

# Varaston layout

Eino Jaakkola

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2014

Logistiikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä Jaakkola, Eino	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 17.12.2014
	Sivumäärä 55	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
<b>Opinnäytetyön nimi</b> VARASTON LAYOUT		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Vauhkonen, Petri, Kervola, Henri		
Toimeksiantaja(t) KSPT-Insulation, Petri Kolehmainen		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella työn tilaajalle, KSPT-Insulationille, kolmesta viiteen layoutsuunnitelmaa, jotka olisivat kooltaan 1 000 m<sup>2</sup>-1 500 m<sup>2</sup>. Työ aloitettiin selvittämällä nykyiset varastotilat ja varastoitavat materiaalit ja tavarat. Kun nämä asiat oli selvitetty, sovittiin työssä käytettävät materiaalien ja tavaroiden varastointimäärät. Näistä lähtökohdista lähdettiin tekemään layoutsuunnitelmia.</p> <p>Layoutsuunnitelmat piirrettiin Excel-laskentaohjelmalla. Kaiken kaikkiaan layoutsuunnitelmia tehtiin seitsemän erilaista. Alkuperäinen tavoite layoutsuunnitelmien määrästä ylittyi, sillä suunnitelmia tehdessä huomattiin, ettei kaikkia suunnitelmia voinut sellaisenaan käyttää, vaan niitä oli muutettava. Myös toteuttamiskelvottomat suunnitelmat jäivät opinnäytetyöhön.</p> <p>Opinnäytetyötä työn tilaajalle esitettäessä nostettiin yksi layoutsuunnitelma ylitse muiden. Myöhemmin kuitenkin huomattiin yhden suunnitelman olevan lisäsuunnittelemisen ja kehittämisen arvoinen. Työhön ei sisälly käyttökelpoisimman suunnitelman valintaa, vaan lopullinen valinta jäi KSPT-Insulationin tehtäväksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat)  Varasto, varastointi, layout, layoutsuunnittelu, layouttyypit, hyllyratkaisut.		
Muut tiedot		



Author(s) Jaakkola, Eino	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 17.12.2014
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 55	Permission for web publication: x
Title of publication Warehouse layout		
Degree programme Degree programme in Logistics		
Tutor(s) Vauhkonen, Petri, Kervola, Henri		
Assigned by KSPT-Insulation, Petri Kolehmainen		
Abstract <p>The aim of thesis was to design three to five layout designs in size 1 000 m<sup>2</sup>-1 500 m<sup>2</sup> for KSPT-Insulation, the assignor or the work. The project began by investigating the existing storage facilities and materials and the products which needed to be stored. After defining the existing capacity, the materials and stock quantities used in these layout plans were agreed on with the customer which formed the basis for planning the layout designs.</p> <p>The layout designs were drawn using Excel spreadsheet program. In the end there were seven different layout designs. The set target amount for the layout designs was exceeded, because when the layouts were designed, it was found that all the designs couldn't be used as such, but they needed further improvement. The infeasible designs are included in this thesis, too.</p> <p>When the thesis and findings were introduced to the company, one of the layouts was presented as being better than the others. However, it was noticed later that another layout was worth further planning and development. This thesis does not include selecting the most useful layout design. The final decision was left for KSPT-Insulation.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Warehouse, warehousing/storage, layout, layout design, layout types, shelving/shelf solutions.		
Miscellaneous		

# SISÄLTÖ

<b>1. Johdanto</b> .....	4
1.1 Työn tavoitteet ja toteutus .....	4
1.2 Opinnäytetyön rakenne .....	5
1.3 Tutkimusmenetelmä .....	5
1.4 Layoutin merkitys .....	6
<b>2. Yritysesittely</b> .....	7
<b>3. Varastointi</b> .....	7
3.1 Varaston toiminnot .....	8
3.2 Varastointtavat .....	10
3.3 Varastointiratkaisut .....	13
<b>4 Layoutsuunnittelu</b> .....	20
4.1 Määritelmä .....	20
4.2 Layoutsuunnittelun tavoitteet ja haasteet .....	21
4.3 Layouttyypit .....	21
4.3.1 Varastolayout .....	21
4.3.2 Tuotantolayout .....	23
4.4 Layoutin valinta .....	27
<b>5 Suunnitteluprosessi</b> .....	28
5.1 Lähtötilanne ja vaatimukset .....	28
5.2 Layoutit .....	34
5.2.1 Layout 1 .....	34
5.2.3 Layoutit 3 ja 3.1 .....	42
5.2.4 Layoutit 4 ja 5 .....	46
<b>5.3 Hyllyratkaisut</b> .....	48

<b>6 Yhteenveto, pohdinta</b> .....	51
<b>LÄHTEET</b> .....	54

## KUVIOT

KUVIO 1. Varaston materiaalitoiminnot (Johdatus logistiseen ajatteluun 2011,130) .....	9
KUVIO 2. Varaston materiaalin käsittely (Johdatus logistiseen ajatteluun 2011,141) .....	10
KUVIO 3. Varastoteknologia jaettuna tavaran muodon, koon ja painon mukaan (Varastojen suunnittelu 1983b, 61) .....	14
KUVIO 4. Vakio kuormalavahyllyjen mitoitus edestä ja sivulta (Intolog) .....	15
KUVIO 5. Kuormalavahyllyn rakennekuva (hyllytek) .....	16
KUVIO 6. Syväkuormaushyllystö (Toyota) .....	17
KUVIO 7. Push Back -hyllystö (Toyota).....	18
KUVIO 8. Läpivirtaushylly (Intolog).....	19
KUVIO 9. Läpivirtaushyllystö (hyllytek).....	19
KUVIO 10. Läpivirtaus .....	22
KUVIO 11. U-virtaus.....	23
KUVIO 12. Tuotantolinjalayout .....	24
KUVIO 13. Funktionaalinen layout .....	25
KUVIO 14. Solulayout.....	26
KUVIO 15. Hyötyarvomatriisi (Teollisuustalous 2009, 481) .....	28
KUVIO 16. Nykyinen lämminvarasto .....	29
KUVIO 17. Metallikela .....	30
KUVIO 18. Paroc-lava .....	31
KUVIO 19. Peltiarkkilava .....	31
KUVIO 20. Telttavarasto.....	32
KUVIO 21. Pakkaamon sijainti .....	34
KUVIO 22. Pakkaamon tilankäyttö .....	35
KUVIO 23. Vuokravaraston hyllyjen asemointi .....	36

KUVIO 24. Telttavaraston hyllyjen asemointi .....	37
KUVIO 25. Uuden liittymän ja lämminvaraston asemointi .....	38
KUVIO 26. Ahdas kulkuväylä .....	39
KUVIO 27. Kulkuväylän leventäminen.....	40
KUVIO 28. Uusi liittymä .....	41
KUVIO 29. Hyllyjen asemointi .....	42
KUVIO 30. Lämminvaraston ja tarvikehuoneen laajennus, sekä uusi kylmävarasto .....	43
KUVIO 31. Hyllyjen asemointi .....	44
KUVIO 32. Lämminvaraston uusi muoto .....	45
KUVIO 33. Hyllyjen asemointi layout 3.1 .....	45
KUVIO 34. Layout 4 .....	46
KUVIO 35. Layout 5 .....	47
KUVIO 36. Tynnyri- ja kela-alusta (Bito lagertechnik).....	50
KUVIO 37. Tynnyrialusta (Kasten) .....	50

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Vertailutaulukko (Uusi-Rauva ym. 1999, 441) .....	27
TAULUKKO 2. Layoutvaihtoehtojen sisällys.....	33
TAULUKKO 3. Layoutien pinta-alat.....	33
TAULUKKO 4. Hyllystötyyppien vertailua (Kasten) .....	48

# 1. Johdanto

## 1.1 Työn tavoitteet ja toteutus

Opinnäytetyön tilaajalla, eristys-, kunnossapito-, asbestisaneeraus- ja telinpalveluja tarjoavalla KSPT-Insulationilla on vuokrattuna lämminvarasto, joka sijaitsee n. 200 metrin päässä tuotantotiloista. Tästä johtuen raaka-aineiden siirtoon kuluu ylimääristä aikaa, joka on pois varastomiehen muusta työskentelyajasta. Myös KSPT-Insulationin toiminnan laajeneminen aiheuttaa paineita muuttaa varastointia.

Opinnäytetyössä haetaan KSPT-Insulationille layoutratkaisua 1 000 m<sup>2</sup>-1 500 neliömetrin varastolaajenukselle, jolloin heidän lämmin varastotila laajennettaisiin kaksin-kolminkertaiseksi. Laajennuksen tulee olla lähempänä 1 000 neliometriä, kuin 1 500 neliometriä, riippuen kuitenkin nykyisen varaston ja sen oletetun kasvun tuomasta tilantarpeesta.

Tavoitteena oli tehdä kolmesta viiteen layoutiltaan erilaista varastointiratkaisua. Suunnitelmassa tuli huomioida pakkaamon tarve, yritystoiminnan laajentuminen ja mahdollinen valmistuotevarasto, sekä pyrkimys päästä vuokravarastosta eroon. Työssä tuli myös ottaa huomioon mahdollinen uusi liittymä tontille. Layoutit piirrettiin Excel-tilukkolaskentaohjelmalla.

Työ aloitettiin tutustumalla nykyisiin varastoihin pinta-aloiltaan, hyllymetreittäin, ja tekemällä karkea inventaario varastoitavista tuotteista. Samalla myös haastateltiin varastonhoitajaa, ja selvitettiin hänen toiveita ja työssään huomaamiaan ongelmakohtia. Kun varaston nykyinen koko oli tiedossa, sovittiin layoutsuunnittelussa käytettävä varaston koko. Näillä lähtötiedoilla aloitettiin varastolayoutien suunnittelu.

Työstä on rajattu varaston rakentamisen toteutussuunnitelma, rakentamisen toteutus, sekä kaikki kustannuslaskelmat pois. Työssä haluttiin valita tavaroille tarkoituksenmukaisin varastointi, ottamatta huomioon varastojen kiertonopeuksia sekä tavaroiden optimaalista sijoittamista. Myös pientarvike- ja työkaluvarastoa sovittiin käsiteltävän yhtenä kokonaisuutena erittelemättä varaston

sisältöä. Lopullisen valinnan layouttien välillä tekee työn tilaaja KSPT-Insulation heille sopivaan aikaan.

## **1.2 Opinnäytetyön rakenne**

Opinnäytetyö koostuu kuudesta pääluvusta. Ensimmäinen pääluku on johdanto. Johdannossa tuodaan esille layoutin merkitys yritykselle tänä päivänä. Siinä myös käydään läpi työn tavoitteet ja toteutustapa sekä kerrotaan lyhyesti tutkimustavasta.

Toisessa pääluvussa esitellään lyhyesti opinnäytetyön tilaaja jväskyläläinen KSPT-Insulation ja kerrotaan hiukan sen historiasta.

Kolmantena lukuna on teoriatietoa varastoinnista. Siinä käydään läpi varaston toimintoja, erilaisia varastointitapoja ja -ratkaisuja ammatilliseen kirjallisuuteen pohjautuen.

Myös neljäs luku pohjautuu ammatilliseen teoriaan. Luvussa määritellään sana layout, esitellään layouttyypit, käydään läpi hyvää layoutsuunnitelmaa sekä kerrotaan layoutsuunnittelun haasteista.

Viidennessä luvussa kerrotaan KSPT-Insulationin varastojen lähtötilanteista, käydään läpi varastoitavat tuotteet pääpiirteittäin, esitellään tehdyt layout-versiot ja hylly- ja varastointiratkaisut kuvin ja piirroksin.

Kuudes luku on varattu yhteenvedolle ja pohdinnalle.

## **1.3 Tutkimusmenetelmä**

Opinnäytetyöt voidaan jakaa kahteen ryhmään: toiminnalliseen ja tutkimukselliseen. Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen. Toiminnallinen opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta, käytännön tutkimuksesta ja kehittämisestä sekä raportoinnista.

Opinnäytetyö aloitettiin haastattelemalla yrityksen tuotantopäällikköä ja varastomiestä. Heiltä saatiin yleistä tietoa yrityksen tuotannosta ja varastoinnista sekä varastossa käytettävästä teknologiasta. Samalla aloitettiin nykyisten tilojen kartoittaminen. Selvitettiin varastotilojen fyysiset koot ja varastoitavat tuotteet. Määriteltiin tuotannon kannalta tärkeimmät raaka-ainemikkejä ja laskettiin materiaalien senhetkinen määrä. Tässä yhteydessä myös arvioitiin tarvitsevatko materiaalit lämmintä varastotilaa, vai voidaanko niitä varastoida lämmittämättömässä varastossa. Haastatteluissa tuotantopäällikkö antoi layout-suunnittelussa käytettävät materiaalmäärät, joissa oli mukana arvioitu tuotannon kasvu, ja määritteli tavoiteltavan pinta-alan.

Kun edellä mainitut perusasiat oli selvitetty, aloitettiin layoutien piirtäminen. Ensimmäiseksi piirrettiin jo olemassa olevat varastotilat ja hyllyratkaisut, ja kehitettiin niitä vastaamaan paremmin varastointitarvetta. Tämän jälkeen tehtiin muutamia toisistaan poikkeavia layoutsuunnitelmia käyttäen annettuja määreitä. Layoutien valmistuttua keskityttiin teoriapohjaisen viitekehyksen tekemiseen.

## 1.4 Layoutin merkitys

Tänä päivänä yrityksiltä vaaditaan yhä suurempaa tehokkuutta ja kannattavuutta koventuneen kilpailun johdosta. Jotta päästäisiin tehokkaampaan toimintaan ja suurempiin kustannussäästöihin, liiketoimintoja on alettu tutkia tarkemmin, ja varastointi on yksi tutkituimmista kohteista.

Raaka-aineiden ja erilaisten tuotteiden huono sijoittelu varastossa aiheuttaa yritykselle säästettävissä olevia kustannuksia mm. ylimääräisinä tavarankierron siirtelyinä. Jotta turhilta kustannuksilta siirroilta vältyttäisiin, tulisi varaston layoutin olla hyvin suunniteltu. Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon tuotteiden liikuteltavuus, koko, massa ja kiertoaika. Jotta layoutia voidaan alkaa järkevästi suunnitella, tulee suunnittelijan tutustua tarkasti varaston tuotteisiin ja raaka-aineisiin, hyllystöihin, laitteisiin ja materiaali virtauksiin, sekä selvittää mitä uudella layoutilla tavoitellaan.

## 2. Yritysesittely

KSPT-Insulation on keskisuomalainen eristys-, kunnossapito-, teline- ja asbestisaneerauspalveluja tuottava yritys. Yritys toimii Jyväskylässä ja on yksityisomistuksessa. Yrityksen omistavat Harri Parkkinen, Olli Lassila ja Manuheikki Lampinen. Vuonna 2013 liikevaihto oli n. 16 miljoonaa euroa, ja yrityksessä työskenteli n. 70 henkilöä.

Yritys on perustettu vuonna 1977 nimellä LVI-Eristys ay. Lisääntyneen teollisuuseristyksen myötä nimi muutettiin KSPT-Eristys oy:ksi vuonna 1982. Vuonna 2003 urakointi ja esivalmistus eriytettiin, ja yritys jakaantui KSPT-Lindner oy:ksi ja KESPET oy:ksi. Vuonna 2005 KSPT-Lindner oy vaihtoi nimensä KSPT-Insulation oy:ksi.

KSPT-Insulation oy suorittaa eristys- ja telineurakointia energiateollisuudessa, metsä- ja prosessiteollisuudessa, kemianteollisuudessa sekä elintarviketeollisuudessa. Teollisuus- ja LVI-eristysurakointi sisältää lämpö-, kylmä-, palosuoja- ja äänieristyksen. Telineurakointi sisältää asennuksen, vuokrauksen, suunnittelun ja konsultoinnin. Näiden lisäksi KSPT-Insulation tekee asbestieristyksiä. Yritys tuottaa myös suunnittelu-, konsultointi- ja valvontapalveluja eristyksiin liittyen.

KSPT-Insulation aikoo tulevaisuudessa panostaa liiketoiminnan kasvuun Pohjois-Euroopassa eritoten teollisuuseristys sekä telinepuolella. Kotimaassa yrityksen tavoitteena on laajentaa muun muassa kunnossapito-, teline- ja asbestisaneerauspuoltaan.

## 3. Varastointi

Arkikielenkäytössä varasto mielletään tilaksi, jossa erilaisia hyödykkeitä säilytetään. Liike-elämässä sanalla ”varasto” on laajempi merkitys, yleisesti ottaen

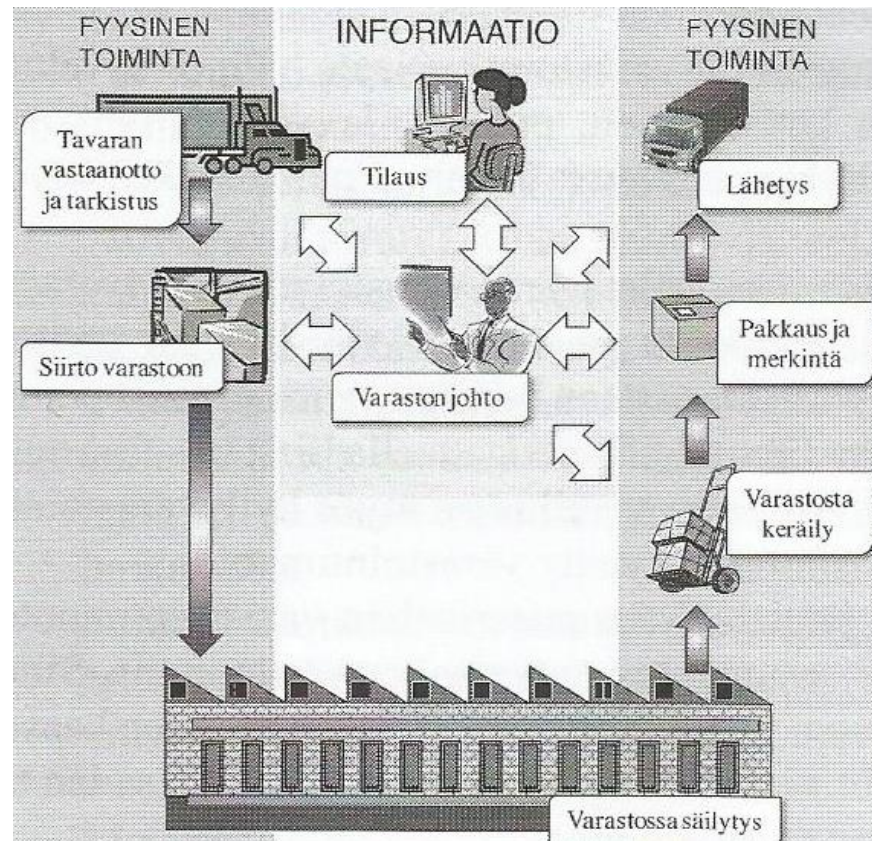
se rinnastetaan yrityksen vaihto-omaisuuteen. Varastolla taas tarkoitetaan säilytettäviä tavaroita, säilytetään ne sitten missä tahansa. (Sakki, 2003, 73.)

Lähes kaikki yritykset varastoivat, ostetut tuotteet varastoidaan niiden käyttöön asti. Jotta yritykset saavuttaisivat rahallisia tai ajallisia etuja hankinnoissa, valmistuksessa ja kuljetuksissa, ovat materiaalivarastot lähes välttämättömiä. Yleensä alennukset määräytyvät hankintaerän koon mukaan, ja kuljetuskustannukset ovat yksikköä kohden alemmat, kun kuljetettava määrä on suurempi. Varastoinnilla myös tasoitetaan materiaalien saatavuudessa esiintyviä aika- ja paikkaeroja. Koska varastointiin liittyy korkeitakin kustannuksia, pyritään varastojen koko pitämään optimaalisena. Varastointi on olennainen osa logistisia toimintoja. (Ritvanen & Koivisto 2007, 34–35.)

### **3.1 Varaston toiminnot**

Varaston toiminnassa tärkeimpiä toimenpiteitä ovat tuotteiden kerääminen, pakkaaminen, vastaanotto, jako varastointiyksikköihin ja valmiin tavaran sijoitus varastopaikoille. (Sartjärvi 1992, 158.)

Kuviossa 1 näytetään toiminnot, joilla varaston materiaalivirtaa pääasiassa hallitaan. Kaksisuuntaiset nuolet kuvaavat informaatiovirtaa, ja yksisuuntaiset nuolet tavaran fyysistä liikkumista. Kaikki toiminto lähtee liikkeelle tavaran tilauksesta. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 130.)



KUVIO 1. Varaston materiaalitoiminnot (Johdatus logistiseen ajatteluun 2011,130)

Varastointi, eli säilytys, ja materiaalin käsittely yhdessä muodostavat varastoinnin kannalta tärkeimmät toiminnot, ja ne ovat erotettavissa kaikissa varastoissa. Materiaalin käsittely sisältää tavaroiden purkamisen, siirtelyn ja lähettämisen. (Hokkanen ym. 2011, 130.)

Kuviossa 2 on havainnollistettu päivittäistavaravaraston materiaalivirta. Samat toiminnot löytyvät kaikista jakelutiehen liittyvistä varastoista, usein myös teollisuusvarastoista.



KUVIO 2. Varaston materiaalin käsittely (Johdatus logistiseen ajatteluun 2011, 141)

## 3.2 Varastointavat

### Ulkovarastot

Ulkovarastointi on halvin varastoinnin tapa, mutta suurin osa tavaroista ei kestä ulkovarastointia. Ilman lämpötilavaihtelut ja kosteus saattavat aiheuttaa suuria tuhoja, vaikka varastoitavat tuotteet olisikin suojattu sateelta. Jos varastoitavat tuotteet kestävät suuret lämpötilojen vaihtelut ja kosteuden, ne tulisi ehdottomasti varastoida ulkovarastossa varastoinnin edullisuudesta johtuen. Varastointitapa määrittää varastoitavan tavaran muodon ja koon, sekä varastoalueen koon, perusteella (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319.)

Jotta sadevesi ja lumen sulamisvedet eivät aiheuttaisi varastoitaville tuotteille vahinkoja, on varastoalue päällystettävä kestopäällysteellä ja ohjattava vedet joko viemäreihin tai ojiin. Päällystäminen nostaa varastoinnin kustannuksia, mutta siitä saatava hyöty olosuhteiden parantumisena menee kustannusten ohi. (Pouri 1983b, 23–24.)

## **Lämmittämätön varasto**

Suomessa yleisimmät rakennusmenetelmät ovat teräs-, betoni- ja puurunkoiset varastot, jotka sitten päällystetään pressulla tai peltiseinillä ja katolla. Varastot joita ei lämmitetä, ovat edullisempia kuin lämpimät varastot. Tämä johtuu siitä, että lämmittämättömät varastot ovat halvempia rakentaa, eivätkä niiden käyttökustannuksetkaan ole kovin suuret verrattuna lämmitettyihin varastoihin. (Karhunen ym. 2004, 321.)

Varaston seinät suojaavat materiaaleja vaakasuoralta sateelta ja talvella lumelta. Myöskään tuuli ei pääse vahingoittamaan paketointimateriaaleja, ja työskentelyolosuhteet ovat paremmat kuin ulkoilmassa. (Pouri 1983b, 24.)

Lämmittämättömien varastojen suurin haittapuoli on kosteus, joka aiheuttaa tuotteille vaurioita. Kosteudelta suojaaminen unohtuu usein, sillä tärkeimpänä pidetään sitä, että tuotteet ovat katon alla suojassa. Kosteuden vaikutukset kuitenkin näkyvät metalleissa ruosteena, puut vääntyilevät, jauheet paakkuuntuvat, paperiset ja pahviset kääreet pehmenevät, ja homevauriot yleistyvät. Kosteutta vastaan voidaan varautua asentamalla halleihin koneelliset ilmanvaihtimet. Tämä estää sen, ettei vesihöyryä pääse muodostumaan hallin kattoon ja seinille. (Karhunen ym. 2004, 321–322.)

## **Lämmin varasto**

Lämminvarastointi on kalleinta, jollei pakastevarastoja oteta huomioon, sillä rakennus- ja ylläpitokustannukset ovat korkeat. Rakennusvaiheessa rakennuksen ulkopinnat täytyy eristää Suomen olosuhteisiin sopiviksi, ja lämmitykseen kuluu energiaa, joista aiheutuu kustannuksia. Lämmityskuluja on kuitenkin mahdollista laskea vanhoissa varastoissa kuivaamalla ilmaa. Kun ilmaa on kuivattu, varaston lämpötilaa voidaan laskea, ja sitä kautta energiakustannukset pienevät. (Karhunen ym. 2004, 323.)

Lämpimät varastot on tarkoitettu tavaroille, jotka eivät kestä kylmää tai sateita. Tarkoituksena olisi pitää lämpötila talvellakin tarpeeksi korkeana, jolloin tuotteet eivät altistu kosteudelle ja pakkaselle. Osalle tuotteista kosteus voi olla

haitallista, esim. metalleille, jauheille ja tuotteille, jotka on kääritty paperiin. (Karhunen ym. 2004, 321,324.)

Lämmityskään ei takaa sitä, ettei kosteus pääsisi pilaamaan tuotteita. Varmin tapa suojata kosteudelle herkät tuotteet, on ilman kuivaus, tällöin ilman kosteus pysyy sopivana, ulkoilmasta riippumatta. (Karhunen ym. 2004, 323.)

Toisinaan taas ilman liiallinen kuivaus voi pilata materiaaleja, joten kuivauskin täytyy suunnitella ja toteuttaa harkiten. Tällaisia tavaroita ovat mm. paperit, langat, hedelmät ja tupakka, jotka vaativat säilyäkseen tietyn minimikosteu- den. (Karhunen ym. 2004, 324.)

### **Kylmävarasto**

Kylmävarastoissa säilytettävät tuotteet ovat sellaisia, jotka eivät kestä lämpötilojen ääripäitä. Kylmävarastossa pyritään pitämään lämpö nollan molemmin puolin, mieluiten aste tai pari pakkasenpuolella. Yleisimmät tuotteet tällaisessa varastossa ovat vihannekset ja maitotuotteet. Kylmävaraston suhteellisesta ilmankosteudesta johtuen hyllyjen materiaaleihin on kiinnitettävä huomiota, erityisesti suojaamattomien metallien syöpymisen takia. (Karhunen ym. 2004, 324.)

### **Erikoisvarastot**

Erikoisvarastoissa voidaan säätää ilman lämpötilaa, kosteutta ja ilman puh- tautta. Nämä varastot ovat erityisen arkoja tuotteita, kuten mm. filmejä, lää- keitä, erilaisia kemikaaleja ja räjähteitä varten. Varastoja, joissa säilytetään palavia nesteitä ja kaasuja, kemikaaleja, myrkkyjä, räjähteitä ja ongelmajättei- tä kutsutaan vaarallisten aineiden varastoksi. Tällaiset varastot ovat Suomes- sa tarkasti säännelty. Varastojen rakennussuunnitelmat täytyy hyväksyttää viranomaisella ennen rakentamisen aloittamista. Viranomainen myös valvoo rakentamisen edistymistä ja tarkastaa tilat vielä ennen käyttöön ottoa. Valvon- taan jatketaan käyttöön oton jälkeenkin. (Karhunen ym. 2004, 325.)

## **Pakastevarasto**

Pakastevarasto on tarkoitettu alhaisen lämpötilan kestävien tavaroiden, jotka normaalilämpötilassa pilaantuisivat, pitkäaikaiseen varastointiin. Tyypillisiä varastoitavia tuotteita ovat elintarvikkeet ja lääkkeet. Tämä varastointilaji on kallein suuren energiantarpeen ja rakennuskustannusten vuoksi. Alhaisen lämpötilan etuja on ilmankosteuden alhaisuus ja pilaantumisen hidastuminen. Toisaalta taas jäätyminen aiheuttaa tuotteissa rakennemuutoksia, jotka lyhentävät säilyvyysaikaa. Tästä johtuen pakastetuille tuotteille on annettu pisin säilytysaika pakasteessa. (Karhunen ym. 2009, 324–325.)

### **3.3 Varastointiratkaisut**

Varastoteknologiaa valittaessa on taloudellisten tekijöiden lisäksi huomioitava tavaroiden säilyvyysvaatimukset, käsittelyherkkyys, muoto, koko ja määrä sekä tuotteiden kiertonopeus. Näistä eniten teknologian valintaan vaikuttavat ominaisuudet ovat varastoitavan tuotteen muoto, koko ja paino. (Pouri 1983b, 60.)

Pouri esittää kirjassaan ”Varaston suunnittelu” tarjolla olevan teknologian tavaroiden muodon, koon ja painon mukaan jaettuna (kuviot 3).

Jako muodon, koon ja painon mukaan	Tarjolla oleva teknologia
Kuormalavoilla säilytettävät nimikkeet	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pinonta ilman hyllyjä varastopaikalla</li> <li>2. Tavanomainen kuormalavahylly, trukkipäätely</li> <li>3. Korkeavarasto 12–15 metriin asti, korkeavarastotrukit (kapeakäytävätrukit)</li> <li>4. Korkeavarasto yli 12–15 metriä, hyllystähissit</li> <li>5. Korkeavarasto yli 12–15 metriä, automaattinosturit</li> <li>6. Syväkuormausvarastointi</li> <li>7. Läpivirtaushyllyt (FIFO)</li> <li>8. Siirtohyllyt (taajahyllyt)</li> <li>9. Pystysuorat karusellit</li> </ol>
Pientavaravarastot	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Tavanomaisetpientavarahyllyt</li> <li>11. Korkeavarastohyllyt, hyllystöhissit</li> <li>12. Laajatasohyllyt</li> <li>13. Läpivirtaushyllyt (FIFO)</li> <li>14. Siirtohyllyt</li> <li>15. Pysty- ja vaakasuorat karusellit</li> <li>16. Puolilavahyllyt</li> </ol>
Pitkän tavaran käsittely	<ol style="list-style-type: none"> <li>17. Nippuina alustojen päällä</li> <li>18. Oksahyllyt</li> <li>19. Siirtohyllyt</li> <li>20. Pystysuorat karusellit</li> <li>21. Lokerikkohyllyt</li> </ol>

KUVIO 3. Varastoteknologia jaettuna tavaran muodon, koon ja painon mukaan (Varastojen suunnittelu 1983b, 61)

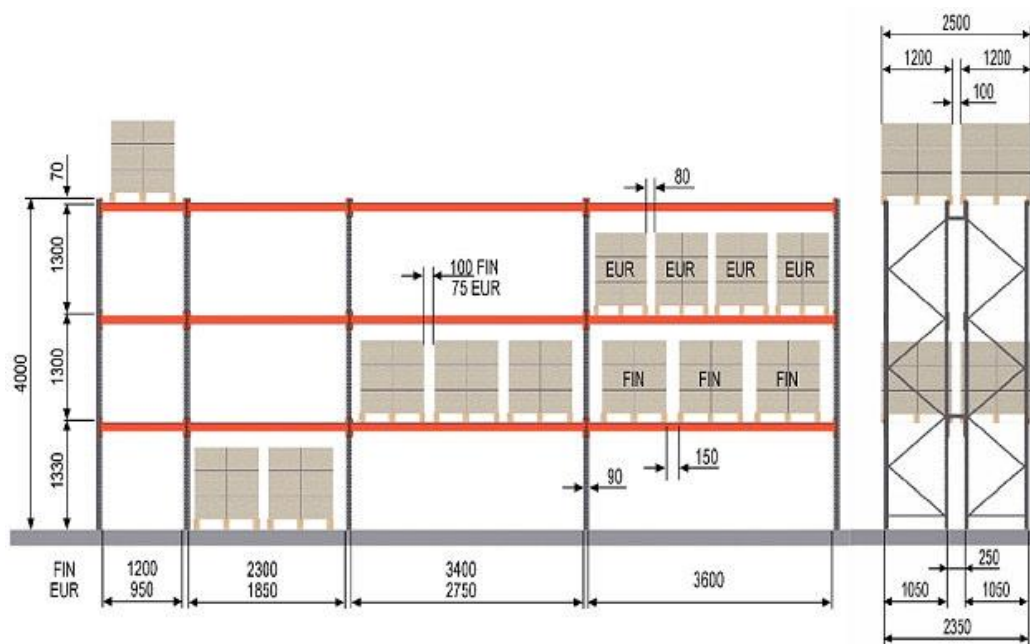
Julkaisuajankohdasta huolimatta jako on edelleen käyttökelpoinen.

### **Kuormalavavarasto**

Kuormalavahyllyjä käytetään etenkin teollisuuden ja kaupan varastoissa, ja ne soveltuvat parhaiten lavakuormien säilyttämiseen ja pinoamiseen. Ylipäättään varastoja rakennettaessa tulee ottaa huomioon korkeammalla sijaitsevien lavapaikkojen suhteellinen edullisuus maatasolla sijaitseviin lavapaikkoihin verrattuna. Tämä tarkoittaa sitä, että ylempänä sijaitsevat rakennuskuutiot ovat kustannuksiltaan halvempia kuin matalalla olevat. Normaalarakenteiset kuormalavahyllyt voidaan rakentaa noin 15 metrin korkuisiksi ja yleensä ne ovat vähintään 5,5–6 metriä vapaalta korkeudeltaan, jolloin lavapaikkoja on kor-

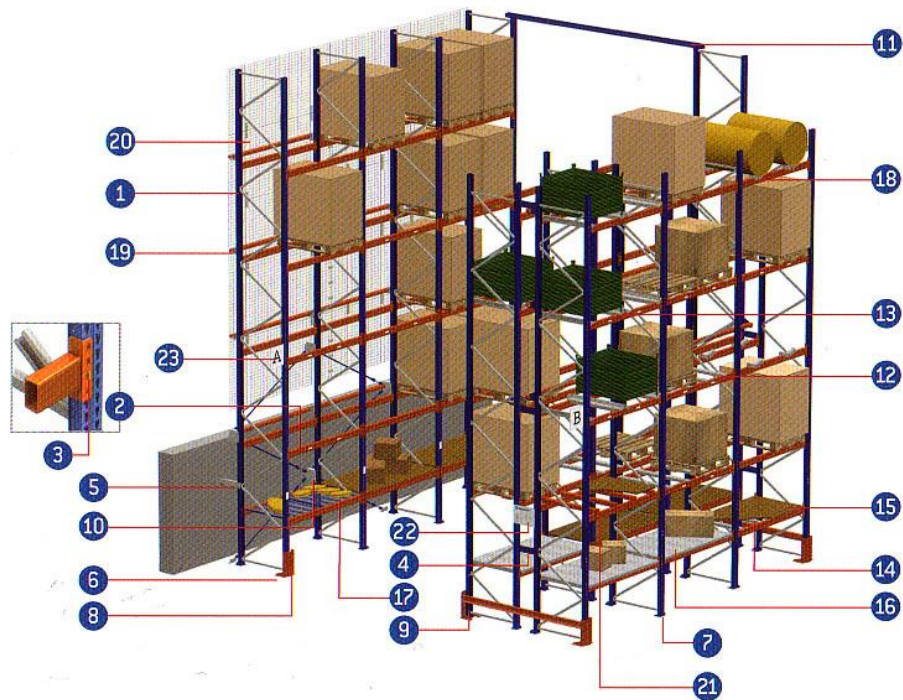
keussuunnassa neljä. Jotta kuormalavahyllystön käyttö olisi joustavaa, on hyllyssä oltava vähintään 5–10% tyhjää tilaa. (Pouri 1983b, 63–65.)

Kuormalavojen varastointiin tarkoitetut hyllyt on standardimitoitettut FIN- ja EUR-lavoille. FIN-kuormalavan mitat ovat 1 000 mm \* 1 200 mm, EUR-lavan mitat 800 mm \* 1 200 mm. FIN- ja EUR-lavojen suurin kantavuus on 1 000 kg. Vaakapalkit EUR-lavoille ovat mitoiltaan: 950, 1850, 2750 ja 3600 mm. Vaakapalkit FIN-lavoille ovat mitoiltaan: 1200, 2300, 3400 ja 3600 mm. Kantavuus vaakapalkeilla on jopa neljätuhatta kilogrammaa per hyllytaso. Kuormalavoja per hyllytaso menee palkista riippuen yhdestä neljään kappaletta (kuvio 4.). Vaakapalkkeja on myös mahdollista teettää omien mittojen mukaan. Pystypalkkien mitat ovat 1 500 millimetristä 30 000 millimetriin. (Kasten.)



KUVIO 4. Vakio kuormalavahyllyjen mitoitus edestä ja sivulta (Intolog)

Kuviossa 5 näytetään kuormalavahyllystön tärkeimmät osat nimettyinä.



OSAT

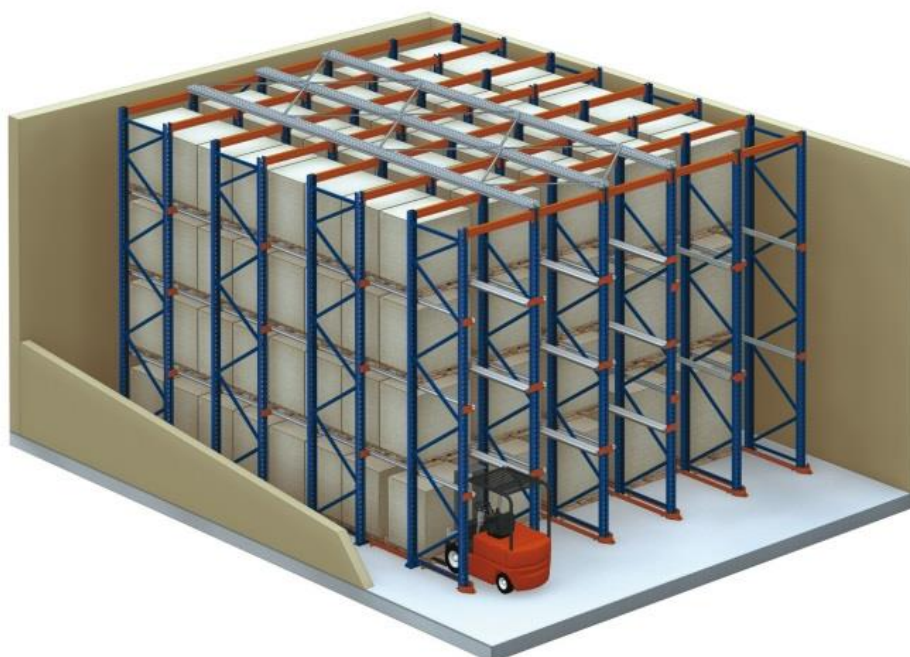
- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| 1) Runkopylväät         | 13) Varastointilaatikon tuki |
| 2) Vaakapalkit          | 14) Lastulevytason tuki      |
| 3) Vaakapalkinvarmistin | 15) Lastulevyalusta          |
| 4) Keskiside            | 16) Sinkitty keräilytaso     |
| 5) Seinäkiinnike        | 17) Hyllysäleikkö            |
| 6) Lattiapultit         | 18) Rullatuki                |
| 7) Säätölevyt           | 19) Lukituskisko             |
| 8) Etupylväänsuoja      | 20) Tukiverkko               |
| 9) Törmäyssuoja         | 21) Nostetun lavan tukikisko |
| 10) Tukiristikko        | 22) Lastauksen turvaohjeet   |
| 11) Käytävätuki         | 23) Solamerkintä             |
| 12) Lavatuot            |                              |

KUVIO 5. Kuormalavahyllyn rakennekuva (hyllytek)

Teollisuuden logistiikkayhtiöt pitävät kuormalavahyllystön soveltuvuutta ja muokattavuutta suuressa arvossa. Lisäosia käyttämällä sen käyttömahdollisuudet ovat lähes rajattomat. Se onkin edelleen yleisin varastointitapa kuormalavoille. Kuormalavahyllyssä lavat ovat aina helposti saatavilla. (Kasten.)

## Syväkuormausvarasto

Syväkuormaushyllystä tehdään laittamalla käytävää vasten kohtisuoria hyllyjonoja monta rinnakkain (kuvio 6). Näin käytävien lukumäärää saadaan vähennettyä ja varastointipinta-ala lisääntyy. Tämä varastointimuoto sopii parhaiten varastoihin, joissa nimikemäärä on pieni suhteessa kuormalavalla säilytettäviin tavaroihin. Teollisuuden tuotevarastot ovat usein syväkuormausvarastoja. (Pouri 1983a, 104.)



KUVIO 6. Syväkuormaushyllystä (Toyota)

## Push Back

Push back –hylly eroaa syväkuormaushyllystä siten, että kuormalavojen alle on laitettu rullat, jotka viettävät loivasti hyllyn täyttö- ja purkusuuntaan (kuvio 7). Näin varastoitava kuormalava on aina hyllyn purkupäässä.

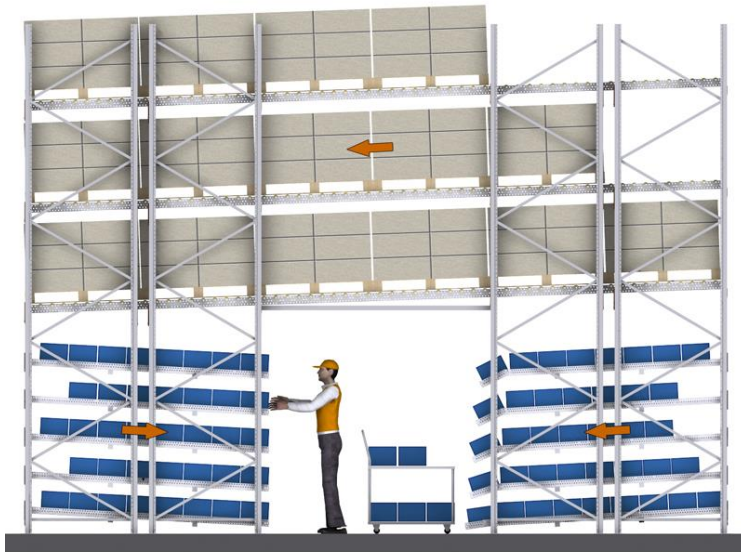


KUVIO 7. Push Back -hyllystö (Toyota)

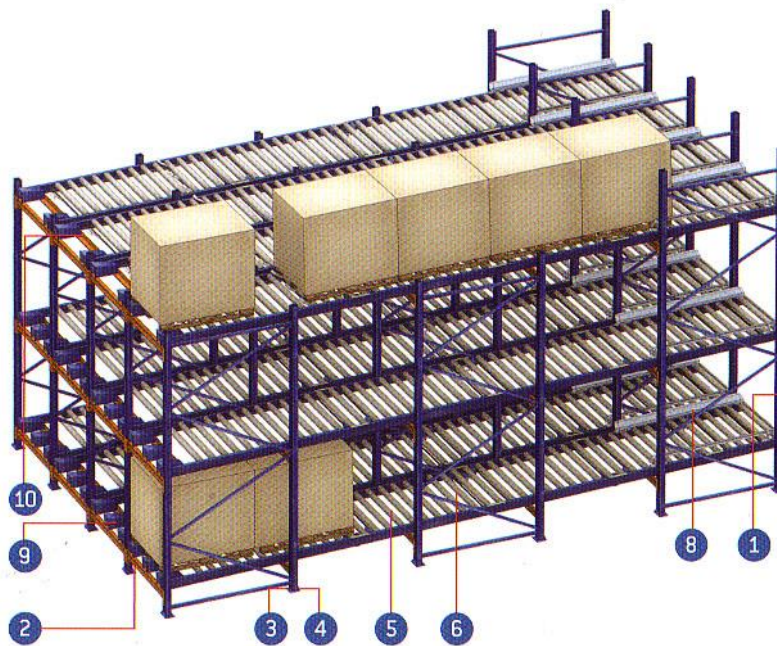
### **Fifo-varasto**

Sana Fifo tulee sanojen first in first out alkukirjaimista. Fifo- eli läpivirtaushyllyt toimivat niin, että ensin hyllyyn laitettut tavarat tulevat ensimmäisenä käyttöön. Läpivirtaushyllystöjä käytetään erityisesti aikaa myöden pilaantuvien tuotteiden varastoinnissa ja nopeasti kiertävän massatavaran käsittelyssä. Esimerkkeinä voidaan mainita maitotuotteet, vihannekset ja maalit. (Pouri 1983a, 147.)

Kuvioissa 8 ja 9 näytetään läpivirtausshyllyn toimintaperiaate kuormalavoille.



KUVIO 8. Läpivirtausshyllly (Intolog)



OSAT

Runkorakenne

- 1) Runkopylväät
- 2) Vaakapalkit
- 3) Säätölevyt
- 4) Lattiapultit

Rullaradat

- 5) Välipalkit
- 6) Rullat
- 7) Jarrurummut
- 8) Keskittimet

- 9) Hidastusluiskat
- 10) Lavajarru
- 11) Rullasuojus

KUVIO 9. Läpivirtausshylllystö (hylllytek)

Fifo-hyllystö täytetään ja tyhjenetään vastakkaisista päistä, ja tavarat kulkevat painovoimallaan rullien päällä. Tämä mahdollistaa varastopinta-alan tehokkaamman käytön käytävien määrän jäädessä vähäisemmäksi. (Pouri 1983a, 147.)

## 4 Layoutsuunnittelu

### 4.1 Määritelmä

Sanalle layout ei ole suoraa suomennosta. Sanan käyttäminen saattaa joskus aiheuttaa epätietoisuutta, mitä sillä tarkoitetaan. Haverila ym. kirjoittaa:

*”Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa.”* (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Edellä olevan määrittelyn mukaan layoutin voi rinnastaa tilasuunnitteluun. Tilasuunnittelu koostuu tuotevalikoimasta, käytettävästä varastointitekniikasta, tontin koosta ja tavaravirtauksesta. Tilasuunnitteluun vaikuttavia tekijöitä on runsaasti. Niitä ovat esim. joustavuus, työn sujuvuus, materiaalinkäsittelyn helppous, tilan käyttö, kaluston käytettävyys yms. Suunniteltaessa varastotiloja on myös kiinnitettävä huomiota laitteisiin, varastotyyppiin ja hyllystöihin. Varastotilat pitää olla riittävän suuret, sillä pienet ja ahtaat tilat aiheuttavat turhaa siirtelyä. Huomiota on kiinnitettävä myös käytäväleveyksiin ja sijoittelukorkeuteen. (Karrus 1998, 87–88; Ritvanen, Inkiläinen, von Bell & Santala 2011, 84–85.)

## 4.2 Layoutsuunnittelun tavoitteet ja haasteet

Layoutsuunnitelman perimmäinen tarkoitus on tuoda kustannussäästöjä yritykselle. Tähän pyritään minimoimalla kuljetus- ja siirtokerrat varastossa ja eri osastojen välillä suunnittelemalla materiaalivirrat mahdollisimman tehokkaalla tavalla. Layoutsuunnittelussa tulee myös ottaa huomioon tulevaisuuden muutokset, ja sen on oltava joustavasti muutettavissa vastaamaan aina sen hetkisiä tarpeita. Lisäksi kaikki tila, mitä on käytettävissä, on hyvin hyödynnetty. (Haverila ym. 2009, 482.)

Hyvästä layoutista on nähtävissä mm. selkeät materiaalivirrat, siirtomatkojen lyhyys, materiaalien vastaanoton ja jakelun tehokkuus. Siinä on myös huomioitu työntekijöiden työolosuhteet ja työturvallisuus. (Haverila ym. 2009, 482.)

Layoutin suunnittelu on haastavaa monella eri tapaa. Suunnittelussa on mukana välillisesti tai välittömästi useita eri tahoja, joiden kanssa on tehtävä yhteistyötä. Näitä tahoja ovat esimerkiksi arkkitehti, pohjatutkimuksen asiantuntija, LVI-suunnittelijat, sähkösuunnittelijat, palosuojeluasiantuntijat ja atk-suunnittelijat. (Pouri 1983b, 128.)

Layoutsuunnitelmaa tehdessä tulee laatia varaston kasvuennuste seuraavan viiden vuoden ajalle. On analysoitava siirrettäviä tuotemääriä, materiaalin virtausta sekä varastotilaa, ja selvitettävä materiaalinkäsittelylaitteille asetetut vaatimukset. On myös selvitettävä kaikkien varastotoimintojen väliset suhteet toisiinsa. Kun nämä kaikki asiat on selvitetty ja tutkittu, tehdään useita layout-versioita, joista valitaan paras ja jatketaan sen kehittämistä. (Kuljetusopas.)

## 4.3 Layouttyypit

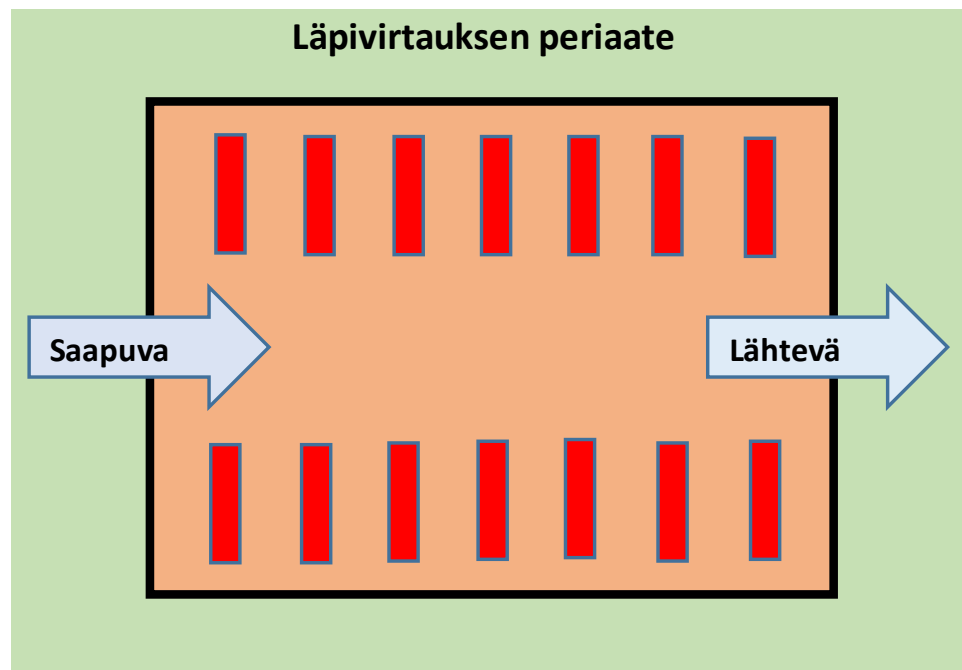
### 4.3.1 Varastolayout

Varaston layout määräytyy kokonaisuudesta, jossa otetaan huomioon varastoitava tuotevalikoima, varastointitekniikka, tontin koko ja muoto, varastotyyppi-

pi, hyllystöt sekä materiaalivirrat. Varaston materiaalivirrat taas määräytyy sen mukaan miten varasto on sijoitettavissa tontille, tai miten varasto jo on sijoitettu tontille. Materiaalivirroista voidaan erottaa kaksi yleistä mallia: läpivirtaus ja u-virtaus. (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell & Santala 2011, 84; Karhunen ym. 2004, 370.)

### Läpivirtaus

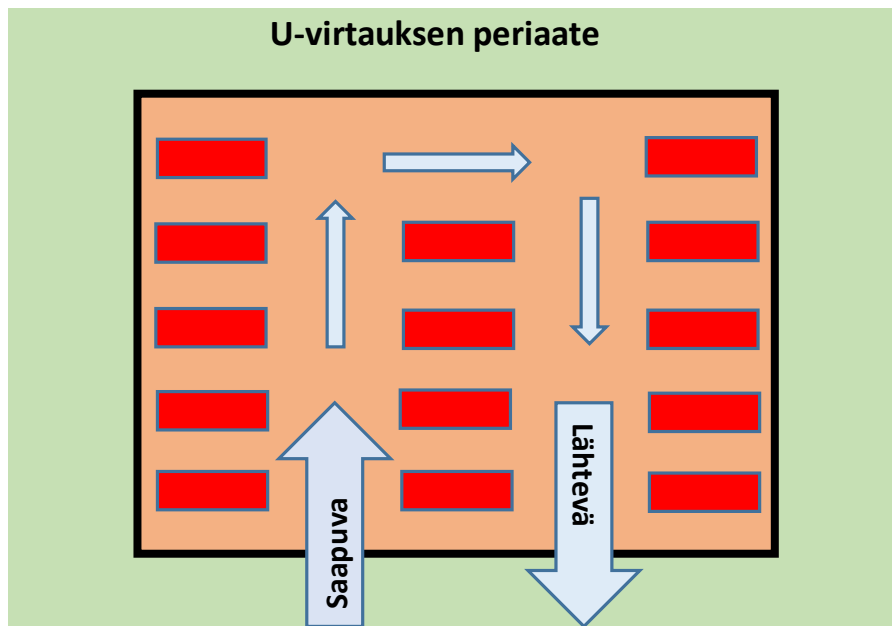
Läpivirtaus (kuvio 10), toiselta nimeltä suoravirtaus, tarkoittaa yksinkertaisuudessaan sitä, että saapuvat tavarat toimitetaan toisesta päästä sisään ja lähtevät tavarat toisesta päästä ulos. Tässä mallissa varaston koko on tontista riippuen melko vapaasti määrättävissä. Vaadittava tonttikoko on varsin suuri, koska varaston molempiin päihin on tehtävä tilaa vievä ajopiha. Haittapuolena suurissa varastoissa on tarvittava käytäväleveys trukki liikenteen vuoksi. Pienemmissä, yhden trukin, varastoissa tätä ongelmaa ei ole. (Ritvanen ym. 2011, 85.)



KUVIO 10. Läpivirtaus

## U-virtaus

U-virtauksessa (kuvio 11) tavarat tulevat ja lähtevät samalta puolelta rakennusta, näin ollen tarvitaan vain yksi iso ajopiha. Tässä mallissa hyllystöt voidaan sijoittaa monella eri tapaa ja ne ovat helposti muunneltavissa. Tuotteiden keräys on helpompaa useiden pääkäytävien johdosta. (Ritvanen ym. 2011, 86.)



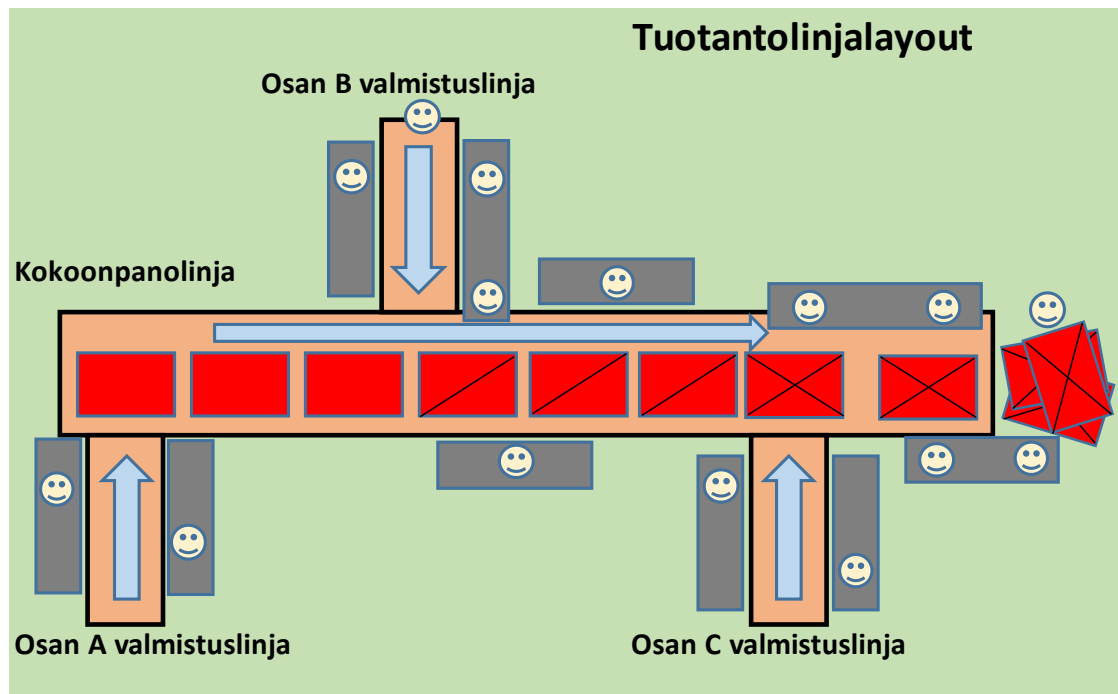
KUVIO 11. U-virtaus

### 4.3.2 Tuotantolayout

Teollisuustalouden (Haverila ym. 2009, 475–477) mukaan tuotantopuolen layoutit on jaettavissa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinja-layoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solu-layoutiin.

## Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa (kuvio 12) tuotteet kulkevat tuotantolinjaa pitkin, jossa koneet ja laitteet ovat järjestetty työnkulun mukaiseen järjestykseen. Tietyn tuotteen valmistamiseen käytetty linja on automatisoitu ja tehokas, ja sitä kautta tuotteen yksikköhinta jää alhaiseksi. Toisaalta taas tuotantolinjan rakentaminen vaatii suuria investointeja. (Haverila ym. 2009, 475.)



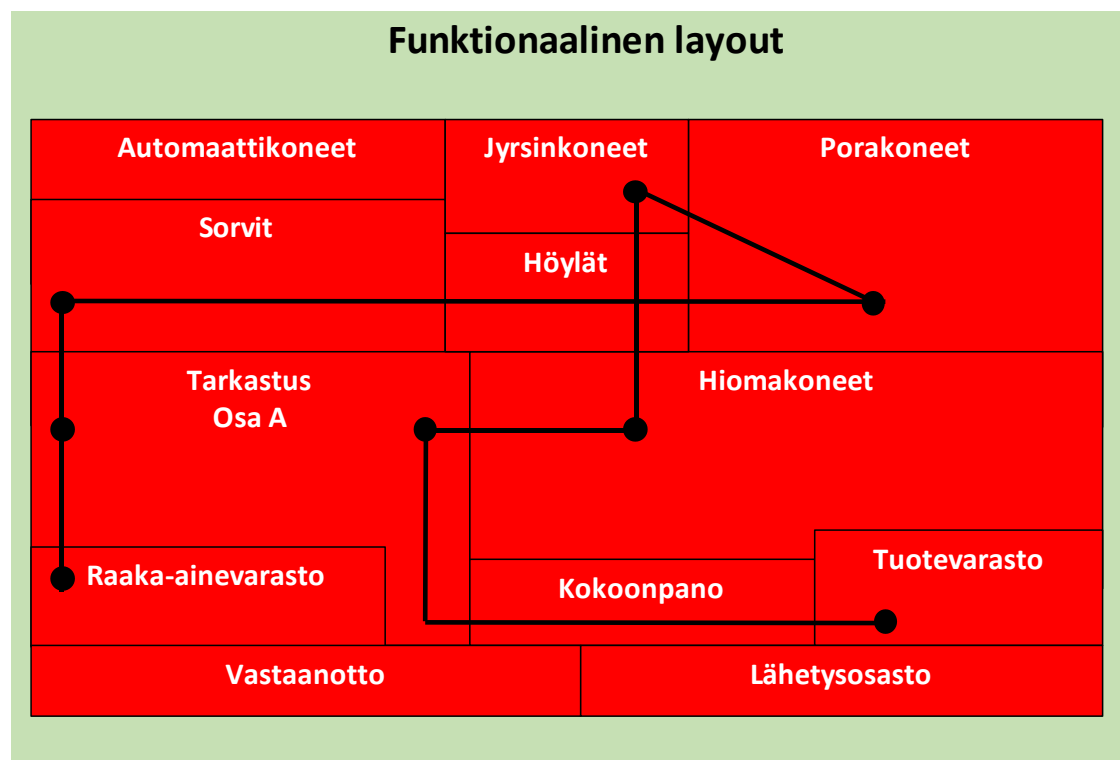
KUVIO 12. Tuotantolinjalayout

## Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa (kuvio 13) tuotteet kulkevat eri osastojen läpi, joihin koneet ja laitteet ovat ryhmitelty niiden samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi hiomakoneet ovat hiomossa ja maalauslaitteet maalaamossa. Ko-

neiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn vuoksi tätä mallia sanotaan myös teknologiseksi layoutiksi. (Haverila ym. 2009, 476.)

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ovat yleensä yleiskoneita joiden käyttöä voidaan joustavasti muuttaa tarpeen mukaan. Tässä mallissa tuotteita valmistetaan joko yksittäisinä kappaleina tai sarjoina. Käsittely- ja kuljetuskustannukset ovat suuret osastojen välimatkasta johtuen. (Haverila ym. 2009, 476.)

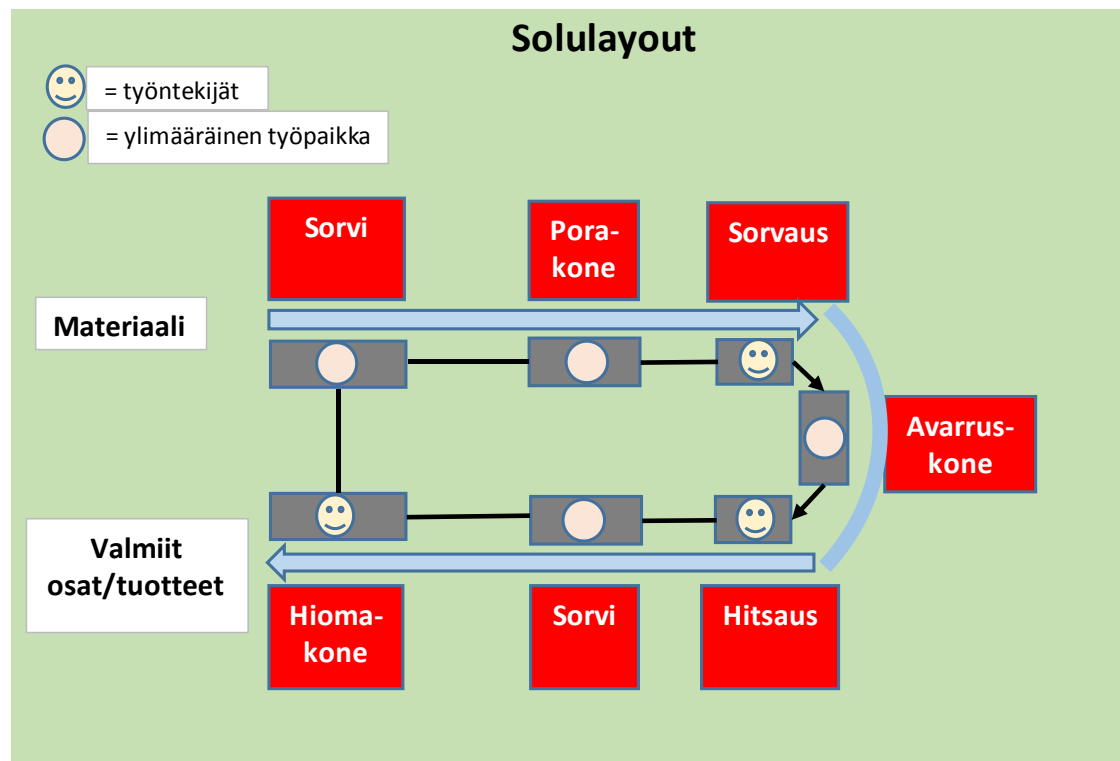


KUVIO 13. Funktionaalinen layout

### Solulayout

Solulayout (kuvio 14) on välimuoto tuotantolinja- ja funktionaalisisesta layoutista. Se muodostaa koneista ja työpaikoista kootun itsenäisen ryhmän, joka valmistaa tiettyjä osia tai suorittaa tiettyä työvaihetta. (Haverila ym. 2009, 478.)

Koska tuote valmistetaan samalla alueella, on laadunvalvonta ja virheiden havaitseminen helpompaa, ja niihin on helpompi reagoida. Tämä osaltaan laskee tuotannon kustannuksia. (Haverila ym. 2009, 478.)



KUVIO 14. Solulayout

Taulukossa 1 vertaillaan eri layoutien ominaisuuksia.

TAULUKKO 1. Vertailutaulukko (Uusi-Rauva ym. 1999, 441)

Tuotantolinjalayout	Funktionaalinen layout	Solulayout
Pienet yksikkökustannukset	Suuret yksikkökustannukset	Paljon keskeneräisiä töitä
Vähän keskeneräisiä töitä	Paljon keskeneräisiä töitä	Vähän keskeneräisiä töitä
Jäykkä tuotepolitiikassa	Joustava tuotepolitiikassa	Joustava tuotepolitiikassa
Vaikea rakentaa	Helppo rakentaa	Helppo rakentaa
Suuri häiriöalttius	Pieni häiriöalttius	Pieni häiriöalttius
Tuotannonohjaus helppoa	Tuotannonohjaus vaikeaa	Tuotannonohjaus helppoa
Joustamaton kapasiteetin lisäämisessä	Joustava kapasiteetin lisäämisessä	Joustava kapasiteetin lisäämisessä
Kuormitusaste 90-100%	Kuormitusaste 60-90%	Kuormitusaste 60-90%

#### 4.4 Layoutin valinta

Hyvä layout on aina useiden vaatimusten kompromissi, valittu layout ei ole kaikille osatekijöille optimaalisin. Se on monien eri vaiheiden ja tekijöiden summa, ja tekemällä oikeita kompromisseja oikeissa asioissa saadaan layoutista kaikki hyöty irti. Näin ollen lopullisen valinnan tekeminen ei aina ole helppoa. (Haverila ym. 2009,481, 482; Pouri 1983b, 128.)

Layoutin valinta täytyy tehdä tarkasti harkitsemalla ja hakemalla paras kompromissi sen hetkisiin tarpeisiin, tulevaisuutta unohtamatta. Apuna valinnassa voidaan käyttää hyötyarvomatriisia (kuvio15). Siinä annetaan painoarvo kullekin arvioitavalle tekijälle. Ratkaisuvaihtoehdot pisteytetään, jonka jälkeen ne

kerrotaan annetuilla painoarvoilla. Parhaimman layoutvaihtoehdon määrittämiseksi lasketaan vaihtoehtojen painoarvotetut pisteet yhteen. (Haverila ym. 2009, 481.)

	Painoarvo	Vaihtoehtojen arvostelu ja punnitut pisteet				
		A	B	C	D	E
1. Materiaalin kulun tehokkuus	8	E 24	I 16	E 24	E 24	
2. Pinta-alan hyväksikäyttö	6	A 24	A 24	I 12	I 12	
3. Investointitarve	10	I 20	O 10	I 20	A 40	
4. Valmistuksen ohjaus	3	A 12	U 0	A 12	A 12	
5. Joustavuus laajennuksille	7	E 12	A 28	E 12	A 28	
6. Työkaluhuolto	6	A 24	O 6	I 12	I 12	
7.						
SUMMA		116	84	92	128	

A = melkein täydellinen (4)      E = erittäin hyvä (3)      I = hyvä (2)  
O = välttävä (1)                      U = huono (0)                      X = ei toivottava (-)

KUVIO 15. Hyötyarvomatriisi (Teollisuustalous 2009, 481)

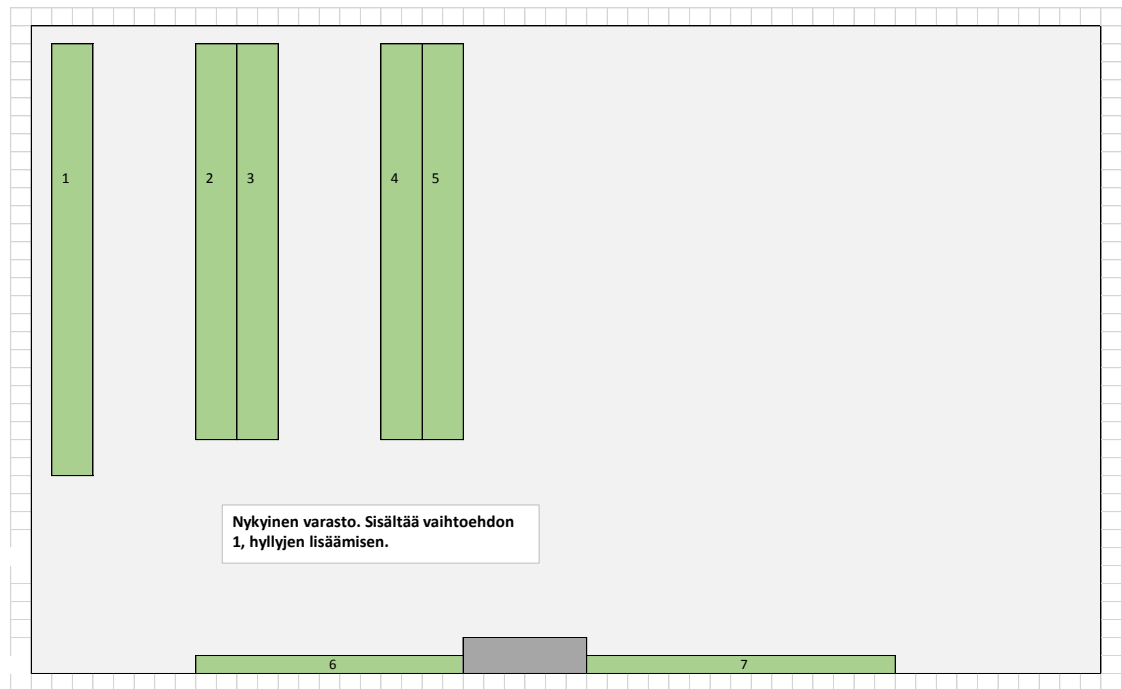
## 5 Suunnitteluprosessi

### 5.1 Lähtötilanne ja vaatimukset

KSPT-Insulation oy:llä on tällä hetkellä käytössä 500 neliömetrin kokoinen lämmin vuokravarasto, jossa on käytössä satakahdeksan FIN-kuormalavapaikkaa (kuvio 16). Lisäksi varastossa on kaksi pientarvikehyllyä, joista toinen on pituudeltaan 7 400 millimetriä ja toinen on 6 200 millimetriä, molemmissa hyllyissä on viisi hyllyriiviä. Varsinaisen ison varaston yhteydessä

on erillinen työkalu- ja tarvikehuone, joka on kooltaan 46 neliometriä. Tarvikehuone on kohtuullisen täynnä, ja lisätilalle on tarvetta.

Tässä työssä työkalu- ja tarvikehuonetta käsitellään yhtenä kokonaisuutena erittelemättä sen sisältöä, sille määritellään vain tila ja asemointi.



KUVIO 16. Nykyinen lämminvarasto

Varastoinnin päätuotteena on 1 000–2 000 kilogrammaa painavat metallikelat, joita on varastossa noin sata kappaletta (kuvio 17). Toisena suurena ryhmänä on Parocin omille lavoille varastoidut tuotteet, näitä lavoja on 80 kappaletta (kuvio 18). Kolmas merkittävä ryhmä on peltiarkkilavat, joita on 25 kappaletta (kuvio 19). Tässä työssä käytetään suunnittelun lähtökohtana 150 peltikelaa, 30 peltiarkkilavaa, kooltaan 2 550 mm \* 1 050 mm, ja 100 kappaletta Parocin omia lavoja, kooltaan 1 200 mm \* 1 800 mm.



KUVIO 17. Metallikela



KUVIO 18. Paroc-lava



KUVIO 19. Peltiarkkilava

Varasto sijaitsee noin 200 metrin päässä tuotanto- ja toimitiloista, minkä johdosta varastoitavien tuotteiden siirtäminen varaston ja tuotannon välillä vie paljon aikaa. Lisäksi painavien metallikelojen kuljettaminen trukilla talvisin jäistä tietä pitkin on ongelmallista.

Varastossa on runsaasti hyllytöntä tilaa, ja varastoitavat metallikelat onkin sijoitettu lattialle. Osa metallikeloista on tilan puutteen vuoksi varastoitu päällekkäin, jolloin metallikela saattaa vahingoittua.

Lämminvaraston lisäksi käytössä on kylmä telttavarasto (kuvio 20) kooltaan noin 560 neliometriä. Tässä varastossa varastoidaan tällä hetkellä lähinnä Parocin kuormalavoilla olevaa tavaraa. Varaston hyllyt on rakennettu yhtiön omista rakennustelineistä.



KUVIO 20. Telttavarasto

Suunnittelussa on myös otettava huomioon mahdollinen uusi liittymä tontille, jossa tuotantotilat sijaitsevat. Liittymän rakentamista varten on jo tehty rakennuslupahakemus.

Tällä hetkellä yrityksessä ei ole varsinaista pakkaamoja. Pakkaus suoritetaankin tuotantotiloissa, ja toisinaan se aiheuttaa ongelmia lähinnä tilanpuutteen

vuoksi. Lähtökohtana kaikissa versioissa on pakkaamon rakentaminen, ja se sijoittuu aina samaan paikkaan tuotantotilojen päähän, lukuun ottamatta layoutia 5. (Taulukko 2.) Taulukossa 3 on layoutsuunnitelmien pinta-alat.

TAULUKKO 2. Layoutvaihtoehtojen sisälllys

	Vuokravarasto	Uusi lämmin- varasto	Pakkaamo	Uusi liittymä	Kylmävarasto
Vaihtoehto 1	X	–	X	–	X
Vaihtoehto 2	–	X	X	X	X
Vaihtoehto 2.1	–	X	X	X	X
Vaihtoehto 3	–	X	X	–	–
Vaihtoehto 3.1	–	X	X	X / –	–
Vaihtoehto 4	–	X	X	X	–
Vaihtoehto 5	–	X	X	X	X

TAULUKKO 3. Layoutien pinta-alat

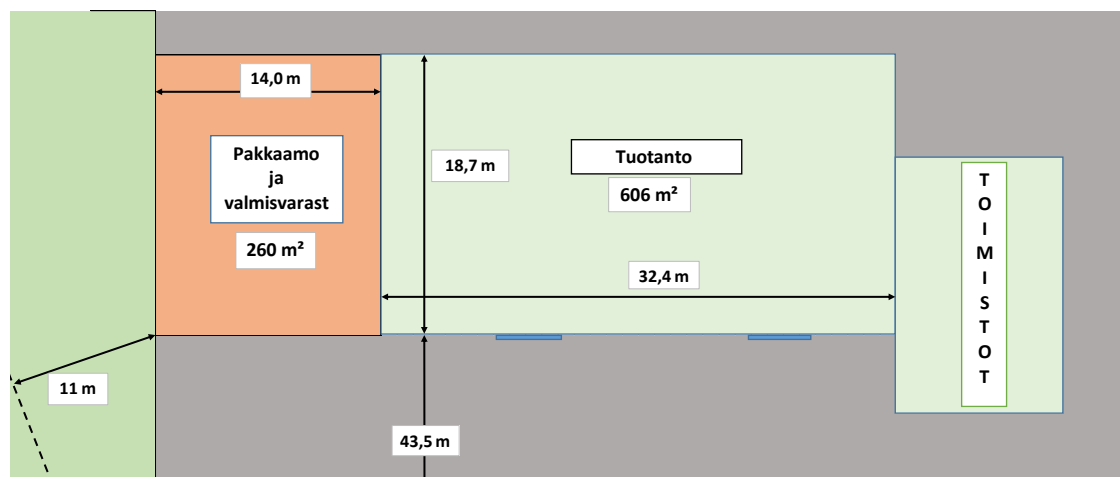
	Pak- kaamo	Telhta- varasto	Läm- min- varasto	Kylmä- varasto	Tarvike- huone	Vuokra- varasto	Yhteen- sä
Layout 1	260 m <sup>2</sup>	558 m <sup>2</sup>	-	-	50 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	1368 m <sup>2</sup>
Layout 2	260 m <sup>2</sup>	558 m <sup>2</sup>	583 m <sup>2</sup>	-	130 m <sup>2</sup>	-	1531 m <sup>2</sup>
Layout 2.1	260 m <sup>2</sup>	558 m <sup>2</sup>	454 m <sup>2</sup>	-	88 m <sup>2</sup>	-	1360 m <sup>2</sup>
Layout 3	260 m <sup>2</sup>	-	648 m <sup>2</sup>	280 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	-	1338 m <sup>2</sup>
Layout 3.1	260 m <sup>2</sup>	-	650 m <sup>2</sup>	-	88,5 m <sup>2</sup>	-	998,5 m <sup>2</sup>
Layout 4	260 m <sup>2</sup>	-	970 m <sup>2</sup>	-	253 m <sup>2</sup>	-	1483 m <sup>2</sup>
Layout 5	-	-	970 m <sup>2*</sup>	-	253 m <sup>2</sup>	-	1223 m <sup>2*</sup>

## 5.2 Layoutit

### 5.2.1 Layout 1

Layout 1:n lähtökohtana oli, ettei suuria laajennuksia tehtäisi, vaan vuokravaraston varastointia ja layoutia muuttamalla sijoitettaisiin kaikki varastoitavat tuotteet uudelleen. Kylmävarastointia kestävät tuotteet sijoitettiin telttavarastoon ja loput vuokravarastoon ja uuteen pakkaamoon. Pakkaamoon sijoitettiin ainoastaan peltiarkkilavat, mutta jatkossa sitä käytetään myös valmistuotteiden varastointiin.

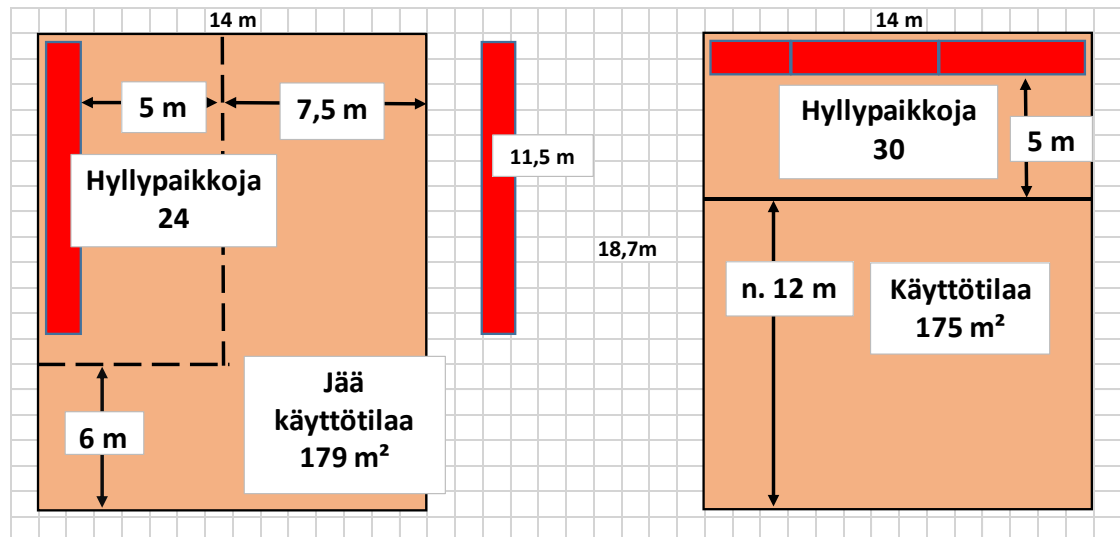
Ensimmäisessä layout-versiossa on oletuksena, ettei uutta varastoa tehdä eikä myöskään uutta liittymää tontille. Sen sijaan uusi pakkaamo tehdään. Pakkaamo sijoittuu tuotantotilojen jatkeeksi ja jatkuu aina viheralueeseen asti, näin ollen sen pinta-alaksi tulee 260 neliometriä. (Kuvio 21.)



KUVIO 21. Pakkaamon sijainti

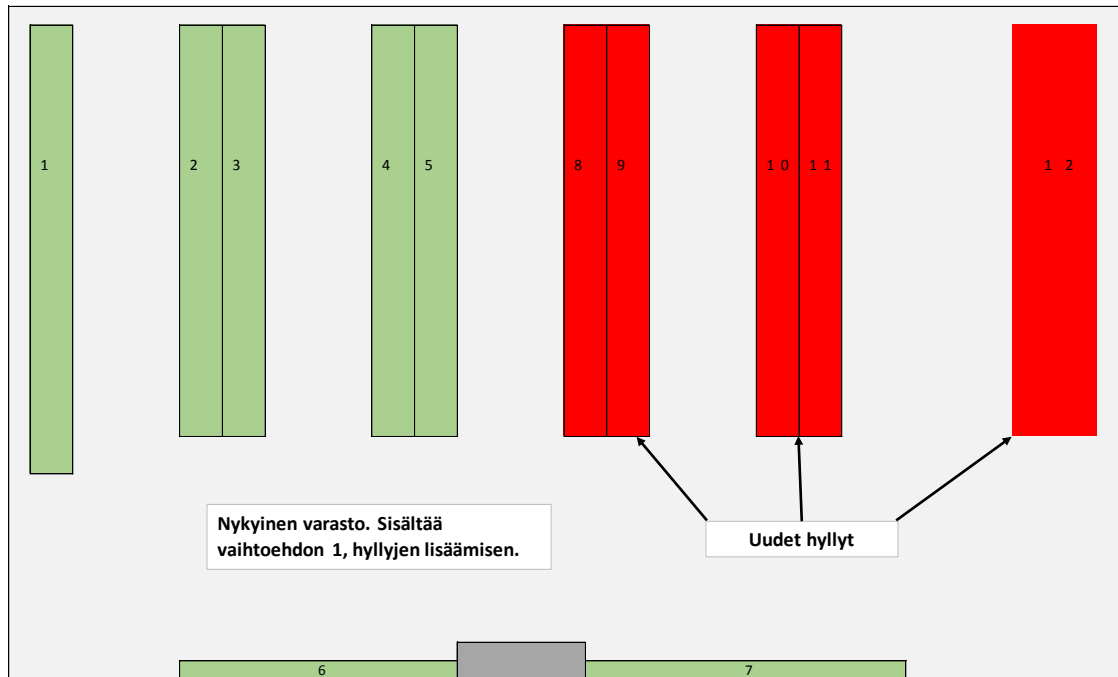
Peltiarkkilavat vaativat suuren koon vuoksi paljon työskentelytilaa (viisi metriä), ja koska valmistuotteita ei vielä tehdä, jää pakkaamoon riittävästi käsitte-

lytilaa peltiarkkilavoille. Yhteensä peltiarkkilavapaikkoja on hyllyjen sijoittamisesta riippuen 24 tai 30, ja hyllyjen alla on tilaa vielä vähintään 4 paikkaa, jos lavoja ei laiteta päällekkäin (kuvio 22). Minimitarve olemassa oleville lavoille on 25 lavapaikkaa, mutta varaston hyvän toimivuuden takaamiseksi tarvitaan 30 lavapaikkaa.



KUVIO 22. Pakkaamon tilankäyttö

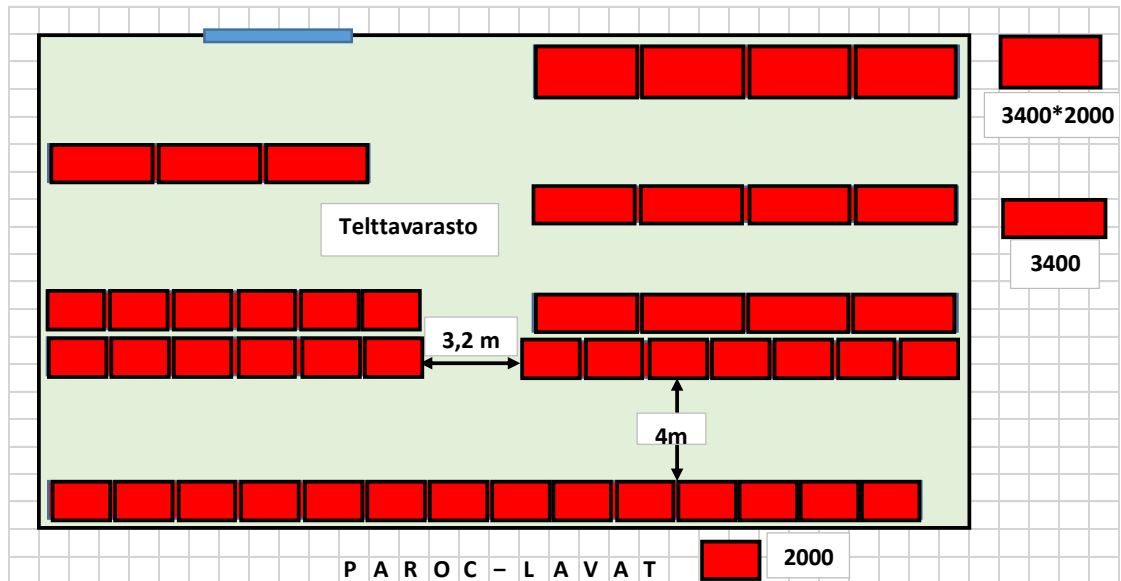
Peltikelat, ja muut metalliset tuotteet, vaativat pääsääntöisesti lämpimän ja suojaosan varastotilan korroosion estämiseksi, joten ne sijoitettiin vuokravarastoon. Kaikki tuotteet, jotka voidaan varastoida ulkona, siirretään jo olemassa olevaan telttavarastoon, näin vuokravarastosta vapautuu tilaa peltikelojen varastoinnille. Vapautuvat paikat, uusien hyllyjen lisäksi, riittävät kaikille peltikeiloille (kuvio 23). Peltikeloja varten olemassa olevat hyllyt on korvattava kantavuudeltaan riittävän vahvoilla hyllyillä.



KUVIO 23. Vuokravaraston hyllyjen asemointi

Telttavarastossa on tilaa 132 Paroc- ja 132 FIN-lavalle, joten kaikki nyt varastossa olevat Paroc-lavat mahtuvat helposti hyllyihin. Varastoon jää myös riittävästi käyttämätöntä tilaa varaston toimintaa ajatellen. Lisäksi vähän isommalle tavaralle on 36 suurempaa, 3 400 mm \* 2 000 mm, lavapaikkaa. Paroc-lavojen koosta johtuen on käytäväleveyden oltava normaalia suurempi, 4 000 mm (vrt. 2 700 mm). Hyllypalkiksi kannattaa teettää 2 000 mm pitkä vaakapalkki. Palkin teettäminen ei oleellisesti nosta kustannuksia.

Kevyet, mutta tilaa vaativat Paroc-lavat sijoitetaan telttavaraston takaosaan, seuraavaksi tulevat FIN-lavapaikat, ja lähinnä ovea on suurille tavaroille varattu hylly (kuvio 24).

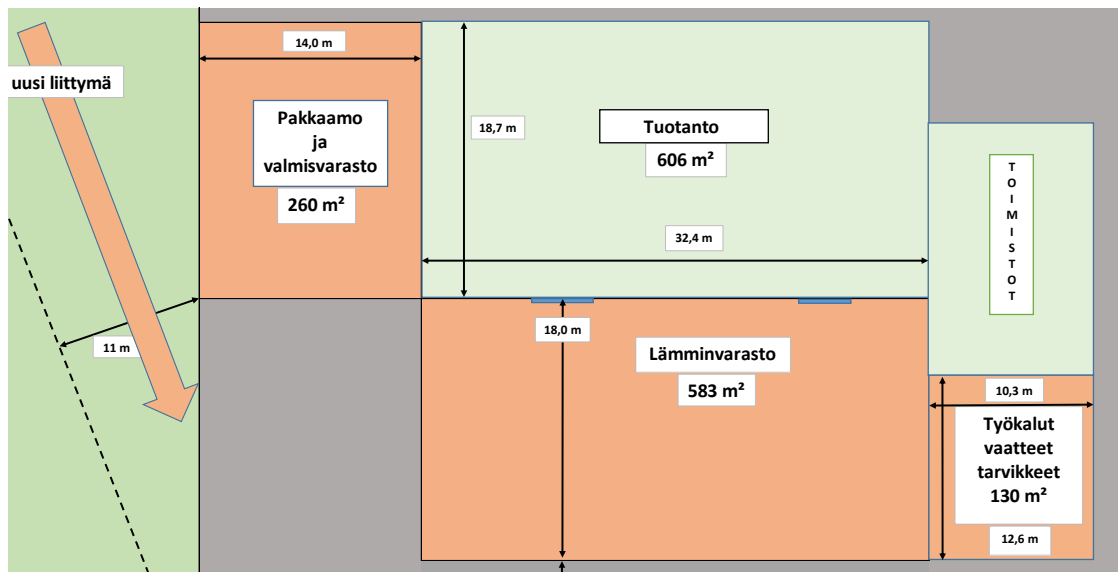


KUVIO 24. Telttavaraston hyllyjen asemointi

Pakkaamo sijaitsee tiiviisti tuotantotilan ja viheralueen välissä. Sijainnista johtuen rakennuksen ympäri ajaminen estyy, ja tästä syystä varaston täydennysliikenne hankaloituu varsinkin isojen kuljetusvälineiden osalta, sillä tilaa kääntymiselle ei ole.

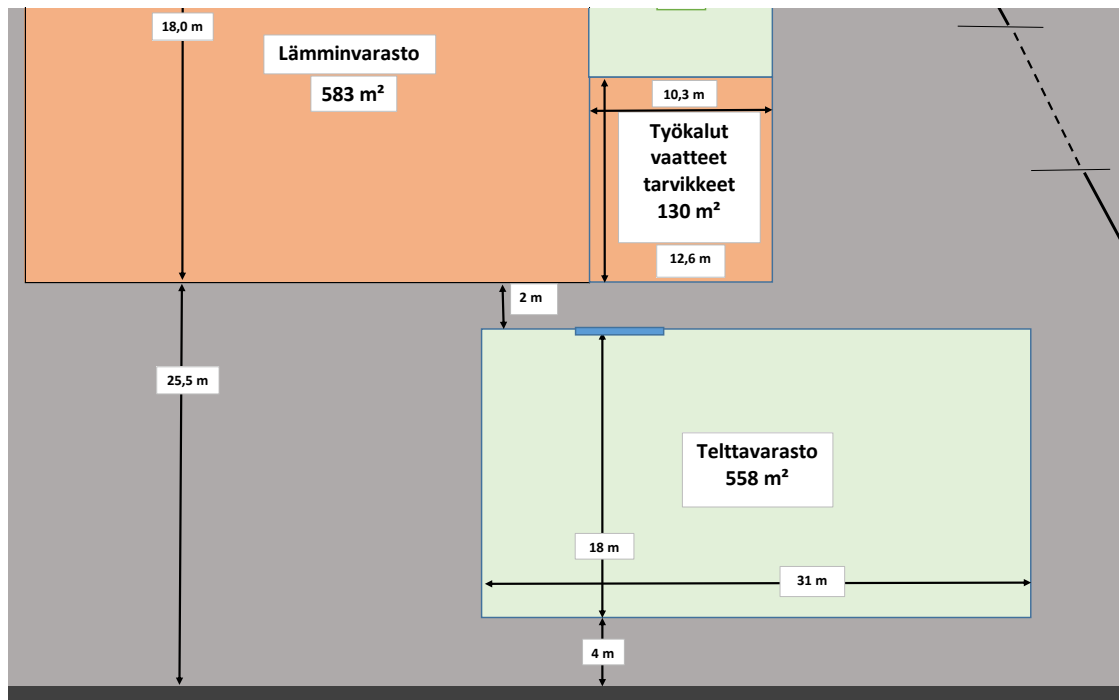
### 5.2.2 Layout 2 ja layout 2.1

Layout-vaihtoehto 2 eroaa edellisestä siten, että vuokravarastosta luovutaan ja tontille tehdään uusi liittymä. Näin ollen tehdään korvaava lämminvarasto, joka sijoittuu tuotantotilojen viereen. Ensimmäisen version tavoin pakkaamo sijoittuu tuotantotilojen päähän. (Kuvio 25.)



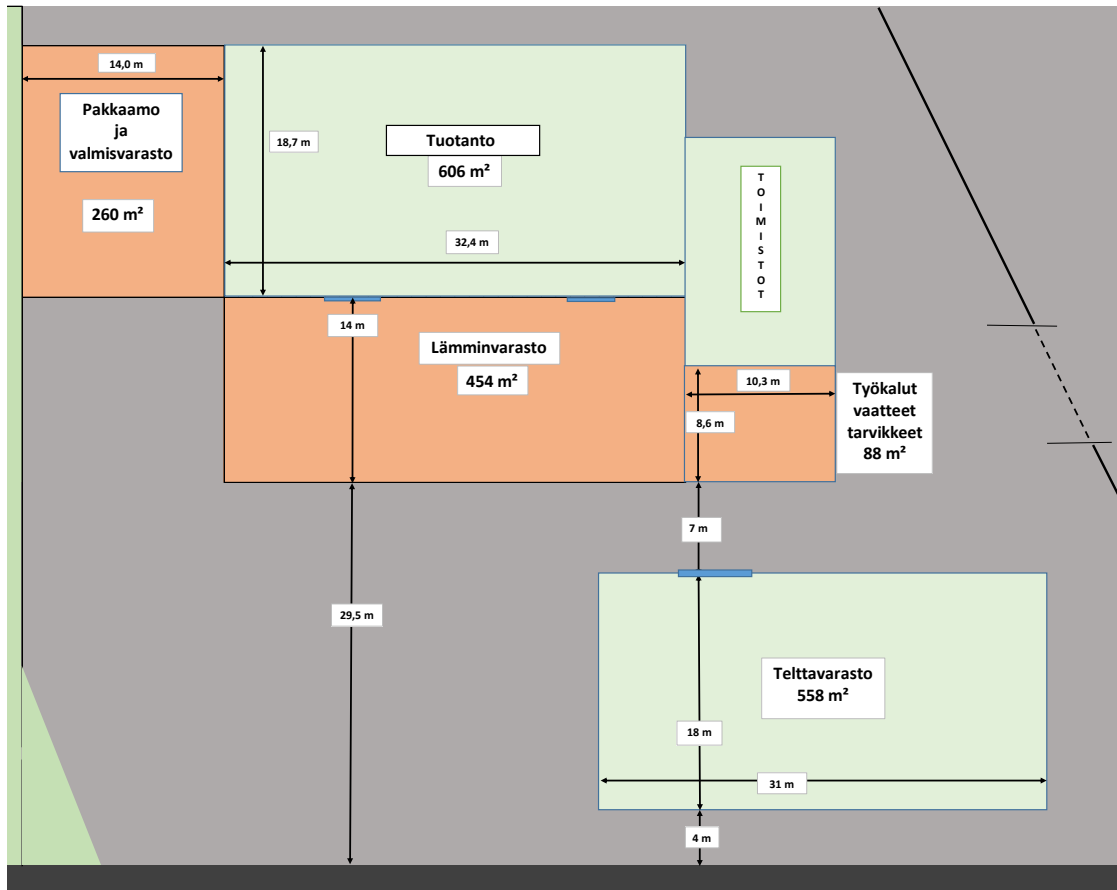
KUVIO 25. Uuden liittymän ja lämminvaraston asemointi

Vaihtoehto 2:ssa oli tavoitteena suunnitella yhteensä noin 1 000 neliömetrin laajennus. Lämpimän varaston osuus olisi ollut noin 580 neliömetriä, uuden tarvikehuoneen osuus noin 130 neliömetriä ja pakkaamon osuus noin 260 neliömetriä, jolloin kokonaistila telttavaraston kanssa olisi noussut noin 1 530 neliömetriin, eli annettuun ylärajaan. Tässä vaiheessa piirustuksissa ei vielä ollut huomioituna telttavaraston oikea paikka, sillä tarvittavia mittauksia tontilla ei ollut tehty. Kun mittaukset tehtiin, ja telttavarasto asemoitiin piirustuksissa oikeaan paikkaan, kävi heti selväksi, ettei suunnitelman toteuttaminen olisi mahdollista. 580 neliömetrin lämminvarasto veisi tontilta niin paljon tilaa, että sen ja telttavaraston väliin jäisi tilaa vain noin kaksi metriä, joten kuljetusliikenne tontilla estyisi kokonaan (kuviokuva 26). Myöskään teltan siirtäminen ei toisi riittävästi kuljetusliikenteen tarvitsemää lisätilaa, joten tämä suunnitelma oli hylättävä.



KUVIO 26. Ahdas kulkuväylä

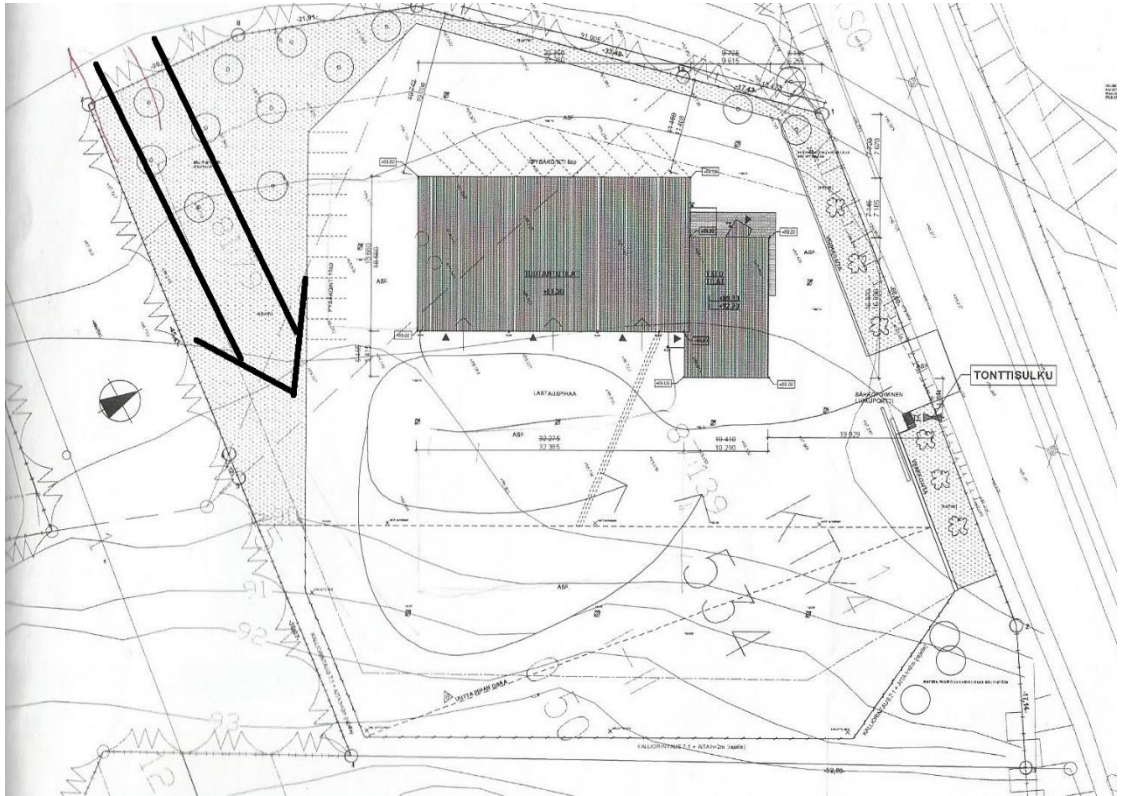
Koska layout 2 oli hylättävä, suunniteltiin korvaava versio layout 2.1, jossa telttavaraston oikea paikka oli huomioitu. Muutetussa layoutissa telttavaraston ja päärakennuksen väliin jätettiin seitsemän metriä, joka mahdollistaa varastojen täydennysliikenteen (kuvio 27). Tämän ratkaisun myötä lämminvaraston pinta-ala pieneni 454 neliömetriin, jolloin laajennuksien yhteispinta-ala on 802 neliömetriä. Telttavaraston kanssa kokonaisvarastointitilaa on 1 360 neliömetriä.



KUVIO 27. Kulkuväylän leventäminen

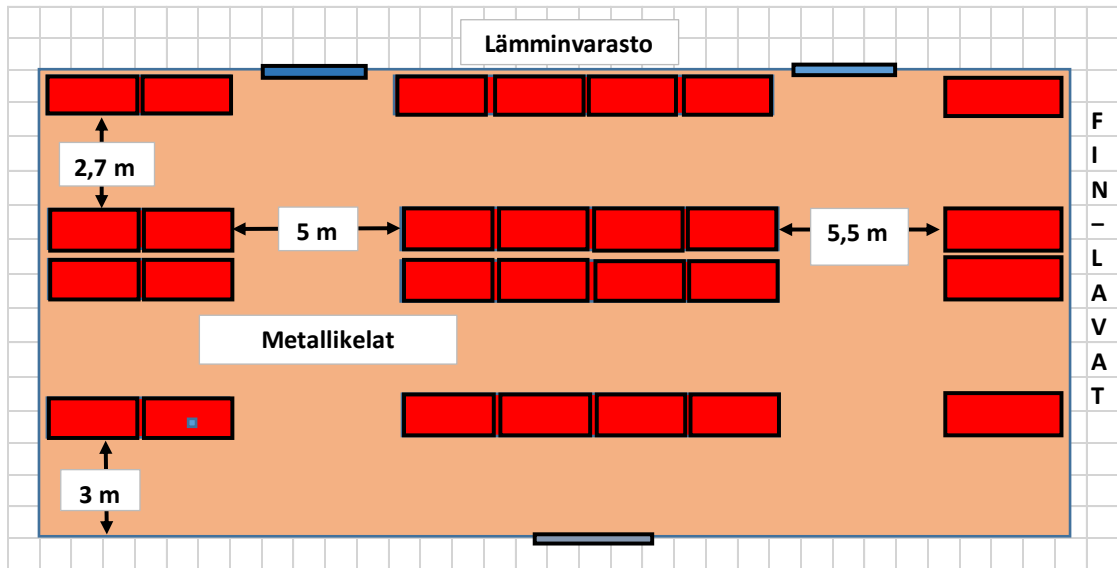
Pakkaamo on tuotantotilojen päässä kuten kaikissa versioissa, ja rakennuksen toiseen päähän sijoitettiin tarvike- ja työkaluvarasto. Kyseessä olevan varaston pinta-alaksi tuli 88 neliometriä, joka on lähes kaksinkertainen nykyiseen verrattuna.

Layout 2.1 sisältää uuden liittymän tontille, ja se tulisi lännestä Salvesenintieltä, kun nykyinen liittymä tulee pohjoisesta Jyskänlaaksolta (kuviokuva 28). Liittymälle jää pakkaamon ja tontin rajan väliin tilaa lähes 20 metriä, joten se riittää mille tahansa ajoneuvolle.



KUVIO 28. Uusi liittymä

Layout 2.1:ssä uusi lämminvarasto on kooltaan lähes vuokravaraston kokoinen, sillä se on vain 50 neliometriä pienempi. Uuteen varastoon mahtuu hyllyihin 144 metallikelaa ja hyllyjen alle lattialle 48 kela, joten hyllyjen kapasiteetti vastaa tarpeeseen hyvin (kuvio 29). Painavat metallikelat vaativat hyllystöiltä normaalia vahvemmat rakenteet, ja esimerkiksi Kastenin tuotteista saa rakennettua jopa yli 30 tonnin välikkökuorman kestävän hyllykön (Kasten kuormalavahyllyt). Kelapaikkojen lisäksi varastossa on 36 FIN-lavapaikkaa. Metallikelapaikka vastaa kooltaan lähes FIN-lavapaikkaa, joten kelojen tilalla voidaan varastoida myös FIN- tai EUR-lavoja.

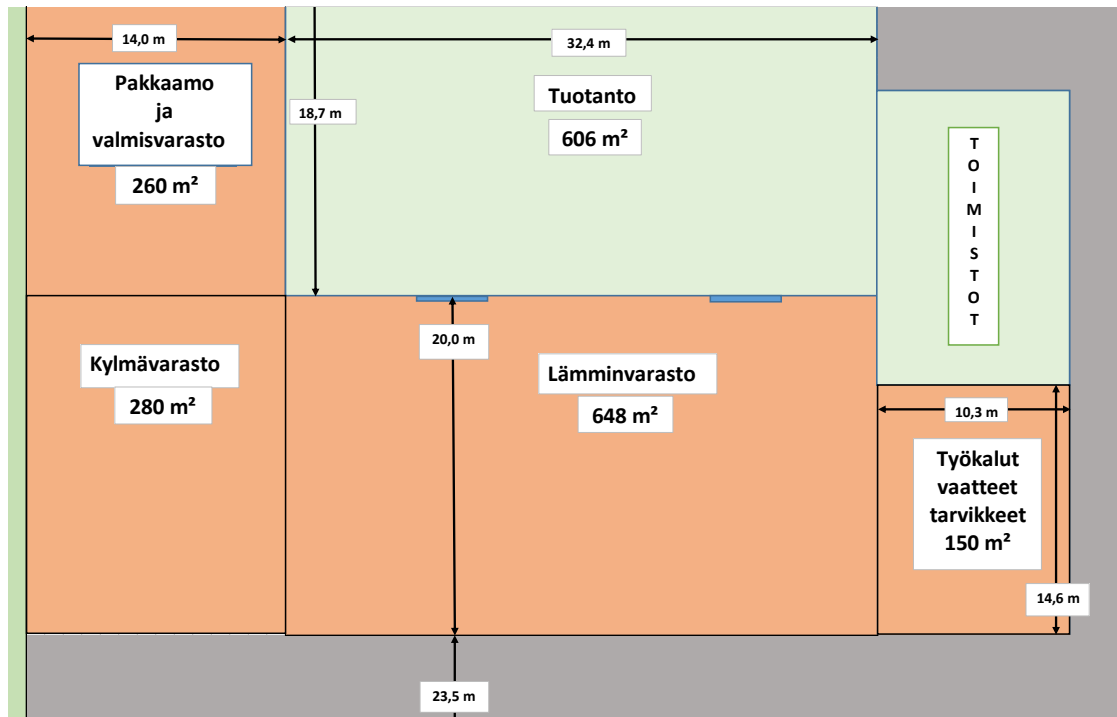


KUVIO 29. Hyllyjen asemointi

Painavimmat kelat sijoitettiin tuotantotilan vastaiselle seinustalle, näin pyritään pitämään raskaimpien kuormien kuljetusmatkat varaston ja tuotannon välillä mahdollisimman lyhyenä. Tuotantotilan jo olemassa olevia ovia käytetään muuttamatta niitä, siten varastotilaan muodostuu ovien kohdille leveydeltään 5 ja 5,5 metriä olevat käytävät. Varaston vasen pääty ja keskitila on varattu kokonaan metallikeloilille, ja oikeaan pätyyn jää 36 FIN-lavapaikkaa.

### 5.2.3 Layoutit 3 ja 3.1

Kolmannen version lähtökohtana on, ettei uutta liittymää tehdä, vanha telttavarasto puretaan ja tehdään uusi kylmävarasto, sekä laajennetaan entisestään layout 2.1:ssä olevaa lämminvarastoa ja tarvikehuonetta (kuvio 30). Layout 3 suunniteltiin vastaamaan kooltaan layout 2.1:tä, jotta saataisiin kaksi toisistaan poikkeavaa layoutia lähes samalla varastointipinta-alalla. Uuden lämminvaraston pinta-alaksi muodostui n. 650 neliometriä, kylmävaraston pinta-alaksi 280 neliometriä ja tarvikehuoneen pinta-alaksi 150 neliometriä. Pakkaamon kanssa kokonaispinta-alaksi muodostui 1 340 neliometriä. (Vrt. layout 2.1 1 360 m<sup>2</sup>)

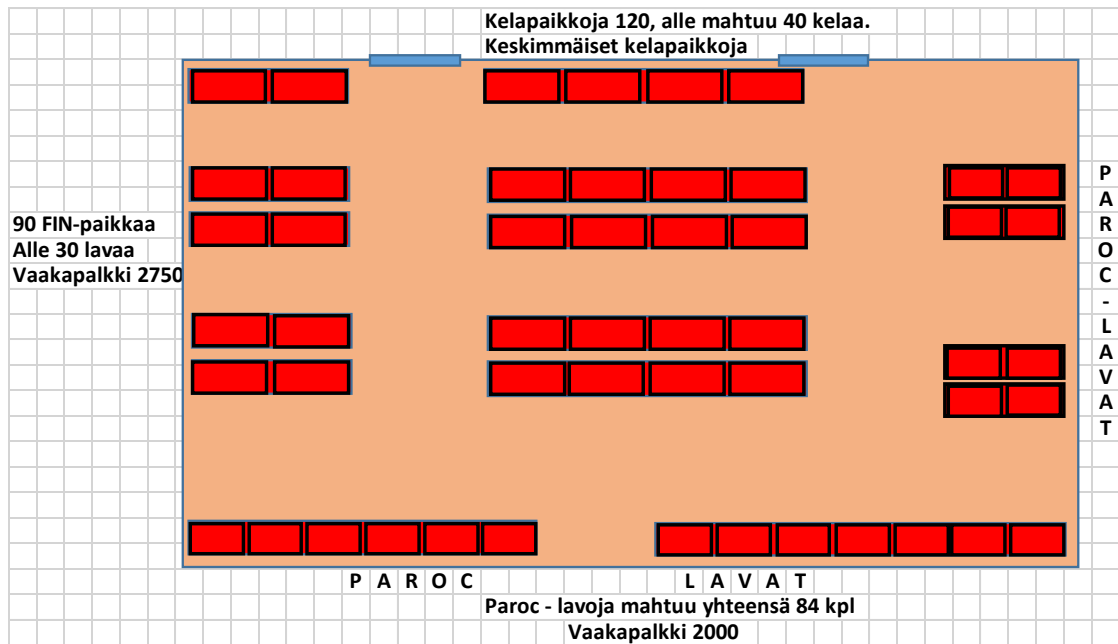


KUVIO 30. Lämminvaraston ja tarvikehuoneen laajennus, sekä uusi kylmävarasto

Uuteen lämminvarastoon hyllyjä piirtäessä kävi ilmi, että kaikki tuotteet mah-  
tuvat siihen ja pakkaamoon/valmistuotevarastoon. Tästä syystä uutta kylmä-  
varastoa ei kannata tehdä. Tämä ratkaisu jättää mahdollisuuden uuden liittyy-  
män rakentamiselle.

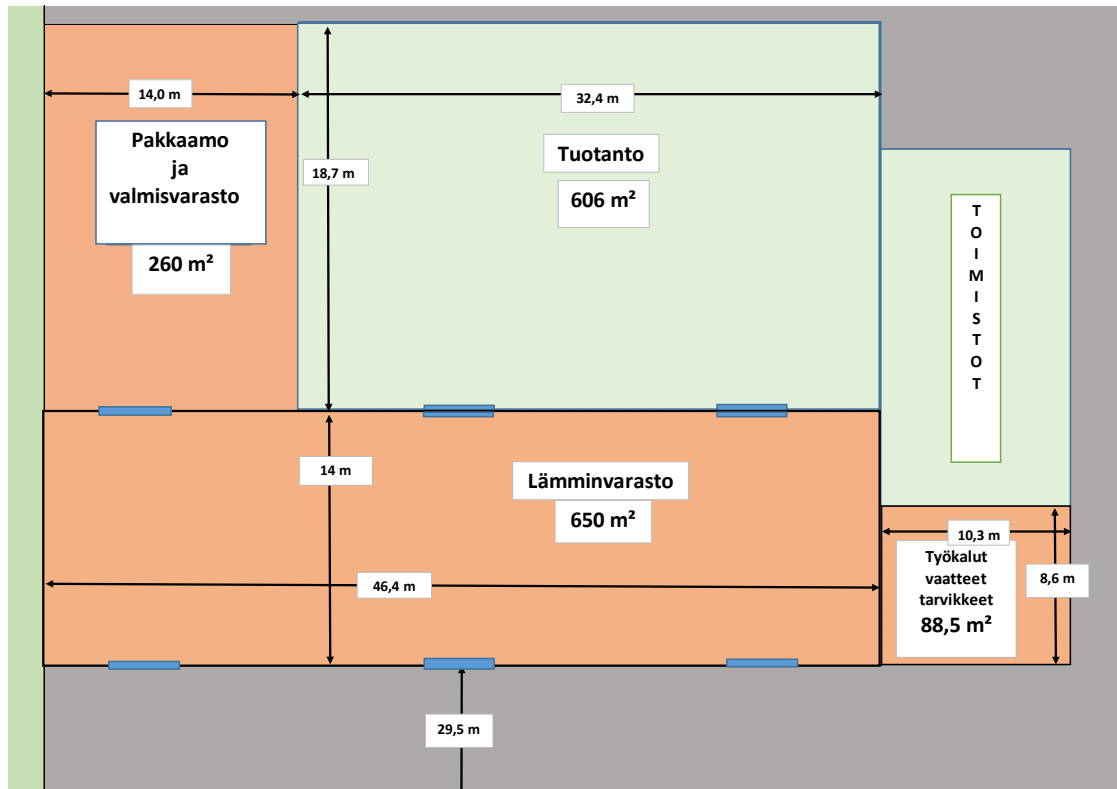
Tällä hetkellä kaikki toimistohuoneet ovat käytössä, ja yrityksen kasvaessa  
tarvitaan lisää toimistotilaa. Tarvikehuoneen koko, 150 neliometriä, antaa  
mahdollisuuden myös toimistotilojen laajentamiselle.

Lämminvaraston kelahyllyt sijoitettiin tuotantotilan vastaiselle seinälle ja varas-  
ton keskiosaan. Varaston vasen reuna on varattu FIN-lavahyllyille, oikeaan  
reunaan ja etuosaan tulee Paroc-lavahyllyt. (Kuvio 31.)



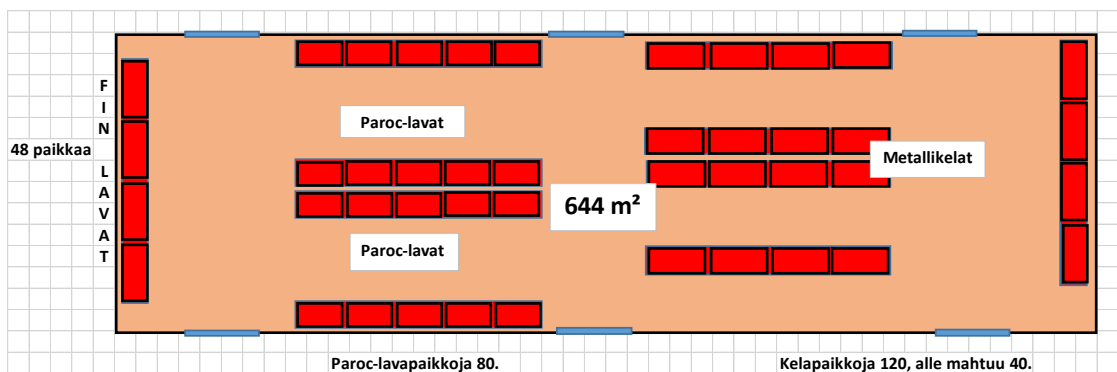
KUVIO 31. Hyllyjen aseointi

Koska uutta kylmävarastoa ei ole tarpeellista tehdä, tehtiin versiosta 3 vielä muunnettu suunnitelma, versio 3.1. Tässä suunnitelmassa lämminvaraston pinta-alaa ei muutettu, vaan varaston muotoa muutettiin siten, että koko rakennuskompleksista saatiin muodoltaan yhtenäisempi (kuvio 32).



KUVIO 32. Lämminvaraston uusi muoto

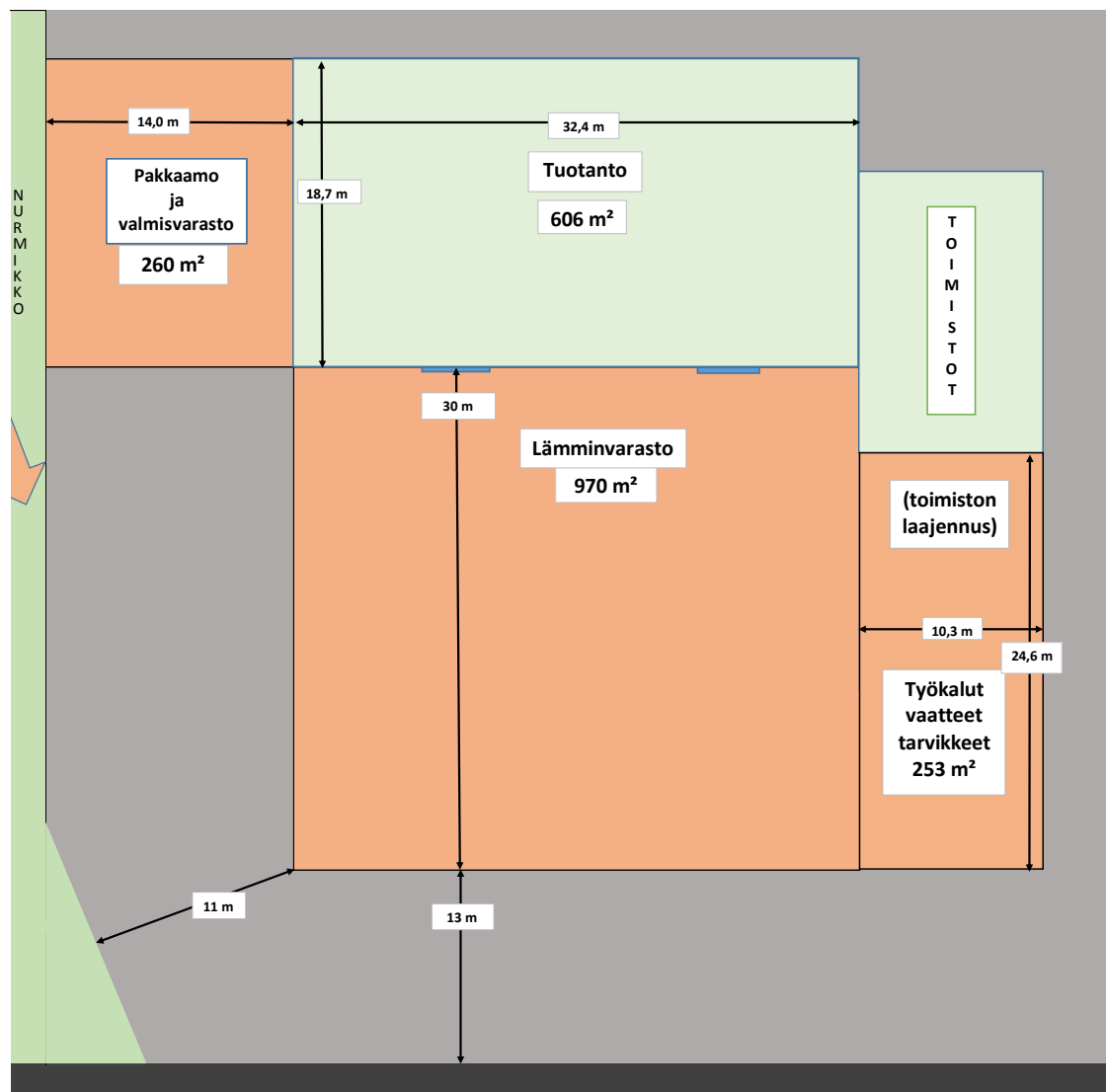
Kuvio 33 näyttää hyllyjen asemoinnin. Huomioitavaa tässä versiossa on FIN-lavapaikkojen huomattavasti pienempi määrä kuin layout-versiossa 3.



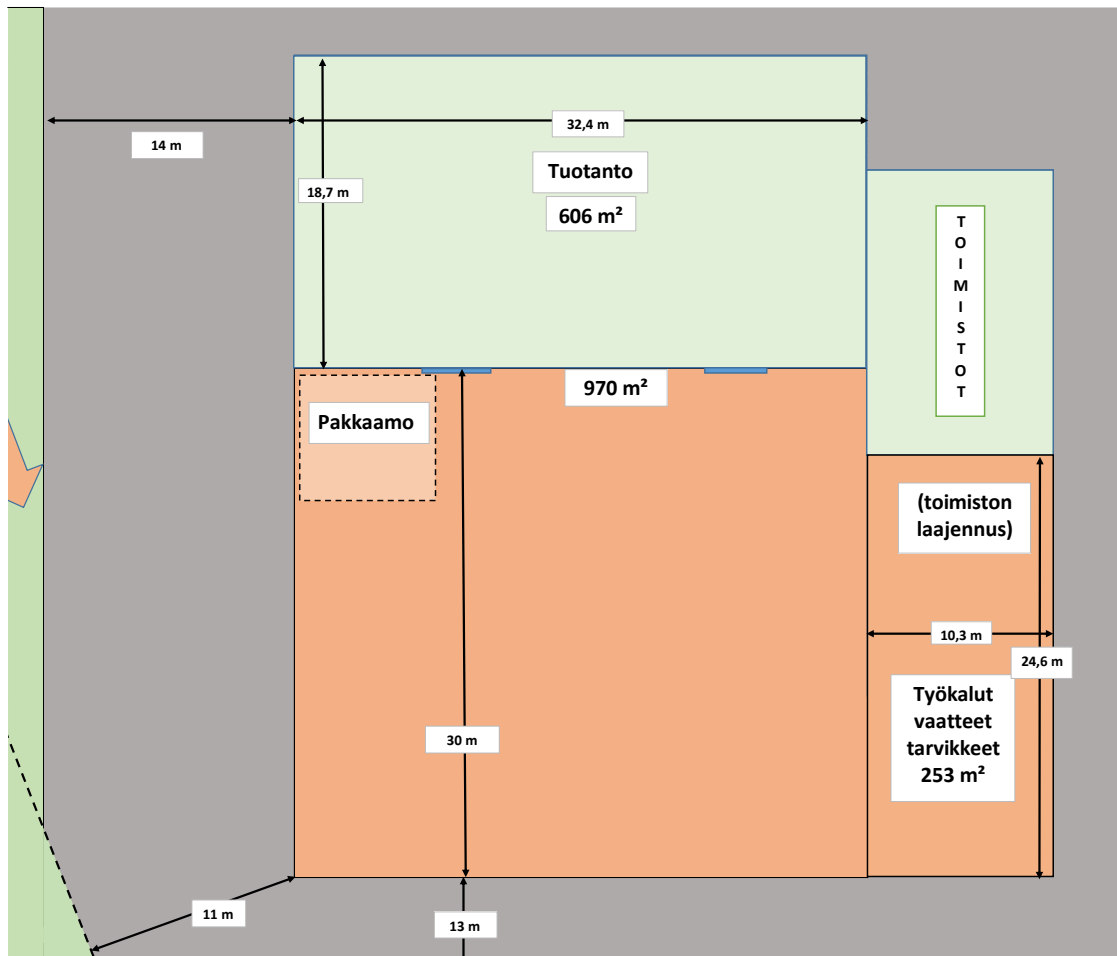
KUVIO 33. Hyllyjen asemointi layout 3.1

### 5.2.4 Layoutit 4 ja 5

Layout 4 (kuvio 34) suunniteltiin vastaamaan raameiltaan suurinta mahdollista laajennusta, 1 500 neliometriä. Pakkaamo olisi sama 260 neliometriä kuin muissakin vaihtoehdoissa, lämminvarasto 970 neliometriä ja tarvikkehuone 253 neliometriä. Laajennukset yhteensä olisivat 1 483 neliometriä. Layout 5 erottuu layout 4:stä siten, että layout 5:ssä pakkaamo on siirretty lämminvaraston yhteyteen (kuvio 35).



KUVIO 34. Layout 4



KUVIO 35. Layout 5

Koska jo aiemmista layouteista kävi ilmi, etteivät laajennusten tarvitse olla lähelläkään annettua ylärajaa täyttääkseen varastoinnin tarpeet, todettiin, ettei hyllypaikkojen suunnittelu ole tarpeellista. Näin ollen layoutit 4 ja 5 jäävät opinnäytteeseen vain raakaversioina.

### 5.3 Hyllyratkaisut

Kuormalavahyllystö on tehokkain tapa varastoida kuormalavoja, mutta tarvittavan hyllystötyypin valinta voi joskus olla vaikeaa. Taulukossa 4 on muutamia yleisimpiä hyllystötyyppejä kuormalavavarastointiin.

TAULUKKO 4. Hyllystötyyppien vertailua (Kasten)

	Tehokas lattiatiilan käyttö	Tiivis varastointi	Helppo säätää ja muuttaa	Helppo pääsy yksittäisiin kuormalavoihin	Sopii erilaisten tuotteiden käsittelyyn
Perinteinen kuormalavahyllystö			X	X	X
Kapeakäytävähyllystö			X	X	X
Syväkuormaushyllystö	X	X			
Sateliittihyllystö	X	X			
Läpivirtaushyllystö	X	X			
Push-Back-hyllystö	X	X			X
Kuormalavasiirto-hyllystö	X	X	X	X	X

Hyllyratkaisuiksi valikoituivat tässä työssä perinteiset kuormalavahyllyt. Monikäyttöisyytensä, joustavuutensa layoutin suhteen, ja yksinkertaisuutensa takia, ne olivat tässä työssä varsin luonnollinen ratkaisu. Varastoitavista tuotteista n. 95 % on varastoitavissa kuormalavahyllyihin, joten kuormalavahyllyt vastaavat hyvin tarpeeseen.

### **Paroc-lavat**

Parocin kuormalavat, joilla toimitetaan Parocin omia tuotteita, poikkeavat mitoiltaan olennaisesti FIN- ja EUR-lavoista. Niille onkin kannattavaa teettää vaakapalkki, joka on pituudeltaan 2 000 mm, kantavuudeksi riittää 1 500 kg/hyllytaso. Palkin muut mitat ovat: korkeus 90 mm, leveys 40 mm, materiaalin paksuus 1,3 mm, jatkossa nämä mitat esitetään muodossa 90/40/13. Teettäminen ei oleellisesti nosta kustannuksia, ja 2 000 mm palkkia käyttämällä hukkatilaa ei tule, näin Parocin tuotteiden varastointi on kustannustehokasta.

### **Peltiarkkilavat**

Peltiarkkilavoille, joiden koko on 2 550 mm\*1 050 mm, käytetään 2 750 mm pitkää välipalkkia, kantavuudeltaan 2 460 kg/hyllytaso, näin tässäkään ratkaisussa ei tule hyllyihin hukkatilaa. Palkin muut mitat ovat 100/50/15. Korkeussuunnassa peltiarkkilavoja voidaan varastoida useita päällekkäin hyllystön vahvuudesta riippuen, vahvuutta voidaan muuttaa lisäämällä ja vähentämällä pystypalkkeja, ja välipalkkeja vaihtamalla. Tässä työssä hyllyt suunniteltiin niin, että yhteen välikköön sijoitetaan kuusi peltiarkkilavaa, ja hyllyn korkeus on viisi metriä.

### **Metallikelat**

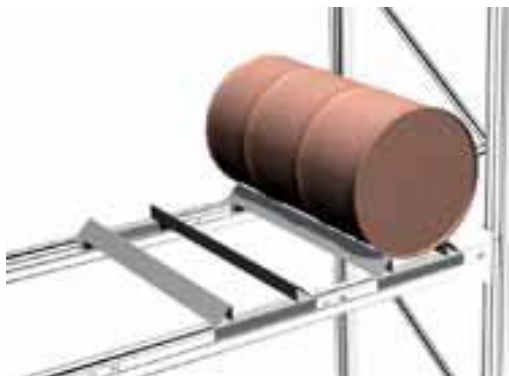
Metallikelojen varastoinnissa on tärkeää huomioida kelojen paino, ja siten tarvittava hyllystöjen kantavuus. Kelojen painot vaihtelevat 1 000 kilogrammasta 3 500 kilogrammaan, joten pysty- ja vaakapalkkien kantavuus on oltava riittävä. Esimerkiksi Kastenin tuotteista saa rakennettua jopa 30 tonnin välikkökuorman kestävän hyllykön lisäämällä pystypalkkeja ja valitsemalla riittävän vahvan vaakapalkin.

Metallikelojen hyllystöissä käytetään 2 750 mm pitkää vaakapalkkia, jonka mitat ovat 120/50/15 ja kantavuus 3 710 kilogrammaa/hyllytaso. Kelojen koot vaihtelevat jonkin verran, mutta yleisesti ottaen keloja mahtuu kaksi vierek-

käin. Metallikeloille on tarjolla mm. tynnyreille ja erilaisille keloille suunniteltuja alustoja (kuviot 36 ja 37).



KUVIO 36. Tynnyri- ja kela-alusta (Bito lagertechnik)



KUVIO 37. Tynnyrialusta (Kasten)

## 6 Yhteenveto, pohdinta

Opinnäytetyö kokonaisuudessaan oli erittäin mielenkiintoinen ja riittävän haasteellinen. Työn tavoitteena oli tehdä kolmesta viiteen toisista poikkeavaa layoutsuunnitelmaa, ja siihen myös päästiin. Yhteensä layoutsuunnitelmia tehtiin loppujen lopuksi peräti seitsemän erilaista. Työn edetessä huomasin, ettei kaikkia suunnitelmia voitu sellaisenaan toteuttaa, vaan osa oli korvattava muutetuilla suunnitelmilla. Tästä johtuen layoutsuunnitelmia tehtiin suunniteltua enemmän.

Koska minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta layoutsuunnittelusta, tuli työtä tehdessä tehtyä muutamia mittausvirheitä, jotka kuitenkin olivat aina helposti korjattavissa. Niistä koitui kuitenkin ylimääräistä työtä, jotka olisivat olleet huolellisella valmistautumisella vältettävissä. Virheet tulivat ilmi suunnitelmaa piirrettäessä. Tällaiset asiat auttoivat minua ymmärtämään alkututkimusten tärkeyttä.

Opinnäytetyötä tehdessä oli KSPT-Insulationin hakemus uudesta liittymästä tontille Jyväskylän kaupungin käsiteltävänä. Päätös liittymästä vaikuttaa käytännöllisimmän layoutsuunnitelman valintaan paljon. Jos lupaa uudelle liittymällä ei saada, putoavat liittymän sisältävät vaihtoehdot pois, ja käytettävien vaihtoehtojen määrä putoaa seitsemästä kolmeen. Yksi suunnitelmista on toteutettavissa liittymällä tai ilman. Valinta lopullisesta suunnitelmasta jää KSPT-Insulationin myöhemmin tehtäväksi.

Opinnäytetyön layoutsuunnitelmia KSPT-Insulationille esitellessä, vaikutti työn tilaaja tyytyväiseltä tehtyihin suunnitelmiin. Vaihtoehtoisia suunnitelmia oli riittävästi. Työtä tehdessä, ja sitä esitellessä miellyin layoutsuunnitelmaan 3. Se vaikutti järkevimmältä suunnitelmalta: lämminvarasto oli kooltaan riittävän suuri kaikille varastoitaville tuotteille, eikä näin ollen uutta kylmävarastoa tarvitse tehdä. Työkalu- ja tarvikevarasto on vanhaan ratkaisuun verrattuna kooltaan kolminkertainen, ja täten antaa mahdollisuuden laajentaa varastoitavien tuotteiden määrää. Myös pakkaamo on suunnitelmassa halutulla kohdalla, ja riittävän iso vastaamaan myös valmistuotevaraston tarpeisiin.

Työstä käy ilmi myös se, että jos syystä tai toisesta ei päädytäkään luopumaan nykyisestä vuokravarastosta, mahtuvat varastoitavat tuotteet nykyisiin tiloihin järjestelemällä varastointitilat uudelleen lisäämällä hyllykapasiteettia. Tämä ratkaisu on selvästi halvin, mutta toteutuakseen se vaatii vuokravaraston maaperän ja perustuksien tutkimisen. Niiden tulee olla riittävän vahvarakenteisia pystyäkseen kannattelemaan painavat peltikelat hyllyineen.

Esitellessäni layoutsuunnitelmia työn tilaajalle tuntui layoutsuunnitelma 3 parhaalta ratkaisulta. Työn loppuvaiheessa kävi kuitenkin ilmi, että vaihtoehto 5 olisi lisätutkimisen ja suunnittelemisen arvoinen. Se saattaisi jopa olla kaikin puolin paras ratkaisu KSPT-Insulationin varastointisuunnitelmiin. Työtä tehdessäni minua jäi vaivaamaan suunnitelman hylkääminen ja sen jättäminen raakaversioksi. Mutta, jotta opinnäytetyön valmistuminen ei viivästyisi entisestään, ja työntilaaajan hyväksytyä suunnitelmat jo aiemmin, tehtiin päätös jättää suunnitelma raakaversioksi. Layoutsuunnitelmassa 5 uudisrakennus on yksinkertaisimman muotoinen rakentaa, ja rakennus jättää mahdollisuuden laajentaa myös konttoritiloja toiminnan laajentumista ajatellen. Suunnitelman voi toteuttaa uudella liittymällä tai ilman. Ilman uutta liittymää täydennysliikenteen sujuminen olisi hiukan hankalaa, mutta toteutettavissa kiertämällä koko rakennuksen. Tavaroiden purkamiseen ja lastaukseen jää riittävästi tilaa, tehtäisiin oviaukot mihin kohtaan tahansa. Lopullista suunnitelmaa valittaessa KSPT-Insulationin tulisikin ottaa myös layoutsuunnitelma 5 valinnoissaan huomioon.

Vaikka opinnäytetyön valmistuminen kesti pitkään, se kuitenkin vastasi hyvin työn tilaajan tarpeeseen. KSPT-Insulationin asettamat vaatimukset saavutettiin, ja layoutvaihtoehdot esiteltiin työn tilaajalle heidän asettamaan aikarajaan mennessä. Näin ollen työn lopullisen valmistumisen viivästymisestä ei aiheutunut työn tilaajalle konkreettista vahinkoa, vaikkakin työn valmistuminen aiemmin olisi ollut toivottavaa. Edellä mainittuihin seikkoihin liittyen opinnäytetyötä voidaan pitää onnistuneena, ottaen kuitenkin huomioon layoutsuunnitelma 5 keskeneräisyyden.

Minulla ei ollut koulupohjaa lukuun ottamatta aikaisempaa kokemusta varastoinnista eikä layoutsuunnittelusta. Siksi työtä tarjotessa se tuntui samaan ai-

kaan sekä haasteelliselta että mielekkäältä. Työ antoi minulle paljon uutta tietoa layoutsuunnittelusta ja varaston toiminnoista. Haluaisin myös kehittyä jatkossa työhön liittyvään alaan edelleen. Pitkästä valmistumisajasta huolimatta minulle jäi opinnäytetyön tekemisestä positiivinen kuva.

## LÄHTEET

Bito Lagertechnik. n.d. Tuotteet, hyllyjärjestelmät. Viitattu 2.4.2014.

[http://www.bitofinland.fi/fi/Tuotteet-Hyllyjaerjestelmaet-Varastohyllyista\\_yleisesti.html?sA=1](http://www.bitofinland.fi/fi/Tuotteet-Hyllyjaerjestelmaet-Varastohyllyista_yleisesti.html?sA=1)

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uud. p. Jyväskylä: Sho business Development Oy/julkaisutoiminta.

Haverila, M. J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A., 2009. Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Hämeen kirjapaino.

Hyllytek. n.d. Varastotekniikka, tuotteet, perinteinen kuormalavahylly. Viitattu 18.3.2014.

[http://www.hyllytek.fi/dfx/perint\\_kuorma\\_kaavio.jpg](http://www.hyllytek.fi/dfx/perint_kuorma_kaavio.jpg)

Hyllytek. n.d. Varastotekniikka, tuotteet, läpivirtausjärjestelmät. Viitattu 20.3.2014.

<http://www.hyllytek.fi/?id=tuotteet>

Intolog. n.d. Tuotekuvasto 2014. Viitattu 19.3.2014.

<http://www.intolog.fi/epaper/kuvasto/Intolog2014/>

Intolog. n.d. Hyllyratkaisut, tuotteet, läpivirtaushyllyt. Viitattu 20.3.2014.

<http://tuotteet.intolog.fi/app/product/list/-/id/192/>

Karhunen, j., Pouri, R. & Santala, J., 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys.

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

Pouri, R., 1983a. Varastoinnin tekniikka. Jyväskylä: K.J. Gummerus.

Pouri, R., 1983b. Varastojen suunnittelu. Jyväskylä: K.J. Gummerus.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J., 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset

Ritvanen, V. & Koivisto, E., 2007. Logistiikka pk-yrityksissä. Helsinki: WSOY oppimateriaalit.

Sakki, J., 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 6. uud. p. Espoo: Jouni Sakki.

Sartjärvi, T., 1992. Logistiikka kilpailutekijänä. Suomen kuljetustaloudellinen yhdistys.

Suomen kuljetusopas, 2012. Yleistietoa, varastointi, varastoverkon suunnittelu, varastolayout. Opasmedia. Viitattu 28.3.2014.

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

Toyota. n.d. Toyota material handling Finland. Kuormalavahyllystö, Push back -hyllyt. Viitattu 20.3.2014.

<http://www.toyota-forklifts.fi/fi/products/racking-solutions/conventional-racking/pages/default.aspx>

Toyota. n.d. Toyota material handling Finland. Kuormalavahyllystö, syväkuormaushyllyt. Viitattu 20.3.2014.

<http://www.toyota-forklifts.fi/fi/products/racking-solutions/conventional-racking/pages/default.aspx>