



# Logistiikkakeskuksen toimintojen kehittäminen

Layout-suunnittelu, uudet varastointiratkaisut ja tehokkaammat prosessit

Roni Ylimäki

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2025

Insinööri (AMK) Logistiikan tutkinto-ohjelma

**Ylimäki, Roni**

## **Logistiikkakeskuksen toimintojen kehittäminen**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2025, 78 sivua

Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

### **Tiivistelmä**

Opinnäytetyö tehtiin Posti Group Oyj:n toimeksiannosta. Yrityksen Jyväskylän terminaalin yhteydessä sijaitsevassa lämmittämättömässä varastossa säilytettiin asiakkaan renkaita, ja käytettävissä oleva tila oli käymässä riittämättömäksi. Asiakas toivoi varaston kapasiteetin merkittävää kasvattamista. Työn keskeisenä tavoitteena oli löytää ratkaisu tila- ja varastointitehokkuuden sekä kehittää varaston toimintaa tehokkuuden, tuottavuuden ja materiaalivirtojen hallinnan näkökulmasta.

Työssä suunniteltiin useita vaihtoehtoisia layout- ja varastointiratkaisuja, joiden avulla pyrittiin optimoimaan käytössä oleva tila. Ratkaisuja arvioitiin tilankäytön, ergonomian, työturvallisuuden ja kustannusten näkökulmista. Teoriatausta kattoi varastointimenetelmät, layout-suunnittelun sekä rengasvarastoinnin erityispiirteet. Työ toteutettiin yhdistelmätyönä hyödyntäen laadullisia ja määrällisiä aineistonkeruumenetelmiä, kuten havainnointia, haastatteluja, laskelmia ja dokumenttianalyysejä.

Tuloksena syntyi useita vartenotettavia kehitysvaihtoehtoja, mutta niiden joukosta nousi selvästi esiin yksi suunnitelma, suunnitelma A, joka osoittautui kokonaisuutena toimivimmaksi ratkaisuksi. Se vastasi parhaiten sekä varastokapasiteetin kasvattamiseen, ergonomian parantamiseen, että kustannustehokkuuteen liittyviin tavoitteisiin. Suunnitelmalla A pystyttiin saavuttamaan tavoiteltu 30 000 renkaan varastointikapasiteetti ilman lisätilainvestointeja. Lisäksi pohdinnassa tunnistettiin mahdollisuuksia kapasiteetin kasvattamiseen edelleen, jopa 50 000 renkaaseen, muun muassa panimopuolen tilankäytön tehostamisella ja häkkien kolmannen kerroksen käyttöönotolla.

Opinnäytetyö tarjosi toimeksiantajalle konkreettisia ja vertailukelpoisia kehitysvaihtoehtoja. Työn keskeiseksi tuotokseksi muodostui suunnitelma A, joka on valmis vietäväksi käytäntöön ja toimii vahvana pohjana mahdollisille jatkokehityshankkeille.

### **Avainsanat (asiasanat)**

varasto, varastointi, logistiikkakeskus, ergonomia, tilatehokkuus, kustannustehokkuus, varastointiratkaisut, layout suunnittelu

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

--

**Ylimäki, Roni**

### **Development of the logistics center's activities**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2025, 78 pages

Degree Programme in Logistics Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

This thesis was commissioned by Posti Group Oyj. At the company's terminal in Jyväskylä, customer-owned tyres were stored in an unheated warehouse, and the available space was becoming insufficient. The customer expressed a need to increase the storage capacity significantly. The main objective of the thesis was to find a solution to the space constraint and to improve warehouse operations in terms of efficiency, productivity, and material flow management. Several alternative layout and storage solutions were designed to optimize the use of available space. The solutions were evaluated based on space utilization, ergonomics, occupational safety, and costs. The theoretical framework covered warehousing methods, layout design, and the specific characteristics of tyre storage. The thesis was conducted as a mixed-method case study, utilizing both qualitative and quantitative data collection methods, including observation, interviews, calculations, and document analysis.

The results produced several feasible development options, but one solution, Plan A, clearly stood out as the most effective overall. It met the key objectives best by significantly increasing capacity, improving ergonomics, and maintaining cost-efficiency. With Plan A, the targeted 30,000-tyre capacity could be achieved without additional space investments. Further analysis suggested that even higher capacity—up to 50,000 tyres—might be possible through optimizing underutilized space and utilizing a third rack level.

The thesis provided Posti Group Oyj with concrete and comparable development alternatives. The primary outcome, Plan A, offers an implementable solution and serves as a solid foundation for future development efforts.

### **Keywords/tags (subjects)**

Warehouse, warehousing, warehouse solutions, layout design, cost effectiveness, space efficiency

Miscellaneous (Confidential information)

--

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Varastot .....</b>	<b>9</b>
2.1	Rengas varastointi .....	10
2.2	Varastointiratkaisut.....	13
2.3	Rengas varastointiratkaisut.....	14
2.3.1	Rengashyllyt ja rengastelineet.....	15
2.3.2	Rengashäkki .....	17
2.4	Varastotoiminta .....	21
2.5	Kuormalavahyllyjen kiinnittäminen asfalttiin .....	23
<b>3</b>	<b>Layout suunnittelu.....</b>	<b>24</b>
3.1	Varaston layout suunnittelu.....	24
3.2	Varasto layout tyypit .....	25
3.3	Materiaalivirta.....	27
3.4	Hyötyarvomatriisi layoutin valinnassa .....	27
<b>4</b>	<b>Työturvallisuus ja -ergonomia varastotyössä.....</b>	<b>28</b>
4.1	Yleinen työturvallisuus varastossa .....	29
4.2	Nostot ja fyysinen ergonomia .....	29
4.3	Koulutus ja perehdytys.....	30
<b>5</b>	<b>Opinnäytetyön toteuttaminen .....</b>	<b>30</b>
5.1	Tutkimusstrategia.....	31
5.2	Aineistonkeruu .....	32
5.3	Aineiston analysointi.....	33
<b>6</b>	<b>Tulokset.....</b>	<b>34</b>
6.1	Nykytilanne.....	34
6.2	Kuormalavahyllystön suunnittelu .....	37
6.3	Alustavat layout-suunnitelmat.....	40
6.3.1	Suunnitelma 1: Isommat häkit.....	41
6.3.2	Suunnitelma 2: Ohuemmat häkit .....	43
6.3.3	Suunnitelma 3: Lisätty hyllymäärä.....	48
6.3.4	Suunnitelma 4: Kustannus tehokas ja skaalautuva ratkaisu .....	51
6.3.5	Suunnitelma 5: Lisätyt käytävävälit .....	56
6.3.6	Teoreettinen maksimoitu kapasiteetti .....	59
6.4	Toimeksiantajalle ehdotetut suunnitelmat.....	61

6.4.1	Suunnitelma A – Huomiot: Tilankäytön ja varastoinnin tehomalli .....	62
6.4.2	Suunnitelma B – Huomiot: Kustannustehokas ja joustavasti skaalautuva malli...	63
6.4.3	Suunnitelma C – Huomiot: Rakenteeltaan selkeä ja helposti hallittava malli .....	64
6.5	Hyötyarvomatriisi .....	65
6.6	Ehdotus uudeksi layoutiksi .....	66
<b>7</b>	<b>Johtopäätökset ja pohdinta .....</b>	<b>67</b>
7.1	Ehdotettu layout varastoinnin teorian näkökulmasta .....	69
7.2	Tulosten merkitys toimeksiantajalle .....	71
7.3	Luotettavuus ja eettisyys .....	72
7.4	Jatkokehitystarpeet .....	74
<b>Lähteet</b>	<b>.....</b>	<b>76</b>

## Kuviot

Kuvio 1	Varastot mahdollistavat tarjonnan ja kysynnän ajallisen eron. (Tikka 2016.) .....	9
Kuvio 2	"Kulutuspinna" menetelmä (Martins Industries 2019.) .....	11
Kuvio 3	Lacing-menetelmä (Martins Industries 2019.) .....	12
Kuvio 4	Pystysuora menetelmä (Martins Industries 2019.) .....	13
Kuvio 5	Renkaiden pystyvarastointi pientavarahyllyssä (Kasten Gonvarri Material Handling, n.d.) .....	15
Kuvio 6	Renkaiden vaakavarastointi rengashyllyssä (Kasten Gonvarri Material Handling, n.d.) .....	15
Kuvio 7	Siirrettäviä rengastelineitä (Frendix, n.d.) .....	16
Kuvio 8	Pakettihyllyt (Frendix, n.d.) .....	16
Kuvio 9	Siirtohyllyt (Frendix, n.d.) .....	17
Kuvio 10	Arcom AR01 (Solutions for tire industry, Arcom, n.d.) .....	18
Kuvio 11	Kuvio 7 Arcom AR03 Mix (Solutions for tire industry, Arcom, n.d.) .....	18
Kuvio 12	Rengashäkit varastotoimissa (SPS Ideal Solutions, n.d.) .....	19
Kuvio 13	Rengaskontti telineillä (Arctic Container, n.d.) .....	20
Kuvio 14	Rengaskontti Lacing-menetelmällä (Tirehubz, 2023.) .....	20
Kuvio 15	Havainnekuva varastotoimista .....	21
Kuvio 16	Asfalttiasennuskisko (Stoka, 2024.) .....	23
Kuvio 17	U-virtausmallin layout (Cadre Technologies, n.d.) .....	26
Kuvio 18	I-mallin/Läpivirta layout (Cadre Technologies, n.d.) .....	27
Kuvio 19	Hyötyarvomatriisi .....	28
Kuvio 20	Noston kuormittavuuden arviointi (Työsuojelun perusteet 2009, 109.) .....	30
Kuvio 21	Nykyinen layout ja varastointiratkaisu .....	35

Kuvio 22 Nykytilanteen varastointi ja lavojen asettelu .....	36
Kuvio 23 Lavamitat (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.) .....	37
Kuvio 24 (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.) .....	38
Kuvio 25 (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.) .....	39
Kuvio 26 (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.) .....	40
Kuvio 27 Kustannuslaskelmiin käytetyt luvut .....	40
Kuvio 28 183 x 183 cm Rengashäkki (Martins Industries, N.d.).....	41
Kuvio 29 Tarvelaskelma isolla häkillä (30t) .....	41
Kuvio 30 Kustannuslaskelma hyllylle sekä isoille häkeille (30t).....	41
Kuvio 31 Layout suunnitelma isoilla häkeillä (30t) .....	42
Kuvio 32 231 x 127 x 220 cm Rengashäkki suomuttain (Martins Industries, N.d.) .....	43
Kuvio 33 231 x 127 x 220 cm Rengashäkki pystysuora (Martins Industries, N.d.) .....	43
Kuvio 34 Tarvelaskelma ohuemmilla häkeillä ja hyllyllä (30t) .....	44
Kuvio 35 Kustannuslaskelma ohuemmilla häkeillä ja hyllyllä (30t) .....	44
Kuvio 36 Layout: Suomuttain ja yhdellä hyllystöllä (30t) .....	45
Kuvio 37 Layout: Pystysuoraan ja yhdellä hyllystöllä (30t).....	46
Kuvio 38 Tarvelaskelma ohuemmilla häkeillä ja hyllyllä (40t) .....	46
Kuvio 39 Kustannuslaskelma ohuemmilla häkeillä ja hyllyllä (40t) .....	46
Kuvio 40 Layout: Suomuttain ja yhdellä hyllystöllä (40t) .....	47
Kuvio 41 Tarvelaskenta lisätyllä hylly määrällä (30t) .....	48
Kuvio 42 Kustannuslaskenta lisätyllä hylly määrällä (30t) .....	48
Kuvio 43 Layout: Pystysuoraan häkeissä ja tuplahyllystö (30t) .....	49
Kuvio 44 Layout: Suomuttain häkeissä ja tuplahyllystö (30t).....	49
Kuvio 45 Tarvelaskenta lisätyllä hylly määrällä (40t).....	50
Kuvio 46 Kustannuslaskenta lisätyllä hylly määrällä (40t) .....	50
Kuvio 47 Layout: Suomuttain häkeissä ja tuplahyllystö (40t).....	51
Kuvio 48 Tarvelaskenta skaalautuvalle mallille (30t).....	51
Kuvio 49 Kustannuslaskenta skaalautuvalle mallille (30t) .....	52
Kuvio 50 Layout: Suomuttain ja skaalautuva malli (30t) .....	53
Kuvio 51 Layout: Pystysuoraan ja skaalautuva malli (30t).....	53
Kuvio 52 Tarvelaskenta skaalautuvalle mallille (40t).....	54
Kuvio 53 Kustannuslaskenta skaalautuvalle mallille (40t) .....	54
Kuvio 54 Layout: Suomuttain ja skaalautuva malli (40t) .....	55
Kuvio 55 Tarvelaskenta lisätyllä käytävä väleillä (30t).....	56

Kuvio 56 Kustannuslaskenta lisätyillä käytävä väleillä (30t) .....	56
Kuvio 57 Layout: Pystysuoraan lisätyillä käytävä väleillä (30t).....	57
Kuvio 58 Layout: Suomuttain lisätyillä käytävä väleillä (30t) .....	57
Kuvio 59 Tarvelaskenta lisätyillä käytävä väleillä (40t).....	58
Kuvio 60 Kustannuslaskenta lisätyillä käytävä väleillä (40t) .....	58
Kuvio 61 Layout: Suomuttain lisätyillä käytävä väleillä (40t) .....	59
Kuvio 62 Kapasiteetti teoreettiselle maksimi sijoittelulle .....	59
Kuvio 63 Kustannukset teoreettiselle maksimi sijoittelulle.....	60
Kuvio 64 Layout: teoreettinen maksimi kapasiteetti.....	61
Kuvio 65 Suunnitelmien vertailu .....	62
Kuvio 66 Suunnitelma A tiivistys .....	62
Kuvio 67 Jatkoon valittu layout A: Tuplahyllystö suomuten varastoimalla (30t) .....	63
Kuvio 68 Suunnitelma B tiivistys .....	63
Kuvio 69 Jatkoon valittu layout B: Skaalautuva malli suomuten varastoiden (30t) .....	64
Kuvio 70 Suunnitelma C tiivistys .....	64
Kuvio 71 Jatkoon valittu layout C: Lisätyillä käytävä väleille suomuten varastoiden (30t) .....	65
Kuvio 72 Hyötyarvomatriisi valituille suunnitelmille .....	66
Kuvio 73 Ehdotettu parhaimmaksi arvioitunut layout .....	67
Kuvio 74 Teorian näkökulmien mukainen suunnitelma .....	71

# 1 Johdanto

Rengasvarastointi on keskeinen osa logistiikkaketjua erityisesti yrityksille, jotka käsittelevät suuria rengasmääriä. Varastoinnin tehokkuus, kapasiteetin hallinta ja tilankäyttö vaikuttavat sekä asiakastytyväisyyteen että yrityksen kokonaistoimintaan. Näitä osa-alueita pyritään jatkuvasti optimoimaan vastattaessa kasvaviin asiakasvaatimuksiin ja muuttuviin markkinatilanteisiin.

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Posti Group Oyj:n toimeksiannosta ja kohdistuu Jyväskylän terminaalien yhteydessä sijaitsevaan, asiakkaan renkaiden varastointiin käytettävään halliin. Kasvatavat kapasiteettitarpeet ovat nostaneet esiin tarpeen kehittää tilankäyttöä ja etsiä tehokkaampia varastointiratkaisuja.

Työn tavoitteena on tunnistaa nykyisiä haasteita ja kehittää toimintamalleja, joiden avulla varastokapasiteettia voidaan kasvattaa ilman lisätilainvestointeja. Työssä muodostetaan useita vaihtoehtoisia suunnitelmia, joista yksi nousee esiin erityisen toimivana ratkaisuna. Tämä suunnitelma esitetään työn lopputuloksena suosituksena toimeksiantajalle.

Opinnäytetyön tavoitteena on myös selvittää, millainen olisi toimivin varastoratkaisu renkaiden varastoinnille Postin terminaalissa. Tavoitteeseen pyrittiin pääsemään seuraavien tutkimuskysymysten avulla:

- Miten muutoksilla voidaan parantaa toiminnan tehokkuutta?
- Miten muutoksilla voidaan parantaa työviihtyvyyttä ja ergonomiaa?
- Paljonko varastointikapasiteettia voidaan lisätä muutosten myötä?
- Mitkä olisivat muutosten kustannusvaikutukset?

Pääpaino on tilankäytön tehostamisessa, mutta samalla tarkastellaan myös layout-ratkaisuja ja materiaalivirtoja, sekä tunnistetaan prosessin pullonkauloja ja ergonomisia kehittämiskohteita.

Työtä tukevat käytännön havainnot ja tekijän henkilökohtainen osallistuminen varasto-ympäristön arkeen.

Posti Group Oyj on kansainvälisesti toimiva logistiikka-alan yritys, joka tarjoaa jakelu-, kuljetus- ja varastointipalveluita. Tämä opinnäytetyö keskittyy erityisesti Jyväskylän Seppälänkankaan teollisuusalueella sijaitsevaan rahtiterminaliin, joka toimii alueen keskeisenä logistiikkakeskuksena ja tarjoaa myös varastointipalveluita ulkoistetusti asiakkailleen.

## 2 Varastot

Varastot ja varastointi on yksi logistiikan keskeisimpiä osa-alueita. Lähes jokainen liiketoimintaa harjoittava yritys tai palvelu tarvitsee varastoja ylläpitämään sujuvaa toimintaa. Keskeinen syy tälle on fakta siitä, että kysyntä ja tarjonta harvoin kohtaavat ajallisesti toisiaan. Tuotteestasi varastoja ylläpitämällä pystyt vastaamaan kysyntään ja asiakkaan tarpeisiin riittävän tehokkaasti. Varastoista aiheutuu kuitenkin paljon kustannuksia ja ideaali tilanteessa niitä ei tarvitsisi pitää ollenkaan, mutta kuten kysynnän ja tarjonnan kohtaamisesta mainitsin, tämä vaan ei ole realistista. Toiseksi paras vaihtoehto on pyrkiä pitämään varastot pieninä ja mahdollisimman tehokkaasti toimivina. Muita syitä varastojen ylläpitämiseen on hyvän asiakaspalvelun tavoittelu. Isoilla varastoilla taataan, että asiakas löytää tavoittelemansa tuotteen eikä yritys menetä myyntiä sekä pahimmassa tapauksessa asiakasta tämän pettyessä tuotesaatavuuteen. Toinen yleinen syy varastoihin on yrityksen halu varautua kysynnän epävarmuuteen ja epätasaisuuteen. Tällöin kun kysyntä vaihtelee hurjasti, voidaan tuotteille silti taata hyvä saatavuus. (Tikka 2016.)



Kuvio 1 Varastot mahdollistavat tarjonnan ja kysynnän ajallisen eron. (Tikka 2016.)

Kuten aiemmassa kappaleessa mainitsin, varastointi aiheuttaa paljon kustannuksia. Nämä varastoinnista aiheutuneet kustannukset koostuvat esimerkiksi tilakustannuksista, kalustosta, vakuutuksista, työvoimakustannuksista, tietojärjestelmistä kuten WMS, pääomakustannuksista ja automaatiosta. Jos yritys haluaa oman varaston, on edessä heti tarve miettiä tila-, kalusto- ja vakuutuskustannuksia, jotka yleisesti ottaen ovat niin suuria, että moni yritys päätyy vuokraamaan tiloja tai ulkoistamaan varastointinsa toisen yrityksen kautta. Vaihtoehtoisesti varastoinnin ulkois-

taminen voi olla hyvä vaihtoehto myös esimerkiksi, jos varastointi ei vain ole osa yrityksen ydintoimintaa tai omat resurssit ei vain riitä varastointiin. Pienissä yrityksissä ja tapauksissa, joissa varastoinnin tarve on pieni ja säännöllinen voi varastointi toimia oman toimen ohessa ja pelkällä käsin tehdyllä varastosaldon seurannalla ja silmämääräisellä varastomäärän ylläpitämisellä, mutta toiminnan kasvaessa syntyy tarve miettiä varastolle henkilökuntaa ja varastohoitajaa sekä kunnollista varastosaldojen seurantaan avustavaa tietojärjestelmää. Tässä yhteydessä myös työvoimakustannukset kasvavat heti. Tietojärjestelmän hankkiminen sekä ylläpitäminen on kuitenkin todella kallista ja monesti myös hankalaa. Siihen liittyy monia ongelmia kuten oikean ja sopivan järjestelmän valitseminen kaikkien markkinoilla olevien joukosta. Tähän ongelmaan voi kuitenkin varautua suorittamalla riittävää kartoittamista tarpeista sekä omista prosesseista ja toiminnoista. Monen yrityksen ongelma päättyy kuitenkin olemaan, että hankitaan tietojärjestelmä liian hätäisesti, jolloin nämä tehdään päinvastaisessa järjestyksessä ja kartoitetaan sekä sovelletaan prosesseja vasta kun tietojärjestelmä on jo hankittu. (Tikka 2016; Logistiikan maailma – Varastointi, n.d.)

## **2.1 Rengas varastointi**

Rengas varastoinnissa tulee huomioida tiettyjä seikkoja, että pystytään varmistamaan niitten oikea oppinen ja ennen aikaista ikääntymistä välttävä varastointi. Kun varastoimasi renkaat säilyvät asiakkaan käytössä pitkään ja ylläpitävät suorituskykynsä ovat asiakkaat myös tyytyväisiä yrityksesi palveluun. Varastoidessasi renkaat oikein, ne kestävät pidempään, turvallisuus lisääntyy käytössä sekä pystytään myös ennalta ehkäisemään vaurioita renkaassa. Näitä huomioitavia seikkoja ovat esimerkiksi lämpötila, kosteus sekä valaistus. (The Complete Guide to Proper Tire Warehousing and Storage in 2023, 2023; Nokian Renkaat, 2023.)

Lämpötilaltaan tärkeää olisi, että se pysyisi varastossa aina alle +25 °C ja päälle 0°C. Optimaalisesti se olisi aina 0°C ja +15 °C välillä. Tähän syynä on lämpötilan vaikutus renkaan kumin ominaisuuksiin, jotka saattavat muuttua ja täten myös vaikuttaa negatiivisesti renkaan käyttöikäen. Lämpötilan lisäksi on erityisen tärkeää, että renkaat säilytetään poissa päivänvalosta ja mieluusti jossain pimeässä tilassa. Valon ja erityisesti suoran auringonvalon- tai suurta ultraviolettipitoisuutta sisältävän valon välttämällä pystytään ehkäisemään renkaan altistuminen ultraviolettisäteilylle, joka aiheuttaa nopeutunutta vanhentumista ja heikentynyttä joustavuutta kumissa. Tämä korroosio vaarantaa renkaat vaurioille ja muutoin nopeuttaa renkaiden ikääntymistä. Liiallinen kosteus on myös hyvin vaarallista renkaalle, sillä se voi aiheuttaa homeen kasvua ja mahdollista renkaiden

”lahoamista”. Kosteus hapettuu renkaaseen ja kumimateriaali kuivuu sekä kovettuu sen seurauksena ajan myötä. (The Complete Guide to Proper Tire Warehousing and Storage in 2023, 2023; Nokian Renkaat, 2023.)

Renkaiden varastoinnissa on yleensä kolme erilaista tapaa pinota ne järkevästi. Nämä kolme ratkaisua ovat pystyssä ”kulutuspinalla”, ”Lacing”-menetelmä ja pystysuora pinoaminen. Näistä jokaisella on omia heikkouksia ja vahvuuksia, mutta kaikki säästävät lattiapinta-alaa, käsittelyaikaa ja lisäävät turvallisuutta tilanteesta, jossa käytetään vain irtotavaravarastointia ja kasataan trukkilavoittain. Menetelmät vastaavat erilaisiin yritysten tarpeisiin ja sen takia on tarpeellista miettiä oman varaston kokoa, renkaiden määrää ja käsittelytarpeita, kun harkitset, mikä sopisi omaan varastoosi. (Martins Industries 2019.)

Renkaiden säilytys kulutuspinalla on yleinen, kun säilötään pieniä määriä renkaita, esimerkiksi autokorjaamoissa tai rengasliikkeissä. Se tarjoaa renkaalle helpon ja nopea käsittelyn, erikokoisten renkaiden säilömistä samoissa telineissä, yksinkertaisen renkaiden järjestämisen sekä tämä menetelmä on yleensä melko edullinen ratkaisu, kun kyseessä on pieniä määriä renkaita. (Martins Industries 2019.)



Kuvio 2 ”Kulutuspinalla” menetelmä (Martins Industries 2019.)

Lacing-menetelmässä tai suomeksi ”suomuttain”-menetelmässä renkaat asetetaan lomittain telineeseen ja sen isoimpana etuna on 25% - 30% säästö varastotilan käyttöön muihin menetelmiin verrattuna. Tämän lisäksi renkaat ovat erittäin vakaita tässä menetelmässä ja tämän ansiosta isoja määriä pystyy helposti ja turvallisesti siirrellä varastossa, joka säästää aikaa. Ongelmina on kuitenkin esimerkiksi se, että vain samaa rengastyyppeä voi käyttää yhdessä telineessä, sillä niitä ei voi

asettaa järkevästi telineeseen, kun koot renkaissa vaihtelevat. Tämän lisäksi telineiden lastaaminen vie paljon aikaa muihin verrattuna, sillä renkaita tarvitsee asetella tarkemmin telineisiin ja jos niitä säilötään pitkän aikaa tällä tavalla, voi renkaat vahingoittua. Erityisesti pinon alimmat renkaat ovat alttiita vahingoittumiselle, kun päällimmäiset renkaat painavat niitä kasaan. (Martins Industries 2019.)



Kuvio 3 Lacing-menetelmä (Martins Industries 2019.)

Pystysuora pinoaminen tarkoittaa nimensä mukaisesti renkaiden pystysuoraan kyljelleen asettamista telineisiin. Tämän menetelmän etuna on se, että se käyttää enemmän vertikaalista tilaa kuin lattiatilaa, joka on varastoissa iso etu. Sen lisäksi renkaat ovat nopea lastata ja purkaa, sekä tässäkin menetelmässä pystytään kuljettamaan merkittäviä määriä kerralla. Renkaita on myös helpompi inventoida, verrattuna lacing-menetelmään. Tämäkin menetelmä lacing-menetelmän lisäksi vaatii käytettäväksi samaa rengastyyppeä, mutta isompi haitta on pinojen epävakaaisuudessa, joka voi luoda menetelmästä melko vaarallisen. Sen lisäksi tässäkin menetelmässä on riskinä renkaiden vaurioituminen, sillä alimmat renkaat voi helposti litistyä. (Martins Industries 2019.)



Kuvio 4 Pystysuora menetelmä (Martins Industries 2019.)

## 2.2 Varastointiratkaisut

Nykyään markkinoilla on saatavilla useita erilaisia hyllyjärjestelmiä, joista jokaisella on omia tiettyjä suunniteltuja tarkoituksia. Valinta näiden ratkaisujen välillä riippuukin paljon siis kyseisen varaston toimintatyyppistä ja vaatimuksista varastolle. Varastoratkaisuja suunnitellessa, joudut usein tekemään kompromisseja nopeuden, kustannusten ja kapasiteetin välillä. Jos varastotarve on todella suuri tarkoittaa se, että täytyy suunnitella varastotilan käyttö myös todella tiheäksi. Tällaiseen tiheään tilaan soveltuu esimerkiksi drive-in, double-deep, push-back, mobile tai liikkuva ja kapeakäytäväiset hyllyratkaisut. Nämä järjestelmät käyttävät tilan tehokkaasti, mutta niillä on huonona puolena niiden hitaus. Sen lisäksi myös monesti ne vaativat omia tiloille vastaavia erikoistuneita käsittelylaitteita, jotka tuovat lisää kustannuksia. Normaalin ”leveä käytäväisen” lavahyllyjärjestelmän etuna onkin siis nopeampi käsittely ja helpompi saatavuus tuotteille, mutta vastakohtaisesti se vie paljon enemmän lattiatilaa. (Richards 2022, 287.)

Tällä hetkellä käytössä on useita erilaisia kuormalavahylly kokoonpanoja, joista yleisimpiä ovat:

- Leveäkäytäväiset säädettävät kuormalavahyllyt (valikoivat hyllyt)
- Kaksoissyvä/Double-deep kuormalavahyllystö
- Kapeakäytäväinen hyllystö
- Erittäin kapeakäytäväinen hyllystö
- AS/RS-hyllyt (automaattiset varastointijärjestelmät) sekä dynaamiset ja kuormalavavirtahyllyt
- Push-back-hyllyt ja sisäänajohyllyt
- Läpiajohyllyt ja siirrettävät hyllyt
- Sukkula/shuttle hyllyt

Monet yritykset käyttävät edelleen lohko- tai ”irtotavaravarastointia”, jossa kuormalavat tai tavarat pinotaan päällekkäin ilman hyllystöä. Tämän etuna on sen edullisuus ja se, että tavaroihin pääsee yleensä nopeasti käsiksi sekä ne ovat nopea noutaa, mutta menetelmässä on myös haittapuolia. Esimerkiksi FIFO (first in, first out) menetelmää ei voi käyttää ja monesti alemmat kuormalavat voi vaurioitua tai pinotut kuormalavat voi myös usein olla hyvin huteria sekä kaatua ja olla jopa vaarallisia henkilöstölle, jotka niiden ääressä työskentelee. Tämän lisäksi rakennuksen kuutiokapasiteetti jää usein melko vajaasti hyödynnetyksi. (Richards 2022, 288.)

Varastotyyppin valintaa vaikuttaa siis useat tekijät kuten yrityksen varastointitarpeet, rakennuksen rakenne, käytössä oleva materiaalin käsittely kalusto sekä tietenkin budjetti. Jokaisella varastointimenetelmällä on omia vahvuuksia ja heikkouksia, jonka takia optimaalinen ratkaisu on aina yksilöllinen yrityksen omiin vaatimuksiin. Richards (2022, 288) vitsaileekin kirjassaan, että jos viisi konsulttia laitetaan analysoimaan varaston tietoja ja he pyrkivät määrittämään optimaalisen varastointiratkaisun, he todennäköisesti päätyvät viiteen eri ratkaisuun. Harvoin on siis yhtä oikeaa vastausta siihen, mitä varastointiratkaisua tulisi käyttää. (Richards 2022, 288.)

Varastointiratkaisuja miettiessä käytössäsi on todennäköisesti dataa yrityksen nykyisestä tai historiaa menneiltä vuosilta varastotasoista, mutta tässä yhteydessä täytyy ottaa huomioon myös tulevaisuuden mahdolliset muutokset tuotetyypeissä tai varastoitavissa määrissä. Esimerkiksi täytyy ottaa huomioon myös yrityksen yksilökohtaiset liiketoimintapiikit, jolloin varastossa on määrällisesti keskimäärää huomattavasti enemmän tuotteita. Harvoilla yrityksillä on tasainen varastotaso ja aktiivisuus varastossa läpi vuoden, useimmilla on useita piikkejä läpi vuoden. Esimerkiksi rengasvarastolla talvirenkaista kesärenkaiisiin siirtyessä tai edeltäen isoja alennusmyyntejä. On siis tarpeellista miettiä, että jahdataanko näitä piikki tasoja vai suunnitellaanko varasto vastaamaan tasoja, joltain keskimäärän ja piikkien väliltä sekä korvaamaan puuttuvaa tilaa, vaikka väliaikaisvarastoilla. (Richards 2022, 262, 264, 269.)

### **2.3 Rengas varastointiratkaisut**

Renkaiden varastointi on keskeinen osa autoteollisuuden logistiikkaa. Renkaiden tehokkailla varastointiratkaisuilla voi merkittävästi parantaa paitsi tilankäyttöä, mutta myös turvallisuutta ja renkaiden säilyvyyttä. Suosituimmat ratkaisut rengasvarastointiin ovat erilaiset rengastelineet tai -häkit ja rengashyllyt. Alla on erilaisia löytämiäni esimerkkejä renkaiden varastointiratkaisuista.

### 2.3.1 Rengashyllyt ja rengastelineet

Rengashyllyt ja erilaiset rengastelineet ovat yksi yleisimmistä ratkaisuista renkaiden varastointiin, sillä ne mahdollistavat renkaiden järjestelmällisen säilytyksen ja tilan tehokkaan käytön. Erilaiset hyllyratkaisut tarjoavat joustavuutta varaston tarpeiden mukaan. Hyllyt ja telineet voivat olla kiinteitä, siirrettäviä tai muokattavia eri kokoisille renkailla. Esimerkiksi Kasten tarjoaa monia erilaisia rengashyllyjä, jotka sopivat renkaiden pysty- ja vaakavarastointiin. Hyllyt ovat modulaarisia, joten niitä on mahdollista räätälöidä eri tiloihin ja varastoihin. (Kasten Gonvarri Material Handling, n.d.)



Kuvio 5 Renkaiden pystyvarastointi pientavarahyllyssä (Kasten Gonvarri Material Handling, n.d.)



Kuvio 6 Renkaiden vaakavarastointi rengashyllyssä (Kasten Gonvarri Material Handling, n.d.)

Toinen esimerkki rengashyllyistä ja -telineistä on kotimaisen Frendix Oy:n tarjoamat ratkaisut, joihin kuuluu kiinteitä hyllyjä, kombihyllyjä, pakettihyllyjä sekä siirtohyllyjä, jotka hyödyntävät tilan tehokkaasti ja soveltuvat moniin erilaisiin varastoihin. Ne ovat hyvin räätälöitäviä asiakkaan ja varaston tiloihin. (Frendix, n.d.)



Kuvio 7 Siirrettäviä rengastelineitä (Frendix, n.d.)



Kuvio 8 Pakettihyllyt (Frendix, n.d.)



Kuvio 9 Siirtohyllyt (Frendix. n.d.)

### 2.3.2 Rengashäkki

Rengashäkit ovat toinen erinomainen ratkaisu varastoon, kun halutaan optimoida tilankäyttöä ja tavoitellaan joustavuutta varastoon. Ne ovat helposti siirrettäviä ja pinottavia, joka mahdollistaa vähäisen lattiatilankäytön. Rengashäkeillä voidaan myös nopeasti mukautua muuttuviin tarpeisiin ja mahdollisesti laajentaa varastoa tarpeiden mukaisesti. Tämän lisäksi niiden helpon sekä nopean käsittelyn ansiosta ne toimivat todella hyvänä ratkaisuna esimerkiksi sesonkiaikoina. Samalla rengashäkit ovat yksi turvallisimmista ratkaisuista, sillä ne pitävät renkaat järjestyksessä ja estävät niiden kaatumisen sekä vierimisen. (Tire Storage Rack Solutions: Types, Benefits & Picking The Best, 2024.)



Kuvio 10 Arcom AR01 (Solutions for tire industry, Arcom, n.d.)



Kuvio 11 Kuvio 7 Arcom AR03 Mix (Solutions for tire industry, Arcom, n.d.)



Kuvio 12 Rengashäkit varastotoimissa (SPS Ideal Solutions, n.d.)

Kolmantena käytettävänä rengasvarastoinnin ratkaisuna toimii merikontit. Näitä tarjoaa esimerkiksi Arctic Container ja niitä voi sekä vuokrata, että ostaa erilaisin muokkauksin, jotta ne sopivat yrityksen omiin tarpeisiin. Arctic Container esimerkiksi tarjoaa monipuolisesti erilaisia rengashylly ja -teline ratkaisuja sijoitettavaksi konttiin. Merikontit toimivat parhaiten kuitenkin pienessä määrässä rengasvarastointia tai sitten joustavana lisävarastona isomman rengasvaraston yhteydessä, sillä ne tarjoavat kustannustehokkaan sekä skaalautuvan ratkaisun kapasiteetin lisäämiseen. Niiden hankinta on huomattavasti edullisempaa kuin perinteisen varastorakennuksen rakentaminen tai laajennuksien tekeminen varastoon. Tämän takia esimerkiksi tilapäisten varastointi tarpeiden kattamiseen tai muutoin kausivaihteluiden paikkaukseen ne toimivat hyvin. (Arctic Container, n.d.)



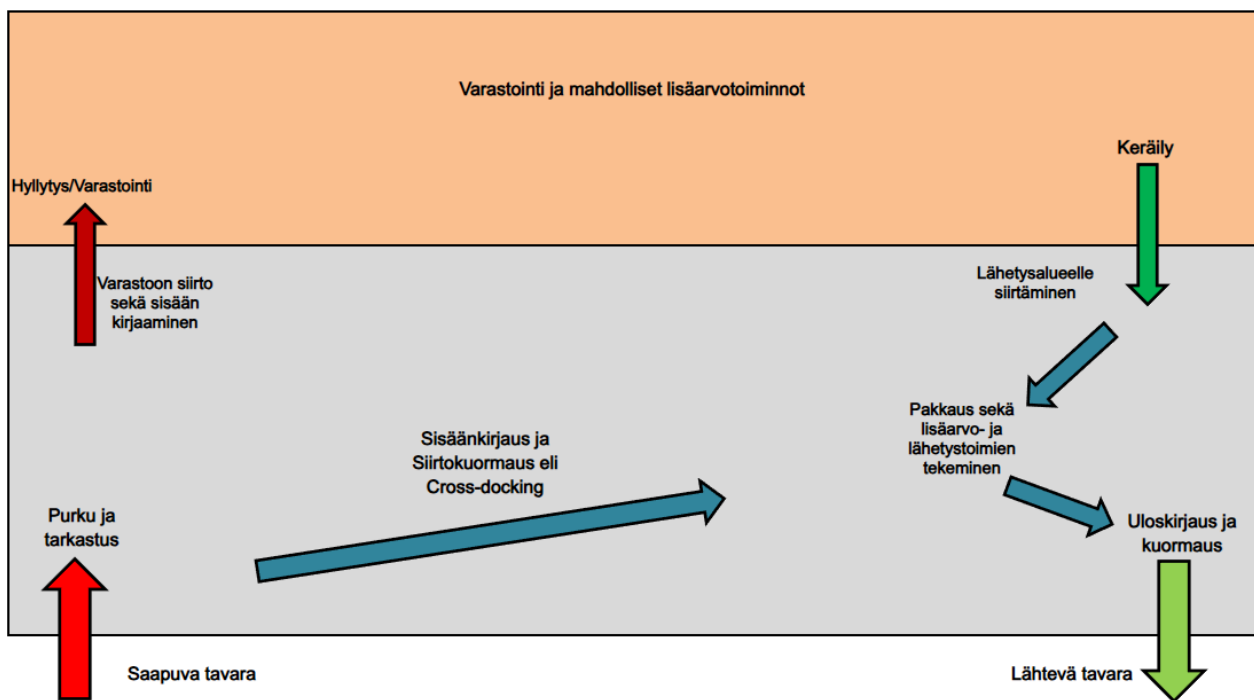
Kuvio 13 Rengaskontti telineillä (Arctic Container, n.d.)



Kuvio 14 Rengaskontti Lacing-menetelmällä (Tirehubz, 2023.)

## 2.4 Varastotoiminta

Varastossa on useita eri työprosesseja, jotka vaativat laaja-alaista osaamista. Työntekijöiden on hallittava ja ymmärrettävä koneiden käyttö, tietojärjestelmien hallinta, omattava laaja tavaratuntemus varastoitavista tuotteista sekä asiakkaiden tarpeiden ymmärtäminen. Työtehtävät vaihtelevat eri varastojen väleillä, mutta yleisimpiä ovat saapuvan tavaran vastaanotto, keräily, pakkaaminen, lähetys, kuormaus sekä järjestyksen ylläpito ja inventointi. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 374; Logistiikan maailma – Varastoprosessi ja varastotoiminnat, n.d.)



Kuvio 15 Havainnekuva varastotoimista

Varastoinnin ensimmäinen vaihe on aina saapuvien lähetyksien vastaanotossa. Tämän vaiheen aikana on tärkeä selvittää lähetyksen sisältö ja sen jälkeen varastoida ne tiloihin asianmukaisesti. Sen lisäksi lähetyksen sisältö täytyy varmistaa myös siltä kannalta, että tiedetään toimittajan täyttäneen toimituslupauksensa sekä se, että tavara on laadultaan säilynyt käyttökelpoisena kuljetuksen ajan. Saapuvat lähetykset ovat yleensä yksi näistä kolmesta tyypistä. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 374-375; Logistiikan maailma – Varastoprosessi ja varastotoiminnat, n.d.)

- **Varastotäydennys:** Tavara on osa kyseisen varaston varastonimikkeitä sekä se on osoitettu varastolle. Tämä on ehkä yleisin tilanne.
- **Kauttakulku:** Tavara on osoitettu asiakkaalle jo heti saapuessaan varastolle. Nämä tavarat on monesti sellaisia, joita varasto ei normaalisti varastoi. Voi myös olla yrityksen organisaation sisäisiä toimituksia.
- **Palautus:** Tavara on toimitettu varastosta, mutta asiakas on palauttanut sen usein huomattuaan virheen lähetyksen sisällössä tai huomattuaan sen laadun olevan virheellinen.

Vastaanottamisen ja varastoinnin jälkeen usein seuraavaksi tapahtuu keräily, joka tarkoittaa käytännössä asiakastoimituksen valmistamista. Tavara kerätään varastosta ja siirretään lähettämöön ja pakkaamisen valmisteluun. Keräily on monesti varaston toiminnoista eniten resursseja vievä tehtävä ja sen takia sen tehostaminen on tärkeää. Keräysmenetelmä usein jakautuu kahteen eri pääryhmään, jotka määrittyvät sen mukaan, että tarvitseeko mennä tavaran luo keräämään se vai tuleeko tavara suoraan keräilyyn esimerkiksi automaattihissin tai muun vastaava järjestelmän avustamana. Näistä yleisempi on kuitenkin vielä toistaiseksi tuo ensimmäiseksi mainittu ryhmä, jossa keräily tapahtuu työntekijän henkilökohtaisesti noutamalla tavaran esimerkiksi trukilla tai käsin. Tehokas keräystyö vaatii osoitejärjestelmän varastossa, kuten suunnitellut paikat kaikille tavaroille ja tämän osoitejärjestelmän lisäksi myös luodut sopivat ja tehokkaat keräysreitit. Keräysreittejä voidaan optimoida esimerkiksi siten, että usein kysytyt nimikkeet ovat keräysreittien alussa ja täten minimoidaan kuljetettavia matkoja, sillä useimmat keräysreitit voidaan lopettaa jo reittien alussa. Tätä kuitenkin vaikeuttaa se, että menekit vaihtelevat jatkuvasti sesonkien ja ajanjaksojen mukaan. Esimerkiksi keväällä ja lumien sulaessa alkaa kesärenkaat olla tärkeä menekki ja sen sijaan vastakohtaisesti loppuvuodesta ensilumien ja ilmojen viiletessä talvirenkaat ovat ajankohtainen menekki. Tämän takia on tärkeää muuttaa keräyspaikkojen osoitteita ajankohtaisten menekkien mukaan, jos keräysreittejä parhaiten haluaa optimoida. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 378–379; Logistiikan maailma – Varastoprosessi ja varastotoiminnat, n.d.)

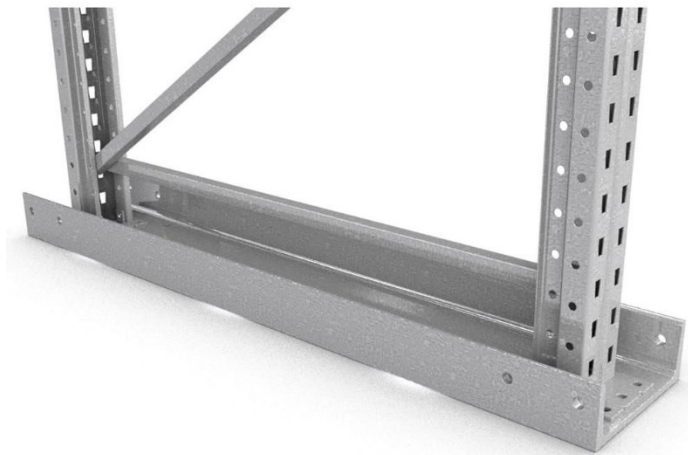
Keräilyn seurauksena, kun tavara on siirretty lähettämöön sekä sille on mahdollisesti tehty uloskirjaus varastosta, tehdään seuraavaksi yleensä sen valmistelu lähetykseen, joka sisältää monesti lähetyksen pakkaamista. Pakkaaminen vaihtelee melko paljon riippuen tavaran mitoista, koosta sekä tyypistä. Esimerkiksi suurikokoiset kollit kerätään yleensä kuormalavoille ja niistä tehdään lava-kuormia. Pientavarat sen sijaan monesti pakataan kartonkipahveihin. Esimerkkinä tästä vaikkapa renkaiden pakkaaminen, jossa ne yleensä menevät tuohon ensimmäiseen kategoriaan, jos niitä menee asiakkaalle useampi. Renkaita harvoin kuitenkin ostetaan yksittäisinä, jolloin niitä pakataan kahden renkaan nippuun kelmuttamalla ne kiristekalvolla sekä lisäämällä niille osoitelaput. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 378–379; Logistiikan maailma – Varastoprosessi ja varastotoiminnat, n.d.)

Lopuksi lähetykselle suunnitellaan kuljetus, luodaan tarvittavat dokumentit kuten rahtikirja ja tarkistetaan, että rahtikirja vastaa kollilukuja sekä viimeistään tässä kohtaa ulos kirjataan tavara pois

varastosta. Sen jälkeen se on kuormausta vaille valmis lähtemään asiakkaalle. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 382–383; Logistiikan maailma – Varastoprosessi ja varastotoiminnat, n.d.)

## 2.5 Kuormalavahyllyjen kiinnittäminen asfalttiin

Kuormalavahyllyjen asennuksessa alustan valinnalla on keskeinen merkitys hyllyjen turvallisuuden ja kuormankestävyyden kannalta. Betoni on lähes aina ensisijainen valinta, koska se tarjoaa erittäin korkean kantavuuden, joka ylittää 15 500 kiloon tai jopa sen yli. Betonilattia kestää hyvin kuormalavahyllyihin kohdistuvat voimakkaat pistemäiset kuormitukset ilman erillisiä tukirakenteita. Sen sijaan asfalttiin hyllyjä asentaessa tilanne muuttuu oleellisesti. Asfaltin kantavuus esimerkiksi jää huomattavasti betonin tasosta, keskimäärin noin 8 000 kilon välillä kuormaan 15 500 kilosta betonin alustalla. Tämän lisäksi asfaltin perustuksen täytyy olla riittävän kantava, jotta kuormalavahyllyistö pysyy vakaana ja turvallisena. Tästä syystä asfaltille asentaessa käytetään aluskiskoja, jotka yhdistävät hyllyn pylväät ja jakavat kuorman laajemmalle alueelle. Näillä kiskoilla pystytään estämään asfaltin liiallista painumista sekä varmistamaan, että rakenne kestää vaaditut kuormat. (Stoka, 2024.)



Kuvio 16 Asfalttiasennuskisko (Stoka, 2024.)

Ilman kiskoja asfaltin kantokyky ei riittäisi turvalliseen varastointiin eikä asennetuista hyllyistä saataisi niiden luomia vertikaalisia hyötyjä oleellisesti hyödynnettyä. Asfalttikiskoille asennetuille hyllyille on tärkeä huomioida myös, että ne tarvitsevat omat ja selkeät kuormituskylltinsä niiden

alempaan välikkuormansa takia. Tämä kyltti kertoo varastotyöntekijöille sallitun kuorman ja auttaa ylläpitämään hyllyjen turvallista käyttöä päivittäisessä toiminnassa. (Stoka, 2024.)

### 3 Layout suunnittelu

Layout on vakiintunut termi, jolla viitataan kaikkiin tuotantojärjestelmän fyysisiin osiin sekä niiden sijoitteluun tehtaassa. Näitä ovat esimerkiksi tuotantojärjestelmän kaikkia eri koneita, laitteita, varastopaikkoja sekä kulkureittejä. (Haverila ym. 2009, 476.)

Hyvin suunnitellulla layoutilla tasapainotetaan turvallisuus, taloudellisuus, ympäristönsuojelun sekä rakentamisen, kunnossapidon ja käytön vaatimukset. Tämän lisäksi layoutin suunnittelijan täytyy ottaa huomioon myös tulevaisuuden laajennustarpeet, prosessien tehokkuudet, paikallinen lainsäädäntö ja sen määräykset sekä estetiikan ja käyttäjäyhteisön näkemykset. (Moran 2017.)

#### 3.1 Varaston layout suunnittelu

Layout-suunnittelu on monivaiheinen prosessi, johon vaikuttavat lukuisat tekijät. Koska kaikkien näiden tekijöiden suhteen ei yleensä ole mahdollista edes löytää täysin optimaalista ratkaisua, johtaa tämä siihen, että layout on aina jonkinlainen kompromissi. Keskeinen tavoite on kumminkin lopulta materiaalivirtojen tehokas hallinta. Selkeät materiaalivirrat parantavat tuotannon ohjausta ja kehittävät toimintaa. Osastojen ja työpisteiden sijoittelua suunnitellessa on tärkeintä, että materiaalien siirto on mahdollisimman sujuvaa sekä siirtoetäisyydet ja kuljetuskertojen määrät on minimoitua. On myös tärkeää huomioida mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet layoutissa. Tuotantomäärien sekä tuotetyyppien muuttuessa layoutin on oltava joustava ja muokattavissa. Tätä edellyttää erityinen huomio suunnitellessa paikkoja vaikeasti siirrettäville koneille ja laitteille, että ne eivät rajoita tulevaa kehitystä ja layoutin optimointia. (Haverila ym. 2009, 480–482.)

Varastosuunnittelun yhteydessäkään optimaalisin ratkaisu ei ole sellainen, joka täyttää vain nykyiset toiminnalliset vaatimukset, mutta sen sijaan vaatimusten lisäksi pitää silmällä myös tulevaisuuden kasvun. Tämä saavutetaan pitämällä suunnitelma skaalattavana, joustavana ja suhteellisen edullisena muokata. Suunnitellessa täytyy siis olla tarkkaa tietoa ja hyvä ymmärrys varaston nykyisestä sekä tulevaisuuden roolista. Käytännössä ideana on siis rakentaa tälle päivälle, mutta suunnitella tulevaisuudelle. Tämän takia varaston layout suunnittelu vaatiikin todella tarkkaa huomiota yksityiskohtiin ja isoja määriä relevanttia tietoa sekä voi olla hyvinkin monimutkainen. Tehokas

layout minimoi kuljetettavia matkoja, työvoiman kosketuspisteitä, välttää pullonkauloja ja ristikkäisliikennettä sekä tukee loogista materiaalivirtaa. On tärkeää, että pyritään hyödyntämään koko kuutiotila parhaan mukaan varastossa, ei pelkästään lattiapinta-alaa. Varastosuunnittelussakin oleellisesti mietitään jatkuvasti kompromisseja. Esimerkiksi monesti suunnittelussa on kompromisseina nopeus, välimatkojen pituus, tilankäytön tehokkuus, käsittely nopeus, saatavuus, turvallisuus, riskit sekä kustannukset. (Richards 2022, 262, 264, 285.)

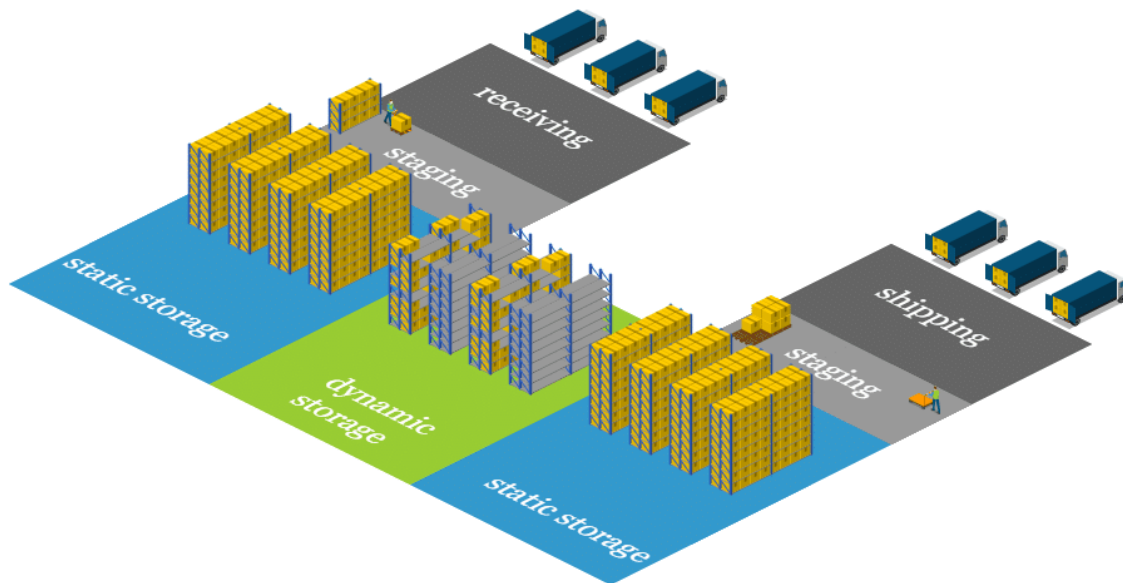
### **3.2 Varasto layout tyypit**

Varasto layout riippuu tietenkin paljon tilojen koosta ja muodosta sekä siellä käytetystä kalustosta ja suunnitellusta toiminnasta. Varastojen layoutin muodot voivat näistä syistä olla melko monipuolisiakin ja toisistaan eroavia. On kumminkin muotoja, jotka ovat yleisiä ja suosittuja pohjia. Näistä yleisimmät ovat U-virtausmallin sekä I-virtausmallin layout, jota nimitetään myös läpivirta malliksi. (Richards 2022, 280.)

Suosituin malli tapaa olla U-virtaus malli. Tämä johtuu esimerkiksi siitä, kuinka tässä mallissa tavaran vastaanotto ja lähettäminen on eroteltu toisistaan, mutta ne voi pitää samalla puolella rakennusta, joka tehostaa laiturien käyttöastetta ja helpottaa merkittävästi cross-docking toimintoja. Nopeinten liikkuvat tuotteet on sijoitettu lähimmäksi lähetyslaituria, joka minimoi yleisimpiä siirtomatkoja. Laiturien tehostus tässä mallissa syntyy monista syistä: (Richards 2022, 280.)

- Lyhyet kuljetusmatkat laiturilta varastoon tai päinvastoin
- Joustavuus ja skaalautuvuus tarpeen tullen käyttää samaa laiturialuetta kumpaakin prosessiin
- Varaston sisäisen liikenteen keskittäminen yhdelle puolelle ilman risteäviä kulkureittejä

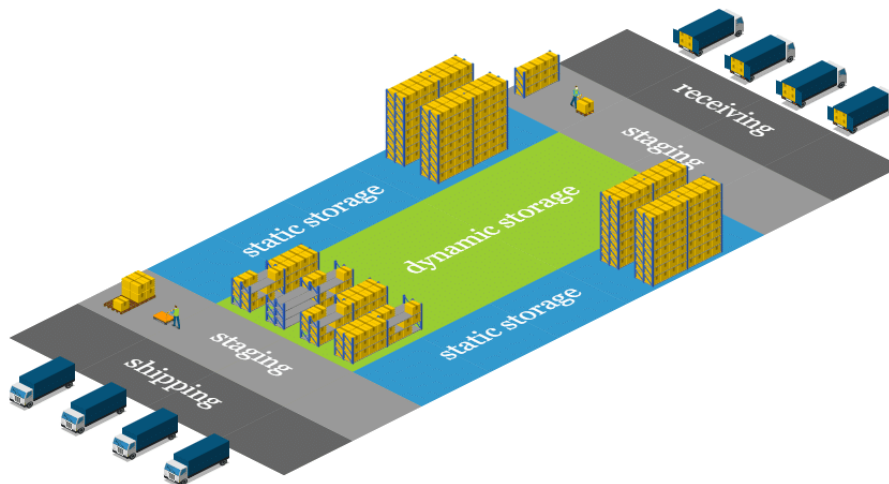
## U-Shaped Warehouse Product Flow



Kuvio 17 U-virtausmallin layout (Cadre Technologies, n.d.)

I-virtausmallin tai läpivirtaus mallin etuina on hyvin suoraviivainen ja luonnollinen liikkuminen varastossa, mutta laiturien käyttö tai kuljetusmatkat eivät ole yhtä tehokkaita kuin U-mallissa. Sen sijaan I-malli vähentää ruuhkia ja selkeyttää toimintaa lastausalueilla. Tämän lisäksi I-malli kuitenkin vaatii lisättyä turvallisuutta sekä selkeitä kulkuyhteyksiä kuten kiertävää kulkuyhteyttä varaston ulkopuolella toiselle lastaussillalle, kun sisäänkäyntejä on useammalla puolella varastoa. Toinen merkittävä asia, joka mallia suunnitellessa tulee huomioida, on rajallisemmat tulevaisuuden laajennus mahdollisuudet läpivirtausmallissa, sillä lastaussilta prosesseja on kahdella eri puolella varastoa, ja laajennus on täten rajoittunut kahteen ilmansuuntaan. (Richards 2022, 280–282.)

## I-Shaped Warehouse Product Flow



Kuvio 18 I-mallin/Läpivirta layout (Cadre Technologies, n.d.)

### 3.3 Materiaalivirta

Materiaalivirta tarkoittaa kaikkien materiaalien tapaa liikkua varaston tai laitoksen läpi. Toisin sanoen se on siis prosessi, jolla seurataan sekä hallitaan tilaan saapuvia materiaaleja niiden poistumiseen asti. Tämä prosessi sisältää esimerkiksi kaiken materiaalien kuljetuksen tilan sisällä, varastoinnin ja käsittelyn. On tärkeää, että materiaalivirrat toimivat sujuvasti, sillä ne ovat varastotoiminnan perusta. Kun ne otetaan huomioon tilan ja prosessien suunnittelussa, mahdollistetaan tehokkaampi varastotoiminta. Huonosti hallittuna ne sen sijaan johtaa mahdollisesti viivästyksiin ja kustannusten kasvuun. (Mastering Material Flow: Key Principles for Efficient Warehouse Operations, 2023.)

### 3.4 Hyötyarvomatriisi layoutin valinnassa

Eri layout-vaihtoehtojen arvioinnissa voidaan hyödyntää hyötyarvomatriisia, jonka avulla päätöksentekoa voidaan jäsentää sekä perustella systemaattisesti. Menetelmässä määritellään ensin arvioitava tekijät ja annetaan näille tekijöille painoarvot, jotka perustuvat niille koettuun tärkeyteen. Tämän jälkeen kukin ratkaisuvaihtoehto pisteytetään jokaisen arvioitavan tekijän osalta. Nämä pisteet kerrotaan niitä vastaavilla painoarvoilla, jolloin niistä saadaan painotetut pisteet. Tämän jälkeen pisteet lasketaan vielä yhteen, jonka jälkeen on mahdollista vertailla eri vaihtoehtoja sekä valita niistä paras kokonaisarvion perusteella. (Haverila ym. 2009, 481.)

Arvioitavat tekijät	Painoarvo	Vaihtoehtojen arvostelu ja punnitut pisteet				Arvioi asteikolla 10 = erinomainen 8 = todella hyvä 6 = hyvä 4 = välttävä 2 = huono 0 = Ei toivottava
		A	B	C	D	
Varastokapasiteetti	25%	6	3	1	3	
Prosessien tehokkuus	25%	6	9	3	6	
Investointien kustannukset	25%	4	2	4	7	
Työn ergonomia	15%	5	1	3	2	
Layoutin toimivuus	10%	7	7	0	0	
<b>Summa</b>	100%	5.45	4.35	2.45	4.30	

Kuvio 19 Hyötyarvomatriisi

## 4 Työturvallisuus ja -ergonomia varastotyössä

Varastotyö on fyysisesti kuormittavaa ja sisältää usein runsaasti manuaalista nostamista ja siirtämistä. Tämän vuoksi työturvallisuuden ja ergonomian huomioiminen on keskeistä paitsi työntekijöiden hyvinvoinnin ja jaksamisen, myös toiminnan tehokkuuden ja sairauspoissaolojen vähentämisen kannalta. Tässä osiossa tarkastellaan varastotyön turvallisuutta ja ergonomiaa erityisesti fyysisen työn näkökulmasta.

Ergonomia-sana juontaa juurensa kahdesta kreikan kielen sanasta: ergon eli työ ja nomos eli laki. Ergonomia käsitteenä tarkoittaa järjestelmällistä työn tarkastelua, jonka tavoitteena on muokata työn eri osa-alueita paremmin ihmisten tarpeita, kykyjä ja rajoitteita vastaaviksi. Näihin osa-alueisiin kuuluvat muun muassa työmenetelmät, työvälineet, työympäristö sekä työjärjestelmät. Ergonomian keskeisenä tehtävänä on siis tunnistaa työssä esiintyviä kuormitustekijöitä ja optimoida niitä siten, että työ ei kuormita liikaa, vaan sopeutuu työntekijöiden edellytyksiin ja tukee heidän hyvinvointiaan. (Työsuojelun perusteet 2009, 105.)

Varaston työturvallisuuden ja ergonomian parantaminen on keskeinen osa tehokasta ja kestävää toimintaa. Työntekijöiden hyvinvointia voidaan tukea muun muassa oikeilla nosto- ja siirtotekniikoilla, tarkoituksenmukaisilla työvälineillä sekä ergonomisella työympäristöllä. Näiden toimenpiteiden avulla on mahdollista parantaa tuottavuutta ja vähentää sairauspoissaoloja. Tästä näkökulmasta työturvallisuuden huomioiminen varaston kehittämisessä voidaan nähdä suorana investointina sekä henkilöstön että yrityksen tulevaisuuteen.

## 4.1 Yleinen työturvallisuus varastossa

Työturvallisuuslaki (738/2002) velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta sekä terveydestä työssä. Varastoympäristössä yleisimmät tapaturmariskit liittyvät esimerkiksi liukastumisiin, kaatumisiin, törmäyksiin trukkien kanssa sekä tavaroiden putoamiseen. Turvallisuusriskien arviointi, työtilojen selkeys ja asianmukainen opastus ovat olennaisia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. Työturvallisuuden kehittäminen vaatii myös työntekijöiden osallistamista. Turvallisuuskulttuurin vahvistaminen, aktiivinen viestintä ja matala kynnyks ilmoittaa puutteista tai läheltä piti -tilanteista auttavat tunnistamaan riskejä ja reagoimaan niihin ajoissa. (Vaarallinen ja tapaturma-altis varasto, n.d.; Vastuut ja velvollisuudet, n.d.)

## 4.2 Nostot ja fyysinen ergonomia

Fyysinen kuormitus on yksi varastotyön merkittävimmistä terveysriskeistä. Työ sisältää runsaasti nostamista, toistuvia liikkeitä sekä epäergonomisia työasentoja, jotka voivat huomaamatta altistaa työntekijät tuki- ja liikuntaelinsairauksille. Tämän vuoksi ergonomisten työskentelytapojen omaksuminen ja tarkoituksenmukaisten apuvälineiden käyttö ovat keskeisessä roolissa työhyvinvoinnin edistämässä. Esimerkiksi nostopöydät, siirtokärryt ja liukukiskot voivat merkittävästi vähentää kehon kuormitusta. Ergonomian näkökulmasta on tärkeää huomioida myös työskentelykorkeudet, tilankäyttö ja kulkureittien sujuvuus. Jo pelkästään tavaroiden sijoittaminen nostamisen kannalta sopiville korkeuksille sekä riittävän työskentelytilan takaaminen voivat vähentää fyysistä kuormitusta olennaisesti. (Nostot käsin, 2022.)

Suomessa ergonomiasta ja työturvallisuudesta säädetään Työturvallisuuslaissa (738/2002) sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa työpaikkojen turvallisuus- ja terveysvaatimuksista (577/2003). Lisäksi Euroopan unionin direktiivi 90/269/ETY antaa suuntaviivoja käsin tehtävään nostamiseen ja taakkojen siirtämiseen liittyen. Lainsäädäntö ei kuitenkaan määrittele yksiselitteisiä kilogrammarajoja nostettaville taakoille, sillä paino on vain yksi osa taakan käsittelyyn liittyvistä vaaratekijöistä. Käytännön työelämässä noudatetaan kuitenkin yleisesti suosituksia, kuten Työterveyslaitoksen ohjeita. Näiden mukaan liiallista fyysistä kuormitusta aiheutuu, mikäli toistuvasti nostettava taakka ylittää miehillä 20 kiloa ja naisilla 15 kiloa. Yksittäisissä nostoissa suositeltu enimmäispaino on 40 kiloa, mutta nämä nostot tulisi suorittaa harvoin ja hyvää ergonomiia noudattaen. Työterveyslaitos on laatinut myös taulukoita, joiden avulla voidaan arvioida nostamiseen liittyvää kuormitusta huomioiden sekä nostokorkeus että taakan paino. Näitä voidaan hyödyntää

työpaikoilla ergonomisten työmenetelmien suunnittelussa ja fyysisen rasituksen arvioinnissa. (Työsuojelun perusteet 2009, 109; Työsuojeluhallinto 2022.)

normaali nostokorkeus					matala nostokorkeus				
nostoetäisyys, cm					nostoetäisyys, cm				
	30	30-50	50-70	70		30	30-50	50-70	70
	taakat, kg					taakat, kg			
<b>2</b>	1-17	1-9	1-7	1-5	<b>2</b>	1-12	1-7	1-4	1-3
<b>3</b>	18-34	10-19	8-13	6-11	<b>3</b>	13-23	8-13	5-9	4-7
<b>4</b>	35-55	20-30	14-21	12-18	<b>4</b>	24-35	14-21	10-15	8-13
<b>5</b>	yli 55	yli 30	yli 20	yli 18	<b>5</b>	yli 35	yli 21	yli 15	yli 13

Kuva 19. Noston kuormittavuuden arviointi asteikolla 1-5  
 (1 = ei kuormaa, 2 = taakka ei kuormita liikaa, 3 = taakka saattaa kuormittaa liikaa,  
 4 ja 5 = taakka kuormittaa liikaa, työtehtävän korjaamiseen on ryhdyttävä  
 (lähde: Työpaikan ergonomian selvitys).

Kuvio 20 Noston kuormittavuuden arviointi (Työsuojelun perusteet 2009, 109.)

### 4.3 Koulutus ja perehdytys

Työturvallisuuden ja ergonomian toteutumisen edellytyksenä on riittävä perehdytys ja laadukas sekä jatkuva koulutus. Erityisesti uusien työntekijöiden perehdytys työympäristöön, turvallisuusohjeisiin ja oikeisiin työskentelytapoihin on tärkeä osa riskien hallintaa. On kuitenkin tärkeää, että kokeneet työntekijät saavat myös heille suunnattua täydennyskoulutusta, joka tukee turvallisten työskentelytapojen ylläpitämistä. Turvallisuutta kehittää kuitenkin koulutuksen lisäksi myös merkittävästi työntekijöiden osallistuminen siihen. Esimerkiksi turvallisuushavaintojen ja palautteen kautta työntekijöiden sitoutuminen kasvaa ja saadaan tuotua esiin käytännön kehityskohteita sekä huomioita tiloista. (Toimi turvallisesti kaupan varastossa, 2022; Työturvallisuuden kehittäminen, n.d.)

## 5 Opinnäytetyön toteuttaminen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää varastotilaa nykyisestä tilanteesta vastaamaan paremmin tulevia tarpeita. Kehittämistyö keskittyi erityisesti uusien layoutien ja varastointiratkaisujen suunnitteluun olemassa olevaan tilaan. Samalla työssä tarkasteltiin myös nykyisten prosessien tehokkuutta ja ergonomiaa, jotta kokonaisuudesta saataisiin paitsi tilankäytöllisesti tehokas, myös

työntekijöiden näkökulmasta toimiva ja turvallinen. Lähtökohtana suunnittelutyölle toimi toimeksiantajan asiakkaan toive kasvattaa varastokapasiteettia 30 000 renkaaseen lähitulevaisuudessa. Tämän tavoitteellisen kasvun pohjalta opinnäytetyössä luotiin useita toisistaan eroavia vaihtoehtoisia suunnitelmia, joiden avulla tutkittiin erilaisten layoutien ja varastointitapojen toimivuutta ja kannattavuutta. Näin pyrittiin laajasti kartoittamaan eri vaihtoehtoja, ei vain nykykapasiteettia varten, vaan myös tulevaisuutta silmällä pitäen suuremmilla kapasiteeteilla suunnittelua.

Osana suunnitteluprosessia pyrittiin lisäksi muodostamaan yksi erityisen perusteltu ja kokonaisvaltaisesti paras malli, jota voitaisiin suositella toimeksiantajalle varteenotettavaksi toteutusvaihtoehdoksi. Tämä suunnitelma laadittiin siten, että se täyttää sekä varastointikapasiteetin että toiminnallisten vaatimusten näkökulmasta asetetut tavoitteet, ja se toimii samalla pohjana mahdolliselle käytännön toteutukselle.

## 5.1 Tutkimusstrategia

Työn toteutus perustui kokeilevaan ja vertailevaan lähestymistapaan, jossa kehitettiin useita toisistaan selkeästi eroavia layout- ja varastointisuunnitelmia. Näitä suunnitelmia analysoitiin tilankäyttö- ja kustannuslaskelmien avulla, jotta niiden toteutuskelpoisuutta, kustannustehokkuutta ja toimivuutta voitiin arvioida eri näkökulmista. Tämän kautta muodostettiin kokonaiskuva siitä, miten varaston tilaa voidaan kehittää sekä toiminnallisesti että taloudellisesti ja ergonomisesti perustellulla tavalla.

Tavoitteiden ja suunnitelmien pohjalta muodostettiin työn keskeinen tutkimuskysymys: *mikä on toimivien varastoratkaisujen renkaiden varastointiin toimeksiantajan tarpeisiin?* Kysymykseen pyrittiin vastaamaan yhdistämällä teoriaosuudessa esitetty tieto käytännön laskelmiin ja tilaratkaisuihin. Pääkysymystä syvennettiin neljällä alakysymyksellä, joiden avulla tarkasteltiin suunnitelmien vaikutuksia varaston tehokkuuteen, työergonomiaan, kapasiteettiin ja investointikustannuksiin. Nämä näkökulmat muodostivat työn konkreettiset tarkastelukohdat ja ohjasivat analyysin painopisteitä.

Ensimmäinen näistä neljästä tutkii, miten muutoksilla voidaan parantaa toiminnan tehokkuutta. Tässä yhteydessä tarkastellaan erityisesti varaston layoutia, nopeampia työvaiheita, vähemmän turhia siirtymiä ja selkeyttä. Toisessa sen sijaan pohditaan, miten kehitykset voivat vaikuttaa työviihtyvyyteen ja ergonomiaan. Tähän vastausta etsitään fyysisiin nostoihin, tiloihin ja varaston selkeyteen perehtymällä. Kolmantena arvioidaan, paljonko varastointi kapasiteettia voidaan lisätä muutosten myötä. Tämän kysymyksen yhteydessä perehdytään erilaisiin varastointiratkaisuihin,

niiden sijoitteluun ja arvioidaan laskuilla niiden vaikutusta varaston kokonaiskapasiteettiin. Lopuksi viimeisellä alakysymyksellä tarkastellaan muutosten kustannusvaikutuksia, eli mitä investointia uudet ratkaisut ja suunnitelmat vaativat. Arvioinnissa keskitytään erityisesti tutkimaan kalustohankintoja, joita uuden suunnitelman toteuttaminen vaatisi. Yhdessä nämä osa-alueet muodostavat kokonaisuuden, jonka pohjalta voidaan arvioida, millainen varastoratkaisu palvelisi Postin tarpeita parhaiten sekä nykytilanteessa että tulevaisuutta silmällä pitäen.

Opinnäytetyö on toteutettu hyödyntämällä sekä laadullisen että määrällisen tutkimusmenetelmän piirteitä, jolloin kyseessä on yhdistelmä tutkimus. Nämä tutkimusmenetelmät täydentävät toisiaan erityisen hyvin tällaisessa käytännönläheisessä kehittämistyössä, jossa tavoitteena on yhdistää sekä työn arjessa havaittuja ilmiöitä että konkreettisia, mitattavia vaikutuksia. Työn laadullinen osuus painottuu varaston nykytilan havainnointiin, toimintatapojen ja prosessien tarkasteluun sekä kehityskohteiden tunnistamiseen. Määrällinen osuus puolestaan koostuu tilan ja kapasiteetin laskennallisesta arvioinnista sekä erilaisten muutosten kustannusvaikutusten vertailusta.

Määrällisen tutkimuksen menetelmiä on hyödynnetty erityisesti tulevien suunnitelmien arvioinnissa, joissa tarkastellaan eri layout-vaihtoehtojen edellyttämiä investointeja ja niiden tarjoamia varastointikapasiteetteja. Laskelmien tavoitteena on vertailla suunnitelmien kustannustehokkuutta ja selvittää, kuinka paljon varastotilaa saadaan käyttöön suhteessa tehtyihin investointeihin. Kullekin vaihtoehdolle on laadittu arviot tarvittavista kalustehankinnoista ja varastointiratkaisuista, ja samalla on tarkasteltu tilankäytön tehokkuutta renkaiden määrällä mitattuna. Laskelmien avulla voidaan tunnistaa, mitkä ratkaisut tarjoavat parhaan hyödyn ja mitkä voivat toimia perusteltuina vaihtoehtoina erityisesti tilanteessa, jossa varaudutaan nykyisen asiakasmäärän ylittäviin kapasiteettitarpeisiin. Samalla tarkasteltiin, miten eri ratkaisut vaikuttavat varaston joustavuuteen ja kykyyn mukautua muuttuviin volyymeihin.

## **5.2 Aineistonkeruu**

Tämän opinnäytetyön aineisto on kerätty monipuolisesti hyödyntämällä sekä kirjallisia lähteitä että käytännön havaintoja ja asiantuntijoiden näkemyksiä. Aineistonkeruun tavoitteena on ollut muodostaa kokonaisvaltainen kuva rengasvaraston nykytilasta ja kehityspotentialista sekä teorian että käytännön näkökulmista. Teoreettinen perusta työlle on rakennettu kirjallisuudesta ja alan lähteistä, joiden avulla on tarkasteltu muun muassa varastoinnin tehokkuutta, layout-suunnittelua, kapasiteetin hallintaa ja ergonomiaa. Tämän lisäksi on hyödynnetty myös toimeksiantajan

tarjoamia sisäisiä dokumentteja, jotka ovat tukeneet nykytilan ymmärtämistä ja tarjonneet taustatietoa varaston toiminnasta.

Merkittävä osa aineistonkeruusta on perustunut omiin käytännön havaintoihin. Työn tekijä on viettänyt runsaasti työpäiviä kohdevarastossa osallistuen aktiivisesti eri työtehtäviin ja seuraten varaston toimintaa paikan päällä. Tämän osallistuvan havainnoinnin kautta on saatu arvokasta tietoa työnkulusta, fyysisistä vaatimuksista ja arjen haasteista, joita ei olisi ollut mahdollista tunnistaa pelkästään kirjallisten lähteiden pohjalta. Aineistonkeruuta on täydennetty asiantuntijahaastattelulla. Haastateltavina on ollut sekä toimeksiantajan edustajia että varastointiratkaisujen toimittajia, joiden näkemykset ja kokemukset ovat muun muassa tarjonneet tärkeää tietoa nykyisten ja vaihtoehtoisten ratkaisujen eduista, puutteista sekä käytännön toteutusmahdollisuuksista.

Lisäksi aineistonkeruuseen on sisältynyt määrällinen osuus, joka on toteutettu Excel-pohjaisten laskelmien avulla. Näiden laskelmien avulla on muun muassa arvioitu eri ratkaisujen vaikutuksia varastointikapasiteettiin, tilankäyttöön ja kustannuksiin. Laskennalliset tarkastelut ovat toimineet tärkeänä työkaluna kehitysehdotusten konkretisoimisessa ja vertailemisessa. Tämän monimene-  
telmällisen aineistonkeruun avulla työssä on pyritty yhdistämään teoreettinen tieto, käytännön kokemus ja asiantuntijamielipiteet, jotta varaston kehittämistoimenpiteet voidaan perustella mahdollisimman kattavasti ja käytännönläheisesti.

### **5.3 Aineiston analysointi**

Aineiston analysointi on tutkimusmenetelmien mukaisesti myös toteutettu laadullisen ja määrällisen lähestymistavan yhdistelmänä. Tarkoituksena on ollut tulkita kerättyä tietoa kokonaisvaltaisesti niin, että sekä käytännön havaintojen että laskennallisten tarkastelujen kautta voidaan muodostaa perusteltuja johtopäätöksiä varaston kehittämistarpeista ja mahdollisista ratkaisuista.

Havainnointien ja oman työskentelyn perusteella kerätty aineisto on analysoitu tarkastelemalla varaston eri toimintojen sujuvuutta, tilankäyttöä, ergonomiaa ja työviihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä. Näiden pohjalta on tunnistettu keskeiset kehityskohteet, kuten työturvallisuus riskit, varastoratkaisujen ongelmat sekä fyysisen kuormituksen kannalta kriittiset työvaiheet. Analyysi on tehty vertailemalla nykyisiä käytäntöjä kirjallisuudessa ja löydetyissä dokumenteissa esitettyihin varastoinnin ja työtapojen periaatteisiin ja suosituksiin. Dokumentteihin ja teorian tietoon pohjautuva aineisto on analyysin tukena tarjonnut vertailukohtia ja arviointiperusteita. Teoriaa on hyödynnetty erityisesti arvioitaessa muutosten vaikutuksia tehokkuuteen, kapasiteettiin ja ergonomiaan, sekä perusteltaessa valittuja ratkaisumalleja.

Haastatteluaineistoa on hyödynnetty tukemaan havaintoja sekä tuomaan mukaan varastoinnin parissa työskentelevien ammattilaisten ja asiantuntijoiden näkökulmia. Näistä on etsitty toistuvia teemoja ja havaintoja, jotka ovat tukeneet käytännön kehitysehdotuksia tai tarjonneet vaihtoehtoisia näkemyksiä ratkaisusta. Haastattelut eivät ole olleet muodollisia tai rakenteisia, vaan ennemminkin keskustelunomaisia, jolloin ne ovat palvelleet hyvin kehittämistyön tarpeita.

Määrällinen aineisto on koostunut Excel-laskelmista, joiden avulla on tehty konkreettisia vertailuja eri varastoratkaisujen välillä. Laskentojen avulla on arvioitu muun muassa varastointikapasiteetin kasvua, tarvittavan tilan määrää sekä investointien vaikutuksia. Näiden tulosten pohjalta on voitu vertailla eri ratkaisujen toteuttamiskelpoisuutta ja tuoda esiin niiden vaikutuksia sekä tilankäytön että kustannusten näkökulmasta. Määrällisen analyysin tukena laadittiin myös useita layout-piirroksia Excelin avulla. Näissä mallinnettiin varastotilan käytettävyyttä, hyllyratkaisujen mitoitusta sekä kapasiteettia renkaiden määrän mukaan. Piirustusten avulla pystyttiin vertailemaan suunnitelmien tilatehokkuutta ja arvioimaan niiden soveltuvuutta konkreettisessa käyttöympäristössä.

Kaiken aineiston analysointi on nivottu yhteen siten, että työn lopulliset johtopäätökset ja kehitysehdotukset perustuvat sekä käytännön kokemukseen ja havaintoihin että laskennalliseen arvioon ja teoreettiseen taustaan. Näin on pyritty varmistamaan, että esitetyt ratkaisut ovat sekä toiminnallisesti järkeviä että perusteltavissa myös kustannusten ja tilankäytön kannalta.

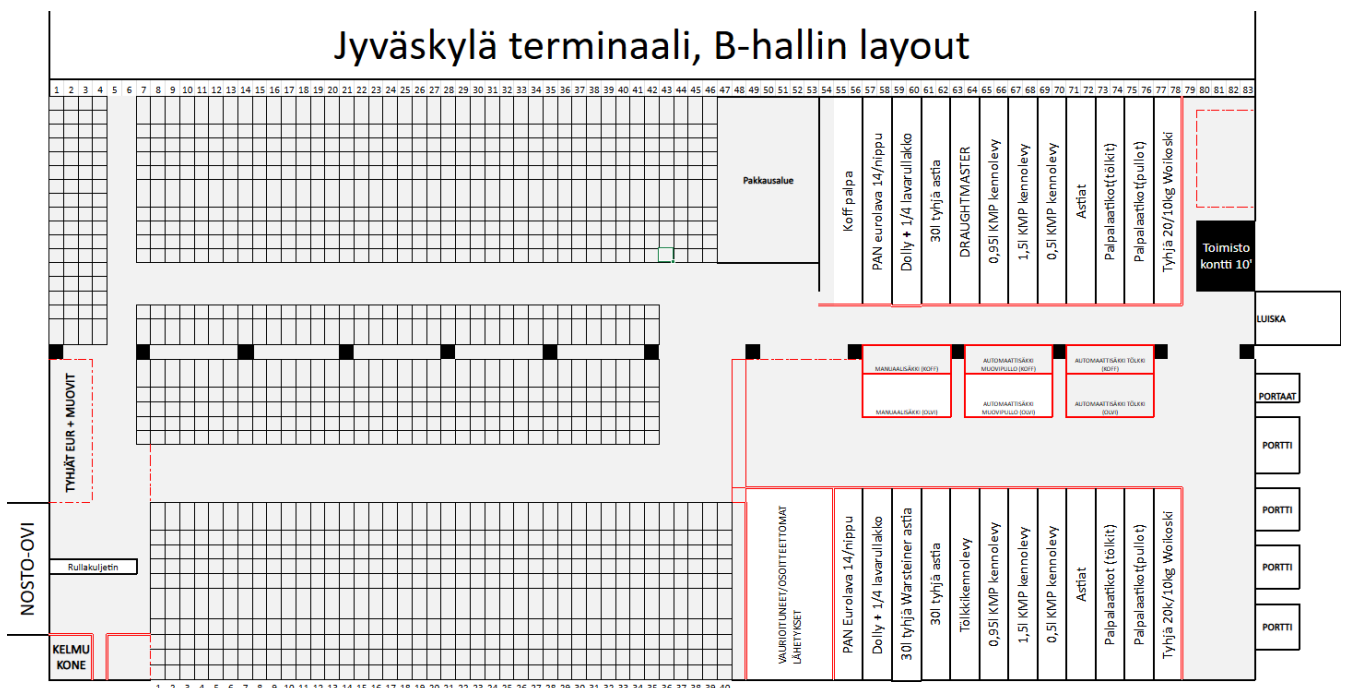
## **6 Tulokset**

### **6.1 Nykytilanne**

Aiemmissa osioissa on vähän mainittukin varaston nykytilasta varastointiratkaisujen ja käytössä olevien menetelmien näkökulmasta. Tiivistetysti kuvattuna varastossa käytetään tällä hetkellä ai-noastaan trukkilavoja renkaiden säilyttämiseen. Poikkeuksena ovat muutamat satunnaiset pakettihäkit, joissa säilytetään mönkijän renkaita niiden epätavanomaisen muodon vuoksi. Kaikki henkilöautojen ja peräkärryjen renkaat varastoidaan kuormalavoille, joihin asetetaan pääsääntöisesti 16 rengasta riippumatta niiden koosta. Renkaita pinotaan kaksi kahdeksan renkaan pystysuoraa riviä rinnakkain. Nykyinen ratkaisu aiheuttaa useita haasteita, jotka liittyvät muun muassa työturvallisuuteen, tilankäytön tehokkuuteen ja varastointikapasiteettiin. Varastossa on enimmillään säilytetty noin 22 000 rengasta, mikä on jo lähennellyt tilan äärirajoja ja aiheuttanut ongelmia tilankäytön ja toiminnallisuuden suhteen. Asiakkaan toive ja toimeksiantajan tavoite olisi kuitenkin

kasvattaa kapasiteetti vähintään 30 000 renkaaseen, mikä edellyttää muutoksia nykyiseen varastointiratkaisuun ja toimintamalliin.

Massavarastointiin perustuvassa nykyisessä ratkaisussa ilmenee myös merkittäviä haasteita työturvallisuuden näkökulmasta. Yksi keskeisimmistä ongelmista on se, että kuormalavat kaatuvat toistuvasti. Vaikka lavoja ei olisi turvallista pinota päällekkäin, se on tilan rajallisuuden vuoksi käytännössä välttämätöntä. Kaatumisia tapahtuu erityisesti silloin, kun hallin sisälämpötila nousee esimerkiksi kevään ja kesän lähestyessä. Lämpötilan nousu pehmentää renkaiden kumiseosta, minkä seurauksena renkaat ”elävät” hieman ja painuvat vähän kasaan, jolloin pinojen tasapaino voi horjua. Tämä lisää kaatumisriskiä merkittävästi, mutta aiheuttaa samalla myös ylimääräistä työtä. Pinojen kaatuminen johtaa usein siihen, että henkilöstö joutuu käyttämään aikaa renkaiden uudelleen kasaamiseen ja järjestämiseen, ja joissain tapauksissa myös uudelleen kelmuttamiseen. Työn toistuvuus ei ainoastaan heikennä valtavasti tehokkuutta vaan lisää myös fyysistä kuormitusta. Tilannetta vaikeuttaa entisestään se, että kuormalavoja pinottaessa trukkikuskin on oltava erityisen tarkka lavan asettelun suhteen. Lavan on osuttava tarkasti renkaiden muodostaman pinon päällimmäisen renkaan rungolle, sillä mikäli lava asetetaan sen ohi, pino kaatuu tyyppillisesti viimeistään seuraavana päivänä.



Kuvio 21 Nykyinen layout ja varastointiratkaisu

Edellä mainittujen syiden perusteella seuraavissa layout-suunnitelmissa on painotettu rengashäkien käyttöä. Häkit tarjoavat ratkaisun useaan nykyiseen ongelmaan, kuten kaatuviin pinoihin ja

niiden aiheuttamaan turvallisuusriskiin sekä ylimääräiseen työmäärään. Häkkien rakenteen ansiosta niitä voidaan pinota päällekkäin turvallisesti ja verrattain helposti, mikä vähentää tarvetta toistuvalla uudelleenjärjestelylle. Lisäksi metallihäkit ovat rakenteeltaan vakaita, eikä niiden pinoutumiseen vaikuta lämpötilanvaihtelut tai sesonkien mukana tulevat muutokset renkaiden ominaisuuksissa.

Yksi merkittävä etu häkeissä on myös se, että ne voidaan asettaa suoraan toistensa päälle ilman mitään ylimääräisiä toimenpiteitä. Sen sijaan kuormalavoihin perustuva massavarastointi ei mahdollista vastaavaa toimintatapaa ja se on merkittävä rajoittava tekijä. Käytännössä yksi päällä oleva kuormalava vaatii alleen tukevan rakenteen, joka tässä tapauksessa, luodaan jakamalla se kahden alla olevan rengaslavan päälle. Nykyisessä massavarastoinnissa rengaslavat täytyy siis asettaa pyramidin tapaisesti päällekkäin, että rakenne ei muutu epävakaaksi. Jos lavat koittaa asettaa suoraan toistensa päälle olisi rakenne erittäin epävakaata, nopeaa vinossa sekä altis kaatumiselle. Tästä periaatteesta aiheutuu siis paljon tilan hukkaa, sillä lavoja ei voida tämän esimerkiksi tämän periaatteen takia hyödyntää yhtä tiiviisti kuin häkkeitä. Häkkien käyttö parantaa näin ollen sekä varastoinnin turvallisuutta että tilatehokkuutta.

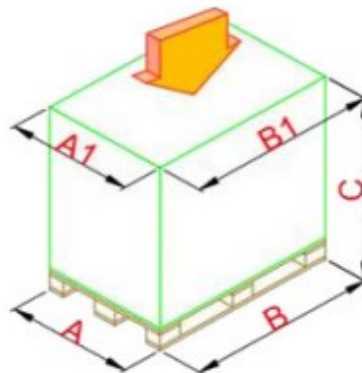


Kuvio 22 Nykytilanteen varastointi ja lavojen asettelu

## 6.2 Kuormalavahyllystön suunnittelu

Varastointihyllyt tilaan täytyi suunnitella vastaamaan täyden rengaslavan korkeutta. Nämä hyllyt olisivat paljon käytössä esimerkiksi suorien rahtitilauksien varastoimisessa, jotka lähtevät täysinä lavoina kelmutettuna asiakkaan luokse. Niiden varastoiminen hyllyssä nopeuttaisi niiden käsittelyä ja samalla siinä olisi kaikista eniten järkeäkin, sillä nämä rengaslavat saisivat hyllyssä odottaa tilausta, eikä niitä tarvitsisi alkaa vaikka kasaamaan täysistä rengashäkeistä. Samalla ne eivät olisi viemässä tilaa massavarastoinnissa käytettäviltä rengashäkeiltä esimerkiksi. On kuitenkin mainittava, että välttämättä kaikki rahtitilaukset eivät piikkiaikoina mahdu hyllyihin, jolloin osaa joutuisi varastoimaan kuitenkin hyllyjen ulkopuolella tai kasaamaan tilauksien saapuessa. Lavoina tilassa käytetään EUR-lavoja. Suunnittelussa minua auttoi paljon Stoka KS Oy:ltä Antti Kääriäinen. Stokan kautta otimme toimeksiantajan kanssa tarjousta vastaan varastointihyllyistä ja niiden asentamisesta halliin. Olen saanut Antilta kirjallisen luvan käyttää hänen piirustuksiaan osana työtäni.

Pallet Details



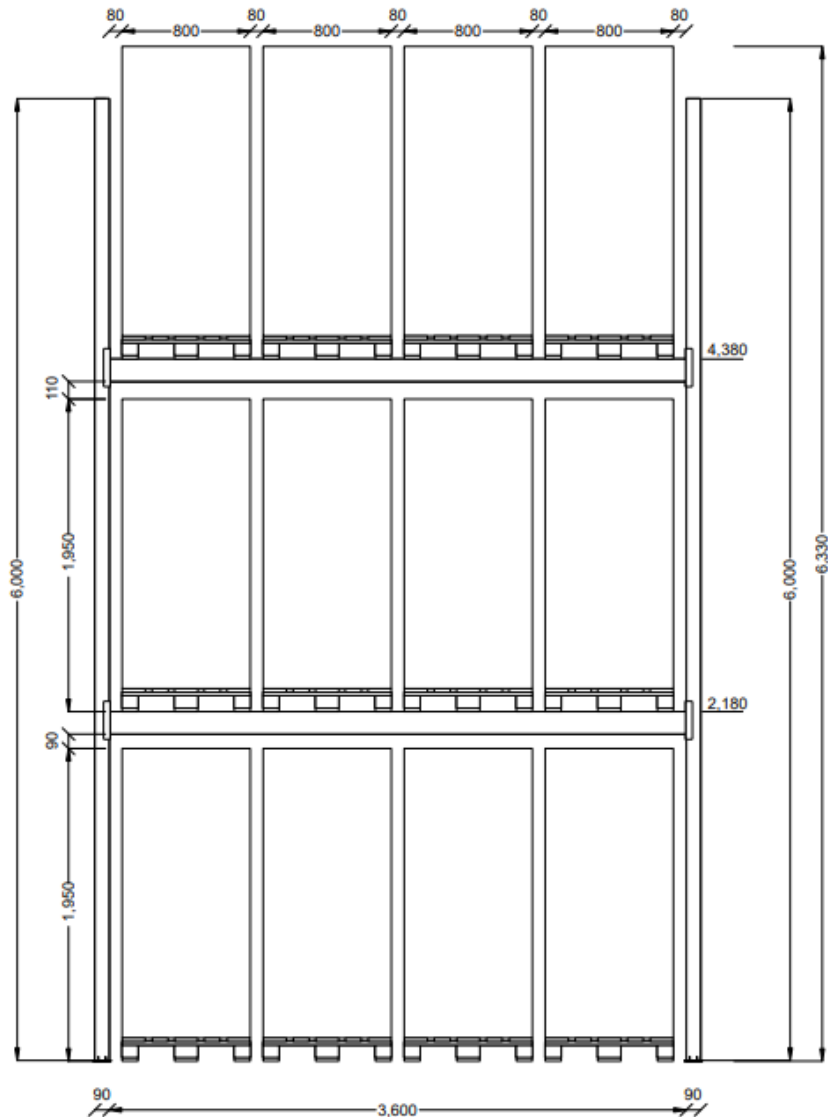
Total Pallet places					
Pallet (A x B)	Width (A1)	Depth (B1)	Height (C)	Weight (kg)	Places
EUR (800 mm x 1,200 mm)	800 mm	1,200 mm	1,950 mm	400	392
EUR (800 mm x 1,200 mm) floor	800 mm	1,200 mm	1,950 mm	400	196
Total					588

Kuvio 23 Lavamitat (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.)

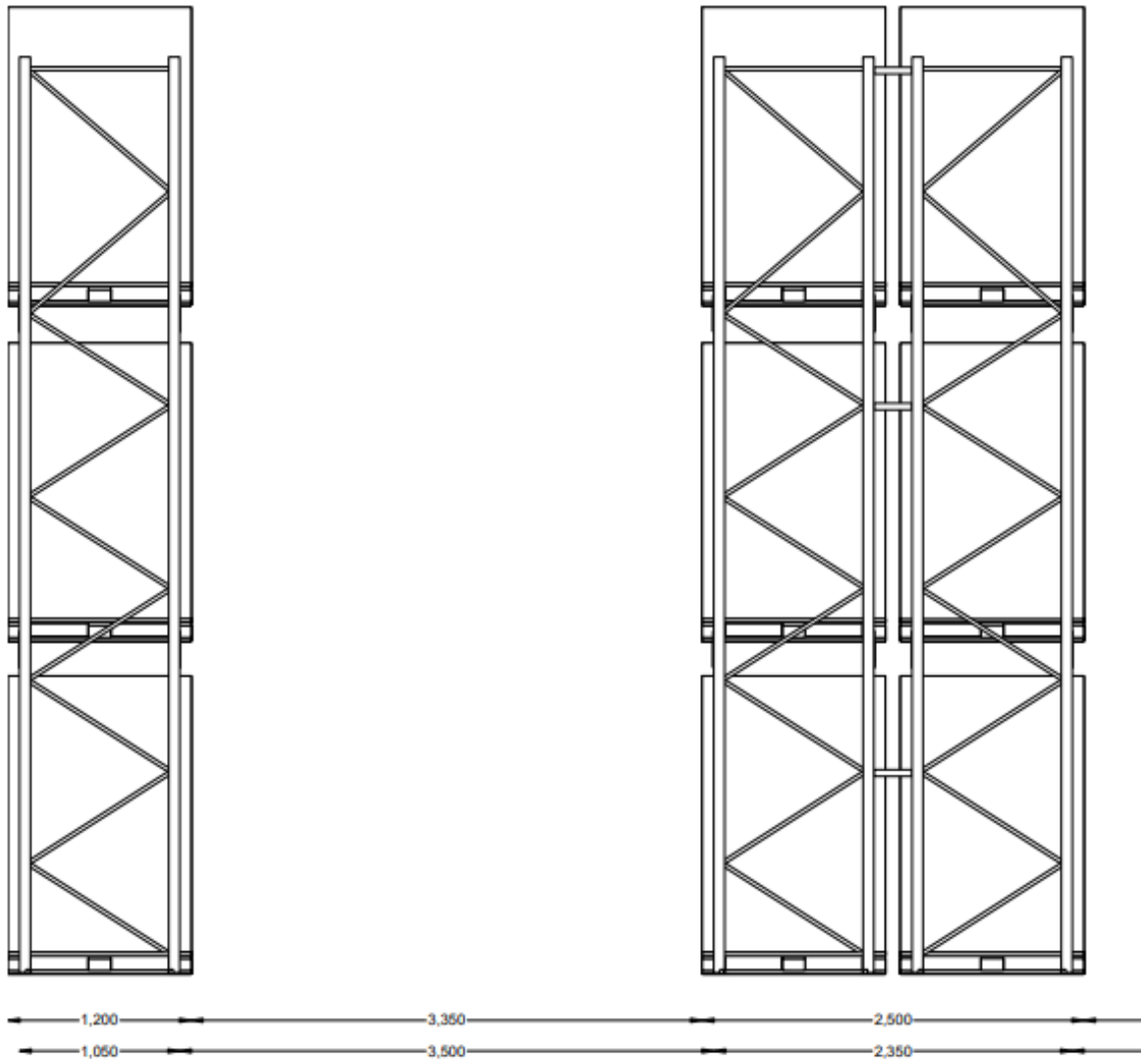
Rakennuksessa varastointiin käytettävän tilan korkeus maanpinnasta tukirakenteisiin on noin 8400 mm. Tämä asettaa rajoituksia hyllytasojen määrälle korkeussuunnassa, sillä tilaan voidaan sijoittaa enintään kolme hyllytasoa. Neljännen tason lisääminen ei ole mahdollista, sillä sen vaatima korkeus nousisi noin 8600 millimetriin, ylittäen näin rakennuksen käytettävissä olevan sisäkorkeuden.

Mitoituksessa on otettu huomioon tarvittavat turvavälit hyllyjen yläosassa sekä varastoitavien tuotteiden korkeus ja käsittelytila.

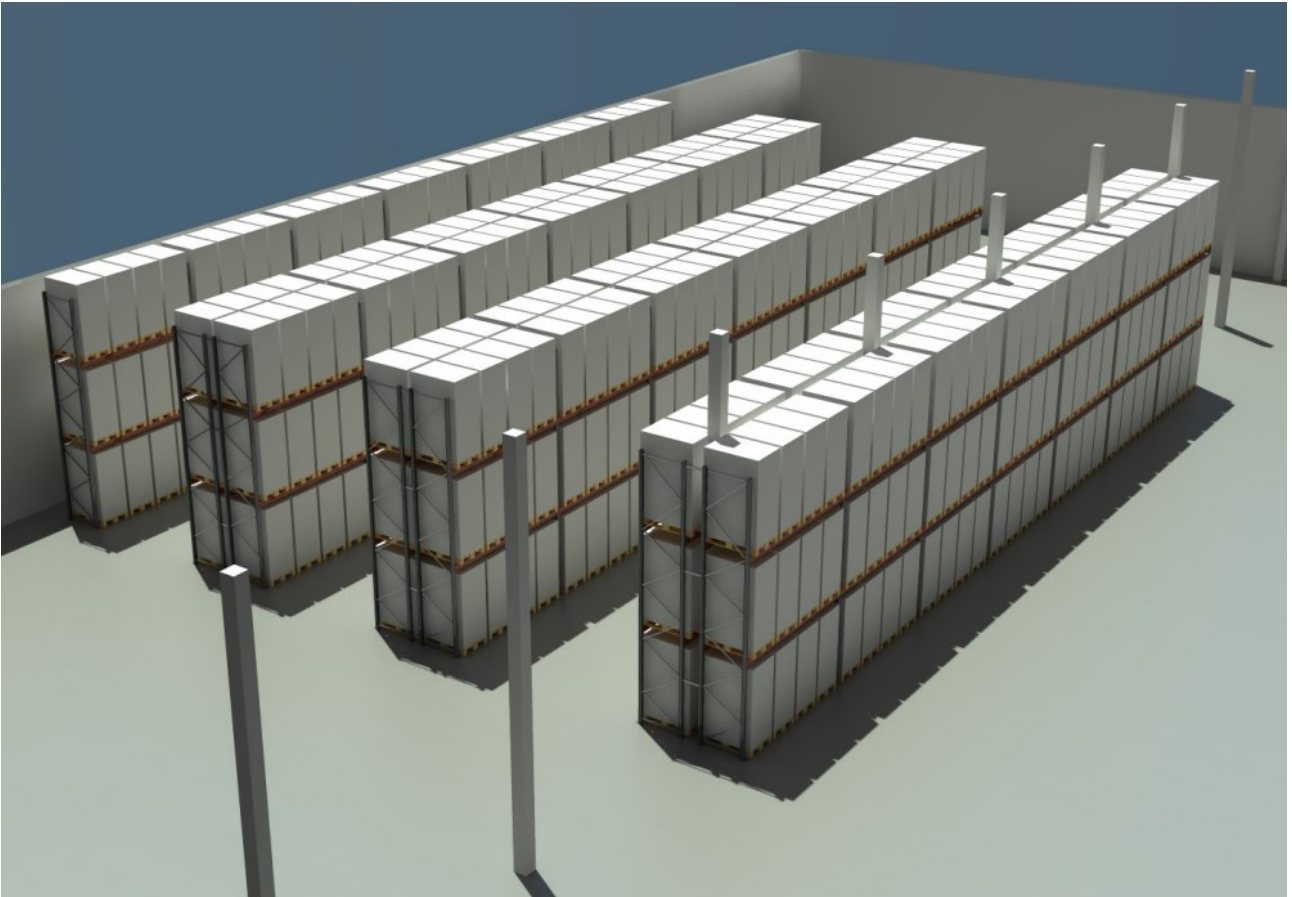
Seuraavissa kuvioissa esitetään Antin laatimat luonnokset tilassa käytettävistä hyllyistä mittoineen sekä lopuksi havainnollistava 3D-luonnos, joka kuvaa suunnitellun ratkaisun visuaalisesti.



Kuvio 24 (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.)



Kuvio 25 (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.)



Kuvio 26 (Antti Kääriäinen, Stoka KS Oy, 2025.)

### 6.3 Alustavat layout-suunnitelmat

Tässä osiossa esitellään erilaisia tehtyjä suunnitelmia toimeksiantajalle. Kustannuslaskelmissa on kuitenkin tärkeää huomioida, että niiden tarkoitus on luoda pelkkiä arviollisia hintahaarukoita. Nämä haarukoiden arvioit perustuvat kuitenkin joko saatuihin tarjouksiin toimittajilta tai löydettyihin kustannuksiin kyseisen asian hinnasta, joten ne ovat valideja. Tältä kannalta arvioit antavat siis kuitenkin realistista haarukkaa todellisuudesta.

<u>Kustannukset</u>				
<b>Häkit</b>	<b>(Bulkkitylaus Aasiasta)</b>			
Hinta/häkki	200	--	300	€/kpl
<b>Hyllyt</b>				
Hinta/lavapaikka	40	--	50	€/lavapaikka
<b>Asennus: Noin 10-20% hyllyjen hinnasta asennuskustannuksena</b>				

Kuvio 27 Kustannuslaskelmiin käytetyt luvut

### 6.3.1 Suunnitelma 1: Isommat häkit



Kuvio 28 183 x 183 cm Rengashäkki (Martins Industries, N.d.)

Suunnitelma 30 000 renkaalle			
Hyllyt antaa tilan	6528	renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä	23472 renkaalle
Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.			
Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita per häkki	'Suomuttain'	100 kpl
		'Pystysuora'	54 kpl
Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:		'Suomuttain'	235 kpl
		'Pystysuora'	435 kpl
Eli näitä "ohuempia" häkkejä tarvittaisiin varastointi tavasta riippuen 435 kpl (pystysuoralla tyylillä) tai 235 kpl (soimuittain tyylillä) kahden hyllyn lisäksi.			

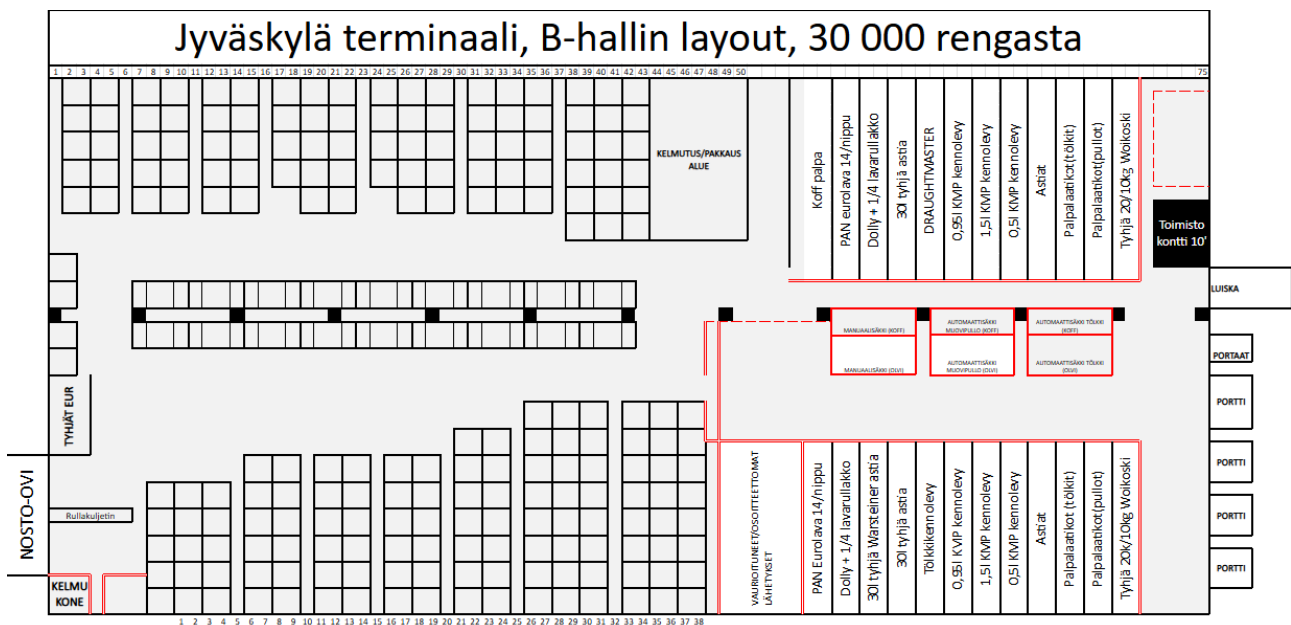
Kuvio 29 Tarvelaskelma isolla häkillä (30t)

<u>Kustannukset</u>				
Hyllyt	9600	--	12000	€/lavapaikka
Asennus	960	--	2400	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>10560</b>	--	<b>14400</b>	<b>€</b>
Häkit	83200	--	124800	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>	<b>121760</b>	--	<b>181200</b>	<b>€</b>

Kuvio 30 Kustannuslaskelma hyllylle sekä isoille häkeille (30t)

Tämän tyyppiset häkit ja niiden mahdollistama varastointitapa eivät osoittautuneet erityisen tarkoituksenmukaisiksi kyseisen varaston käyttöön. Jo 30 000 renkaan varastointi täytti tilan lähes ääriin myöten, ja häkkien järjestely aiheutti huomattavia haasteita. Mikäli toimintaa halutaan tulevaisuudessa kasvattaa kyseisestä, olisi häkkityypin päivittäminen todennäköisesti taas välttämätöntä.

On kuitenkin huomioitava, että varaston käytettävyyttä voitaisiin parantaa muuttamalla hyllyjärjestystä siten, että se kulkisi koko tilan läpi. Tämä voisi helpottaa kyseisten häkkien sijoittelua ja käyttöä – kyseinen ratkaisu onkin esitetty tulevissa suunnitelmissa. Silti se, että vaihtoehtoisten häkkien avulla pystyttiin saavuttamaan vastaava rengasmäärä ilman merkittäviä ongelmia, selkeämmin määritellyillä varastopaikoilla ja huomattavasti pienemmillä kustannuksilla, osoittaa näiden häkkien parempaa soveltuvuutta kyseiseen käyttötarkoitukseen. Tämän vuoksi en suosittelisi tämän häkkimallin käyttöönottoa, etenkin mikäli varaston laajentamista harkitaan tulevaisuudessa.



Kuvio 31 Layout suunnitelma isoilla häkeillä (30t)

### 6.3.2 Suunnitelma 2: Ohuemmat häkit




Kuvio 32 231 x 127 x 220 cm Rengashäkki suomuttain (Martins Industries, N.d.)



Kuvio 33 231 x 127 x 220 cm Rengashäkki pystysuora (Martins Industries, N.d.)

Suunnitelma 30 000 renkaalle			
Hyllyt antaa tilan	<u>3840</u>	renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä	<u>26160</u> renkaalle
Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.			
Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita per häkki	'Suomuttain'	100 kpl
		'Pystysuora'	54 kpl
Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:		'Suomuttain'	262 kpl
		'Pystysuora'	485 kpl
Eli näitä "ohuempia" häkkeitä tarvittaisiin varastointi tavasta riippuen 485 kpl (pystysuoralla tyylillä) tai 262 kpl (suomuttain tyylillä) kahden hyllyn lisäksi.			



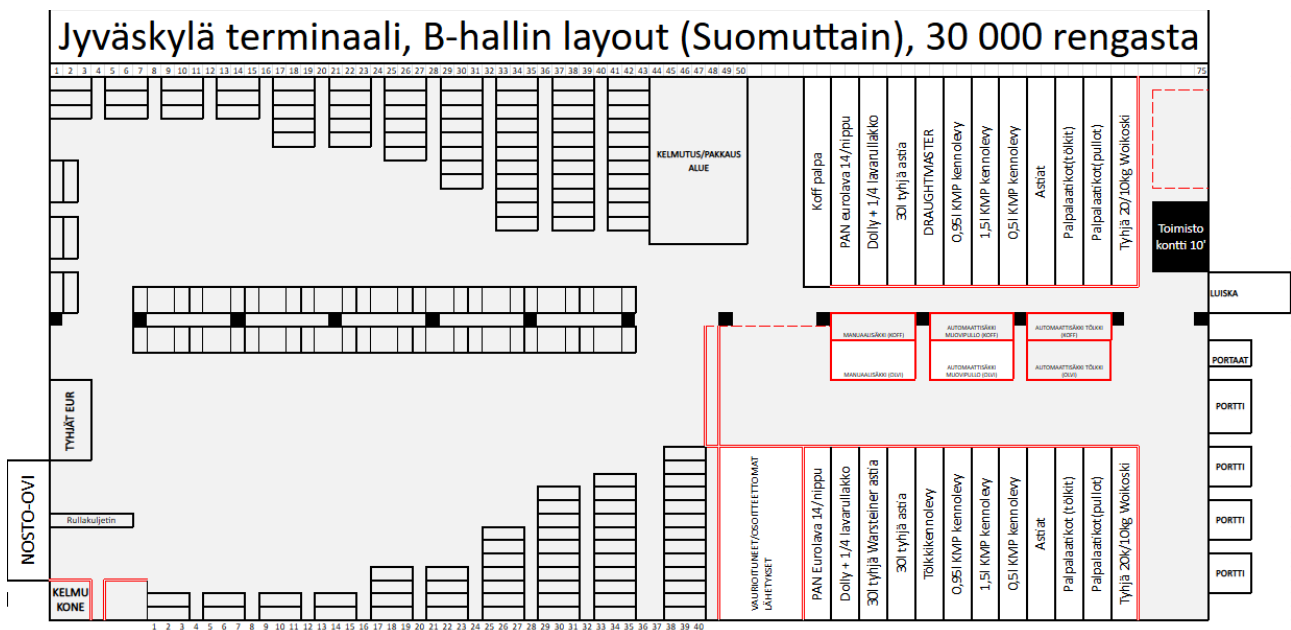
Kuvio 34 Tarvelaskelma ohuemmissä häkeillä ja hyllyillä (30t)

Kustannukset				
Hyllyt	9600	--	12000	€/lavapaikka
Asennus	960	--	2400	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>10560</b>	<b>--</b>	<b>14400</b>	<b>€</b>
<b>Häkit</b>				
Suomuttain	52400	--	78600	€
Pystysuora	97000	--	145500	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>				
Suomuttain	62960	--	93000	€
Pystysuora	107560	--	159900	€

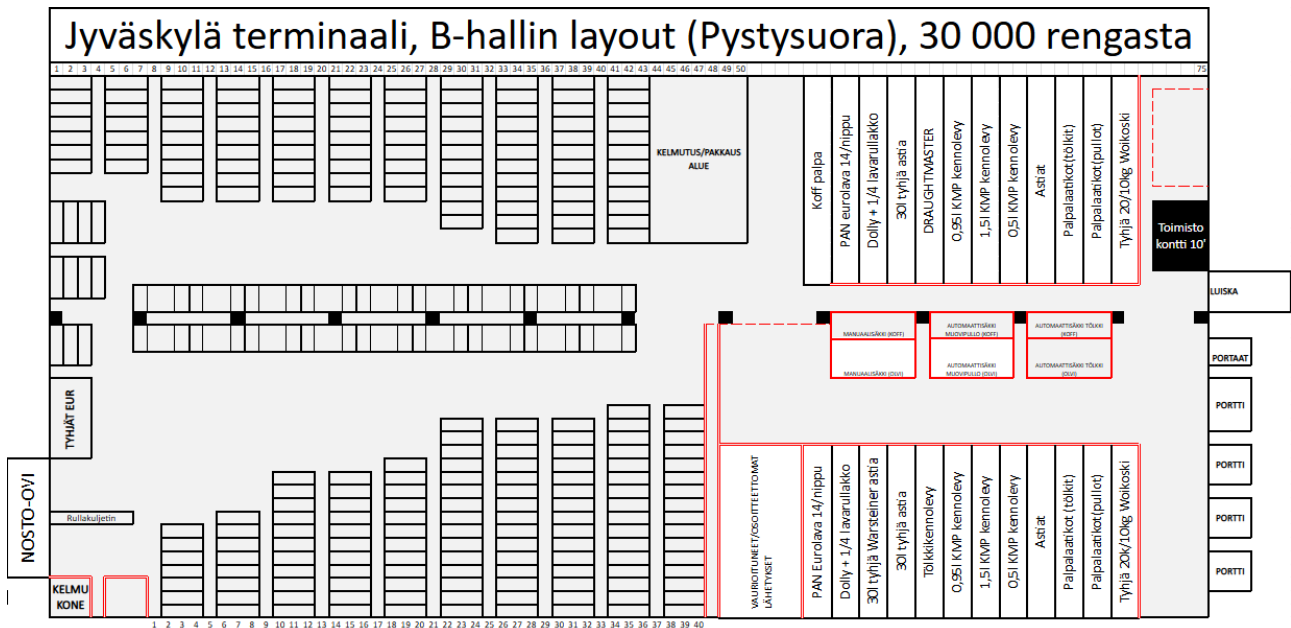
Kuvio 35 Kustannuslaskelma ohuemmissä häkeillä ja hyllyillä (30t)

Verrattuna aiempaan suunnitelmaan, jossa käytettiin suurempia rengashäkkeitä, nämä uudemmat ja kapeammat häkit osoittautuivat merkittävästi toimivammiksi. Ne mahdollistavat sekä suomuttain että pystysuoraan varastoinnin, ja niiden käyttö tukee tehokasta tilankäyttöä varastossa. On kuitenkin tärkeää huomioida, että layout-piirroksissa häkkien leveys on esitetty todellista suurempana – piirustuksissa leveys on 3000 mm, kun todellinen mitoitus on 2310 mm. Tämä ero johtuu Excelin rajoitteista suunnitteluohjelmasta, eikä tarkkojen mittasuhteiden käyttäminen ollut kaikilta osin teknisesti mahdollista. Tilankäyttöä suunniteltaessa päädyttiin tietoisesti suurempaan mitaan, jotta vältettäisiin liian optimistinen lopputulos. Näin ollen voidaan todeta, että 30 000 renkaan varastointikapasiteetti on saavutettavissa myös todellisten mittojen puitteissa – varastointitavasta riippumatta.

Kustannusten ja kapasiteetin tarkastelu korostaa suomuttain varastoinnin selkeitä etuja. Kuten teoriaosuudessa käsiteltiin, tämä varastointitapa mahdollistaa merkittävästi suuremman rengasmäärän varastoimisen samaan tilaan, mikä vähentää tarvittavien häkkien määrää ja pienentää investointikustannuksia. Suomuttain varastointi vaatii kuitenkin enemmän aikaa häkkien lastaamiseen, mikä voi vaikuttaa työn tehokkuuteen erityisesti alkuvaiheessa. On kuitenkin oletettavaa, että työ nopeutuu kokemuksen ja toistojen myötä. Ilman käytännön testauksia lastausaikaa on vaikea arvioida tarkasti, ja molempien varastointitapojen käytännön kokeilu olisikin suositeltavaa ennen lopullista päätöstä. Tässä vaiheessa voidaan kuitenkin todeta, että suomuttain varastoimalla varastotila saadaan hyödynnettyä tehokkaimmin, ja se tarjoaa parhaan kapasiteetti-investointisuhteen.



Kuvio 36 Layout: Suomuttain ja yhdellä hyllystöllä (30t)



Kuvio 37 Layout: Pystysuoraan ja yhdellä hyllystöllä (30t)


### Suunnitelma 40 000 renkaalle

Hyllyt antaa tilan **3840** renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä **36160** renkaalle  
Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.

Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita per häkki	'Suomuttain'	100 kpl
		'Pystysuora'	54 kpl

Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:	'Suomuttain'	362 kpl
	'Pystysuora'	670 kpl



Eli näitä "ohuempia" häkkeitä tarvittaisiin varastointi tavasta riippuen 670 kpl (pystysuoralla tyylillä) tai 362 kpl (suomuttain tyylillä) kahden hyllyn lisäksi.

Kuvio 38 Tarvelaskelma ohuemmillä häkeillä ja hyllyllä (40t)

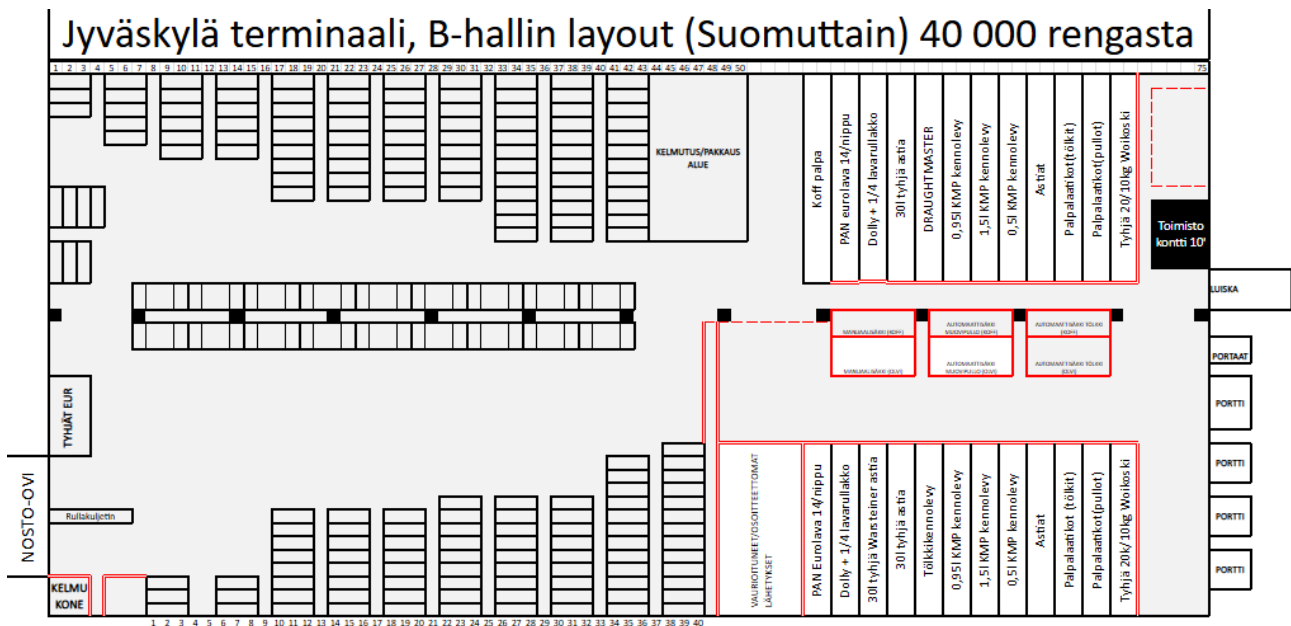
### Kustannukset

Hyllyt	9600	--	12000	€/lavapaikka
Asennus	960	--	2400	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>10560</b>	--	<b>14400</b>	€
<b>Häkit</b>				
Suomuttain	72400	--	108600	€
Pystysuora	134000	--	201000	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>				
Suomuttain	82960	--	123000	€
Pystysuora	144560	--	215400	€

Kuvio 39 Kustannuslaskelma ohuemmillä häkeillä ja hyllyllä (40t)

Ainakaan lyhyiden hyllyjen kanssa 40 000 renkaan varastointisuunnitelma ei ole järkevästi tai tehokkaasti toteutettavissa pystysuoralla varastointitavalla. Tällöin tarvittaisiin lähes 700 häkkiä, eikä näin suurta määrää voida sijoittaa tilaan riittävän loogisesti tai toimivasti. Vaikka häkit saataisiin fyysisesti mahtumaan, aiheuttaisi niiden käytettävyys merkittäviä ongelmia – renkaita joudutaisiin jatkuvasti hakemaan muiden häkkien takaa, mikä hidastaisi työskentelyä ja olisi ristiriidassa varaston kehittämis- ja tehostamistavoitteiden kanssa. Pystysuora varastointi saattaisi olla mahdollinen vaihtoehto, mikäli tilaan saataisiin lisättyä pidempiä hyllyrivejä. Tätä mahdollisuutta tarkastellaan tarkemmin seuraavien suunnitelmien yhteydessä.


Sen sijaan suomuttain varastoimalla 40 000 renkaan kapasiteetti on saavutettavissa lisäämällä häkkimäärää vain noin 100 kappaleella. Tämä havainnollistaa selkeästi tilanteen, jossa aiempaa 30 000 renkaan suunnitelmaa halutaan kasvattaa. On kuitenkin edelleen tärkeää huomioida, että layout-kuvissa käytettyjen häkkien leveys (3000 mm) on suurempi kuin todellisuudessa käytettävien häkkien (2310 mm). Todelliset mitat mahdollistaisivat häkkien selkeämmän sijoittelun, mikä vähentäisi varastoinnin tiiviydestä ja käytettävyydestä aiheutuvia haasteita.



Kuvio 40 Layout: Suomuttain ja yhdellä hyllystöllä (40t)

### 6.3.3 Suunnitelma 3: Lisätty hyllymäärä

Suunnitelma 30 000 renkaalle			
Hyllyt antaa tilan <b>6528</b> renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä <b>23472</b> renkaalle	Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.		
Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita per häkki	'Suomuttain"	100 kpl
		'Pystysuora"	54 kpl
Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:		'Suomuttain"	235 kpl
		'Pystysuora"	435 kpl
Eli näitä "ohuempia" häkkeitä tarvittaisiin varastointi tavasta riippuen 435 kpl (pystysuoralla tyylillä) tai 235 kpl (suomuttain tyylillä) kahden hyllyn lisäksi.			



Kuvio 41 Tarvelaskenta lisätyllä hylly määrällä (30t)

<u>Kustannukset</u>				
<b>Hyllyt</b>	16320	--	20400	€/lavapaikka
<b>Asennus</b>	1632	--	4080	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	17952	--	24480	€
<b>Häkit</b>				
<b>Suomuttain</b>	47000	--	70500	€
<b>Pystysuora</b>	87000	--	130500	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>				
<b>Suomuttain</b>	64952	--	94980	€
<b>Pystysuora</b>	104952	--	154980	€

Kuvio 42 Kustannuslaskenta lisätyllä hylly määrällä (30t)

Tässä suunnitelmassa hyödynnettiin aiemmin hyväksi todettuja, kapeampia rengashäkkeitä ja lisättiin hyllymäärää. Hyllystö kulkisi koko varaston läpi hyödyntäen hallin keskiosan korkeinta kohtaa. Laajennus mahdollistaisi entistä suuremman määrän valmiiden rahtilähetysten sijoittamisen sekä satunnaisten kausituotteiden, kuten lumikolien ja riistamaissien, varastoinnin – näille on jo nykyisin käytetty tilaa hallin päädyssä.

Uusi hyllyratkaisu vähentää rengashäkkien tarvetta, parantaa tilankäytön tehokkuutta erityisesti korkeussuunnassa ja tuo joustavuutta varaston toimintaan. Toteutus vaatii kuitenkin uudelleenjärjestelyä hallin toisen päädyn osalta. Esimerkiksi nykyisin kierrätykseen meneviä pullo- ja tölkkisäkkejä säilytetään hallin keskiosassa tilaa vievästi, mutta ne käyttävät vain vähän korkeutta. Siirsin niitä lähemmäs ovensuuta ja järkeistin seinämiä vasten olevia ruutuja. On kuitenkin huomioitava,



Suunnitelma 40 000 renkaalle			
Hyllyt antaa tilan <u>6528</u> renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä <u>33472</u> renkaalle	Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.		
Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita	"Suomuttain"	100 kpl
	per häkki	"Pystysuora"	54 kpl
Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:	"Suomuttain"	335 kpl	
	"Pystysuora"	620 kpl	
Eli näitä "ohuempia" häkkeitä tarvittaisiin varastointi tavasta riippuen 620 kpl (pystysuoralla tyylillä) tai 335 kpl (suomuittain tyylillä) kahden hyllyn lisäksi.			



Kuvio 45 Tarvelaskenta lisätyllä hylly määrällä (40t)

Kustannukset				
<b>Hyllyt</b>	16320	--	20400	€/lavapaikka
<b>Asennus</b>	1632	--	4080	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	17952	--	24480	€
<b>Häkit</b>				
<b>Suomuttain</b>	67000	--	100500	€
<b>Pystysuora</b>	124000	--	186000	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>				
<b>Suomuttain</b>	84952	--	124980	€
<b>Pystysuora</b>	141952	--	210480	€

Kuvio 46 Kustannuslaskenta lisätyllä hylly määrällä (40t)

Tässä suunnitelmassa kohdataan sama haaste kuin aiemmassa 40 000 renkaan varastointisuunnitelmassa. Vaikka lisätty hyllystö vähentää rengashäkkien tarvetta jonkin verran, ei muutos ole riittävä – pystysuoralla varastointitavalla häkkien kokonaismäärä pysyy edelleen hyvin korkeana. Näin suuri häkkimäärä aiheuttaa merkittäviä haasteita niiden loogisessa ja toimivassa sijoittelussa varastotilaan.

Sen sijaan suomuttain varastoimalla tilankäyttö olisi selvästi tehokkaampaa, ja suunnitelma olisi realistisemmin toteutettavissa. Lisäksi tämä varastointitapa jättäisi huomattavasti enemmän tilaa mahdollisille tulevaisuuden kasvutarpeille. Edelleen myös muistutan Excelin mittavirheestä.

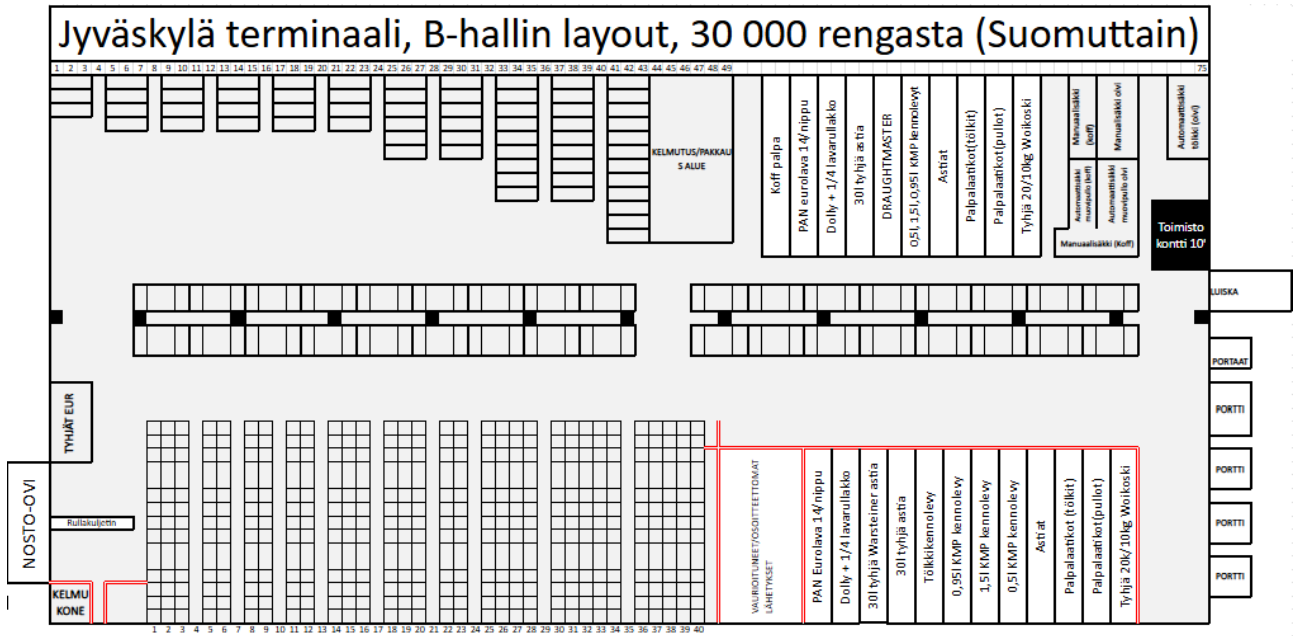


<b><u>Kustannukset</u></b>				
Hyllyt	16320	--	20400	€/lavapaikka
Asennus	1632	--	4080	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>17952</b>	<b>--</b>	<b>24480</b>	<b>€</b>
<b>Häkit</b>				
Suomuttain	26000	--	39000	€
Pystysuora	48200	--	72300	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>				
Suomuttain	<b>43952</b>	<b>--</b>	<b>63480</b>	<b>€</b>
Pystysuora	<b>66152</b>	<b>--</b>	<b>96780</b>	

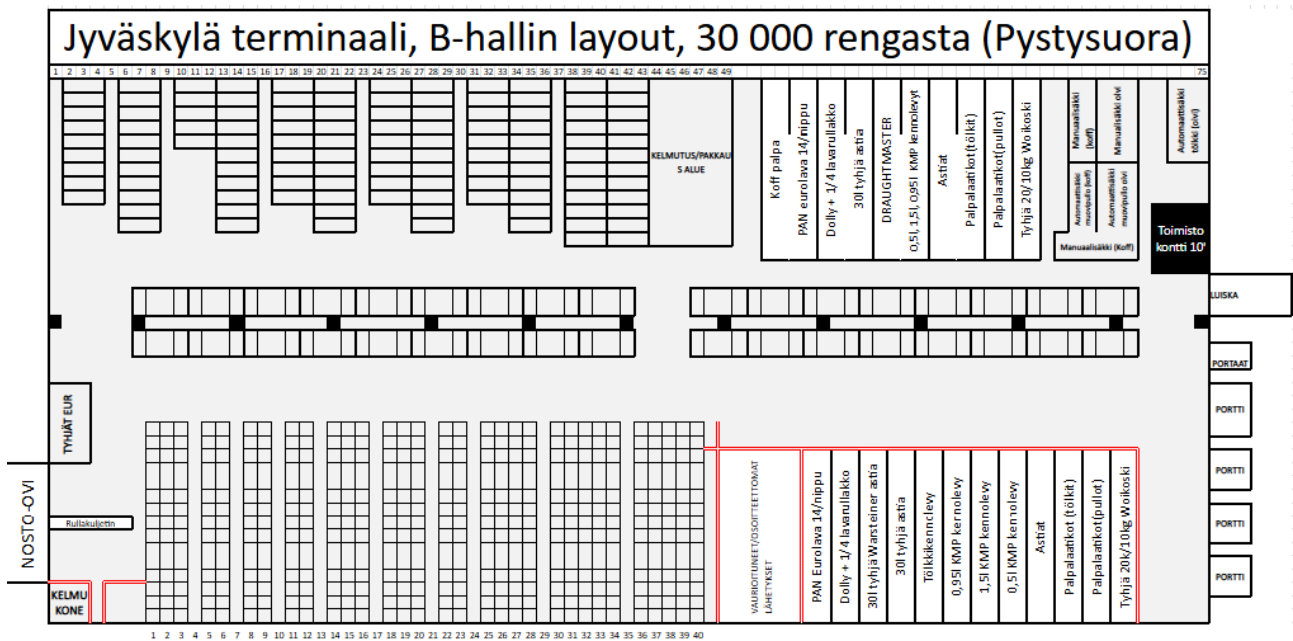
Kuvio 49 Kustannuslaskenta skaalautuvalle mallille (30t)

Tässä esitetty vaihtoehto toimii eräänlaisena kustannustehokkaampana versiona ratkaisusta, jossa pyritään minimoimaan alkuinvestoinnit säilyttäen samalla perustoiminnallisuus. Tätä lähestymistapaa voidaan pitää vaiheittaisen kehityksen ensimmäisenä askeleena. Merkittävää on huomata, että alkuinvestointien määrä laskee huomattavasti, sillä häkkitarve on selvästi pienempi – suuri osa renkaista varastoidaan edelleen nykyiseen tapaan trukkilavoilla. Tämä mahdollistaisi loogisen ja hallitun etenemisen varaston kehittämisessä, samalla kun toiminnallisuutta lisätään. On kuitenkin tärkeää huomioida, että tällainen osittainen muutos ei poista nykyiseen toimintatapaan liittyviä haasteita. Näihin kuuluvat muun muassa rengaspinojen kaatumisriskit, lavoituksen tarkkuusvaatimukset sekä niihin liittyvät työturvallisuusongelmat.

Näistä seikoista huolimatta suunnitelma on toteutuskelpoinen ja merkittävästi pienempien alkuinvestointien ansiosta ehdottomasti harkitsemisen arvoinen. On kuitenkin hyvä tiedostaa, että tällaisessa mallissa tilaa jää vähemmän häkeille, mikä rajoittaa varastointikapasiteettia. Vaikka häkkien kokonaismäärä ei tässä vaihtoehdossa kasva yhtä suureksi kuin joissakin aiemmissa suunnitelmissa, alkaa tila olla varsin täysi jo 30 000 renkaan kohdalla lähinnä pystysuoraa varastointitapaa käytettäessä. Sen sijaan suomuttain varastoiminen osoittaa tässäkin suunnitelmassa etunsa, eli tila on helposti hyödynnettävissä ja hyvin joustava vielä 30 000 renkaan kapasiteetilla.



Kuvio 50 Layout: Suomuttain ja skaalautuva malli (30t)



Kuvio 51 Layout: Pystysuoraan ja skaalautuva malli (30t)

Suunnitelma 40 000 renkaalle			
Hyllyt antaa tilan <b>6528</b> renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä <b>33472</b> renkaalle		Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.	
Trukkilavoilla	16 kpl/per		
Trukkilavoja	655 kpl lavaa		
Renkaita lavoilla	10480	kpl	
Lavat antavat tilan <b>10480</b> renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä <b>22992</b> renkaalle			
Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita per häkki	'Suomuttain'	100 kpl
		'Pystysuora'	54 kpl
Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:		'Suomuttain'	230 kpl
		'Pystysuora'	426 kpl
Eli näitä "ohuempia" häkkejä tarvittaisiin varastointi tavasta riippuen 426 kpl (pystysuoralla tyylillä) tai 230 kpl (suomuttain tyylillä) kahden hyllyn lisäksi.			



Kuvio 52 Tarvelaskenta skaalautuvalle mallille (40t)

Kustannukset			
Hyllyt	16320	--	20400 €/lavapaikka
Asennus	1632	--	4080 €
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>17952</b>	--	<b>24480 €</b>
<b>Häkit</b>			
Suomuttain	46000	--	69000 €
Pystysuora	85200	--	127800 €
<b>Yhteensä (arvio)</b>			
Suomuttain	63952	--	93480 €
Pystysuora	103152	--	152280 €

Kuvio 53 Kustannuslaskenta skaalautuvalle mallille (40t)

Suomuttain varastoitaessa häkkitarve oli 230 kappaletta, mikä on edelleen sijoitettavissa tilaan suhteellisen hallitusti. Tämä alkaa kuitenkin olla kyseisen toteutusmallin käytännön yläraja. Pystysuoran varastointitavan kohdalla häkkien määrä nousi puolestaan jopa 426 kappaleeseen, mikä on merkittävästi haastavampi toteuttaa. Vaikka häkit saataisiin fyysisesti mahtumaan tilaan, tällöin kapasiteetti olisi täysin maksimoitu – ilman juurikaan liikkumavaraa tai kasvun mahdollisuuksia. Tämän vuoksi hybridiratkaisun eli massavarastoinnin ja häkkivarastoinnin yhdistelmämallin ylläpitäminen ei ole mielekästä enää 40 000 renkaan kapasiteetilla, etenkin jos varastointitapana ei käytetä suomuttain-asettelua. Suunnitelmien perusteella voidaan todeta, että viimeistään 30 000 renkaan jälkeen olisi perusteltua luopua kuormalavapohjaisesta massavarastoinnista kokonaan.




### 6.3.5 Suunnitelma 5: Lisätyt käytävälit

**Suunnitelma 30 000 renkaalle**

Hyllyt antaa tilan 6528 renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä 23472 renkaalle  
Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.

Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita per häkki	'Suomuttain"	100	kpl
		'Pystysuora"	54	kpl

Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:	'Suomuttain"	235	kpl
	'Pystysuora"	435	kpl



Eli näitä "ohuempia" häkkeitä tarvittaisiin varastointi tavasta riippuen 435 kpl (pystysuoralla tyylillä) tai 235 kpl (suomuttain tyylillä) kahden hyllyn lisäksi.

Kuvio 55 Tarvelaskenta lisätyillä käytävä väleillä (30t)

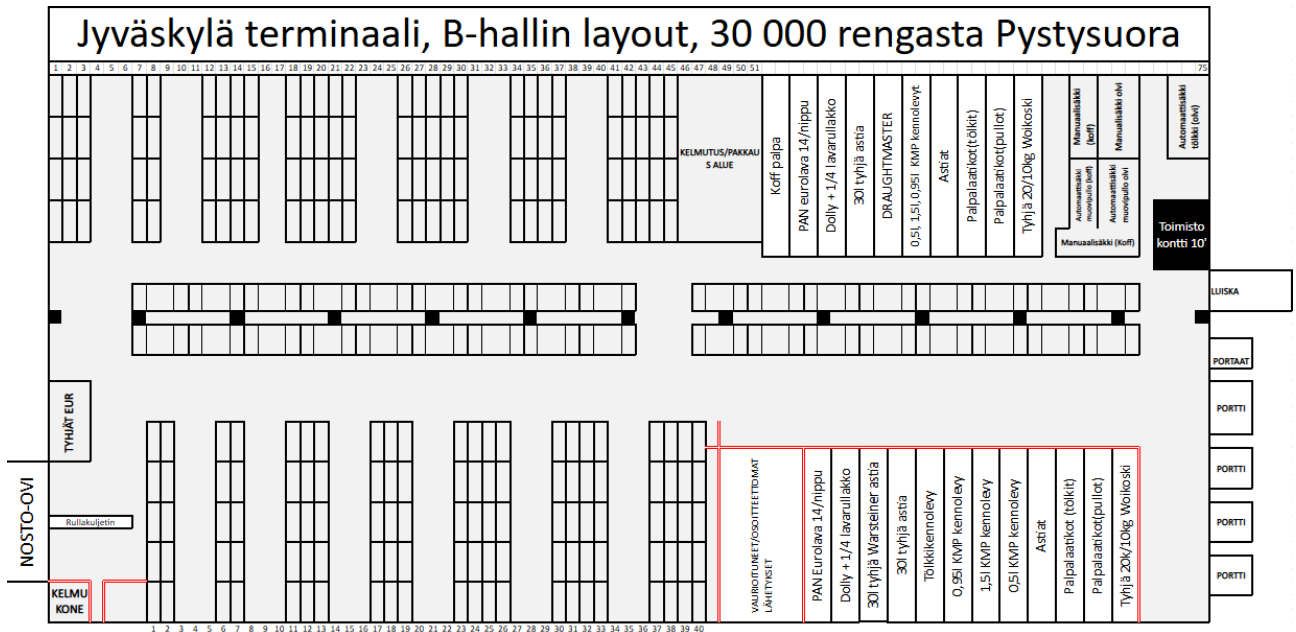
<u>Kustannukset</u>				
Hyllyt	16320	--	20400	€/lavapaikka
Asennus	1632	--	4080	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>17952</b>	<b>--</b>	<b>24480</b>	<b>€</b>
<b>Häkit</b>				
Suomuttain	47000	--	70500	€
Pystysuora	87000	--	130500	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>				
Suomuttain	64952	--	94980	€
Pystysuora	104952	--	154980	€

Kuvio 56 Kustannuslaskenta lisätyillä käytävä väleillä (30t)

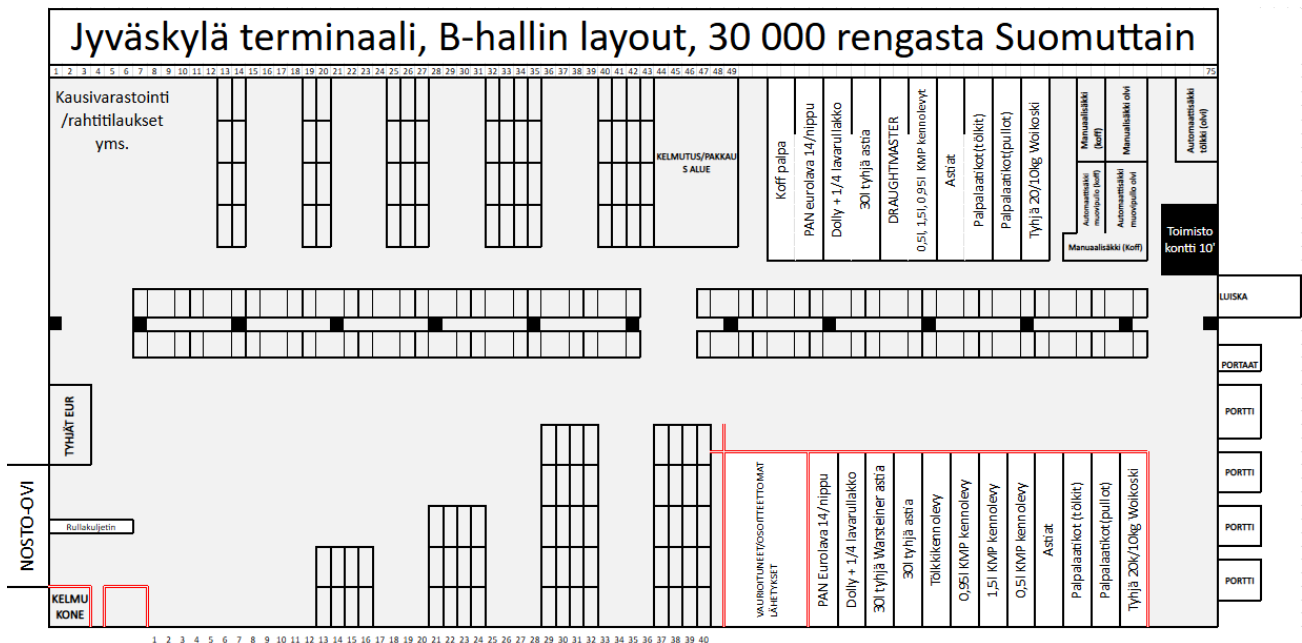
Tämä suunnitelma on hyvin toteutettavissa 30 000 renkaan kapasiteetilla – jopa pystysuoralla varastointitavalla. Suunnitelman merkittävä etu on se, että häkit voidaan sijoittaa selkeästi omille varastopaikoilleen, jolloin varaston järjestys säilyy hallittavana, loogisena ja helposti muokattavana. Tällainen selkeä jako vähentää sekaantumiseriskiä ja helpottaa tuotteiden tunnistamista sekä käsittelyä.

Lisäetuna on, että häkit vievät vähemmän tilaa rakennuksen pituussuunnassa, erityisesti tämä näkyy suomuttain-varastointitavassa. Vapautunut tila on hyödynnettävissä esimerkiksi asiakkaan sesonkien ulkopuoliseen kausivarastointiin tai valmiiden rahtilähetysten säilyttämiseen, jos ne eivät mahdu hyllytilaan.

Suunnitelman heikkoutena on, että käytäväväleihin kuuluu enemmän tilaa kuin tiiviimmissä vaihtoehtoisissa. Tällä kapasiteettitasolla käytävät voidaan kuitenkin vielä järjestää ilman suurempia ongelmia, ja niiden leveys pysyy riittävänä ilman tarvetta investoida erityiseen trukkipalustoon, kuten kapeakäytävä- tai kylkitrukkeihin.




Kuvio 57 Layout: Pystysuoraan lisätyillä käytävä väleillä (30t)



Kuvio 58 Layout: Suomuttain lisätyillä käytävä väleillä (30t)

Suunnitelma 40 000 renkaalle			
Hyllyt antaa tilan	6528	renkaalle eli olisi tarve saada tila vielä	33472 renkaalle
Tämä tila täytyy siis saada häkeistä.			
Häkit ovat 231 x 127 x 220	Renkaita per häkki	"Suomuttain"	100 kpl
		"Pystysuora"	54 kpl
Häkki tarve on siis varastointitavasta riippuen yhteensä:		"Suomuttain"	335 kpl
		"Pystysuora"	620 kpl
Eli näitä "ohuempia" häkkeitä tarvittaisiin varastointitavasta riippuen 620 kpl (pystysuoralla tyyliä) tai 335 kpl (suomuttain tyyliä) kahden hyllyn lisäksi.			



Kuvio 59 Tarvelaskenta lisätyillä käytävä väleillä (40t)

Kustannukset				
Hyllyt	16320	--	20400	€/lavapaikka
Asennus	1632	--	4080	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>17952</b>	<b>--</b>	<b>24480</b>	<b>€</b>
<b>Häkit</b>				
Suomuttain	67000	--	100500	€
Pystysuora	124000	--	186000	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>				
Suomuttain	84952	--	124980	€
Pystysuora	141952	--	210480	€

Kuvio 60 Kustannuslaskenta lisätyillä käytävä väleillä (40t)

Pelkästään häkkitarpeen perusteella on havaittavissa, ettei pystysuora varastointitapa ole tässä yhteydessä käytännössä toteuttamiskelpoinen. 620 häkin sijoittaminen kyseiseen tilaan ei ole realistista, eikä varaston järjestys toimisi tällaisessa kokonaisuudessa. Sen sijaan suomuttain varastoinnalla suunnitelma voisi vielä olla toteutettavissa, mutta tila on jo lähellä äärimmäistä käyttöastetta. Käytävävälejä on entistä vaikeampi säilyttää riittävän leveinä, erityisesti mikäli halutaan välttää lisäinvestointeja uuteen trukikalustoon. Tästä syystä on perusteltua harkita palaamista aiempien suunnitelmien mukaisiin ratkaisuihin.

Lisäksi on huomionarvoista, että tässä suunnitelmassa häkin pituussuunnaksi on mallinnettu noin yksi metri, vaikka todellinen pituus on 1270 mm – eli 27 cm enemmän. Tämä ero johtuu aiemmin mainituista Excelin rajoitteista suunnitteluympäristönä. On tärkeää huomioida, että todellisuudessa häkit vievät enemmän tilaa kuin piirroksat antavat ymmärtää, mikä heikentää suunnitelman toteutettavuutta entisestään.



<u>Kustannukset</u>				
Hyllyt	16320	--	20400	€/lavapaikka
Asennus	1632	--	4080	€
<b>Yhteensä (Hyllyt)</b>	<b>17952</b>	<b>--</b>	<b>24480</b>	<b>€</b>
Häkit	132800	--	199200	€
<b>Yhteensä (arvio)</b>	<b>150752</b>	<b>--</b>	<b>223680</b>	<b>€</b>

Kuvio 63 Kustannukset teoreettiselle maksimi sijoittelulle

Tämän suunnitelman ensisijainen arvo on toimia eräänlaisena arviointityökaluna tai haarukkana sen suhteen, kuinka suuri kapasiteetti on aivan maksimitasolla saavutettavissa nykyisessä käytettävissä olevassa tilassa. On kuitenkin huomioitava, että tässä mallissa ei ole otettu erillisiä rengasmalleja erottelevia välejä huomioon. Tätä tarkoitusta varten olen jättänyt useita metrejä tyhjää tilaa häkkien päätyihin. Todellisuudessa häkkien väliin on tarpeen, että sijoiteltaisiin ylimääräisestä tyhjistä tilasta välit erottelemaan mallit ja koot. Toinen keskeinen rajoite tässä toteutusmallissa on, että varastossa ei käytännössä säilytetä kaikkia rengastyyppejä niin suurina määrinä, että olisi mahdollista muodostaa täysin yhtenäisiä rivejä, esimerkiksi 12 tai 16 häkin sarjoja, kuten suunnitelmakuvassa on esitetty. Useimpien kokojen varastomäärät ovat huomattavasti pienempiä. Näiden seikkojen takia tämän suunnitelman osoittamat kapasiteettiluvut eivät ole käytännössä täysin saavutettavissa, mutta ne antavat suuntaa siitä, millaisia määriä eri varastointitavoilla voisi tilassa teoriassa saavuttaa.

Esimerkiksi tämä suunnitelma osoittaa, että pystysuoran varastointitavan maksimikapasiteetti jää noin 40 000 renkaan tasolle, mutta tämän osoitti myös se, että yksikään laatimani suunnitelma ole mahdollistanut tämän määrän toteuttamista käytännössä. Tämä kertoo siitä, että nykyisessä tilassa 40 000 renkaan kapasiteetin saavuttaminen pystysuoralla varastoinnilla on erittäin haastavaa – ellei jopa mahdotonta.

Sen sijaan suomuttain varastoimalla saavutettavissa oleva kapasiteettiarvio on huomattavasti suurempi, vaikka myös tässä on otettava huomioon samat tilankäytölliset ja käytännön rajoitteet. Näiden arvioiden perusteella voidaan kuitenkin todeta, että realistisella lähestymistavalla, pienillä käytäväväleillä ja häkkien sekä asiakkaiden tarpeiden salliessa, tilassa voitaisiin mahdollisesti saavuttaa jopa 50 000–60 000 renkaan kapasiteetti. Tällaiset määrät ovat kuitenkin lähes kolminker-



	Suunnitelma A	Suunnitelma B	Suunnitelma C
Hylyjen lavapaikat	408 kpl	408 kpl	408 kpl
Hylyjen kustannukset	18 000 - 25 000 €	18 000 - 25 000 €	18 000 - 25 000 €
Häkkitarve	235 kpl	130 kpl	235 kpl
Häkkien kustannukset	47 000 - 70 000 €	26 000- 39 000 €	47 000 - 70 000 €
Toteutunut kapasiteetti	30 000 rengasta	30 000 rengasta	30 000 rengasta
Päällimmäinen vahvuus	Varastointi tehokkuus	Kustannukset	Selkeys ja hallittavuus
Päällimmäinen heikkous	Kustannukset	Vanhat toimintatavat säilyy osin	Rajoittuneempi kasvu
Kapasiteetin laajennettavuus	Erinomainen	Todella hyvä	Hyvä

Kuvio 65 Suunnitelmien vertailu

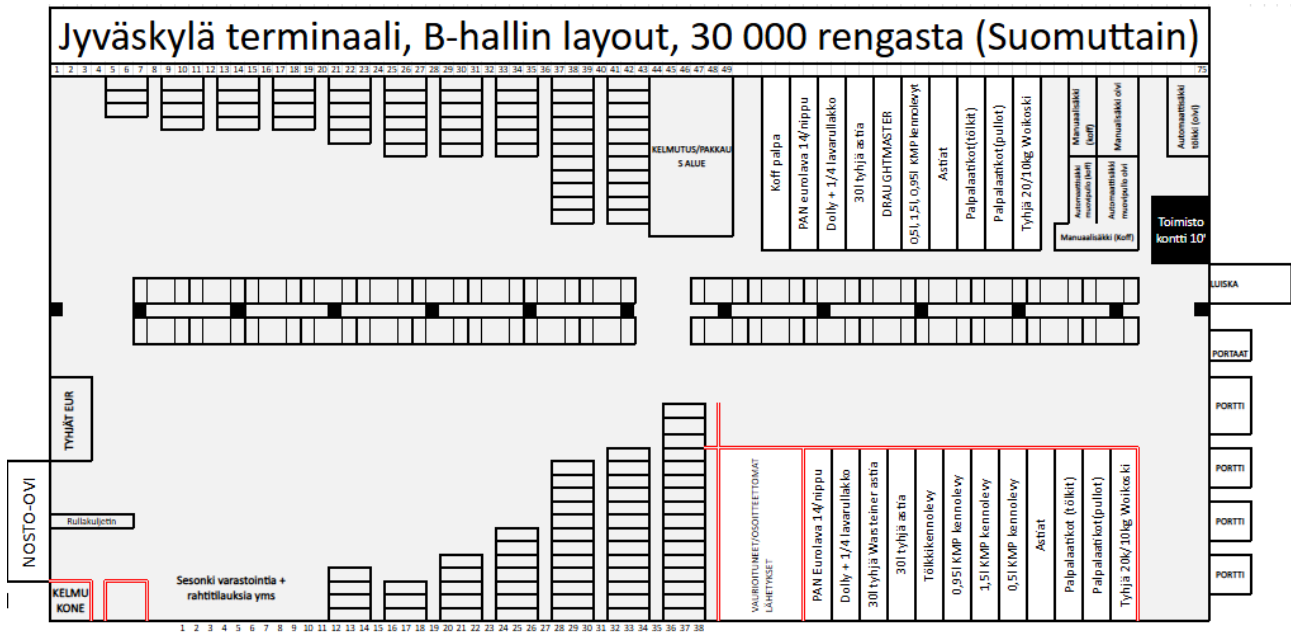
#### 6.4.1 Suunnitelma A – Huomiot: Tilankäytön ja varastoinnin tehomalli

Suunnitelma A edustaa tehokkainta varastointiratkaisua, jonka onnistuin työni aikana tunnistamaan suunnittelun ja laskelmien perusteella. Tällä varastointimallilla on erinomaiset kasvumahdollisuudet, ja se soveltuu hyvin myös tilanteisiin, joissa varastointitarve ylittää nykyiset tavoitteet merkittävästikin. Suunnitelmalla ei ole varsinaisia toiminnallisia heikkouksia, mutta mainittavaa on sen huomattavasti korkeammat investointikustannukset verrattuna esimerkiksi suunnitelma B:hen – alarajan mukaan noin 21 000 euroa enemmän.

Suunnitelma on kuitenkin niin tehokas, että se jättää merkittävästi lattiatilaa käyttämättä tällä kapasiteetilla. Tätä vapaata tilaa on kuitenkin mahdollista hyödyntää muuhun varastointiin, kuten lisättyyn asiakkaan kausituotteiden säilyttämiseen. Tämä mahdollisuus on myös esitetty layout-piirroksessa. Lisävarastointitoiminta, kuten sesonkituotteiden sijoittaminen samoihin tiloihin, voi tuoda lisätuottoja, joita esimerkiksi suunnitelma B ei vastaavassa mittakaavassa mahdollistaisi.

<b>Häkki tarve on yhteensä:</b>	<b>235 kpl</b>
<b>Kustannukset on yhteensä:</b>	<b>65 000 - 95 000 €</b>

Kuvio 66 Suunnitelma A tiivistys



Kuvio 67 Jatkon valittu layout A: Tuplahyllystö suomuten varastoimalla (30t)

#### 6.4.2 Suunnitelma B – Huomiot: Kustannustehokas ja joustavasti skaalautuva malli

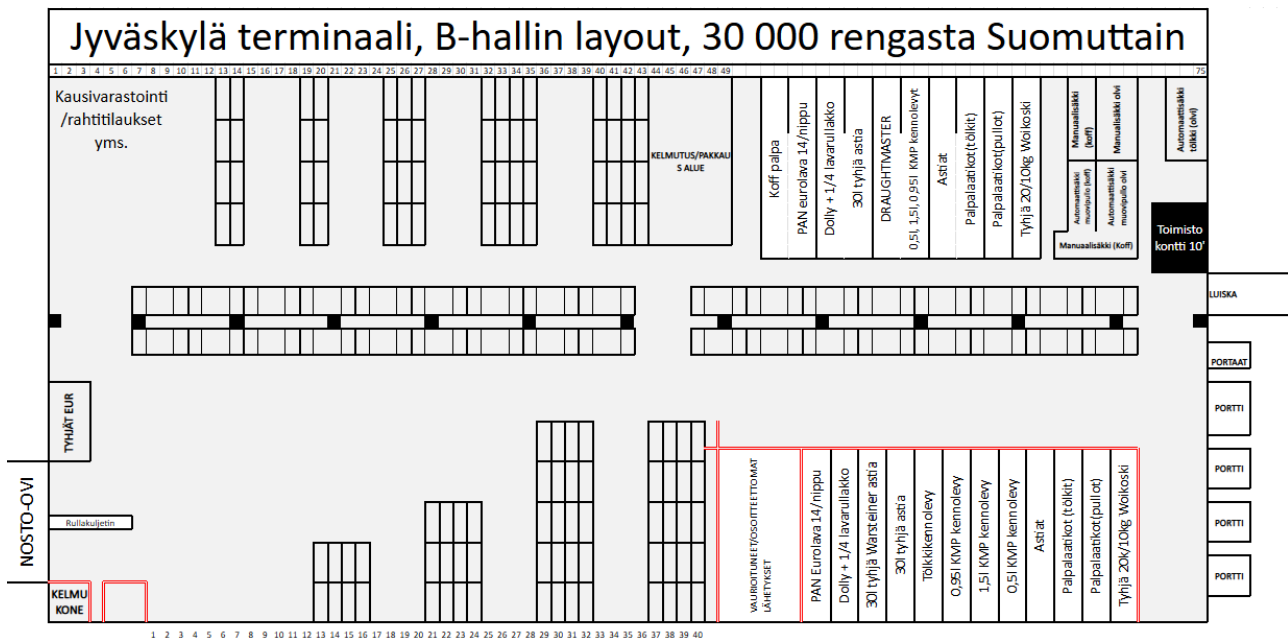
Suunnitelma pyrkii saavuttamaan asiakkaan toivoman 30 000 renkaan kapasiteetin mahdollisimman kustannustehokkaasti. Ratkaisussa hyödynnetään suurelta osin nykyistä kuormalavavarastointia, jonka rinnalle lisätään kohtuullinen määrä hyllyjä ja rengashäkkeitä.

Suunnitelma on luonteeltaan hyvin skaalautuva: toimintaa voidaan kehittää asteittain lisäämällä häkkien määrää ja vähentämällä lavavarastointia tarpeen mukaan. Sen merkittävin heikkous liittyy kuitenkin siihen, että nykyisen toimintamallin ongelmat – kuten lavapinojen kaatumisriskit ja työturvallisuushaasteet – säilyvät osittain edelleen mukana. Tästä huolimatta suunnitelma on varteenotettava vaihtoehto erityisesti tilanteissa, joissa halutaan minimoida alkuinvestoinnit ja edetä kehityksessä vaiheittain.

<b>Häkki tarve on yhteensä:</b>	<b>130 kpl</b>
<b>Kustannukset on yhteensä:</b>	<b>44 000 - 64 000 €</b>

Kuvio 68 Suunnitelma B tiivistys





Kuvio 71 Jatkoon valittu layout C: Lisätyillä käytävä väleille suomuten varastoiden (30t)

## 6.5 Hyötyarvomatriisi

Työssä käytettiin layoutien arviointiin työkaluna teoriassakin mainittua hyötyarvomatriisia. Tämän matriisin arvioitavia tekijöitä sekä niiden painoarvoja on yhdessä toimeksiantajan sekä opinnäytetyön ohjaajan kanssa harkittu syvällisesti. Painoarvot siis perustuvat paljon toimeksiantajan todellisesti arvostamiin seikkoihin suunnitelmiani tehdessä. Painoarvojen arvioinnissa käytin aktiivisesti toimeksiantajan puolesta useamman henkilön mielipidettä. Esihenkilöiden, mutta myös varaston päivittäisissä toimissa aktiivisesti olevia työntekijöitä. Näiden henkilöiden mielipiteet kuitenkin ymmärtyttään hieman erosi toisistaan, jonka takia päädyin niistä tekemään yhdistävän synteesin. Tätä synteesiä tein yhdessä ohjaajan kanssa, jolla myös yhteisen tapaamisen toimeksiantajan kanssa seurauksena oli hyvä kuva toimeksiantajan todellisista tavoitteista työn suunnitelmien suhteen. Nämä tehdyn synteesin seurauksena saadut arviot näkyvät tämän osion lopussa olevassa matriisi taulukossakin.

Matriisi kuten mainittu, perustuu suunnitelmien enemmän kattavampaan arviointiin. Suunnitelmille annettiin arvioinnit, jotka toimeksiantajan kanssa vielä käytiin läpi yhteisessä palaverissa, jossa esiteltiin vielä nämä valitut suunnitelmat. Matriisissa on arvioitu siis jatkoon valittuja suunnitelmia, jotka olivat nimetty A, B ja C mukaisesti. Nämä suunnitelmat sekä niiden vastaavat numerot näkyvät edellisessä osiossa, mutta tämän osion selkeyttämiseksi ne näkyvät myös tämän osion yhteydessä seuraavaksi tämän kappaleen jälkeen.

- Suunnitelma A: Tehokkaimman varastoinnin ja tilankäytön malli

- Suunnitelma B: Kustannustehokas ja monipuolisesti skaalautuva malli
- Suunnitelma C: Selkeän rakenteen ja hallittavuuden malli

Kun matriisia tarkastellaan, yksi suunnitelma erottuu selvästi edukseen. Vaikka kokonaisuutena kaikki kolme vaihtoehtoa ovat arvioinnissa melko tasavahvoja ja jokaisella on omat vahvuutensa, suunnitelma A nousee kuitenkin selkeästi ylitse muiden. Sen vahva asema perustuu erityisesti erinomaiseen varastointikapasiteettiin sekä todella hyvään kasvupotentiaaliin ja joustavuuteen. Näissä ominaisuuksissa suunnitelma A tarjoaa selvästi parhaan kokonaisuuden, kuten aiemmin on jo käsitelty. Mainitsemisen arvoisia seikkoja on kuitenkin myös muissa vaihtoehdoissa. Esimerkiksi suunnitelma B erottuu edukseen investointikustannusten arvioinnissa, jossa se päihittää muut selvästi. Suunnitelma C puolestaan on tasaisen vahva kaikilla arvioituilla osa-alueilla, vaikkei se yksittäisissä tekijöissä aivan yhtä korkealle ylläkään.

Arvioitavat tekijät	Painoarvo	Vaihtoehtojen arvostelu ja punnitut pisteet		
		A	B	C
Varastokapasiteetti	25%	10	6	8
Prosessien tehokkuus	25%	6	6	6
Investointien kustannukset	25%	6	10	6
Työn ergonomia	15%	6	4	6
Toiminnan joustavuus	10%	8	8	8
<b>Summa</b>	100%	7.20	6.90	6.70

Arvioi asteikolla
10 = erinomainen
8 = todella hyvä
6 = hyvä
4 = välttävä
2 = huono
0 = Ei toivottava

Kuvio 72 Hyötyarvomatriisi valituille suunnitelmiin

## 6.6 Ehdotus uudeksi layoutiksi

Hyötyarvomatriisin tarkastelun pohjalta on perusteltua valita suunnitelma A ensisijaiseksi vaihtoehdoksi toteutukseen ja esitettäväksi toimeksiantajalle. Suunnitelma A erottuu selkeästi edukseen erityisesti varastointikapasiteetin, kasvupotentiaalin ja joustavuuden osalta, eikä sillä havaittu selkeitä heikkouksia. Näiden seikkojen vuoksi se tarjoaa kokonaisuutena vahvimman ja tulevaisuuden parhaiten valmistavan ratkaisun.

On kuitenkin tärkeää, että toimeksiantaja harkitsee myös muita jatkoon päässeitä suunnitelmia. Layoutin valinta on harvoin suoraviivainen päätös, ja sen lopulliseen valintaan vaikuttavat usein lukuisat käytännön seikat. Myös tässä valitussa suunnitelmassa on vielä osa-alueita, joita ei ehditty testata työn puitteissa, kuten mahdollisuus kolmannen häkkikerroksen hyödyntämiseen tai panimopuolen tarkempi optimointi. Tällaiset jatkokehitystoimet voisivat myös muiden suunnitelmien,



Vaikka yksi malli valikoitui selvästi parhaaksi, työssä onnistuttiin samalla kehittämään rinnalle myös kaksi muuta pitkälle vietyä ja realistista suunnitelmaa. Suunnitelmien vertailu, laskennallinen arviointi ja käytännönläheinen lähestymistapa mahdollistivat sen, että työ tai suunnitelmat ei jääneet vain teoreettiselle tasolle. Nämä kaikki suunnitelmat tarjoavat toimeksiantajalle vaihtoehtoisia lähestymistapoja tilanteisiin, joissa esimerkiksi investointibudjetti, varaston käyttörooli tai asiakasarpeet muuttuvat. Jokaisella esitellyllä suunnitelmalla on omat vahvuutensa, ja ne muodostavat yhdessä joustavan työkalupakin tulevaa päätöksentekoa varten.

Tutkimuskysymyksiin saatiin selkeitä ja perusteltuja vastauksia. Pääkysymyksenä oli, *mikä olisi Postille toimivin varastoratkaisu renkaiden varastoinnille?* Tämän kysymyksen osalta suunnitelma A osoittautui monipuolisimmaksi ja tehokkaimmaksi vaihtoehdoksi sekä kapasiteetin että käytännön toteutuksen kannalta. Alakysymyksiin vastattiin seuraavasti:

#### **Miten muutoksilla voidaan parantaa toiminnan tehokkuutta?**

Siirtyminen häkkivarastointiin ja niputtamisen poistaminen parantavat selvästi varastoprosessin sujuvuutta. Nykytilanteessa renkaiden niputtaminen on raskasta ja aikaa vievää, joten sen poistaminen tuo merkittävää ajansäästöä ja helpottaa työkulkuja. Lisäksi suomuttain aseteltavat renkaat tehostavat varastointia ja vähentävät hukkatilaa.

#### **Miten muutoksilla voidaan parantaa työviihtyvyyttä ja ergonomiaa?**

Ergonomia paranee selkeästi, kun raskaat nippunostot vaihtuvat yksittäisten renkaiden käsitteilyyn. Vaikka nostaminen ei poistu kokonaan, on nostettavan esineen paino merkittävästi kevyempi, mikä vähentää fyysistä kuormitusta. Tällä on todennäköisesti suora positiivinen vaikutus myös työviihtyvyyteen.

#### **Paljonko varastointikapasiteettia voidaan lisätä muutosten myötä?**

Tavoitteena ollut 30 000 renkaan kapasiteetti saavutetaan suunnitelmilla helposti. Lisäksi panimopuolen optimoinnilla ja häkkien kolmannella kerroksella on potentiaalia kasvattaa kapasiteettia jopa 50 000 renkaaseen asti. Tällainen laajennus ei kuitenkaan ole todennäköisesti heti tarpeen, koska nykykapasiteetin lähes kolminkertaistaminen ei vastaa lyhyen aikavälin kysyntää.

#### **Mitkä olisivat muutosten kustannusvaikutukset?**

Suunnitelma A:n kustannukset sijoittuvat noin 65 000–95 000 euron haarukkaan. Suurimmat kulu-erät liittyvät kalustohankintoihin. Arvio ei sisällä esimerkiksi trukkikaluston mahdollisia päivityksiä tai lisäkomponentteja kuten hyllyjen asfalttikiinnikkeitä, jotka vaatisivat lisäselvityksiä. Tätä lisäselvitystä ei ollut mahdollista toteuttaa käytettävissä olleen ajan puutteissa. Osaa

kustannuksista toimeksiantaja voi myös pystyä todennäköisesti arvioimaan tarkemmin itse, sillä heillä on laajat mahdollisuudet isoihin säästöihin yrityksen sisäisin siirroin hankituissa kalustoissa.

Hyötyarvomatriisin käyttö arviointityökaluna osoittautui tehokkaaksi ja läpinäkyväksi menetelmäksi. Vaikka painoarvojen määrittelyssä on aina subjektiivisuutta, mukana oli sekä esimiestason henkilöitä että varaston arjessa työskenteleviä käytännön osaajia. Näiden näkemyksistä muodostettiin yhdessä ohjaajan kanssa perusteltu ja tasapainoinen kokonaisuus. Matriisin suurimpana vahvuutena voidaan pitää sen uudelleenkäytettävyyttä – arviointia voidaan toistaa helposti, jos tavoitteet tai näkemykset muuttuvat.

Työn edetessä tunnistettiin selkeästi myös useita kehityskohteita, kuten panimupuolen vajaa-käyttö ja nykyisten prosessien kuormittavuus, erityisesti renkaiden niputtamisen osalta. Näihin liittyen niitä on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin omassa kehitysehdotuksia käsittelevässä luvussa.

Tämän opinnäytetyön kautta tuotettu tieto ei palvele ainoastaan nykyhetken päätöksentekoa, vaan muodostaa perustan pidemmän aikavälin kehitystyölle. Työn aikana syntyneet suunnitelmat, analyysit ja havainnot antavat toimeksiantajalle konkreettisia ja dokumentoituja vaihtoehtoja, joiden pohjalta voidaan tehdä luotettavia päätöksiä. Kokonaisuudessaan työ osoittaa, että varastoinnin kehittäminen on monivaiheinen ja kokonaisvaltainen prosessi, jossa yhdistyvät logistiikan teoria, tilankäytön optimointi ja työntekijöiden hyvinvoinnin näkökulmat.

Tämän opinnäytetyön tekeminen tarjosi arvokasta oppia käytännönläheisestä suunnittelusta ja varaston kehittämisen moniulotteisuudesta. Sain konkreettista kokemusta varastolayoutien suunnittelusta ja ymmärsin entistä syvemmin, kuinka tärkeää on yhdistää teoriatieto, käytännön havainnot sekä eri toimijoiden kanssa tehtävä yhteistyö tilan suunnittelun eri vaiheissa. Oli erityisen antoisaa huomata, miten pienetkin muutokset layoutissa voivat vaikuttaa merkittävästi sekä varastointikapasiteettiin että sen sujuvuuteen. Työ kehitti myös projektinhallinnan kannalta keskeisiä taitoja, kuten ajanhallintaa, systemaattista dokumentointia ja kokonaisuuksien jäsentämistä – valmiuksia, joista uskon olevan merkittävää hyötyä myös tulevissa työtehtävissäni.

## **7.1 Ehdotettu layout varastoinnin teorian näkökulmasta**

Tässä osiossa tarkastellaan opinnäytetyössä parhaaksi arvioitua layout-suunnitelmaa erityisesti varastoinnin teorian näkökulmasta. Vaikka aiemmassa vaiheessa hyödynnettiin hyötyarvomatriisia suunnitelmien vertailuun, tässä yhteydessä keskitytään arvioimaan valittua ratkaisua sen perusteella, miten hyvin se toteuttaa varastoinnin teoreettisia periaatteita. Tavoitteena on osoittaa,

millä tavoin valittu malli vastaa rengasvarastoinnin vaatimuksiin, ergonomiaan, turvallisuuteen sekä layout-suunnittelun keskeisiin tavoitteisiin.

Suunnitelma rakentuu kolmen keskeisen teoreettisen pääteeman varaan: rengasvarastointiratkaisujen toimivuus, työturvallisuus ja ergonomia sekä layoutin suunnittelulogiikka.

Rengasvarastointiratkaisujen sekä niiden toimivuuden kannalta, suunnitelmassa on hyödynnetty rengashäkkeitä sekä lacing-tyylistä eli suomuttaista varastointitapaa, joka tukee renkaiden vakaata ja järjestelmällistä säilytystä. Tämä menetelmä mahdollistaa tehokkaan käsittelyn ja jopa noin 30 prosentin kasvun varastointikapasiteetissa verrattuna perinteiseen pystyvarastointiin. Pystysuoratyylin, jossa renkaat asetellaan pystysuorassa toistensa päälle, on todettu heikentävän sekä varastointitehokkuutta että turvallisuutta, ja se on siksi vältetty. Suomuttain varastointi häkeissä parantaa hallittavuutta, selkeyttä ja mahdollistaa tiiviin mutta turvallisen säilytyksen.

Työturvallisuuden ja ergonomian näkökulmasta suunnitelmassa on kiinnitetty huomiota nostotyön keventämiseen sekä liikkumavälien ja työskentelyalueiden turvallisuuteen. Häkkien käyttö mahdollistaa yksittäisten renkaiden käsittelyn ilman tarvetta raskaiden nippujen nostamiseen, kuten trukkilavavarastoinnissa on nykyisessä ratkaisussa tapahtunut. Tämä vähentää kuormitusta erityisesti hartioille ja alaselälle. Lisäksi kulkureittien selkeys, riittävät välimatkat ja sujuvat trukin käyttösuunnat parantavat turvallisuutta ja vähentävät virheriskejä. Hyvin suunniteltu tilaratkaisu tukee myös uusien työntekijöiden perehdytystä ja helpottaa työhön opastamista.

Varaston layoutin suunnittelulogiikan pohjalta, valittu layout perustuu I-malliseen, läpivirtaavaan rakenteeseen, jossa korostuu materiaalivirtojen selkeys, yksisuuntaisuus ja toiminnallinen jako. Teorian mukaan tehokas layout edellyttää sekä nykytilan tuntemusta että kykyä ennakoida tulevaisuuden tarpeita – käytännössä siis rakennetaan tämän päivän ratkaisua, mutta suunnitellaan huomioiden huomisen volyymit. Tämä edellyttää tarkkaa tietoa varaston roolista, yksityiskohtaista suunnittelua ja laajaa ymmärrystä toiminnan vaatimuksista. Hyvin suunnitellun layoutin tunnusmerkkejä ovat muun muassa kuljetusmatkojen minimointi, työvoiman kosketuspisteiden vähentäminen, pullonkaulojen ja ristikkäisliikenteen välttäminen sekä materiaalivirran loogisuus. On tärkeää, että varastossa ei hyödynnetä vain lattiapinta-alaa, vaan myös koko kuutiotilaa. Valittu ratkaisu vastaa näihin tavoitteisiin monipuolisesti: se on muunneltava ja skaalautuva, minkä ansiosta sitä voidaan laajentaa ilman suuria rakenteellisia muutoksia. Näin se tarjoaa joustavuutta sekä nykyaikaisessa toiminnassa että tulevaisuuden mahdollisissa kasvutilanteissa.



Kehitysehdotukset vaikuttavat myös tilankäytön tehokkuuteen ja varastointikapasiteettiin. Esitettyjen vaihtoehtojen avulla varastoon on mahdollista lisätä merkittävästi enemmän renkaita, edelleen hyödyntäen samaa tilaa kuin nykyisessäkin. Suunnitelmissa on myös huomioitu tulevaisuuden kasvu mahdollisuudet, joten niiden myötä toimeksiantajan on mahdollista varautua kasvavan kysyntään ja asiakastarpeiden laajenemiseen.

Opinnäytetyö toimii näin ollen toimeksiantajalle arvokkaana työkaluna tulevaisuuden investointi- ja kehityspäätösten tueksi. Se kokoaa yhteen keskeiset havainnot, vaihtoehdot ja laskelmat, joiden pohjalta voidaan tehdä perusteltuja ratkaisuja varaston kehittämiseksi tehokkaammaksi, turvallisemmaksi ja tilankäytöltään optimoiduksi kokonaisuudeksi.

### **7.3 Luotettavuus ja eettisyys**

Opinnäytetyön luotettavuutta pyrittiin vahvistamaan monipuolisella tiedonkeruulla, kriittisellä lähteanalyysillä sekä huolellisella ja systemaattisella työskentelyotteella. Työn teoriaosuus pohjautuu ajankohtaisiin ja luotettaviin lähteisiin, joita arvioitiin kriittisesti koko prosessin ajan. Lisäksi käytännön osuudessa hyödynnettiin ensikäden havaintoja sekä toimeksiantajan tarjoamaa tietoa, mikä mahdollisti kokonaisvaltaisen ja realistisen kuvan muodostamisen varaston nykytilasta sekä kehitystarpeista.

Merkittävää lisäarvoa työn luotettavuudelle toi se, että työn tekijänä työskentelin koko opinnäytetyön tekemisen aikana satunnaisesti kyseisessä varastoympäristössä. Tämä mahdollisti jatkuvan ja aidoissa tilanteissa tapahtuvan havainnoinnin, joka täydensi kirjallisten lähteiden ja numeeristen laskelmien antamaa tietopohjaa. Näin työssä pystyttiin huomioimaan myös sellaisia käytännön haasteita ja reunaehtoja, joita ei olisi ollut mahdollista tunnistaa pelkästään ulkoapäin tarkastelemalla. Henkilökohtainen kokemus toimi vahvana tukena erityisesti layout-suunnittelussa ja kehitysehdotusten realistisuuden arvioinnissa.

Kehitysehdotukset ja layout-suunnitelmat perustuvat käytännönläheisiin havaintoihin sekä realistisiin mitoituksiin. On kuitenkin syytä huomioida, että layout-suunnitelmia laatiessa hyödynnettiin Microsoft Exceliä, joka ei sovellu tarkkoihin mittakaavamalleihin graafisen tarkkuuden osalta. Excel valittiin työkaluksi sen nopeuden ja käytännöllisyyden vuoksi, erityisesti laskelmien visuaaliseksi tueksi. Tämän takia suunnitelmissa voi esiintyä pieniä mittaheittoja erityisesti varastointiratkaisujen, kuten rengashäkkien tai hyllyjen leveyksien osalta. Rakennuksen ja varastointialueen kokonaismitat vastaavat kuitenkin todellisuutta. Mahdollisissa mittapoikkeamissa on systemaattisesti

suosittu suurempaa mitoitusta pienemmän sijaan, mikä varmistaa sen, että suunnitelmat ovat realistisia ja toteuttamiskelpoisia – eivätkä ne perustu liian optimistisiin tilankäytön oletuksiin.

Tässä työssä vaihtoehtojen arvioinnissa hyödynnettiin hyötyarvomatriisia, joka mahdollisti erilaisten layout-suunnitelmien vertaamisen useasta näkökulmasta. On kuitenkin tärkeää huomioida, että matriisin tulokset ovat vahvasti riippuvaisia siitä, millä tavoin arviointikriteerien painoarvot on määriteltä. Painoarvot ohjaavat lopputulosta, ja niiden määrittelyyn liittyy luontaisesti subjektiivisia valintoja. Tässä työssä painoarvot laadittiin toimeksiantajan näkökulmasta, ja arviointiin osallistui sekä esimiestason henkilöitä että varaston arjessa työskenteleviä toimijoita. Tämä toi arviointiin monipuolista käytännön tietoa, mutta myös sen, että eri toimijoilla saattoi olla erilaisia näkemyksiä painotusten tärkeysjärjestyksestä oman työnsä luonteen mukaisesti. Näitä näkemyksiä yhdistettiin yhteiseksi kokonaisuudeksi, ja painoarvojen muodostamisessa hyödynnettiin ohjaajan tukea, jotta syntyi tasapainoinen ja perusteltu synteesi.

Hyötyarvomatriisin luotettavuutta vahvistaa sen läpinäkyvä rakenne ja uudelleenkäytettävyys. Koska arviointimallit on dokumentoitu ja kriteerit ovat olemassa, matriisia voidaan jatkossa hyödyntää uudelleen muuttamalla painoarvoja tarvittaessa – esimerkiksi, jos varaston tavoitteet tai toimintaympäristö muuttuvat. Tämä tekee matriisista joustavan työkalun, jonka avulla arviointia voidaan päivittää vastaamaan uusia prioriteetteja ilman tarvetta rakentaa kaikkea alusta.

Kustannuslaskelmissa keskityttiin olennaisimpiin investointeihin, kuten varastointiratkaisujen hankinta- ja asennuskustannuksiin. Trukkikaluston mahdollisia päivitystarpeita tai kuormalavahyllyjen mahdollisesti tarvittavia asfalttikiskoja ei tässä vaiheessa sisällytetty tarkasteluun. Näiden laajempi huomiointi olisi vaatinut lisäselvityksiä ja yksityiskohtaisempaa kustannustietoa, joita ei ollut mahdollista toteuttaa käytettävissä olleen ajan puitteissa. Kustannuslaskelmien luotettavuutta parantaa kuitenkin se, että työn aikana on saatu konkreettisia tarjouksia hyllytoimittajalta, ja osa hinnoista perustuu suoraan näihin todellisiin tarjoustietoihin. Näin laskelmat eivät nojaudu pelkkiin arvioihin, vaan sisältävät valideja ja ajankohtaisia markkinahintoja. Kaiken kaikkiaan työ onnistuu antamaan realistisen ja suuntaa antavan kuvan tärkeimmistä kustannustekijöistä, jotka vaikuttavat suoraan varastointikapasiteetin parantamiseen ja investointien kokonaisarviointiin.

Opinnäytetyön eettisyydessä on noudatettu ammattikorkeakoulun antamia ohjeita sekä yleisesti hyväksytyjä tutkimuseettisiä periaatteita. Työn aikana on kunnioitettu yksityisyyttä, luottamuksellisuutta ja toimeksiantajan tietojen suojaa. Kaikki työssä esitetyt tiedot on esitetty rehellisesti ja läpinäkyvästi, eikä työssä ole syyllistytty plagiointiin, tiedon vääristelyyn tai harhaanjohtavaan raportointiin.

## 7.4 Jatkokehitystarpeet

Opinnäytetyön aikana toteutetut suunnitelmat ja laskelmat tarjoavat vahvan pohjan varaston kehittämiseksi, mutta samalla nousi esiin useita jatkokehitystä vaativia kohteita. Näiden huomioiminen ja edelleen tarkentaminen voisivat parantaa varaston toimivuutta, skaalautuvuutta ja työn sujuvuutta entisestään.

Yksi keskeinen kehitysehdotus liittyy tarratulostusratkaisuihin. Nykyinen järjestelmä voitaisiin korvata foliotarratulostimella, kuten Zebra-merkkisellä mallilla, joka mahdollistaa suoraan renkaan pintaan kiinnitettävien tarrojen tulostamisen. Tämä vähentäisi muovijätteen määrää ja nopeuttaisi merkintäprosessia, tehden työstä sekä ympäristövastuullisempaa että tehokkaampaa.

Panimopuolen tilankäyttö osoittautui selvästi vajaaksi. Alueen uudelleensuunnittelu ja optimointi voisi tuottaa merkittävästi lisätilaa ilman tarvetta suuremmille rakenteellisille muutoksille. Myös koko layout-suunnitteluprosessin vieminen tarkemmalle suunnitteluympäristölle olisi tärkeää. Excelin rajoitteet näkyivät erityisesti mittavirheiden riskinä ja 3D-visualisointien puuttumisena. Ammattimainen suunnitteluohjelma mahdollistaisi paitsi tarkemmat piirustukset myös realistisemmän tilankäytön arvioinnin.

Käytännön prosesseissa esiin nousi tarve keskustella asiakkaan kanssa kahden renkaan nipuista luopumisesta. Tämä työvaihe lisää valtavasti manuaalista käsittelyä eikä sovellu suomuuttaiseen häkkivarastointiin, jota työssä on pidetty tilankäytön kannalta optimaalisimpana ratkaisuna. Muutoksen myötä varastointi olisi sujuvampaa ja yhteensopivampaa kehitettyjen layoutien kanssa.

Toinen kehittämiskohde liittyy ylimääräisen lattiapinta-alan hyödyntämiseen. Toteutettujen suunnitelmien perusteella on todennäköistä, että 30 000 renkaan kapasiteetin saavuttamisen jälkeen varastossa jää käyttöön soveltuvaa lisätilaa. Tämä tila olisi mahdollista ottaa käyttöön esimerkiksi lisäämällä asiakkaan kausivarastointia tilassa. Tarkempien mittausten tekeminen ja suunnitelmien vieminen tarkkaan suunnitteluympäristöön ovat kuitenkin edellytyksenä sen tehokkaalle hyödyntämiselle, sillä pelkästään näin tilan määrästä saadaan realistisin kuva.

Varastointikapasiteetin kasvattamista voitaisiin tarkastella myös pystysuunnassa. Tähän mennessä lasketut ratkaisut perustuvat kahteen häkkikerrokseen, mutta varaston sisäkorkeus sallisi todennäköisesti myös kolmannen tason. Tämän hyödyntäminen edellyttää turvallisuusarviointia, mutta oikein toteutettuna se voisi kasvattaa kapasiteettia merkittävästi ilman, että vaakasuuntaista pinta-alaa tarvitsee kasvattaa. Häkkeitä pitäisi kumminkin olla turvallista asettaa jopa neljään kerrokseen, toimittajan mukaan.

Hyötyarvomatriisi osoittautui käyttökelpoiseksi välineeksi vaihtoehtojen arviointiin ja selkeän päätöksenteon tukemiseksi. On kuitenkin suositeltavaa, että matriisin käyttöä jatketaan myös tulevaisuudessa. Mikäli varaston tavoitteet, henkilöstön painotukset tai toimintaympäristö muuttuvat, voidaan arviointi toistaa uusin painoarvoin esimerkiksi yhdessä ylemmän tason päätöksentekijöiden kanssa. Koska laskentapohja ja mallit ovat olemassa, uusi arviointi voidaan tehdä nopeasti ja järjestelmällisesti. Näin hyötyarvomatriisista saadaan paras mahdollinen hyöty myös tulevaisuuden kehitysvaiheissa.

Vaikka kustannuslaskelmat antavat realistisen ja vertailukelpoisen kuvan varastointiratkaisujen investointitarpeista, olisi niitä jatkossa suositeltavaa laajentaa kattamaan myös tähän vaiheeseen sisältymättömät kustannuserät. Erityisesti toimituskustannukset, kuormalavahyllyjen mahdolliset asfalttikiinnityskiskot sekä tarvittavan trukkipalustuksen hankinta tulisi huomioida jatkolaskelmissa. Osa näistä hankinnoista voi kuitenkin olla mahdollista toteuttaa sisäisin siirtein Postin omasta kalustosta, joten toimeksiantajalla on paras tieto arvioida näitä eri tilanteissa. Samalla olisi suositeltavaa perehtyä tarkemmin myös eri hankintakanaviin rengashäkkin osalta. Esimerkiksi monet saman alan toimijat tilaavat häkkinsä Itä-Euroopasta Kiinan tai Aasian sijaan, mikä saattaa liittyä toimitusvarmuuteen, hintatasoon tai logistisiin etuihin. Näiden taustojen selvittäminen voisi tarjota arvokasta tietoa mahdollisia tulevia investointipäätöksiä varten.

Lopuksi on tärkeää kiinnittää huomiota inventointiin liittyviin haasteisiin. Siirtyminen lavavarastoinnista häkkeihin tuo mukanaan vaihtelevuutta häkkien sisältöön, sillä eri kokoisia renkaita mahtuu suomuttaen erilaisia määriä. Tämä voi hankaloittaa sekä häkkien täyttämistä että varastosaldon seurainta. Käytännön ratkaisu voisi olla työntekijöille laadittu taulukko, jossa on määritelty rengaskohtaiset täyttömäärät per häkki. Toinen vaihtoehto olisi pyrkiä vakioimaan häkkien sisältö, mutta tämä heikentäisi kapasiteetin tehokasta hyödyntämistä häkeissä erityisesti pienten rengaskokojen kohdalla.

## Lähteet

Arcom. Solutions for the Tire Industry. Viitattu 18.2.2025. [Solutions for the Tire Industry – Arcom](#)

Arctic Container Oy. N.d. Rengaskontti. Viitattu 20.2.2025. <https://www.arcticcontainer.fi/kontti-tuotteet/rengaskontti/>

Constructor Finland Oy. Renkaiden varastointi | Säilytysratkaisuja. Viitattu 18.2.2025.

<https://www.kasten.fi/varastointiratkaisut/Renkaiden-Varastointi/>

Frendix Oy. Rengashyllyt. Viitattu 18.2.2025. [Rengashyllyt — Frendix Oy](#)

Karhunen J., Pouri R. & Santala J., 2008, Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet, Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy

Kämäräinen M., 2009, Työsuojelun perusteet, Helsinki: Työturvallisuuskeskus

L-Racking. Tire Storage Rack Solutions: Types, Benefits & Picking The Best. Viitattu 18.2.2025. [Tire Storage Rack Solutions: Types, Benefits & Picking The Best](#)

Logistiikan maailma, n.d., Varastointi, viitattu 14.2.2025 <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/>

Martins Industries. 2019. Ask the Expert: Pros and cons of different tire storage methods. Vehicle Service Pros. Viitattu 18.2.2025. <https://www.vehicleservicepros.com/service-repair/the-garage/ask-the-expert-and-tech-tips/blog/21109280/martins-industries-ask-the-expert-pros-and-cons-of-different-tire-storage-methods>

Mastering Material Flow: Key Principles for Efficient Warehouse Operations. 2023. HCO Innovations. Viitattu 12.2.2025. [Mastering Material Flow: Key Principles for Efficient Warehouse Operations - HCO Innovations](#)

Moran, S. 2017. Process plant layout. Amsterdam: BH, Viitattu 19.2.2025. <https://janet.finna.fi/Record/jamk.993688575906251?sid=4925730210#toc>

Nokian Renkaat. 2024. Varastoi rengas oikein. Nokian Tyres. Viitattu 12.2.2025. <https://www.nokianrenkaat.fi/rengasvinkit/renkaiden-hoito-ja-huolto/varastoi-rengas-oikein/#b7145672>

Richards G., 2022, Warehouse Management 4th Edition – The definitive guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse, United Kingdom: Kogan Page

SPS Ideal Solutions. N.d. Top 5 Benefits of Using Tire Racks for Warehouse. Viitattu 19.2.2025. [Top 5 Benefits of Using Tire Racks for Warehouse - SPS Ideal Solutions Blog](#)

Stoka. 2024. Sisälogistiikan kuvasto. Viitattu 9.4.2025. <https://proofer.faktor.fi/epaper/Stoka2024/>

The Complete Guide to Proper Tire Warehousing and Storage in 2023. 2023. Logos3PL. Viitattu 12.2.2025. <https://www.logos3pl.com/blog/the-complete-guide-to-proper-tire-warehousing-and-storage-in-2023/>.

Tikka J., 2016, Logistiikan perusteet, Helsinki: BoD

TireHubz. N.d. How to Lace Tires in a Truck. Viitattu 20.2.2025. <https://tirehubz.com/how-to-lace-tires-in-a-truck/>

Työterveyslaitos. n.d. Työturvallisuus. Viitattu 31.3.2025. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluus>

Työterveyslaitos. n.d. Työturvallisuuden kehittäminen. Viitattu 31.3.2025. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluus/tyoturvaluuden-kehittaminen>

Työturvallisuuskeskus. 2022. Toimi turvallisesti kaupan varastossa. Viitattu 31.3.2025. <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/08/Toimi-turvallisesti-kaupan-varastossa.pdf>

Työturvallisuuskeskus. n.d. Vastuut ja velvoitteet. Viitattu 31.3.2025. <https://ttk.fi/tyoturvaluus/vastuut-ja-velvoitteet/>

Työsuojeluhallinto. 2022. Nostot käsin. Viitattu 31.3.2025. <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/fyysinen-kuormitus/nostot-kasin>

Ziirto. n.d. Vaarallinen ja tapaturma-altis varasto. Viitattu 31.3.2025. [Vaarallinen ja tapaturma-altis varasto - Ziirto](#)