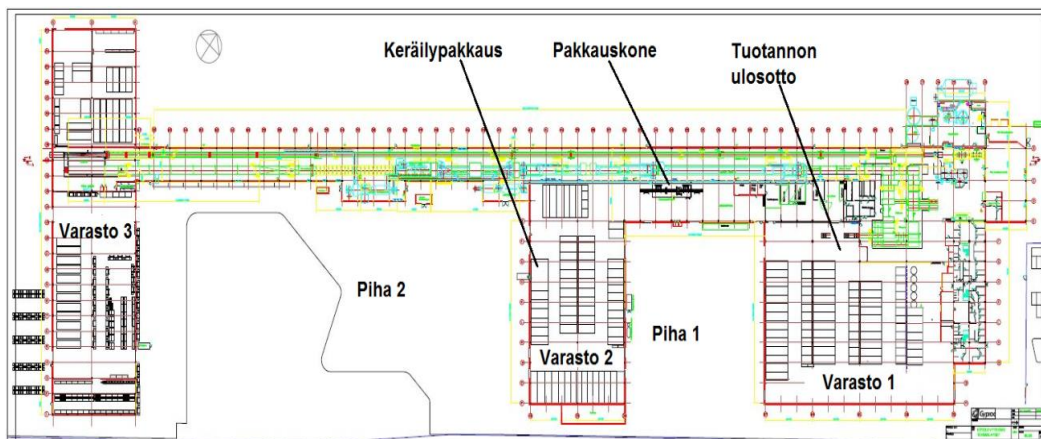
Tuotantotapa on pääasiassa MTS (Make To Stock), eli tehdään tuotteita myyntivarastoon. Tuotteita valmistetaan myös erikoismittoina tilausta vastaan. Tätä kutsutaan MTO tuotannoksi (Make To Order). On myös muu-

tamia asiakkaita, joille on omat asiakasräätälöidyt tuotteet. Osan asiakkaita kanssa on sovittu, että varastoidaan asiakasräätälöityjä tuotteita myös Gyprocin varastossa.

5.1 Varaston rakenne ja toiminnot

Varaston fyysinen rakenne muodostuu kolmesta eri varastorakennuksesta sekä piha-alueista (Kuva 2). Varastorakennukset ovat erillään toisistaan sijoitettuna noin 500 metrin matkalle tehdasalueella. Tämä johtuu historiallisista. 1970–1980-luvulla tehdas alueella oli kolme eri liiketoimintaa. Kipsilevyjen valmistuksen lisäksi tehdasalueella valmistettiin myös sisäseinä- ja ulkoseinäelementtejä. Elementtivalmistuksen loputtua on kipsilevyliiketoiminta laajentunut myös näihin vanhoihin tehdashalleihin.

Kaikki varastorakennukset ovat kiinni tuotantolinjassa, mutta tuotantotilojen ja varastojen välissä on seinä. Varastot ovat eristämättömiä halleja, joissa ei ole pääsääntöisesti lämmitystä. Kipsilevy ei tarvitse lämmintä varastotilaa. Tuotannon ulosyöttö tapahtuu varastoon 1, jossa on myös suurin varastointikapasiteetti sekä osa lastauspaikoista. Tuotannosta varastoon siirto tapahtuu kahden vastapainotrukin voimin.



Kuva 2. Kuvassa on tehdasaluekartta Gyprocin Kirkkonummen tehtaalta. Kuvassa näkyy kolmen varastorakennuksen sijoittelu tehdasalueella. Kuvaan on merkitty tuotannon ulosoton alue sekä pakkauskonetta, että keräilypakkauksen työpiste.

Tuotannon syötön varastoon lisäksi muita varastotoimintoja ovat: uloslasaus, pakkauskonella vakiolevynippujen pakkaus, manuaalinen keräilypakkaus sekä välitettävien tuotteiden varastointi ja keräily.

Kipsilevyt lähetetään asiakkaille kahdella tavalla

- ilman pakkausta, jolloin levyt ovat kertakäyttölavalla niputettuna muovipannalla
- pakattuna, jolloin tehdaskokoinen levynippu pakataan muoviin pakkauskonella, jolloin se voidaan säilyttää ulkotiloissa vähän aikaa.

Asiakkaille lähetetään myös käsin keräiltyjä työmaatoimituksia, jotka pakataan asiakkaan toivomiin määriin.

Pakkaustoiminnot sijaitsevat varastossa 2 (Kuva 2, s. 11), jossa on pakkauskone vakiopaketteja varten sekä manuaalipakkaus asiakasnippujen keräilyyn ja pakkaukseen.

Varastossa 3 on pääasiassa välitettävien tuotteiden vastaanotto, niiden varastointi ja keräilyn työpisteet. Varastossa 3 on myös paljon varastotilaa mahdolliselle omalle tuotannolle, mutta se sijaitsee noin 500 metrin päässä tuotannon ulosotto paikasta. Suoraan tuotannosta tuotteiden kuljettaminen varastoon 3 ei ole järkevää.

Lastausta tapahtuu kaikissa varastoissa sekä myös sään salliessa piholla 1 ja 2 (kuva 2, s. 11). Lastauksessa osa toimitusriveistä kerätään suoraan varastopaikoilta, joihin tuotteet ovat tuotannosta tai pakkauskoneelta varastoitu. Osa toimituksista esikeräillään ja pakataan valmiiksi piholle 1 ja 2, joista lastaajat lastaavat ne autoihin.

5.2 Nimikkeiden rakenne

Oma valmistenenimikkeitä on noin 250, joista kerrallaan varastoituna on noin 150 nimikettä. Varastoyksikkönä on yksi kappale, joka on yksi levy. Asiakkaat tekevät tilauksia kappaleissa, neliöissä tai lavoissa, mutta varastoyksikkönä on aina yksi kappale = levy. Kun tarkastellaan tuotannon määrää tai kapasiteettia ja varaston määrää käytetään mittayksikkönä kuitenkin neliömetriä (m²). Varaston arvostuksessa käytetään varaston arvoa euroissa.

Kipsilevyt varastoidaan nipuissa varastotorneihin (kuva 3, s. 13). Varastoitavassa levynipussa on vakiomäärä levyjä tuoteryhmittäin taulukon 1 mukaisesti. Konepakattu vakionippu on poikkeus. Vakioniput pakataan varastonipuista, jolloin varasto ja myyntiyksiköksi tulee yksi paketti, joka on yksi vakionippu pakattuna. Esimerkiksi GN 13 Gyproc normaali on levyinä varastossa 54 kpl nipuissa (taulukko 2), mutta kun se pakataan, tulee siitä 1 paketti, joka sisältää 54 levyä.

Taulukko 2. Kipsilevynippujen pakkauskokoluettelo eri tuoteryhmien mukaisesti.

Tuote	Myyntinimi	Pakkauskoko levyä / vakionippu
GN 13	Gyproc Normaali	54
GEK 13	Gyproc Erikoiskova	50
GTS 9	Gyproc tuulensuoja	60
GENE 13	Gyproc Normaali Ergo	54
GEKE 13	Gyproc Erikoiskova Ergo	50
GSE 6	Gyproc Saneerauslevy	60
GL 15	Gyproc Lapikas Lattialevy	40
GRI 13	Gyproc kylppäri märkätilalevy	40
GRIE 13	Gyproc Kylppäri Ergo	40
GNS	Vientilevy	54
GKBI	Vientilevy	54



Kuva 3. Kipsilevyjen varastointia Gyproc Kirkkonummen tehtaalla.

5.3 ABC-XYZ-analyysi Gyprocin omavalmisteista

Työn tarkoituksena on suunnitella Gyprocin Kirkkonummen varastoon toimiva layout, johon on suunniteltu tuotteille kiinteät varastopaikat ylivarastoinnin rajoittamiseksi asiakaspalvelun heikentymättä. Nimikkeiden runsaan kirjon vuoksi on syytä tehdä ABC-analyysi myyntimäärän mukaan luokiteltuna. Toimeksiantajan ohjeen mukaan tehdään analyysi 80-15-5-prosenttiosuuksien mukaan, jossa A-luokka on 80 % myynnistä, B-luokka 15 % ja C-luokka 5 %. Otanta on kolmen kuukauden myynti. Samalla tehdään myös XYZ-analyysi varastosta ottokertojen mukaan. Luokitteluna käytetään ABC-luokituksen mukaan prosenttiosuuksien mukaan 80-15-5-luokittelua. Luokitteluista saadaan kuva tärkeimmistä tuotteista sekä tuotteiden sijoittelua varten tuotteista, joita tarvitaan useimmin lastaus- ja keräilytapahumiin.

ABC-XYZ-luokituksen tarvittavat myynti ja kulutustiedot saadaan SAP R/3-toiminnanohjausjärjestelmän MM-moduulin toiminnasta MC.B, josta tiedot on siirretty Excel-taulukoksi. Taulukkoon lasketaan prosenttiosuudet myyntiosuudesta eli ABC-analyysi sekä prosenttiosuudet kulutuskertojen lukumäärästä eli XYZ-analyysi. Taulukko on liitteenä (Liite 1).

Kun tarkastellaan ABC-luokituksen (Liite 1) tulosta (Taulukko 3, s. 14), nähdään analyysin noudattavan hyvin Vilfredo Pareton 80/20-sääntöä. Nimikkeitä oli varastossa yhteensä 183 kpl, joista A-luokkaan kuuluu 33 kpl, eli 18 %. Toisin sanoen 18 % nimikkeistä tuo 80 % myynnistä. X-luokkaan kuuluu 36 kpl eli 20 % nimikkeistä tekee 80 % kulutuskerroista.

Taulukko 3. ABC-XYZ-analyysin tulos luokittain. Taulukko on koottu liitteestä 1.

Luokka	nimikkeitä kpl	osuus
A	33	18 %
B	44	24 %
C	106	58 %

X	36	20 %
Y	46	25 %
Z	101	55 %

Taulukosta 3 käy myös ilmi, että heikoimpien luokkien C ja Z määrä nimikkeistössä ylittää puolet nimikkeiden kokonaismäärästä. Kun tarkastellaan nimikkeen keskimääräistä varastoarvoa, voidaan arvioida varastoon pysähtyneiden nimikkeiden vaikutusta pääoman kiertoon varastossa.

Taulukkoon 4 (s. 15) on koottu liitteestä 1 nimikkeiden lukumäärä ABC-XYZ-neliluokituksen mukaan sekä luokkaan sijoittuvien nimikkeiden varastoarvon osuus kokonaiskeskivarastosta. Taulukosta käy ilmi, että 53 % varastoarvosta sitoutuu nopeimmin kiertävälle AX-luokalle, mutta heikoimmin menestyvä ja kiertävä CZ-luokka sitouttaa kuitenkin 16 % varastoarvosta. Tätä CZ-luokkaa tarkastellessa toimeksiantajan kanssa huomataan, että osa nimikkeistä on nk. asiakasräätelöityjä tuotteita, joita on sovittu pidettäväksi varastossa, mutta kierto on huono, ja tuotteen luonne on sellainen, että tuotantoeräkoot halutaan tuotantoteknisistä syistä pitää suurena suhteessa myyntiin. Osa tuotteista on MTO tyyppisiä tilaustuotteita, joista osa on jäänyt varastoon. Osa tuotteista on taas ajateltu olevan hyvin kaupaksi käyvää, mutta tuote onkin jäänyt varastoon. Nimikkeistä 30 kpl on sellaisia, joissa ei ole yhtään myyntitapahtumaa tarkastelujakson aikana. Koska tavoitteena oli 14 päivän kierto, on varastopaikkoja suunniteltaessa syytä pohtia onko näille tuotteille vielä markkinoita, vai onko jo syytä kirjata tuotteet pois varastosta tappioksi.

Taulukko 4. ABC-XYZ-neliluokituksen nimikkeiden määrä luokkiin sekä luokkien osuus varastoarvosta.

Nimikkeiden lukumäärä luokan mukaan

A	30	3	0
B	4	31	9
C	2	12	92
	X	Y	Z

Keskivaraston arvon osuus luokan mukaan

A	53 %	3 %	0 %
B	3 %	16 %	3 %
C	1 %	5 %	16 %
	X	Y	Z

5.4 Varmuusvarasto

Työn tarkoituksena oli määrittää sopivan kokoiset kiinteät varastopaikat eri nimikkeille varastolähtöisen materiaaliohjauksen mahdollistamiseksi. Jotta tämä onnistuu, on määritettävä sopivat tunnusluvut varastoitaville nimikkeille. Varastolähtöiseen ohjaukseen tarvitsee tuotteille määrittää varmuusvarasto, tilauspiste ja maksimivarasto. Määritteenä toimeksiantajalta oli, että jokainen tuote pystytään valmistamaan yhden viikon sisällä. Työssä käytetään tätä määrettä hankinta-aikana määritettäessä varaston tunnuslukuja. Palvelutasoksi määritettiin 98 %.

Nimikkeiden luokituksessa käy ilmi, että C-luokan tuotteet eivät juuri liiku. Kipsilevyn varastointi tapahtuu varastopinoihin, joten pienin varastopaikka on yhden varastopinon varaama lattiapinta-ala. Täten ei C-tuotteille ole syytä laskea varaston tunnuslukuja, vaan varataan varastoitaville nimikkeille yksi lattiaruutu nimikettä kohti. A- ja B-luokan saaneille nimikkeille määritetään varmuusvarasto, kuten on esitetty luvussa 4.2.

Esimerkkinä yksi nimike 10111:

Nimike saa ABC-XYZ-neliluokituksessa luokan BY, eli se kuuluu luokkaan, joka kerää 15 % myynnistä ja 15 % tapahtumakerroista. Kulutus saadaan SAP R/3:n tapahtumalla MB51, jossa otetaan varastotapahtumat myynti ja pakkauskoneen kulutus varastosta, koska kyseessä on levytuote, jolle on myös vakiopaketti eri nimikkeellä. Nimike on siis myös raaka-aine pakkauskoneelle. Seurantajaksolla 14 viikon aikana tuotetta on kulutettu varastosta taulukon 5 mukaisesti.

Taulukko 5. Taulukossa on esitetty nimikkeen 10111 kulutus varastosta. Jokainen luku kuvaa yhtä kulutuskertaa. Kulutuskertoja on 21 kpl.

54	324	324	30	108	12	864	108	270	42	108
162	216	54	50	54	117	110	702	540	6	

Kun nimikkeen 10111 palvelutaso määritettiin 98 %:n mukaan, saadaan kertoimeksi $k=2,05$ normeeratun normaalijakauman taulukosta (taulukko 1, s. 10). Hankinta-ajaksi määritettiin yksi viikko toimeksiantajan ohjeen mukaisesti.

Keskihajonta s on laskettu luvun 4.2 mukaisesti, mutta apuna suuren määrän vuoksi on käytetty Excel-ohjelman keskihajonnan laskemistoimintoa, josta saatu keskihajonta $s = 234,5$

Varmuusvarasto nimike 111: $B = 2,05 * 234,5\sqrt{1} = 480,5$ eli 481 kpl

Liitteessä 2 on jokaiselle A- ja B-tuotteelle laskettu varmuusvarasto.

5.5 Tilauspiste

Varastopaikkojen ja niiden koon määrittämiseksi määritetään tilauspiste nimikkeille. Tilauspisteen laskenta kuvataan luvussa 4.3. Tilauspisteeseen saavuttaessa on hankinta-ajan verran aikaa täydennykselle. Jos kysyntä on epätasaista, on varmuusvaraston verran pelivaraa.

Esimerkkinä käytetään samaa nimikettä 10111, jonka varmuusvarasto B määritettiin luvussa 5.4. Oletettuna kysyntänä D käytetään luvussa 5.4 esitetyn 14 viikon varastokulutuksien keskiarvoa yhdelle viikolle $D = 303,9$ kpl.

Tällöin tilauspiste $T = 303,9$ kpl * 1 + 480,5 kpl = 784,4 kpl

Tuotteen pakkauskoko on 54 levyä nipussa, joten tilauspiste asettuu 14,5 nipun kohdalle. Käytännössä, kun varastotaso saavuttaa 15 nipun eli 810 levyn rajan saavutetaan tilauspiste, josta on hankinta-ajan verran aikaa valmistaa uusi erä.

Liitteessä 2 on laskettuna tilauspisteet kaikille A- ja B-luokan tuotteille.

5.6 Maksimivarasto ja minimivarasto

Maksimivaraston määrittelyyn käytetään min- ja max-menetelmää, joka kuvataan luvussa 4.4. Maksimivarastotasoa käytetään myös suunniteltaessa varastopaikkojen kokoa eri nimikkeille.

$\text{maksimivarasto} = T + L * D$, jossa T on tilauspiste, L on hankinta-aika ja D on viikkokysyntä.

Esimerkkinä tuote 10111:

$$\text{maksimivarasto} = 785 \text{ kpl} + 1 * 304 \text{ kpl} = 1090 \text{ kpl}$$

Käytännössä nippukoon ollessa 54 on maksimivarasto 21 nippua eli 1134 kpl.

Minimivarastona käytetään tilauspistettä, joka on laskettu luvussa 5.5.

Liitteessä 2. ovat laskettuna maksimivarastot tuotteittain A- ja B-luokkiin.

5.7 Varastolaskennan tulokset

Varastolaskelmat antavat tiedon tärkeimmistä tuotteista ja tuotteille oikeista varastointimääristä. Liitteenä oleviin laskelmiin on lisätty myös keski-varaston riittävyys viikoissa. Huomataan, että hyvin kiertävillä A-tuotteilla varaston kulutus on sen verran tasaista, että laskennallinen varmuusvarasto on pieni. Vähemmän liikkuvilla B-tuotteilla kulutus on sen verran epätaisaista, että varmuusvarasto kasvaa ja näin kasvaa myös varaston kiertoaika ja sitoutunut pääoma. C-tuotteissa kiertoajat ovat pitkät. Tuotteista kaksi saa luokan CX, joka tarkoittaa, että tuotetta otetaan usein mutta pieniä määriä. Näissä tuotteissa olisi saatava hankinta-eräkoko mahdollisimman pieneksi, jotta tuote saisi mahdollisimman pienen kiertoajan.

Tavoite 14 päivän keskivarasto pystytään toteuttamaan, jos varastoarvoa nostattava CZ-luokituksen saaneiden tuotteiden osuus pystytään pienentämään. C-tuotteille on vaikea saada nopeaa kiertoaikaa, ellei varastointimäärää ja hankintaerän kokoa pienennetä. A-tuotteiden kierto on nopea ja niiden osuus keskivaraston kierrosta pysyy 10 ja 14 päivän välillä.

6 VARASTON LAYOUT

Layoutin, varastopaikkojen ja toimintojen suunnittelussa on otettava lähtökohdaksi selkeä ja turvallinen operointi. Saint-Gobain konserni antaa tietyt raamit turvallisuusstandardissa, joka toimii miniminä suunniteltaessa varastotoimintoja.

Tässä työssä ei ole tarkoitus määrittää hyvää varastorakennusta tuotteille, koska tiedetään sen olevan taloudellisesti liian suuri investointi nykyisellä menekillä. Työn tuloksena saadaan optimoitu varaston layout nykyisiin varastorakennuksiin ja varastopaikkoihin pienin toteutettavissa olevin muutoksin.

Varaston layoutin suunnittelussa käytetään pinoamiskorkeutta 6 nippua. Muutamalla tuotteella on nippukorkeudeksi katsottu 8 nippua. Pinoamiskorkeus on määritetty tehtaan varastoinnin työohjeessa.

6.1 Tuotteiden sijoittelu

Tuotteet sijoitetaan varastopaikoille luvun 5 laskelmien perusteella. Sijoituksessa otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan XYZ-analyysin tulokset, jolloin usein haettavat tuotteet sijoitetaan lähemmäksi lastausaluei-

ta. Huomioon on otettava ja otettu myös vakiopakattujen P-tuotteiden tuotannon kulutus pakkaamattomien varastosta, joiden sijoitus on tehty lähelle pakkauspaikkaa. Vakiopakattu P-tuote on merkitty varastoarvolaskelmiin. Kulutus pakkaamattomasta tuotteesta on huomioitu samalla tavalla, kuin myynnin kulutus. Pakatuille nimikkeille lasketut varastoarvojen lähtökohtana on yhden päivän hankinta-aika pakkauskoneella. Pakkauskoneneen asetusajat ovat lyhyet, joten vakiopakattut tuotteet saadaan seuraavana päivänä tuotantotilauksesta. Vakiopaketin raaka-aineena olevan pakkaamattoman varastopiste laskelmissa on otettu huomioon pakkauskoneneen oletettu kysyntä varastosta.

Esimerkkinä on tuote 10111, jota käytettiin esimerkkinä laskelmissa luvuissa 5.4–5.6. Tuotteen maksimivarasto on 1134 kpl, joka on 6 nipun (54 kpl /nippu) varastopinoissa 3,5 varastopinoa. Tuote sijoitetaan siis sellaiseen varastopaikkaan, missä on pohja neljälle varastopinolle, kuten kuvassa 4 (s. 19) ja liitteessä 3 näkyy.

Nimikkeiden sijoittelu varastopaikoille tehdään maksimivaraston mukaan, jolloin tuotetta on tarpeeksi kysynnän tyydyttämiseksi, mutta varaston maksimimäärä on määritetty ylivarastoinnin ehkäisemiseksi. A- ja B-tuotteille ja muutamalle C-tuotteelle, joiden tiedetään olevan tukituotteita korkeamman volyymin tuotteille, tehdään kiinteät varastopaikat. MTO-tyyppisille tilaustuotteille tehdään dynaamiset eli muuttuvat paikat, jolloin tietty nimike on varastopaikalla vain lyhyen ajan kunnes se lähetetään eteenpäin. MTO-paikkoja on jokaisessa varastossa. Myös varastossa oleville C-tuotteille tehdään muuttuvat paikat, mutta ne sijoitetaan varastoon 3, jossa ne eivät vie tilaa aktiivisilta tuotteilta.

6.2 Layout-kartta

Toimeksiannon mukaan tehdään suunnitelluista varastopaikoista layout-kartta, jota voidaan käyttää apuna varaston operoinnissa sekä suunnittellessa tuotantoa. Layout-kartta on tehty Excel-taulukkona, josta pystyy laskemaan varastopaikkojen kapasiteetin nimikekohtaisesti. Taulukko on liitteenä 3.

Layout-karttaan on myös merkittävä alue, johon asiakaspalautukset kootaan keskitetysti tarkastamista ja hyvittämistä varten. Tämä alue sijoitetaan varastoon 3. Kuvassa 4 (s. 19.) on ote kartasta varastossa 1.

324	324	324	324	32
324	324	324	324	32
324	324	324	324	32
1E5	1E5	1E6	1E7	1E
10110	10110	10110	10110	101

10143	10111	10106	10106	101
1D5	1D6	1D7	1D8	1D
300	324	324	324	32
300	324	324	324	32
300	324	324	324	32
300	324	324	324	32

3	10111	10	Nimike
5	1D6	11	Varastopaikka
	324	3	Nimikkeitä
	324	3	tornissa
	324	3	
	324	3	

Kuva 4. Kuvassa näkyy tuotteiden sijoitus varastopaikoille nimikkeittäin varastossa 1. Näkymä on ylhäältä katsottuna.

Koska varastointi tapahtuu varaston lattialle varastopinoihin, ei yleisesti käytössä oleville hyllypaikkamerkinnöille ole paikkaa. Käytännössä varastopaikkojen merkeille jää kaksi paikkaa, joko lattialle tai kattoon. Molemmissa on hyvät ja huonot puolensa. Kattoon ripustetut varastopaikka- taulut pysyvät luettavissa pitkään ja ovat selkeät, mutta muutokset on vaikea suorittaa, koska varaston katosta roikkuvat taulut on sijoitettava vähintään kuuden metrin korkeuteen. Yleisimmin Saint-Gobainin kipsilevytehtaissa käytetään varastopaikka merkintänä lattiaan merkittyä, joko varastopaikan numeroa ja/tai nimike numeroa.

Kuvassa 5, joka on otettu Saint-Gobainin Unkarin kipsilevytehtaalta, näkyy hyvä tapa merkitä varastopaikat lattiamerkein. On huomattava, että varastopaikoille on maalattu jokaisen varastopinon paikka erikseen. Tämä on helposti toteutettavissa oleva hyvä tapa.



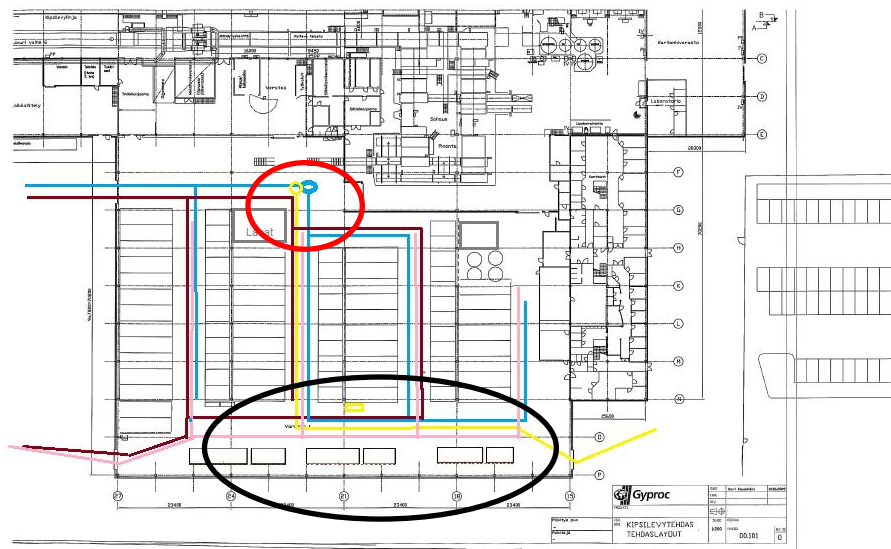
Kuva 5. Kuvassa on varastopaikkamerkinnät Saint-Gobainin Kipsilevytehtaalta Unkarista. Kuvaan merkitty tuotenimi KB19 sekä jokaisen varastopinon paikka ruutuna.

Merkintätapana ehdotetaan, että yksilöidään varastopaikka sen sijainnin perustella, esimerkiksi 2A4, joka tarkoittaa: varasto 2, Rivi A, paikka 4. Oletuksena on, että yhteen varastopaikkaan varastoidaan yhtä nimikettä. Eri nimikkeitä ei siis varastoida peräkkäin samalle varastopaikalle.

6.3 Liikennereitit

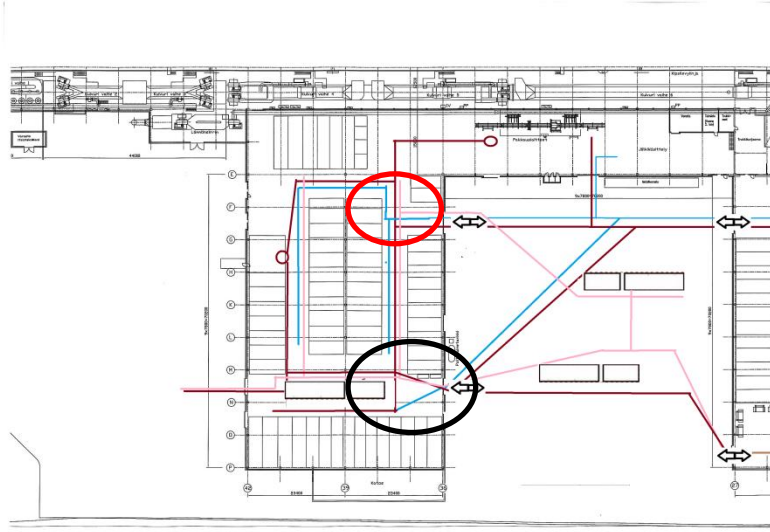
Liikennereittisuunnittelussa lähtökohtana on turvallisuus. Reittisuunnittelu lähtee nykyisestä tilanteesta, mistä kartoitetaan riskipaikat. Liikenne suunnittelu keskittyy varastoihin 1 ja 2, joissa on paljon operaattoreita samaan aikaan liikenteessä.

Tarkasteltaessa nykyistä tilannetta varastossa 1 (kuva 6) huomataan, että varastossa operoivien trukkien reitit kohtaavat useilla alueilla. Pahimmat paikat ovat risteyksessä tuotannon ulosottoalueella (merkitty punaisella soikiolla), ja lastausalueella (merkitty mustalla soikiolla), jossa liikenne risteää huomattavan monen trukin kesken. Lastausalueella riski törmäykseen on suuri, koska alueella on myös vierailevia kuljettajia noutamassa kuormaa.



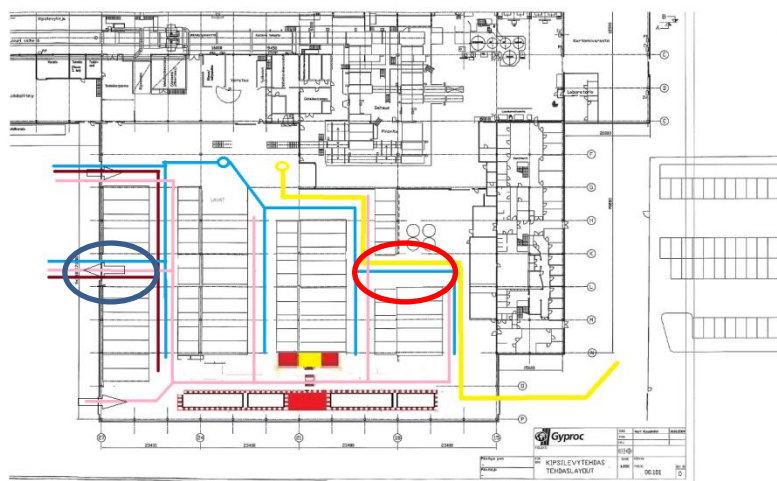
Kuva 6. Kuvassa on esitetty nykyinen tilanne liikennereiteistä. Sininen reitti kuvaa tuotannon siirtämistä varastoon, keltainen reitti tuotannosta kierrätyslaitokselle, tumman punainen on varastotrukin reitti varastosta pakkauskonelle ja vaaleanpunainen lastastrukkien kulkureitit.

Varastossa 2 ja varastojen 1 ja 2 välisellä pihalla 1 on riski risteävän liikenteen törmäykselle ilmeinen (kuva 7 s. 21). Punaisella ympyrällä on merkitty nelitahoinen risteys johon kohdistuu useamman trukin liikenne. Mustalla ympyrällä on kuvaan 7 merkitty oven ja lastauspaikan läheinen risteys, jossa usean operaattorin ajoreitit kohtaavat. Huomioitavaa on myös, että kaikki ovet ja kulkureitit ovat kaksisuuntaisia.



Kuva 7. Kuvassa on liikennereitit varastossa 2 ja varastojen 1 ja 2 välisellä pihalla. Sininen reitti kuvaa tuotannosta ajoa varastoon, punainen reitti pakkauskooneelle ja keräilypakkauspaikalle sekä vaaleanpunainen reitti kuvaa lastaus-trukkien reittiä.

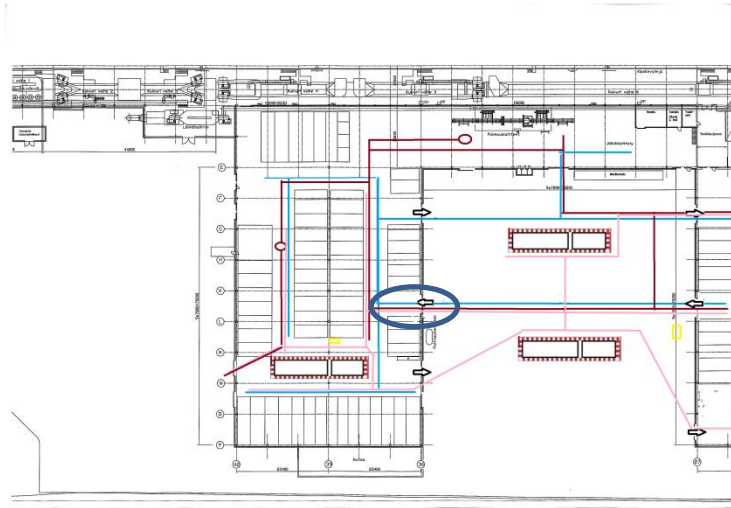
Ongelmaa lähestytään kulkureittien yhdensuuntaistamisella ja risteävien reittien vähentämisellä. Muuttamalla varastopaikkoja varastossa yksi, saadaan keltaisella merkitty tuotannon ajo kierrätykseen ohjattua pois lastausalueelta. Iso muutos liikennereitteihin saadaan aikaan tekemällä uudet kulkuovet varastoista 1 ja 2 varastojen väliselle pihalle. Näin kaikki kulkuovet saadaan yksisuuntaisiksi. Lopputuloksena lastausalueella ei liiku kuin lastaustrukit (kuva 8). Kuvassa näkyvä sininen ympyrä on uusi ovi ja punaisen ympyrän kohdalla on tehty muutos varastopaikkoihin. Muutos on mahdollinen välittömästi, koska varaston kantaviin rakenteisiin ei tarvitse tehdä muutoksia.



Kuva 8. Kuvassa on esiteltyä suunnitelma kulkureiteille. Sininen ympyrä kuvastaa uuden oven paikkaa ja punainen ympyrä muutamman varastopaikan muutosta kulkureitiksi.

Myös varastossa 2 uusi ovi vähentää risteävää liikennettä ja yhdensuuntaistaa kulkureitit (Kuva 9). Varastojen 1 ja 2 välissä olevaan pihan ristikkäisliikenne poistuu ja kulkureitit saadaan yksisuuntaisiksi.

Reittisuunnittelu on tehty varastoissa, joissa jalankulkureitit ovat jo ennestään eroteltu muusta varaston liikenteestä. Muussa tapauksessa myös jalankulkureittien suunnittelu olisi ollut tämän työn aihe.



Kuva 9. Kuvassa on varaston 2 suunnitellut uudet kulkureitit. Sininen ympyrä kuvastaa uuden kulkuoven paikan, joka mahdollistaa yhdensuuntaisen liikenteen ovista.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tehtaan varaston fyysinen rakenne on haastava. Eri varastorakennukset sijaitsevat kaukana toisistaan ja sisälogistiikka on vilkas ja kuormittava. Varastorakennuksien 1 ja 2 kapasiteetti riittää kuitenkin ABC-analyysin tuloksen mukaisten A- ja B-tuotteiden sijoitukseen näihin kahteen varastorakennukseen. Varastot 1 ja 2 sijaitsevat lähellä tuotannon ulosottopäätä ja pakkaustoimintoja, joten on järkevää keskittää volyymituotteiden varastointi näihin varastorakennuksiin. Huonosti kiertäville tuotteille löytyy sijoituspaikka kauempana olevassa varastossa 3.

Luvussa 5.3 esitetyn ABC- ja XYZ-analyysin tuloksena voidaan nähdä taulukossa 4. suuren osan varastoon sidotusta arvosta sitoutuvan tuotteisiin, joilla on hyvä kierto ja kysyntä. Kuitenkin varastoarvoa rasittaa CZ-tuoteryhmä mikä on käytännössä pysähtynyt varastoon ja jonka varastoarvo on peräti 16 % tarkasteluajankohdan varastoarvosta. Tätä ryhmää on aktiivisesti alettava vähentämään, koska se sitouttaa pääomaa, joka ei tässä ryhmässä kierrä eikä tuota. Lisäksi hitaasti kiertävät tuotteet vievät varastokapasiteettia paremman kysynnän tuotteilta.

Jos varaston kiertoaikaa halutaan lyhennettävän vielä 14 päivästä esimerkiksi 7 päivään, on mahdollista saada koko varastotoiminta, mukaan lukien välitettävien tuotteiden varastointi, varastoihin 1 ja 2. Tällöin varaston 3 rakennus ja tilat voidaan esimerkiksi vuokrata muille tai purkaa ainakin osittain.

Varastopaikkamerkintöihin on olemassa useita välttäviä tapoja, muttei juurikaan yhtään erinomaista. Parhaaseen tulokseen päästään selkeällä merkintälogiikalla ja lattiamaalauksilla.

Suurin turvallisuusriski varastoissa ovat liikkuvat raskaat kulkuneuvot ja niiden kohtaamiset keskenään ja jalankulkijoiden kanssa. Pienin fyysisin muutoksin saadaan poistettua tai vähennettyä pahimmat riskipaikat. Liikennejärjestelyn muuttuessa on muistettava, että on tärkeää tehdä merkinnät ajoreitteihin ja kulkuväyliin, jottei tule muutoksen aiheuttamia väärinkäsityksiä.

LÄHTEET

Compagnie de Saint-Gobain. n.d.a. About Group. Viitattu 15.5.2015
www.saint-gobain.com/en/group/about-saint-gobain.

Karrus, K.E. 2003. Logistiikka. 3-4. p Helsinki WSOY

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. n.d.a. Saint-Gobain Rakennustuotteet.
Viitattu 12.5.2015
<http://www.saint-gobainrakennustuotteet.fi/saint-gobain-rakennustuotteet-oy/saint-gobain-rakennustuotteet-oy>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. n.d.b. Gyproc Saint-Rakennustuotteet.
Viitattu 12.5.2015
<http://www.gyproc.fi/yritys/>

Sakki, J. 2014. Tilaus- ja toimitusketjun hallinta, digitalisoitumisen haasteet. 8. p Jouni Sakki OY

