

Juuso Salminen

## **VARASTON LAYOUT- JA HYLLYKARTTASUUNNITELMA**

Insinööriö  
Kajaanin ammattikorkeakoulu  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kevät 2013



Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Juuso Salminen	
Työn nimi Varaston layout- ja hyllykarttasuunnitelma	
Vaihtoehtoiset ammattipinnot Kaivannaistekniikka Tuotannon johtaminen	Ohjaaja(t) Mikko Heikkinen, Tomi Korhonen Toimeksiantaja Talvivaara Sotkamo Oy
Aika Kevät 2013	Sivumäärä ja liitteet 54+13
<p>Insinööriyön aiheena oli luoda Talvivaara Sotkamo Oy:n keskus- ja raskasvaraston tiloihin uudet layout-suunnitelmat, joissa työn tavoitteena oli lisätä varastointikapasiteettia nykyisten käytössä olevien tilojen puitteissa, ilman rakennusten laajennustöitä. Layout-suunnittelun lisäksi työssä on keskitytty varaosanimikkeistön jaotteluun ja sijoittamiseen varastoihin hyllykarttasuunnitelman muodossa. Työ on tilaajalleen tarpeellinen sekä hyvin ajan-kohtainen, koska kohteen varastointi ei ole pysynyt kasvavan tuotannon vauhdissa, eikä sillä ole nykyisin käytössä olevien varastointiratkaisujen puitteissa tilaa eikä mahdollisuutta kehittyä riittävästi vastaamaan tulevaa ja osittain jo nykyistä tarvetta. Varastoinnin mahdollisilla ongelmilla on usein välitön tai välillinen vaikutus myös yrityksen muihin organisaatioihin. Insinööriyö on tehty erityisesti kunnossapito-organisaation toiminnan tehostamiseksi, johon varastoinnilla on merkittävä ja useimmiten myös välitön vaikutus.</p> <p>Työn alussa on keskitytty varastoinnin nykytilanteen hahmottamiseen ja kehityskohteiden paikantamiseen muun muassa SWOT-analyysin avulla. Kun kehityskohteet oli paikallistettu, voitiin suunnitelmiin sisällyttää ratkaisuja niiden toteuttamiseksi. Varastointikapasiteetin vaaditulle lisäykselle on suunnittelussa pidetty oletusta, jonka mukaan nykyinen varastoitava nimikkeistö tulee kasvamaan jopa kaksinkertaiseksi nykyisestä. Kehityskohteiden paikantamisessa sekä uusien varastointiratkaisujen valinnassa on käytetty apuna kunnossapito- ja varastohenkilöstön sekä varastointiratkaisuja tarjoavan yrityksen ja tavarantoimittajan näkemyksiä ja kokemuksia. Konkreettisesti tehtävänannossa onnistuttiin uusien varastointiratkaisujen kuten varastoautomaatteja ja siirtohyllyjärjestelmää käyttämällä.</p> <p>Työn tuloksena on luotu uudet layout-suunnitelmat keskus- ja raskasvaraston tiloihin sekä hyllykarttasuunnitelma nimikkeistön sijoittamiseksi keskusvaraston tiloihin. Keskusvarastossa pientavaraksi luokitellulle nimikkeistölle varastointikapasiteetin lisäystä saatiin uudella suunnittelulla 73 % ja kuormalavoilla varastoitaville suuremmille nimikkeille 80 %. Raskasvarastossa kapasiteetin kasvuksi kuormalavahyllystöissä saatiin noin 120 %. Aiemmin paikannetut kehityskohteet on pyritty huomioimaan ja ratkaisemaan kaikissa työn suunnitelmissa. Lisäksi työssä on kulutustietoraporttien avulla selvitetty kohteen käytetyimmät varaosanimikkeet, jolloin ne jatkossa voidaan sijoittaa varastoon mahdollisimman helposti ja nopeasti poimittavaksi. Työ on pyritty pitämään mahdollisimman konkreettisena, ja sen käytännön toteuttamiseksi on luotu toteutussuunnitelma, tarvittavista hankinnoista on pyydetty tarjoukset ja eri töille on hahmoteltu aikataulut.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Varastointi, varaston suunnittelu, layout, hyllykartta
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Juuso Salminen	
Title Warehouse Layout and Shelfmap Planning	
Optional Professional Studies Mining Technology Production Leadership	Instructor(s) Mr Mikko Heikkinen, Mr Tomi Korhonen
	Commissioned by Talvivaara Sotkamo Ltd
Date Spring 2013	Total Number of Pages and Appendices 54+13
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to create new layout plans for the central and heavy material warehouses for Talvivaara Sotkamo Ltd. The aim was to increase the storage capacity without extending the current warehouses. Besides the new layouts the thesis also focuses on assorting and relocating the spare parts with a shelf map planning. The thesis is very necessary and current for the commissioner because the storage facilities have not been possible to keep up with the rapidly increasing production and with the current storage solutions the company has no opportunities to develop enough for the demands of today and the future. Storage problems also have an influence on the company's other organizations. The thesis is especially targeted at the maintenance organization to make their operations more efficient.</p> <p>The first part of the thesis is focused on perceiving the current state of storage and locating the improvement targets, i.e. by means of a SWOT-analysis. When the problem points are known it is possible to solve them. When planning new layouts they were made with the presumption that the number of stored spare parts might double in the future. Locating the improvement targets and selecting the new storing solutions happened in cooperation with the maintenance personnel, storage workers and suppliers. The actual execution was made by using new storing solutions, such as automated storage and movable shelf systems.</p> <p>As a result the new layouts and a shelf map were made. With the new layouts the storage capacity for smaller spare parts grew by 73% and for bigger parts by 80%. The heavy material warehouse capacity grew by approximately 120%. Previously located improvement targets were also paid attention to in the thesis. With data reports the most used spare parts were sorted keeping in mind the fact that in the future they can be placed in the warehouse so that picking them is as easy and quick as possible. The thesis has been tried to keep as concrete as possible, including the implementation plan, tender documents and schedules for the necessary work.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Storing, storage planning, layout, shelf map
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

## ALKUSANAT

Haluan tasapuolisesti kiittää kaikkia teitä, jotka olette jollain tapaa auttaneet työssäni. Erityisesti haluan kiittää Talvivaara Sotkamo Oy:n puolelta työn ohjaajaa, Tomi Korhosta ja Matti Rautiaista sekä Intolog Oy:n Kaj Kataista. Oppilaitoksen puolelta haluan kiittää työn ohjaajaa Mikko Heikkistä sekä Eero Soinista.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TALVIVAARAN KAIVOS JA TUOTANTOPROSESSI	3
2.1.1 Avolouhinta	5
2.1.2 Malminkäsittely	5
2.1.3 Biokasaliuotus	5
2.1.4 Metallien talteenotto	6
3 VARASTOINTI	8
3.1 Varastoinnin tarve	8
3.2 Varastoinnin merkitys kunnossapidolle	9
3.3 Varastointi Talvivaarassa	9
3.4 Varastoinnin kehityskohteita	11
3.5 Benchmarking	12
3.6 Benchmarking-kohteiden valinta	12
3.6.1 Pyhäsalmen kaivos	13
3.6.2 Stora Enson paperitehdas, Imatra	14
3.7 Benchmarking-menetelmän hyödyntäminen työssä	15
4 VARASTOINNIN NYKYTILA	18
4.1 Keskusvarasto	18
4.1.1 Alakerran kuormalavahyllystö	18
4.1.2 Yläkerran pientavarahyllystö	20
4.2 Raskasvarasto	21
4.3 Nykytilanteen arviointi SWOT-analyysin avulla	24
5 UUDET LAYOUTIT	25
5.1 Keskusvarasto	25
5.2 Kuormalavahyllystön uudelleen järjestely	25
5.2.1 Kapeakäytävämalli	27
5.2.2 Siirtohyllymalli	29
5.2.3 Kuormalavahyllymallien vertailu ja valinta	31
5.3 Karusellivarastoautomaatti	32
5.4 Yläkerran tilan hyödyntäminen	35

5.5 Raskasvarasto	36
6 HYLLYKARTTOJEN LUOMINEN	38
6.1 Nimikkeiden jako hyllyihin materiaaliryhmien mukaan	38
6.2 Hyllytilan määrittäminen materiaaliryhmittäin	40
6.3 Käytetyimmät nimikkeet	41
7 KUSTANNUSLASKENTA JA VAIHTOEHTOISET INVESTOINTIKOHTTEET	43
8 VARASTON MUUTOSTÖIDEN TOTEUTUSSUUNNITELMA	46
8.1 Väliaikaisvarastoinnin toteuttaminen	46
8.2 Työvaiheet ja järjestys	47
8.3 Aikataulutus ja resurssit	49
9 YHTEENVETO	51
LÄHTEET	52
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Varastointia voidaan varmasti pitää monille yrityksille vaikeana aiheena, eikä siihen aina tiedostamatta tai joskus osaksi tiedostetustikaan panosteta riittävästi. Varastoinnista vaikean yrityksille tekee muun muassa se, että varasto itsessään ei koskaan tuota yritykselle suoraa rahallista hyötyä, jolloin sen tarpeellisuudelle ei ehkä osata antaa riittävää painoarvoa. Vaikka varasto ei normaalisti ja hyvin toteutettunakaan tuottaisi yritykselle suoranaista rahallista voittoa, voidaan kuitenkin huonosti hoidetulla varastoinnilla pahimmassa tapauksessa saada aikaan hyvin suurta rahallista tai tuotannollista tappiota. Vaikka varastoinnilla itsellään ei voitaisikaan saavuttaa suoraa tuottavuutta, voidaan sillä oikein toteutettuna saada aikaan epäsuoraa tuottoa ja etua yrityksen toiminnalle. Hyvin toimivilla varastotoiminnoilla on positiivinen kerrannaisvaikutus koko yritykselle ja sen eri osille, kuten työn esimerkissä kunnossapidolle.

Insinöörityö käsittelee Talvivaara Sotkamo Oy:n keskus- ja raskasvaraston kehittämistä layout- ja hyllykarttasuunnittelun avulla. Suunnittelun tavoitteena on, että kohteiden varastointikapasiteettia saataisiin lisättyä nykyisten tilojen rajoissa, ilman rakennusten laajennustöitä sekä voitaisiin ratkaista nykyisessä varastoinnissa paikallistettuja kehityskohteita. Työ on tilaajalle erittäin ajankohtainen ja tärkeä, sillä varastointi työn kohteessa ei ole täysin pysynyt kasvavan tuotannon vauhdissa, eikä sillä ole nykyisin käytössä olevien varastointiratkaisujen puitteissa tilaa eikä mahdollisuutta kehittyä riittävästi vastaamaan tulevaa, ja osittain jo nykyistä tarvetta.

Työn aluksi kartoitettiin varastoinnin nykytilanne ja pyrittiin tunnistamaan varaston keskeisimmät kehityskohteet. Varastointikapasiteetin tarvittavalle lisäykselle pidettiin työssä oletusta, jonka mukaan varastoitavan nimikkeistön määrä tulisi tulevaisuudessa jopa kaksinkertaistumaan nykyisestä. Kun varaston tarvitsemat kehityskohteet ja haluttu varastointikapasiteetin suuruusluokka olivat selvillä, voitiin alkaa suunnitella työssä käytettäviä varastointitapoja ja ratkaisuja. Työn aikana mallia varastoinnista ja varastotoiminnoista käytiin katsomassa Imatalla, Stora Ensolla sekä Pyhäsalmeilla, Pyhäsalmen kaivoksella.

Työ on pyritty pitämään mahdollisimman konkreettisena, ja sen käytännön toteuttamiseksi on luotu toteutussuunnitelma. Lisäksi tarvittavista hankinnoista on pyydetty tarjoukset ja eri tölle on hahmoteltu aikataulut. Kummastakin kohteen varastosta luotiin layout-kuvat varastoinnin nykytilanteesta sekä toiset kuvat uusien suunnitelmien mukaisesti. Työn tekemiseen

on käytetty IBM Maximo -kunnossapitojärjestelmää sekä Microsoft Office -ohjelmia. Layout- ja hyllykarttakuvat ovat luotu Microsoft Visio -ohjelmalla.

## 2 TALVIVAARAN KAIVOS JA TUOTANTOPROSESSI

Talvivaaran kaivos sijaitsee Sotkamossa, noin 35 kilometriä Kajaanista. Talvivaaran esiintymät Kuusilampi ja Kolmisoppi muodostavat yhden Euroopan suurimmista tunnetuista sulfidisen nikkelin varannoista. Talvivaaran kaivoksen päätuote on nikkeli, jota käytetään muun muassa ruostumattoman teräksen valmistuksessa. Talvivaaran kaivos on jaettu osastoihin, joihin kuuluu avolouhos, malminkäsittely, bioliuotus ja metallien talteenotto.

Suomen Geologinen tutkimuskeskus tutki Talvivaaran alueen malmivarantoja 1970- ja 1980-lukujen taitteessa. Outokumpukonsernille myönnettiin kaivosoikeudet alueeseen vuonna 1986. Alueen esiintymät todettiin jo tuolloin varsin suuriksi, mutta metallipitoisuudet verrattain alhaisiksi. Näin ollen esiintymien hyödyntämistä tavanomaisilla tekniikoilla ei katsottu taloudellisesti kannattavaksi.

Talvivaaran alueen esiintymät olivat pitkään hyödyntämättöminä, kunnes helmikuussa vuonna 2004 Outokumpukonserni päätti luopua kaivostoiminnastaan ja myi esiintymien kaivosoikeudet Talvivaaralle. Outokumpu oli 1990-luvulla suorittanut tutkimuksia ja kokeiluja uudenlaiseen bioliuotustekniikkaan liittyen. Tutkimustulosten käyttöoikeudet sisältyivät kauppaan Talvivaaran kanssa.

Kehittyneen teknologian myötä Talvivaaran esiintymien hyödyntäminen katsottiin mahdolliseksi sekä kannattavaksi. Vuonna 2007 valmistunut teknistaloudellinen kannattavuusselvitys vahvisti arvion todeksi.

Talvivaaran uudelle kaivokselle haettiin kaivostoiminnan aloittamiseen tarvittavat luvat ja bioliuotustekniikkaa alettiin kokeilla pienessä, pilot-mittakaavassa kesällä 2005. Maaliskuussa 2006 toteutettiin metallien talteenoton pilot-projekti, jossa todennettiin menetelmät metallien erottamiseksi biokasaliuotuksessa saatavasta liuksesta.

Talvivaara toteutti ensimmäisen sijoittajille suunnatun rahoitusierroksen marraskuussa 2005. Rahoitusierroksen tuotoilla voitiin varmistaa teknistaloudellisen kannattavuusselvityksen päätökseen saattaminen. Lokakuussa 2006 järjestettiin toinen pääomankeruukierros, jonka tuotot käytettiin kehitystyön vauhdittamiseen.

Yhtiön osakkeet on listattu Lontoon pörssiin sen päälistalle ja NASDAQ OMX Helsingissä. Kaivoksen rakentaminen rahoitettiin suurimmaksi osin kesäkuussa 2007 toteutetun listautumisannin tuotoilla sekä kansainväliseltä pankkiryhmittymältä saadulla projektilainalla.

Talvivaara haki toiminnalleen ympäristölupaa vuonna 2006. Lupa myönnettiin seuraavana vuonna, 29. maaliskuuta 2007. Ensimmäiset metallit kaivoksella saostettiin lokakuussa 2008. Kaivoksen varsinainen kaupallinen toiminta alkoi vuonna 2009. Talvivaaran kaivoksen päätuotteet ovat nikkeli ja sinkki. Sivutuotteina kaivos tuottaa kobolttia, kuparia ja jatkossa myös uraania. Talvivaaran kaivos on toimintansa alussa. Talvivaaran odotetaan tuottavan metalleja useiden vuosikymmenien ajan. [1.]

Talvivaaran tuotantoprosessi koostuu karkeasti louhinnasta, murskauksesta, biokasaliuotuksesta ja metallien talteenotosta. Talvivaaran kaivoksen louhintamuotona on laajamittainen avolouhinta. Avolouhoksen louhintamääräksi on suunniteltu noin 24 miljoonaa tonnia vuodessa. Louheen kokonaismäärä riippuu kertyvästä sivukiven määrästä. Talvivaarassa suhde sivukiven ja malmin välillä on arvioiden mukaan noin 1:1.

Louhinnan jälkeen malmi murskataan nelivaiheisesti, jonka jälkeen se kasataan ja agglomeroitetaan pääprosessiliuosta eli PLS-liuosta käyttäen. Agglomeroinnin tarkoituksena on saada pienet malmihiukkaset kiinnittymään karkeampien pinnalle ja täten muodostaa tasakokoista rautaa. Halutusta rakoosta muodostetut kasat läpäisevät hyvin vettä ja ilmaa, mikä muodostuu tärkeäksi ominaisuudeksi biokasaliuotuksessa.

Agglomeroinnin jälkeen tasarakeinen malmi kasataan ja sitä liuotetaan bakteerien avulla. Kasat ovat noin kahdeksan metriä korkeita, kolmesataa metriä leveitä ja yli kilometrin pituisia. Kasoista liuotetaan metalleja 1,5 vuoden ajan. Malmikasan alle puhalletaan ilmaa suurilla puhaltimilla, samalla kun sen päällysosaa kastellaan bakteeriliuoksella. Liuosta kierrätetään kasan läpi niin kauan, jotta sen metallipitoisuus on kannattava metallien talteenottoa varten. Metallien talteenottoprosessissa halutut arvometallit saostetaan bioliuotuskasoilta johdetusta kiertoliuoksesta erilaisten kemikaalien avulla.

### 2.1.1 Avolouhinta

Laajamittainen avolouhinta sopii Talvivaaran kaivoksen louhintamenetelmäksi, koska sen hyödyntämät malmiesiintymät sijaitsevat suhteellisen lähellä maanpintaa.

Talvivaarassa malmia louhitaan perinteisellä poraus-räjätys-menetelmällä, jossa porauskalustona käytetään telaketjuporavaunuja ja materiaalin lastaukseen ja siirtoon kaivinkoneita, pyöräkuormaajia ja kiviautoja. Kiviautot siirtävät irrotetun malmin esimurskaimelle ja sivukiven sekundäärikasoihin tai läjitysalueelle.

Talvivaaran louhoksella työskentelee lukuisten pienempien maansiirtokoneiden lisäksi yksi Komatsu WA1200-3 -pyöräkuormaaja, kaksi Hitachi EX3600-6 -kaivinkonetta ja kahdeksan Hitachi 3500 ACII -kiviautoa. Koneet ovat kokoluokaltaan erittäin järeitä. Esimerkiksi yksi kiviauto voi kerrallaan siirtää yli 160 tonnin kivimassaa, joka vastaa reilua neljää normaalin kokoisen yhdistelmäajoneuvon kuormaa. [2.]

### 2.1.2 Malminkäsittely

Esimurskauksen jälkeen malmi siirretään kuljettimilla hienomurskaamoon. Hienomurskaamossa malmia murskataan ja seulotaan, kunnes on saavutettu vaadittu raekoko, joka on halkaisijaltaan korkeintaan kahdeksan millimetriä.

Murskauksen jälkeen malmi agglomeroidaan rikkihapon avulla, jossa pienet malmihiukkaset saadaan kiinnittymään karkeampien pinnalle, muodostaen tasakokoista raetta. Agglomeroinnilla varmistetaan, että kasatussa malmissa ilman ja veden läpäisykyky on riittävällä tasolla liuotusprosessin onnistumiseksi. Agglomeroinnin jälkeen malmi siirretään kuljettimilla primäärikasoihin, joissa malmia liuotetaan 1,5 vuoden ajan. [2.]

### 2.1.3 Biokasaliuotus

Biokasaliuotuksessa metalleja liuotetaan malmista bakteerikatalyysin avulla, jota tapahtuu myös luonnossa, olosuhteiden ollessa suotuisat. Talvivaarassa bioliuotusprosessissa käytetään näitä samoja bakteereja, joita esiintyy jo valmiiksi luonnossa. Prosessin raaka-aineena on

murskattu ja agglomeroitu malmi, jota ilmastetaan ja kastellaan liuotusprosessin käynnistämiseksi.

Kasatun malmin pohjalle asennetaan putkisto, jolla syötetään matalapaineista ilmaa, samalla kun päältä kasaa kastellaan bakteeriliuoksella. Liuosta kierrätetään kasan läpi niin kauan, kunnes sen metallipitoisuus on riittävän korkea metallien kannattavaa talteenottoa varten. Liuotusta saadaan tehostetuksi eri parametreja säätämällä, joita ovat muun muassa kasteliuoksen happamuus sekä liuoksen ja ilmastuksen määrä. Kun riittävä metallipitoisuus saavutetaan, johdetaan liuoksesta sivuvirta metallien talteenottoon.

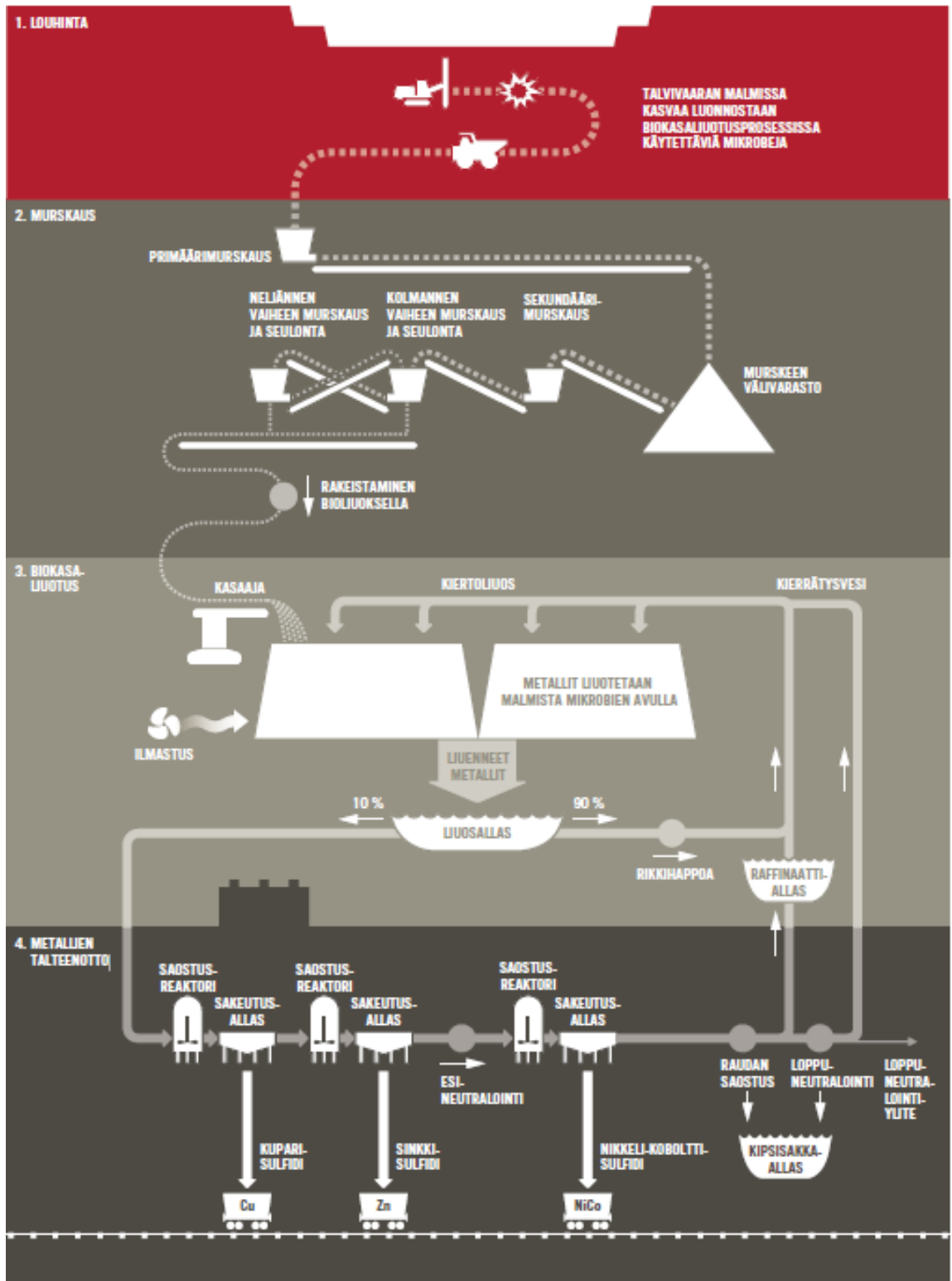
Kun malmia on ensin liuotettu 1,5 vuoden ajan primäärikasoissa, se puretaan ja malmi siirretään uudelleen kasausta varten sekundäärialustalle. Sekundäärikasoissa liuotusta jatketaan, jotta viimeisetkin liukenemattomat metallit saataisiin talteen. Sekundääriliuotuksen jälkeen malmi jätetään pysyvästi sekundäärikasoihin. Irtomaita ja sivukiveä varten alueelle on rakennettu oma joukkonsa tarkoitukseen sopivia läjitysalueita. [2.]

#### 2.1.4 Metallien talteenotto

Metallien talteenottoprosessissa halutut arvometallit saostetaan bioliuotuskasoilta johdetusta kiertoliuoksesta erilaisten kemikaalien avulla, joista tärkeimpiä ovat rikkivety, kalkkikivi, poltettu kalkki ja lipeä. Rikkivety tuotetaan Talvivaarassa itse elementtirikistä ja vedystä. Metallien talteenottoprosessi on kehitetty yhdessä OMG Kokkola Chemicals Oy:n kanssa.

Talvivaara ei itse jatkojalosta metalleja, vaan tuotteena saatavat metalliyhdisteet kuljetetaan rautateitse Talvivaaran asiakkaiden omiin jalostuslaitoksiin. Metallien talteenottoprosessissa syntyneet neutralointisakat sijoitetaan sivukivikasoihin sekä kipsisakka-altaaseen. Kuvassa 1 on havainnollistettu Talvivaaran koko tuotantoprosessi aina porauksesta ja räjäytyksestä valmiin tuotteen lastaukseen asiakkaalle toimitusta varten. [2.]

## TUOTANTOPROSESSI



Kuva 1. Talvivaaran tuotantoprosessi [3.]

### 3 VARASTOINTI

#### 3.1 Varastoinnin tarve

Talvivaaran harjoittama varastointi voidaan ryhmitellä käyttötarkoituksensa ja prosessin kulkuun mukaisesti toimintaa turvaavaksi alkuvarastoinniksi, jonka tavoitteena on täyttää tarvikevaraston ja kunnossapidon varaosavaraston vaatimat tarpeet. [4.]

Talvivaaran kunnossapitojärjestelmään on tätä työtä tehdessä luotuna hieman yli 12 000 eri varaosanimikettä, joista reilut 6300 on tällä hetkellä fyysisesti olemassa olevaa, varastoitua ja saldollista nimikettä. Näistä varastoitavista nimikkeistä valtaosa, lähes 5300 nimikettä, on varastoituna Talvivaaran keskusvaraston ja Sotkamon keskustan läheisyydessä sijaitsevan raskasvaraston tiloihin. Tämä työ kohdistuu näihin varastoihin.

Talvivaaran varastoiman nimikkeistön skaala on erittäin laaja. Varaosanimikkeiden fyysinen koko vaihtelee pienistä sähkötarvikkeista todella suuriin ja painaviin malminkäsittelyn ja liikuvan kaluston varaosiin. Kummatkin puolet asettavat varastoinnille omat haasteensa.

Varastoinnin tarpeen määrittämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa nimikkeen kriittisyys, varaosatoimittajan tuotteelle tarjoama toimitusaika ja nimikkeen menekki. Mikäli tietty nimike on erityisen kriittinen laitoksen tuotannon ja toiminnan kannalta, on sitä viisainta säilyttää omassa varastossa ja nopeasti saatavilla. Jos varaosatoimittaja kykenee tarjoamaan tuotteensa toimituksen varsin ripeällä aikataululla, on syytä harkita oman varastoinnin kannattavuutta. Jos taas tiettyä varaosanimikettä kulutetaan erittäin vähän tai harvoin, on kannattampaa tilata nimikettä vasta todelliseen tarpeeseen. Pois lukien kuitenkin edellä mainittu tilanne, jossa nimike on luokiteltu erityisen kriittiseksi.

Varaosanimikkeistö kasvaa tuotannon rinnalla. Kunnossapitojärjestelmään luodaan päivittäin uusia nimikkeitä. Kaikkia nimikkeitä ei luonnollisesti varastoida Talvivaaran omasta toimesta, mutta nykyisellä ja jatkuvasti kasvavalla nimikkeistöllä laajamittaisen varastoinnin tarve on ilmeinen. Varastointi yleensä, ja ennen kaikkea turhan varastointi, on yrityksen edun kannalta pelkästään haitallista, koska varasto ei konkreettisesti koskaan tuota mitään, vaan se sen sijaan kuluttaa yrityksen varoja ja resursseja.

### 3.2 Varastoinnin merkitys kunnossapidolle

Tämä insinööryö on laadittu erityisesti kunnossapito-organisaation päivittäisten töiden ja toiminnan helpottamista silmällä pitäen. Kun kunnossapidon aikaa ei tarvitse turhaan sitoa tarvittavan varaosan etsimiseen ja keräilyyn, niin jää enemmän aikaa varsinaisen työtehtävän suorittamiselle ja toiminta tehostuu. Näin ollen sillä on suoraan positiivinen vaikutus koko laitoksen toimintaan ja tehokkuuteen. Nykyään tätä hukkaa syntyy Talvivaarassa varsin paljon.

Varastoinnilla voidaan auttaa kunnossapitoa parhaiten järjestämällä varastoitavan nimikkeistön varastoihin loogisiin ryhmiinsä ja osakokonaisuuksiinsa siten, että tarvittavaa varaosaa voi esimerkiksi äärimmäisessä kiireessä etsiä varastosta ilman, että varaosan tarkkaa hyllypaikkasijaintia tai nimikenumeroa on tiedossa. Hyvin varastoon ryhmiteltyjen nimikkeiden tueksi hyllyjen ja varastopaikkojen selkeä merkitseminen on ensisijaisen tärkeää.

Toinen vaikuttava tekijä on varaosanimikkeistön kulutustietoraporttien seuranta ja niiden pohjalta varaosanimikkeistön järjesteleminen varastoon siten, että paljon käytetyt varaosat sijoitetaan niin helposti ja nopeasti saataville kuin mahdollista. Työssä kunnossapitojärjestelmä Maximosta ajettiin ulos kulutustietoraportit, joista nähdään kaikki eniten käytetyt nimikkeet. Raporttien otanta on yhden vuoden ajalta, ja ne on eroteltu tavararyhmittäin.

Tällaiset paljon käytetyt varaosanimikkeet tulisi pyrkiä sijoittamaan varastossa mahdollisimman vaivattomasti saataville. Käytännössä se tarkoittaa esimerkiksi kuormalavahyllystöillä varastointia lattiatasolle tai lähelle sitä, jolloin keräily nopeutuu, kun trukkia ei tarvita kuormalavan käsittelyyn.

### 3.3 Varastointi Talvivaarassa

Kaikki nimikkeistön liikehdintä pyritään Talvivaarassa hallinnoimaan keskusvaraston kautta. Uuden, saapuvan tavaran toimitus tilataan ensisijaisesti aina keskusvarastolle, jossa tuotteet kirjataan kunnossapitojärjestelmään vastaanotetuksi, tuotteelle määritetään sen varasto, hyllypaikka, lisätään saldo ja merkitään järjestelmän määrittämä kuusinumeroinen nimikenumero, jolla tavara identifioidaan kunnossapitojärjestelmään nimikkeeksi. Keskusvarastolta tavara jatkolähetetään tarpeen mukaan joko suoraan käyttöpaikalle tai muuhun varastoon varastoi-

tavaksi. Tavarankierron siirroista kaivosalueella vastaa Talvivaaran oman kaluston lisäksi Havator Oy.

Nimikkeistö on jaettu varastoihin karkeasti siten, että keskusvarasto toimii päävarastona metallitehtaan tarvitsemille varaosille, mutta siellä säilytetään myös jonkin verran malminkäsittelyn varaosia, joille on kuormalavahyllystä varattuna kaksi kokonaista hyllyä. Kaivoksen ja malminkäsittelyn varaosat säilytetään pääosin kaivoskorjaamon ja niin sanotun Sandvikin telttavaraston tiloissa. Bioliuotus ja vesienhallinnan, eli BVH:n varaosat, jotka koostuvat pitkälle muoviputkiston osista sekä venttiileistä, säilytetään Sandvikin telttavaraston vieressä sijaitsevassa BVH:n omassa telttavarastossa. Kaikki sisävarastointia vaativat raskastavarat varastoidaan entisen Valion meijerin tiloissa, Sotkamon keskustan läheisyydessä. Varastot ovat Sandvikin ja BVH:n telttavarastoja lukuun ottamatta lämmitettyjä sisävarastoja. Kuvassa 2 on esitettyä Keskusvaraston sekä BVH:n ja Sandvikin telttavarastojen sijainnit Talvivaaran tehdasalueella.

Päätökset kunkin nimikkeen varastopaikasta ja esimerkiksi ulkovarastoinnista tehdään tapauskohtaisesti joko varastohenkilöstön tai muun tahon toimesta, joka vastaa nimikkeestä tai muuten tuntee nimikkeen ja sen vaatimukset varastoinnin osalta. Pääsääntöisesti kaikki lämmitettyä sisävarastointia vaativat tavarat säilytetään aina keskusvaraston ja kaivoskorjaamon varastoissa ja tavarankierron kasvaessa Valion raskasvarastossa.



Kuva 2. Tehdasalueen varastot [5.]

### 3.4 Varastoinnin kehityskohteita

Tässä insinööriyössä keskitytään varastoinnin kehityskohteisiin varastolayoutin ja nimikkeistön varastoon jaon ja sijoittelun näkökulmasta. Työssä ei lähdetä pohtimaan muita mahdollisia kehitystarpeita, liittyen esimerkiksi varaston työtapoihin tai tekniikoihin. Alla esitetyt pääkehityskohteet ovat pohja tälle työlle.

Yksi merkittävimmistä kehityskohteista liittyy nimikkeiden väärin varastointiin johtuen puutteellisista tiloista tai puitteista. Esimerkkinä helposti naarmuuntuvat ja vääntyvät spiraaligrafiittivisteet, joita säilytetään virheellisesti kuormalavahyllystöissä päällekkäin pinottuna, jolloin ne pääsevät toisiaan vasten hankautumaan käyttökelvottomiksi.

Puutteelliset tilat varastolla johtavat todistetusti siihen, että hyllytettävää tavaraa aletaan säilöä käytävillä ja kulkuväylillä pahimmillaan senkin uhalla, että ne aiheuttavat kulkemisen ja työskentelyn selvää vaikeutumista ja äärimmillään jopa vaaraa varastossa työskenteleville tai asiavieraille henkilöille. Aiheeseen liittyen on ääriesimerkki väärin varastoinnista kuvassa 3.



Kuva 3. Esimerkki väärin varastoinnista

Toinen keskeinen kehityskohde liittyy nimikkeistön jakamiseen ja järjestelyyn varastossa. Nykyhetkellä nimikkeistö ei ole sijoitettuna minkäänlaiseen loogiseen järjestykseen tai tavaryhmiin varastoissa. Vastaanotettavan tavaran hyllytys tapahtuu sinne, minne se saadaan mahdutettua. Tämä johtaa muun muassa siihen, että samaa tuotetta voi sijaita samassa varastossa useilla eri hyllypaikoilla. Tilanne vaikeuttaa varaston hallintaa ja aiheuttaa sekaannusta tavaraa etsittäessä ja noudettaessa. Lukuisia kertoja syntyy tilanteita, joissa esimerkiksi kahta tai useampaa saman kategorian tuotetta joudutaan jostain syystä fyysisesti vertailemaan keskenään. On erittäin tehotonta etsiä näitä tuotteita vertailtavaksi ympäri varastoa. Tarvittavan varaosan etsiminen ja löytäminen varastosta on nykyisellään lähes mahdotonta, jos kunnosapitojärjestelmästä ei ole etukäteen haettu tuotteen nimikenumeroa ja sen tarkkaa hyllypaikkaa.

### 3.5 Benchmarking

Sana Benchmark tulee englannin kielestä ja tarkoittaa käännettynä kiintopistettä. Yksinkertaistettuna Benchmarking-käsitteellä tarkoitetaan oman toiminnan vertaamista toisen, valitun kiintopisteen toimintaan. Vertailun tarkoituksena on kyseenalaistaa omaa toimintaa ja ottaa oppia valitulta mallin näyttäjältä. Benchmarkingista käytetään myös nimityksiä esikuva- ja vertailuanalyysi. [6.]

### 3.6 Benchmarking-kohteiden valinta

Vertailukohteeksi työssä haluttiin valita sellaiset kohteet, joilla on toimialallaan jo pitkä historia, reilusti kokemusta ja joiden toiminta on pitkälle vakiintunutta. Näillä kriteerit täyttävillä yrityksillä varastoinnin voidaan olettaa kehittyneen toimivaksi ja hioutuneen ajan saatossa uomiinsa. Lisäksi kohteilta edellytettiin suurin piirtein samassa mittakaavassa harjoitettavaa varastointia, suuruusluokaltaan vastaavanlaista ja samantyyppistä nimikkeistöä kuin Talviväärassa.

### 3.6.1 Pyhäsalmen kaivos

Ensimmäisenä kohteena 8.11.2012 oli kanadalaisen, Inmet Mining Corporationin omistama Pyhäsalmen kaivos Pyhäjärvellä. Pyhäsalmen kaivoksella on takanaan pitkä historia, sillä se on avattu jo 60-luvulla. Kaivoksen päätuotteita ovat kupari ja sinkki ja kaivostoiminta tapahtuu maan alla, jopa yli 1400 metrin syvyydessä.

Pyhäsalmen kaivoksen varastointi on tuotannon rinnalla hioutunut siihen, mitä se on nykyisellään. Uusia, varastoitavia nimikkeitä tulee nykyään enää hyvin vähän, jos lainkaan. Varaosanimikkeitä Pyhäsalmen kaivoksella on hieman reilut 9000, joista suurin osa on myös itse varastoitavia. Varastolla työskentelee päiväaikaan viisi varastomiestä, jotka palvelevat pääosin kunnossapito-organisaatiota, johon kuuluu noin 60–70 henkilöä.

Suurimpana erona Talvivaaran ja Pyhäsalmen varastointien välillä on nimikkeistön rakenteessa. Pyhäsalmen kaivoksen varaosanimikkeistö koostuu fyysisesti huomattavasti pienemmästä tavarasta, osaksi muun muassa sieltä puuttuvan suuren kuljetuskaluston ja malminkäsittelylaitteiston johdosta, jota puolestaan Talvivaarasta löytyy runsaasti. Lisäksi Pyhäsalmen alueella on yhteensä viisitoista eri varastoa. Varastojen runsas lukumäärä selittyy sillä, että niitä on perustettu eri tasoihin maan alla, samoin kuin koko kaivoksen toiminta keskittyy eri tasoille. Maanpinnalla sijaitsee yksi isompi keskusvarasto, joka on muiden rakennusten tavoin 60-luvulta ja jonka yhteydessä sijaitsevat myös korjaamotilat.

Keskusvarasto on kaksikerroksinen. Varaston tilankäyttö on ratkaistu siten, että sen kellarikerroksessa varastoidaan fyysisesti isompia tavaroita sekä rauta- ja teräsmateriaaleja, kun taas maantasossa sijaitsevat korjaamon ja varaston toimitilat sekä nimikkeistön pientavarat. Pyhäsalmen keskusvarasto on oivallinen esimerkki siitä, kuinka viisaalla tilankäytöllä ja järjestelyllä saadaan mahdutettua tiloiltaan rajoitettuihin ja haasteellisiinkin olosuhteisiin paljon säilytystä ja tavaraa ilman, että kokonaisuus olisi sekava tai sen toimivuus kärsisi. Vierailua johtaneet isännät eivät löydä suuria ongelmia varastointiinsa liittyen, mutta saapuvan tavaran purkupaikka voisi olla parempi. Nykyisellään rahtiautojen purku tapahtuu keskellä pääkulkutietä, mikä aiheuttaa jossain määrin ongelmia muille tien käyttäjille.

Pyhäsalmen kaivoksen nimikkeistö on jaettu tuoteryhmiin ja sijoitettu niiden mukaan omille varastopaikoilleen. Keskusvarastosta nouto tapahtuu palvelutiskillä, johon varastolla asioiva henkilö saapuu ja esittää asiansa. Varastomiehen tehtävä on suorittaa varastosta keräily asiak-

kaan odottaessa tiskillä. Keskusvaraston pientavarat on jaettu noin kolmeenkymmeneen, arviolta kaksikymmentä metriä pitkiin pientavarahyllyihin. Kukin näistä pitkistä hyllyistä on merkitty omalla numerollaan, alkaen hyllystä numero yksi. Tämän tarkempaa hyllypaikkajako pientavarapuolella ei ole tehty, mikä kertoo varastomiesten ammattitaidon ja hyvän muistin lisäksi siitä, että varaston järjestelmällisyyden ja käytännössäkin toteutuneiden tuoteryhmäjakojen toimiessa tämän tarkempaa hyllypaikkaa ei välttämättä edes tarvita. Varastolla on käytössään viivakoodijärjestelmä, joka helpottaa nimikkeen käsittelyä. Lisäksi varastolla harjoitetaan jatkuvaa inventointia. [7.]

### 3.6.2 Stora Enson paperitehdas, Imatra

Toinen vierailu tehtiin 15.11.2012 Imatralla Stora Enson paperi- ja kartonkitehtaalle. Tehtaiden tuotantokapasiteetti on yli miljoona tonnia paperia ja kartonkia vuodessa, josta suurin osa menee vientiin pääosin Eurooppaan ja Kaakkois-Aasiaan. Imatran tehtailla tuotetaan paperia ja kartonkia nestepakkausjärjestelmiin, elintarvikepakkauksiin sekä pakkauspapereihin ja kartonkeihin. Lopputuotteina saadaan muun muassa maito- ja mehutölkkejä, juomakuppeja, elintarvike-, makeis- ja savukepakkauksia sekä erilaisia kansia ja kortteja. [8.]

Imatran tehtaiden kunnossapidosta vastaa Efora Oy, jonka palveluksessa on Imatralla 35 henkilöä. Efora on kunnossapitopalveluihin ja insinööritöihin erikoistunut ABB:n tytäryhtiö, jonka liiketoimintamalli perustuu ABB:n luomaan Full Service -konseptiin. [9.]

Vierailu keskittyi tehdasalueella sijaitsevalle keskusvarastolle, missä työskentelee yhdeksän varastomiestä ja jossa varastoidaan suurin osa 35000–36000 eri nimikettä käsittävistä nimikkeistöistä. Nimikkeistö on jaettu varastoon karkeasti eri tavararyhmikseen, mutta lavapaikkojen sallitaan kuitenkin vaihtua paikasta toiseen, jolloin siirrot päivitetään tietojärjestelmään. Nimikkeille on käytössä ABC-luokitus, ja varastolla harjoitetaan jatkuvaa inventointia, jonka lisäksi järjestetään kerran vuoteen täydellinen varaston inventointi.

Keskusvarasto koostuu Imatralla 11 metriä korkeista ja kapeakäytävällisistä kuormalavahyllystöistä, pientavarasiirtohyllystöistä, ulokehyllyistä pitkälle tavaralle sekä kahdesta erilaisesta karusellivarastoautomaatista, Paternosterista ja Cubinosterista, joista jälkimmäinen sopii hyvin myös pitemmille tavaroille. Lisäksi rautatavaralle on varattu oma karusellivarastoautomaattinsa. Varaston ulkopihalla on katettu tila muun muassa rahtiautojen purkua varten sekä

muutamia uloke- ja kuormalavahyllyjä ulkona varastoitaville tavaroille. Kuormalavahyllystöillä tavarana pysyminen kuormalavalla on varmistettu lavakauluksin sekä lavan pohjalle asetettavan vanerilevyn avulla.

Imatran varastoinnilla on paljon yhteistä Talvivaaran kanssa. Nimikkeistöissä on paljon samankaltaisuutta, joskin Imatralla varastoitava nimikemäärä on vielä huomattavasti Talvivaaraan nähden suurempi. Yhteisiä haasteitakin löytyy ainakin tilantarpeen muodossa. Aivan kuten nykyisellään Talvivaarassa, niin myös Imatralla hyllyjen täyttöaste on korkea, eikä vapaata kapasiteettia uusille nimikkeille ole kovin paljoa.

Haasteista huolimatta Imatran keskusvarastolla vallitsee ehdottomasti järjestys ja selkeys. Kuormalavojen sisällöt on siististi pakatut, eikä tavaroita loju käytävillä tai kulkuväylillä. Vaikka nimikkeistö olisi jaettu karkeasti tavararyhmikseen ja lavapaikat vaihtuisivat silloin tällöin, niin siitä huolimatta ulkopuolinen varastolla vierailija voi erottaa varaston eri osissa selkeitä tavararyhmäkokonaisuuksia siistissä järjestyksessä. Kuormalavahyllystöjen kapeakäytävämalli sekä varastoautomaatit osoittautuvat erinomaisiksi ratkaisuksiksi myös käytännössä.

[10.]

### 3.7 Benchmarking-menetelmän hyödyntäminen työssä

Vierailut Pyhäsalmeilla ja Imatralla toivat työhön paljon uutta ja konkretisoivat mielessä jo aiemmin hahmoteltuja, mahdollisia ratkaisuja myös käytännön tasolla.

Pyhäsalmen vierailulta mieleen jäi tilan tehokas hyödyntäminen ja varastointi- ja hyllyratkaisut, joita voisi hyödyntää myös Talvivaarassa. Esimerkkeinä vierailulla tavatuista ratkaisuista mainittakoon:

Kuormalavahyllyyn asennettavat vetotasot. Vetotasot helpottavat ja nopeuttavat hyllytystä ja keräilyä, kun ei tarvita trukkia poimimaan lavaa hyllystä. Lisäksi ne säästävät varastointitilaa, kun hyllytasojen väliin ei tarvitse jättää niin suurta korkeussuuntaista tilaa, kuin mitä normaalisti tarvittaisiin trukilla lavaa poimittaessa. Vetotasot ovat hyvä sovellus kuormalavahyllystöjen alatasoille, käsin nostettavissa oleville tavaroille. Vetotaso ja sen toiminta on nähtävillä kuvassa 4.



Kuva 4. Kuormalavahyllyyn asennettava vetotaso

Hyllystöritylät, joilla voidaan varastoida kappaletavaroita kuormalavahyllyssä ilman kuormalavaa. Sopii hyvin kuormalavahyllystöissä alatasoille ja esimerkiksi tavaroille, joita varastosta etsitään ja haetaan paljon. Esimerkkeinä tällaisista tavaroista Talvivaarassa ovat muun muassa kaavarinterät sekä erilaiset pienemmät venttiilit. Hyllystöritylällä tavarat ovat helpommin nähtävillä ja niiden poiminta helppoa ja nopeaa. Hyvä käyttökohde myös pitemmille tavaroille tai sellaisten tavaroiden säilyttämiselle, joita lavakauluksilla varustetun kuormalavan pohjalta muuten olisi vaikea poimia. Esimerkkinä Pyhäsalmeella hyllystöritylöillä varastoidut kuljettimen rullat kuvassa 5.



Kuva 5. Kuljettimen rullia varastoituna hyllystöritylälle

Imatran vierailun päätarkoitus oli erityisesti kuormalavahyllyjen kapeakäytävämallin etujen todentaminen perinteiseen verrattuna. Lisäksi vierailu antoi käytännön vastauksia mallin toiminnasta, esimerkiksi kapeakäytävätruikin ja sen ohjauksen muodossa. Samoin varastoautomaattien osalla nähtiin niiden toiminta ja edut käytännössä.

Myös Imatran vierailulta jäi mieleen varastointitapoja, joita voisi tarvittaessa hyödyntää Talvivaarassa. Kun pientavaraa halutaan säilyttää muuten kuin varastoautomaatissa, on Imatralla nähty pientavarasiirtohylly tilatehokas vaihtoehto. Pientavarasiirtohyllyssä ei tarvita kuin yksi käytävä, joka saadaan ajettua joko manuaalisesti tai automaattisesti halutun hyllyn väliin. Kuvassa 6 on esimerkki pientavarasiirtohyllyistä.



Kuva 6. Pientavarasiirtohylly [11.]

## 4 VARASTOINNIN NYKYTILA

### 4.1 Keskusvarasto

Keskusvarasto koostuu pääpiirteissään alakerran kuormalavahyllystä sekä toisen kerroksen pientavarahyllystä. Alakerta on lattiapinta-alaltaan noin 800 neliometriä ja yläkerta 215 neliometriä. Työtä tehdessä keskusvarastolla on 4910 varastoitavaa ja sadollista eri varaosanimikettä, mukaan lukien ala- ja yläkerran nimikkeistöt sekä tiiviste- ja hihnaseiniä nimikkeet. Alakerran nykyinen layout on nähtävillä liitteessä 1 ja yläkerran liitteessä 2.

#### 4.1.1 Alakerran kuormalavahylly

Kuormalavahyllyssä käytetään standardikokoisia FIN- ja EUR kuormalavoja. FIN-lava on kooltaan 1000x1200 millimetriä ja EUR-lava 800x1200 millimetriä. Alakerran kuormalavahylly on esitetty kuvassa 7.

Kuormalavahyllyt koostuvat kymmenestä, varastotilaan nähden poikkisuuntaisesta hyllystä sekä yhdestä pitkittäisestä hyllystä. Poikittaishyllyt, reunimmaisista päätyhyllyistä lukuun ottamatta, on asetettu niin sanotusti selät vastakkain, jolloin ne muodostavat hyllypareja. Poikittaiset kuormalavahyllyt ovat 12,5 metriä pitkiä ja pitkittäinen hylly on noin 17 metriä pitkä. Poikittaishyllyt on mitoitettu siten, että yhdessä hyllyssä, yhdellä palkkirivillä on pituussuunnassa peräkkäin aina kolme kappaletta 3300 millimetriä pitkiä vaakapalkkeja, jotka on suunniteltu kolmelle rinnakkaiselle FIN-lavalle. Lisäksi palkkirivillä on aina yksi lyhyempi palkki, jolle mahtuu rinnan kaksi EUR-lavaa. Eli yhdelle palkkitasolle mahtuu yhteensä 11 kuormalavaa. Ainoassa pitkittäisessä kuormalavahyllyssä, eli K-hyllyssä, lavapaikkoja on hieman poikittaisia enemmän. K-hylly koostuu kolmea rinnakkaista FIN-lavaa kantavista palkkeista. Kaikki hyllyt ovat seitsemän metriä korkeita ja syvyydeltään FIN- ja EUR-lavoille mitoitettuja, eli hieman reilun metrin syvyisiä.



Kuva 7. Alakerran kuormalavahyllystöt

Asennettujen vaakapalkkien lukumäärä vaihtelee hyllykohtaisesti ja täten myös lavapaikkojen lukumäärä vaihtelee eri hyllyjen välillä. Palkkeja on lisätty tai poistettu tarpeen mukaan, riippuen esimerkiksi kunkin varastoitavan tavarantoimittajan tarvitsemasta korkeussuuntaisesta tilasta. Keskimäärin palkkitasoja on päällekkäin seitsemän yhtä hyllyä kohden. Työtä tehdessä laskennallisia lavapaikkoja kuormalavahyllystössä oli 842, joista 781 paikkaa oli käytössä ja 61 vapaana. Arvoista voidaan laskea varaston täyttöaste kyseisellä hetkellä:

$$\frac{781 \times 100}{842} \approx 92,7 \%$$

Kuormalavahyllystön lähes 93 prosentin täyttöaste on erittäin korkea, eikä sitä työn kohteen tapauksessa voida pitää positiivisena asiana, kun huomioon otetaan jatkuvassa kasvussa oleva nimikkeistö. Täyttöasteesta nähdään, että nykyään vapaata varastointikapasiteettia on jäljellä enää hyvin rajoitetusti ja se asettaa varastomiehille huomattavia haasteita. He joutuvat hyllyttämään saapuvan tavarantoimittajan sille paikalle, minne sen vain saavat mahdutettua.

#### 4.1.2 Yläkerran pientavarahyllystö

Keskusvaraston yläkerta koostuu kahdestatoista pientavarahyllystä, jotka näkyvät kuvassa 8 sekä hihnaseinästä, tiivistelevyaihioille varatusta hyllystä, ja tiivisteleikkurista, jotka ovat nähtävillä kuvassa 9.

Pientavarahyllystöissä käytetään keveämmälle kuormalle tarkoitettuja, avoimia teräshyllyjä, jotka ovat syvyydeltään 400 mm, korkeudeltaan noin 2600 mm ja eripituisia, kuuden ja yhden metrin väliltä.

Pientavarahyllyt ovat käytännössä kokonaan täytetyt, eli nykyisen täyttöasteen voidaan katsoa olevan 100 % tai jo sen yli, sillä osaa tavaroista säilytetään myös hyllyjen ulkopuolella hyllyväleissä sekä hyllyjen päädyissä. Pientavarahyllyjen tilavuus voidaan katsoa ehkä juuri riittäväksi nykyiselle nimikemäärälle, mutta pientavaranimikkeistön selkeämpää kasvua ei nykyinen järjestely kestä.



Kuva 8. Yläkerran pientavarahyllyt



Kuva 9. Yläkerran hihnaseinä sekä tiivistelevyhyilly ja tiivisteleikkuri

Lisäksi yläkerrassa sijaitsee Sandvikin entinen työpiste, joka nykyisellään on käynyt turhaksi, koska Sandvikin toimittamat varaosat hallinnoidaan nykyään talon sisäisesti Talvivaaran toimesta, eikä Sandvik täten tarvitse työpistettään keskusvarastolla.

#### 4.2 Raskasvarasto

Raskasvarasto, jota kutsutaan yleisesti myös Valion varastoksi, sijaitsee lähellä Sotkamon keskustaa ja on Talvivaaralle vuokrattuna. Varasto koostuu kahdesta, toisistaan väliseinällä erotetusta isommasta tilasta, joista toiseen on asennettu neljä kuormalavahyllyä, joilla on yhteensä 241 käytettävissä olevaa lavapaikkaa. Hyllystössä on muutamia paikkoja enemmänkin, mutta niitä kaikkia ei voida käyttää kattorakenteiden vuoksi, jotka näkyvät myös kuvassa 13. Varaston toiseen puoleen tiloista ei ole asennettu lainkaan hyllyjä. Hyllyttömällä puolella tavarat varastoidaan lattialla, joka on tilankäytöllisesti hyvin tehotonta ja osittain myös hankaloittaa varastomiesten työskentelyä tilassa, jossa halutun tavaran luokse pääsemiseksi saattaa joutua raivaamaan tilaa muilta, edessä ja ympärillä varastoiduilta tavaroilta. Tällaisesta tilasta on esimerkki kuvassa 10.



Kuva 10. Raskasvaraston lattialla varastoitavia tavaroita

Kuvassa 11 on kuvattuna hyllytön puoli varastosta. Kuvassa 12 puolestaan on kuvattu näkymä hyllyttömän varastotilan päätyseinän nurkkauksesta siten, että vastapuolella näkyy hyllytetty puoli varastotilasta. Kuvassa 13 on hyllyllinen tila lähempää tarkasteltuna.



Kuva 11. Näkymä kulkuovelta hyllyttömään varastotilaan



Kuva 12. Näkymä hyllyttömältä puolelta hyllylliseen tilaan



Kuva 13. Raskasvaraston kuormalavahyllyt

Lisäksi varastoon kuuluu neljä pienempää tilaa, jotka ovat ikään kuin lastauslaitureiden eteistiloja. Näissä tiloissa säilytetään nykyään lähinnä sähkömoottoreita ja myös joitain muita sekalaisia tavaroita. Varastointi tapahtuu näissäkin tiloissa lattialla. Lisäksi varastoon kuuluvat myös sosiaalityöt. Varastointitilaa raskasvarastolla on yhteensä noin 1320 neliometriä ja työtä tehdessä raskasvarastolla varastoidaan 318 eri varaosanimikettä.

### 4.3 Nykytilanteen arviointi SWOT-analyysin avulla

Lyhenne SWOT tulee englannin kielen sanoista strengths (vahvuudet), weaknesses (heikkoudet), opportunities (mahdollisuudet) ja threats (uhat). SWOT-analyysistä käytetään yleisesti myös nimitystä nelikenttäanalyysi. Analyysiä käytetään yleisesti yritystoiminnan analysointimenetelmänä ja laatutyökaluna. Analyysin avulla voidaan selvittää yrityksen nykyiset vahvuudet ja heikkoudet sekä tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhat. Alla on hyödynnetty analyysiä ja muodostettu nelikenttä kohteen varastoinnin nykytilanteen arvioimiseksi. [12.]

<p><b>Strengths – Vahvuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Varastointi yhtiön omasta toimesta</li> <li>+ Sisäinen varaosatuntemus</li> <li>+ Hyväkuntoiset tilat ja puitteet toimivalle varastoinnille</li> <li>+ Asiantuntevat työntekijät</li> </ul>	<p><b>Weaknesses – Heikkoudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tilan puute</li> <li>– Nimikkeistön epäjärjestys varastossa</li> <li>– Keräily paikoittain hidasta</li> <li>– Samaa nimikettä useilla eri varastopaikoilla</li> <li>– Nimikkeettömät varaosat ja niiden varastointi</li> <li>– Pitkän tavaran väärinvarastointi</li> <li>– Herkästi särkyvien ja vaurioituvien nimikkeiden väärinvarastointi</li> </ul>
<p><b>Opportunities – Mahdollisuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Varastointikapasiteetin lisääminen ilman rakennuksen laajentamista</li> <li>+ Nimikkeistön järjestely varastoon omiksi ryhmikseen</li> <li>+ Varaston selkeytyminen</li> <li>+ Toimiva varasto motivoi työntekijöitä</li> <li>+ Varasto- ja kunnossapitotoimintojen tehostuminen -&gt; varasto voi tuottaa</li> </ul>	<p><b>Threats – Uhat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Paljon tavaraa, mutta vähän tilaa -&gt; varastoja kehittyy väärin paikkoihin</li> <li>– Väärinvarastointi tilanpuutteen vuoksi</li> <li>– Hukka väärinvarastoinnin seurauksena vioittuneista tai vaurioituneista osista</li> <li>– Varastotoiminnot hidastuvat ja vaikuttavat negatiivisesti kunnossapidon toimintaan</li> <li>– Työturvallisuuden heikentyminen</li> </ul>

## 5 UUDET LAYOUTIT

Layoutien uudelleen suunnittelun pohjalla on oletamus, jonka mukaan varastoitavien nimikkeiden määrä tulevaisuudessa kasvaa vielä merkittävästi nykyisestä, ehkä jopa kaksinkertaistuu. Näin ollen varastointikapasiteettia tullaan jatkossa tarvitsemaan huomattavasti nykyistä enemmän.

Jotta varastointia voitaisiin jatkaa nykyisten, olemassa olevien tilojen puitteissa, on tehokkaalla tilankäytöllä uudessa suunnitelmassa tärkeä rooli. Hukkatila on eliminoidava ja valjastettava mahdollisimman tehokkaasti käytettäväksi varastotilaksi.

Varastointikapasiteetin kasvattamisen lisäksi suunnitelmissa pyritään huomioimaan aiemmin käsitellyt varastoinnin kehityskohteet. Keskusvaraston alakerran uusi layout löytyy liitteestä 3 ja yläkerran layout liitteestä 4.

### 5.1 Keskusvarasto

Keskusvaraston osalta keskeisessä roolissa uudessa layoutissa ovat:

- uusi malli kuormalavahyllyjen sijoittelulle
- karusellivarastoautomaatti, joka korvaa toisen kerroksen pientavarahyllyt
- yläkerran tilan hyödyntäminen

### 5.2 Kuormalavahyllystön uudelleen järjestely

Koska keskusvaraston huonekorkeus ei salli kuormalavahyllyjen jatkamista merkittävästi ylöspäin ja koska lattiapinta-alaa on hyvin rajoitetusti, on keskusvarastolla edessään kuormalavahyllystön uudelleen järjestäminen tilatehokkaampaan muotoon, mikäli halutaan välttyä varaston laajennustöiltä.

Työssä korvaaviksi vaihtoehtoiksi on valittu kapeakäytävämalli sekä siirtohyllymalli. Kummassakin mallissa kuormalavahyllyjen sijoittelu varastossa sekä hyllyjen mitat säilyvät ennallaan. Hyllyjen väliin jäävää käytävätilaa muuttamalla saadaan luotua halutut muutokset ja kasvatettua kuormalavahyllyjen lukumäärää suhteessa samaan lattiapinta-alaan. Uusissa suunnitelmissa kuormalavahyllyjen kantavuutta on lisätty ja ne ovat kaikilla hyllyillä 1000 kg yhtä kuormalavaa kohti.

Lisäksi suunnitelmien kaikissa kuormalavahyllyissä on käytetty kuutta päällekkäistä palkkita-soa, mikä tarkoittaa seitsemän metriä korkeilla hyllyillä sitä, että jokaisen lavapaikan yläpuoliseksi vapaaksi tilaksi jää hieman reilu metri. Koska kuormalavahyllyn yhdelle vaakapalkkiri-ville mahtuu 11 kuormalavaa, saadaan kuutta vaakapalkkia käyttämällä lavapaikkoja yhtä hyllyä kohden aina 66 kappaletta. Käytännössä palkkeja voidaan kuitenkin lisätä ja poistaa sekä säätää niiden korkeusvälejä tarpeen mukaan, niin kuin aikaisemminkin on totuttu tekemään.

Kumpikin malli vaatii varaston lattiaan asennettavat kiskot. Kapeakäytävämallissa kiskoja tarvitaan hyllyväleihin kapeakäytävätruikin ohjausta varten. Siirtohyllymallissa kiskoja tarvitaan kuormalavahyllyjen siirtämiseen siten, että yksi kisko asennetaan jokaista siirtovaunua kohden, eli työn tapauksessa kiskoja tulisi lattiaan yhteensä neljä kappaletta. Kiskojen asennukseen on kaksi eri tapaa, korotusasennus ja upotusasennus. Ensimmäisessä vaihtoehdossa kiskot asennetaan ensin nykyisen lattian päälle, jonka jälkeen valamalla korotetaan lattiapinta kiskojen tasolle. Toisessa vaihtoehdossa eli kiskojen upotuksessa nykyistä lattiaa ei koroteta, vaan siihen piikataan urat, joiden pohjalle kiskot ankkuroidaan kiinni.

Upotusasennus ei ole työn kohteessa mahdollista johtuen lattian kantavuuden asettamista rajoitteista, joten työssä on asennustavaksi valittu lattian korotus. Lattian vaatima korotus on tapauskohtaisesti 120-260 mm. Kustannuksia laskiessa korotuksen vahvuutena on käytetty arvioitua 150 mm. Korotettavaksi alueeksi on työssä suunniteltu noin 26,5 m x 19,0 m kokoinen ala. Alue käsittää pituussuuntaisesti kuormalavahyllystöjen vaatiman alan, eli liitteen 5 mukaisesti hyllystä R rakennuksen päätyyn saakka ja leveyssuunnassa koko keskusvaraston leveyden. Näin ollen vanhan ja uuden lattian tasojen välille täytyy rakentaa luiskat uuden laatan päätyihin, nosto-oven ulkopuolelle ja toisessa päässä varastomiesten työpisteitä kohti. Koska lattiaa korotetaan koko varaston leveydeltä, ei korotuksesta muodostu trukilla työskentelyä vaikeuttavia pykäläiä tai korkeuseroja. Liitteessä 11 on esitettyinä lattiankorotusmalli.

### 5.2.1 Kapeakäytävämalli

Kapeakäytävämalli on perinteistä mallia tilatehokkaampi ratkaisu. Kapeakäytävähyllystön ero perinteiseen kuormalavahyllystöön on nimensä mukaisesti sen kapeammissa hyllyjen väliin jätetyissä käytävätiloissa. Kaventuneiden hyllyvälien myötä itse hyllyjä saadaan mahdutettua samaan lattiapinta-alaan nähden useampia.

Työssä uuden käytävän leveyden määrittävänä tekijänä on työhön valitun trukkityyppin eli Toyota BT Vectorin teknisten tietojen ilmoittama käytäväleveyden tarve. Uusi käytäväleveys on layout-piirustuksissa täten 1660 millimetriä, vanhan ollessa 3150 millimetriä. Uusi käytäväleveys ei luonnollisesti kuitenkaan edellytä juuri kyseisen trukkimerkin ja mallin käyttämistä todellisuudessa, vaan mikä tahansa vaaditut mitat ja halutut ominaisuudet täyttävä malli käy kohteeseen, jos esimerkiksi halutaan jatkaa Roclan tarjoamilla tuotteilla. Kapeakäytävävarastoja suunnitellessa 1600 millimetriä on yleisesti käytetty mitta hyllyjen väliin jätettävän käytävän leveydelle. [4.]

Kapeakäytävämalliin siirtymällä uuteen kuormalavahyllystöön saadaan mahdutettua kaksi uutta kuormalavahyllyä. Nykyisellä mallilla poikittaisia kuormalavahyllyjä on varastossa kymmenen kappaletta. Uudella mallilla samaan lattiapinta-alaan saadaan mahdutettua kaksitoista samanlaista hyllyä. Tämä tarkoittaisi keskusvaraston kuormalavahyllystön varastointikapasiteetin kasvua 20 prosentilla. Lavapaikoilla mitattuna ero on 132 paikkaa lisää kapeakäytävämallin eduksi. Olettaen, että nykyisessä kuormalavahyllystössä käytettäisiin korvaavien mallien tapaan aina kuutta vaakapalkkiriviä yhtä hyllyä kohden.

Varastointikapasiteetin kasvun lisäksi kapeakäytävämallin etuina ovat sen joustavuus, tilatehokkuus, varaston kierron hallittavuus ja kaikkien lavapaikkojen tavoitettavuus. Ei niinkään rajoittavana tekijänä, mutta suunnittelussa huomioon otettavana seikkana, on pitkien tavaroiden varastointi. Tällaiset kuormalavan reilusti ylittävät tuotteet on varastoitava kapeakäytävähyllystön ulkopuolelle, omaan hyllyynsä. Pitkien tavaroiden varastointiin käytetään niille tarkoitettuja ulokehyllyjä, joista esimerkki kuvassa 14. [13.]



Kuva 14. Ulokehyllyjä pitkien tavaroiden säilytykseen

Kapeakäytävähyllystön toiminnan edellytyksenä on kapeakäytävätrukki. Kapeakäytävätrukki ei tarvitse normaalista trukista poiketen tilaa kääntyäkseen hyllyjen välissä, vaan sen nostopiikit ovat koneen keulassa poikittain ja niitä saadaan ajettua sisään ja ulos työntömaston avulla. Mallista riippuen trukin ohjaamo voi nousta nostolaitteen mukana ylös tai pysyä lattiatasolla. Kapeakäytävätrukit on varustettu joko kääntökelkalla, jolloin trukkia voidaan käyttää kuormankäsittelyssä normaalin trukin tapaan, tai teleskooppipiikeillä, jotka vaativat erilliset vastaanottopöydät, koska ne eivät voi laskea käsiteltävää kuormaa maahan. Trukki on ohjattu kulkemaan kapeissa hyllyväleissä yleisesti joko kiskoilla tai induktio-ohjauksella, joilla trukki saadaan kulkemaan hyllyväleissä suoraan ja vältetään inhimillisiltä ohjausvirheilä sekä vahingoilta ahtaissa hyllyväleissä. Esimerkki kapeakäytävätrukista on kuvassa 15. [14.]



Kuva 15. R-sarjan Toyota BT Vector -kapeakäytävätrukki [15.]

### 5.2.2 Siirtohyllymalli

Nimensä mukaisesti siirtohyllyjärjestelmässä kuormalavahyllyjä voidaan sähköisesti siirtää kiskojen ja niiden päällä liukuvien vaunujen avulla. Siirtohyllymallissa ei tarvita kuin yksi hyllyväli, joka ajetaan haluttujen hyllyjen väliin. Loput hyllyt ovat ajettuina kiinni toisiinsa, ilman hyllyvälejä. Hyllyjä ei tarvitse erikseen tukea ylhäältä, vaan tuki vaunuun riittää. Toimintaperiaatteeltaan järjestelmä toimii täysin vastaavasti kuin aiemmin luvussa 3.7 ja kuvassa 6 esitelty pientavaralle tarkoitettu siirtohylly, luonnollisesti sillä erotuksella, että raskaita hyllyjä ajetaan aina sähköisesti. Siirtohyllyjärjestelmällä toteutettu varasto on esitetty kuvassa 16. [16.]



Kuva 16. Kasten MOVO -siirtohylljärjestelmä [17.]

Siirtohylljärjestelmän pääkomponentit ovat:

- lattiaan upotettavat kiskot
- kiskoilla liikkuvat vaunut
- vaunujen päälle asennettu hyllystö (voidaan käyttää samoja kuin nykyiset hyllyt)
- järjestelmän ohjauselektronikka
- turvalaitteet

Siirtohylljärjestelmään siirryttäessä siirtovaunujen päälle on mahdollista asentaa kuormalavahyllyjen eri sovelluksia sekä esimerkiksi ulokehyllyjä pitkille tavaroille aina tarpeen mukaan. Lavojen luoksepäästävyys on siirtohylljärjestelmässä 100 % ja tilan käyttöaste erinomainen. Työn kohteessa entisten 10 kuormalavahyllyn sijaan samaan tilaan saadaan siirtohylljärjestelmällä sovitettua 18 vastaavanlaista kuormalavahyllyä. Vapaa varastointikapasiteetti nousee täten jopa 80 %. Lavapaikoilla mitattuna ero on 528 paikkaa lisää siirtohyllymallin eduksi. Olettaen, että nykyisessä kuormalavahyllystössä käytettäisiin korvaavien mallien tapaan aina kuutta vaakapalkkiriviä yhtä hyllyä kohden.

Painonappiohjauksen lisäksi siirtohyillyjärjestelmään on mahdollista lisätä kauko-ohjaus, joka mahdollistaa esimerkiksi sen, että varastomies voi trukista käsin valita, mihin haluaa seuraavan hyllyvälin ajettavan, jolloin järjestelmä alkaa automaattisesti, ennakkoon ajaa hyllyjä ja luo hyllyvälin haluttuun paikkaan. Tällöin työskentely varastossa nopeutuu ja tehostuu.

Turvallitteet varmistavat sen, että hyllyjen väliin ei ihmisten eikä esineiden ole mahdollista jäädä puristuksiin, vaan siellä olevat esteet havaitaan turvavaloverhojen avulla. [16.]

### 5.2.3 Kuormalavahyllymallien vertailu ja valinta

Edellä on esitelty kaksi uutta mallia kuormalavahyllystön korvaajaksi. Ensimmäisenä vaihtoehto ollutta kapeakäytävämallia pidettiin työtä tehdessä pitkään lähes ainoana vaihtoehtoisena korvaajana nykyiselle kuormalavahyllymallille. Kun ajatusta kuitenkin vietiin työn edetessä pitemmälle, ei kapeakäytävämallilla saavutettava etu ole pitkäikäinen eikä tulevaisuudessa kuitenkaan riittävä, vaan lähinnä tekohengitystä pahimpaan hätään. On kuitenkin pyrittävä pitämään mielessä, että varastoitava nimikkeistö kasvaa jatkuvasti ja on mahdollista, että pitkällä tähtäimellä se kaksinkertaistuu.

Kapeakäytävämalli lisää varastointikapasiteettia noin 20 %, mutta kun kapasiteettia halutaan todella merkittävästi lisätä, on siihen ratkaisuna jälkimmäisenä esitelty siirtohyillyjärjestelmä. Siirtohyillyjärjestelmällä vastaava prosenttiosuus nelinkertaistuu eli nousee 80 %, jonka voidaan olettaa jo todella näkyvän varastossa vapaana kapasiteettina, eikä kysymys ole enää ongelman siirtämisestä, vaan sen todellisesta ratkaisusta. Lisäksi etuna kapeakäytävämalliin voidaan pitää sitä, että erikoiskalustoa eli uutta trukkia ei enää vaadita, vaan voidaan käyttää nykyistä olemassa olevaa trukkia sekä totuttua käytäväleveyttä hyllyjen välissä työskenneltäessä.

Jos keskusvaraston kuormalavahyllystön muutostöihin ryhdytään työn pohjalta, on siirtohyillyjärjestelmä ehdottomasti se malli, jolla muutostyöt olisi kannattavinta toteuttaa. Alla on yhteenveto mallien hyvistä ja huonoista puolista. Luvussa 6, Hyllykarttojen luominen, on käytetty siirtohyillyjärjestelmän mahdollistamaa 18:aa kuormalavahyllyä.

Kapeakäytävämalli:

- + hankintahetkellä siirtohyllymallia edullisempi vaihtoehto
- ei pitkällä tähtäimellä poista varaston tilaongelmaa, lisää varastointikapasiteettia 20 %
- vaatii toimiakseen erikoiskalustoa (kapeakäytävätrukki)

Siirtohyllymalli:

- hankintahetkellä kapeakäytävämallia kalliimpi
- + ratkaisu varaston nykyiseen tilaongelmaan, lisää varastointikapasiteettia 80 %
- + ei vaadi toimiakseen erikoiskalustoa

### 5.3 Karusellivarastoautomaatti

Karusellivarastoautomaatti on automatisoitu varastointitapa, jossa hyllytasot on päistään kiinnitetty päättymättömiin ketjuihin, joiden varassa hyllytasot lepäävät. Ketjuja pyöritetään moottorin avulla, ja haluttu hyllytaso saadaan ajettua käyttöaukon kohdalle. Poiminta on helppoa, nopeaa ja ergonomista aina samalla paikallaan ja korkeudella sijaitsevan käyttöaukon johdosta.

Karusellivarastoautomaatti säästää huomattavasti lattiapinta-alaa, pienentää keräilyaikoja ja vähentää keräilyvirheitä. Lisäksi automaattiin varastoidut tuotteet saadaan auringonvalolta ja pölyltä suojatuiksi. Pölyntyminen on mahdollista estää automaatin sisätilojen ylipaineistuksella, jolloin pölyllä ei ole mahdollisuutta päästä automaatin sisälle. Näin ollen se soveltuu erinomaisesti muun muassa elektroniikkakomponenttien, helposti vaurioituvien tiivisteiden ja kumista valmistettujen osien varastointiin. Kuvassa 17 on nähtävillä työssä käytettyjä Kas-ten Tornado -varastoautomaatteja. [18.]



Kuva 17. Kasten Tornado -varastoautomaatteja [19.]

Karusellivarastoautomaatilla saadaan korvattua keskusvaraston toisen kerroksen pientavarahyllyt, jolloin sinne vapautuu huomattava lisätila muuhun käyttöön. Nykyiset pientavarahyllyt sisältävät runsaasti muun muassa sähkö- ja elektroniikkatuotteita. Varastoautomaatin tilavuuden tarve on määritetty laskennallisesti nykyisten pientavarahyllyjen tilavuuden mukaan. Koska pientavarahyllyt ovat muodoltaan suorakulmaisia särmiöitä, voidaan nykyisten hyllyjen tilavuus laskea kaavalla:

$$V = abc,$$

jossa

a = särmiön pituus

b = särmiön leveys

c = särmiön korkeus

Koska pientavarahyllyt ovat leveydeltään 410-millimetrisiä ja korkeudeltaan 2600-millimetrisiä ja hyllyjä on yhteenlasketulta pituudeltaan 64,1 metrin verran, saadaan hyllyjen tilavuudeksi:

$$V = 64,1 \text{ m} \times 0,41 \text{ m} \times 2,6 \text{ m}$$

$$\approx 68,3 \text{ m}^3$$

Työssä on käytetty Kasten Tornado 425/8-400-8000/45-FTP-TC1000 – varastoautomaatteja, joiden laskennallinen tilavuuskapasiteetti yhdelle automaatille on 39,3 m<sup>3</sup>. Näin ollen nykyiset pientavarat mahtuisivat kahteen tällaiseen varastoautomaattiin, jolloin täyttämätöntä varastointikapasiteettia jäisi vielä vapaaksi 10,3 m<sup>3</sup>. Kun tiedetään nykyisten pientavaroiden viemä tilavuus ja varastoautomaattien tarjoama varastointitilavuus, voidaan niiden avulla laskea kasvava varastokapasiteetin määrä prosentteina.

Kahdella Kasten Tornado -varastoautomaatilla saavutettu lisäys varastokapasiteettiin olisi seuraava:

$$\frac{(2 \times 39,3 \text{ m}^3 - 68,3 \text{ m}^3)}{68,3 \text{ m}^3} \times 100$$

$$= \frac{10,3 \text{ m}^3}{68,3 \text{ m}^3} \times 100$$

$$\approx 15 \%$$

Layout-suunnittelussa on kuitenkin käytetty kolmea kappaletta varastoautomaatteja, koska niille suunnitellut tilat varastossa sallivat kolmannen automaatin käytön ja se tuo huomattavan lisäyksen varastointikapasiteettiin. Kolmella vastaavalla Kasten Tornado -varastoautomaatilla saavutettu lisätila olisi seuraava:

$$\frac{(3 \times 39,3 \text{ m}^3 - 68,3 \text{ m}^3)}{68,3 \text{ m}^3} \times 100$$

$$= \frac{49,6 \text{ m}^3}{68,3 \text{ m}^3} \times 100$$

$$\approx 73 \%$$

Kaksi kappaletta varastoautomaatteja sallisi siis pientavaraksi luokiteltavan nimikkeistön lisääntymisen 15 prosentilla. Kolmas varastoautomaatti kasvattaisi osuuden jopa 73 prosenttiin.

#### 5.4 Yläkerran tilan hyödyntäminen

Keskusvaraston alakertaan suunniteltujen varastoautomaattien myötä yläkerran pientavarahyllyt jäävät tarpeettomiksi. Niin ikään Sandvikin entinen työpiste on tarpeeton ja se voidaan purkaa. Jäljelle yläkertaan jää hihnaseinä ja tiivistelevyhyilly tiivisteleikkureineen.

Hihnaseinän paikka voidaan yläkerrasta siirtää alakertaan, nykyisen tiivisteseinän vierelle. Tiiviste- ja hihnaseinää voidaan tarvittaessa jatkaa ja laajentaa ylöspäin niin, että seinällä ylimpänä oleviin nimikkeisiin päästään kuitenkin vaivattomasti käsiksi esimerkiksi A-tikkailta. Jos tila tiivisteille ja hihnoille kuitenkin käy ahtaaksi, voidaan seinää tarvittaessa jatkaa muille vapaana oleville pinnoille, joista yhtenä vaihtoehtona voisi olla esimerkiksi pitkittäisen kuormalavahyllyn eli nykyisen K-hyllyn ja korjaamon puolelle vievän liukuoven väliin jäävä seinä. Hihna- ja tiivisteseinien suunnitellut sijoitukset näkyvät uusissa alakerran layout-piirroksissa, liitteissä 4 ja 5.

Tiivistelevyaihiot sekä tiivisteleikkuri voidaan sijoittaa alakertaan korjaamon puolelle, joka on myös paikkana loogisempi tiivisteiden suunnittelua ja leikkaamista varten. Siellä on myös siihen paremmin tilaa kuin uudessa alakerran layoutissa. Tiivistelevyt voisi varastoida nykyistä hyllyä tehokkaammin pystyasennossa levytelineessä tai kärryssä, joita esimerkiksi metallipajoilla käytetään metallilevyjen varastointiin. Vastaavanlaiset levytelineet ja vaunut sopivat myös muihin käyttökohteisiin, kuten esimerkiksi aiemmin työssä mainittujen, suurempikoisten spiraaligrafittitiivisteiden varastointiin. Esimerkki tällaisesta levytavaravaunusta on kuvassa 18.



Kuva 18. Levytavaravaunu [20.]

Yläkertaan vapautunut tila on työssä päätetty käyttää hyväksi järjestämällä sinne toimistotilat. Talvivaarassa on paljon muun muassa Maximo-työryhmän kaltaisia, eri projekteissa työskenteleviä henkilöitä, joiden työtilat on järjestetty vuokrattuihin, työmaakonteista kasattuihin tiloihin. Kontit sinänsä sopivat tarkoitukseen kelpollisesti, mutta ovat pitkällä aikatahtaimella enemmän väliaikaisratkaisuja kuin pysyviä työtiloja. Lisäksi vuokrakontit tulevat pitemmällä aikajaksolla myös kalliimmiksi kuin kiinteät rakennukset. Rahallista hyötyä yläkerran toimistotiloiksi muuttamisen ja vuokrakonttitilojen välillä on laskettu tarkemmin luvussa 7.

Yläkerran uudessa layoutissa tilaan on saatu järjestettyä 24 työpistettä siten, että jokaisessa työpisteessä on reilun kokoinen työpöytä sekä sen lisäksi työpistekohtaista säilytystilaa kaappien ja hyllystöjen muodossa. Työpisteet on erotettu toisistaan sermeillä työrauhan saavuttamiseksi. Lisäksi samaan tilaan mahtuu myös toimisto- ja arkistointikalusteita sekä toimistokoneita.

### 5.5 Raskasvarasto

Raskasvaraston uudessa layout-suunnitelmassa pääpiste on hyllyttömällä puolella ja sinne suunnitelluissa kuormalavahyllyissä sekä ulokehyllyissä, koska varastolla on myös pitkiä tavaroita säilytettynä muiden tavaroiden tapaan lattialla. Layoutissa uusia lavapaikkoja saadaan

noin 288 kappaletta lisää, mikäli uusien kuormalavahyllyjen korkeutena käytetään samaa, mikä on nykyään käytössä jo hyllyllisellä puolella. Prosentteina tämä tarkoittaa lähes 120 % lisäystä. Todellinen uusien hyllypaikkojen määrä lienee muutama paikka vähemmän, johtuen tilan kattorakenteista, jotka vievät joitain hyllypaikkoja pois käytöstä. Hyllyllinen puoli varastosta on sellaisenaan jo niin toimiva kuin se olosuhteisiin nähden voi olla, joten se ei aiheuta työssä muutostoimenpiteitä.

Tärkeimpänä erona raskasvaraston ja keskusvarastosuunnittelun välillä on raskasvaraston huomattavasti suurempi tilan tarve. Raskasvarastolla on käytössä keskusvaraston sähköisestä työntömastotrukista poiketen polttomoottorinen vastapainotrukki, joka soveltuu raskaan tavaran käsittelyyn paremmin, mutta vaatii huomattavan paljon laajemmat työskentelytilat. Kuormalavahyllyjen välisenä käytävän leveytenä on työssä käytetty 6700 millimetriä, joka on sama kuin hyllyllisellä puolella on nykyään käytössä. Varastohenkilökunnan mukaan tämä mitta on hyvä säilyttää uudessakin suunnittelussa, jotta trukin käyttö olisi tilassa mahdollista ja työskentely mutkatonta.

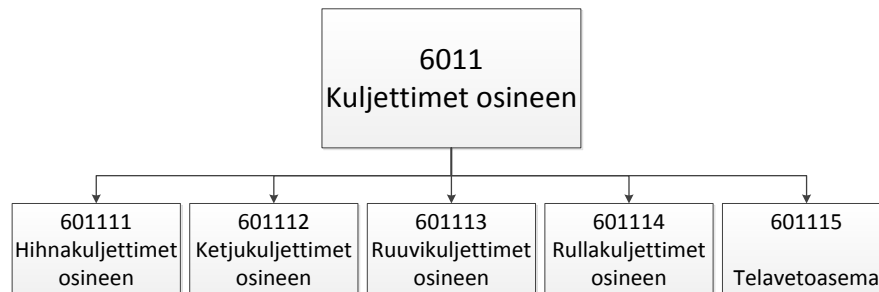
Trukin vaatiman tilan lisäksi on huomattava, että raskasvarastossa säilytetään nimensä mukaisesti raskaampaa tavaraa ja osa on paino- ja suuruusluokaltaan sellaista, että sitä ei voida varastoida millään hyllyllä. Esimerkkeinä tällaisista tavaroista toimivat muun muassa suuret vaihdelaatikot ja kuljettimien rummut, joista muutamia näkyy muun muassa aiemmassa kuvassa 14. Tällaisia tavaroita tulisi ensisijaisesti pyrkiä varastoimaan kuormalavahyllyjen alla lattiatasolla, niin kuin hyllyllisellä puolella on jo totuttu tekemään.

Yhteenvetona raskasvaraston uudesta suunnittelusta voitaisiin mainita, että hyllyttömälle puolelle lisätään kuormalavahyllyjä sekä pitkille tavaroille ulokehyllyt, mutta täysin tarkoituksellisesti pyritään jättämään varastoon vapaata tilaa. On tärkeää, ettei esimerkiksi hyllyjen väliin jäävää käytävälevyettä lähdetä kaventamaan eikä tilaa tupaten täytetä kuormalavahyllyillä, jotta ison ja raskaan tavaran siirtely ja käsittely olisi tulevaisuudessa mahdollisimman mutkatonta. Raskasvaraston uusi layout piirros löytyy liitteestä 7.

## 6 HYLLYKARTTOJEN LUOMINEN

### 6.1 Nimikkeiden jako hyllyihin materiaaliryhmien mukaan

Talvivaarassa varaosanimikkeistö on jaettu päämateriaaliryhmiin ja lisäksi niiden alle tarkennettuihin alaryhmiinsä. Ryhmille ja niiden alaryhmille on määritetty omat numerokoodinsa, joilla ne muun muassa tunnistetaan kunnossapitojärjestelmässä. Pääryhmien nelinumeroista numerosarjaa kutsutaan materiaaliryhmätunnukseksi ja tarkentavien alaryhmien kuusinumeroista numerosarjaa materiaalikoodiksi. Esimerkiksi:



Talvivaaran nimikkeistön jaottelussa määrävänä tekijänä on käytetty materiaalia, koska usein samaa nimikettä voidaan käyttää useissa eri paikoissa, kohteissa ja käyttötarkoituksissa. Tämän vuoksi nimikkeistöä ei ole jaettu esimerkiksi laitoksien mukaan ja täten nimikkeitä ei ole sidottu mihinkään kiinni. Poikkeuksellisesti laitoskohtaiset nimikkeet on erotettu nimikkeistöä nimikkeen kuvauksessa.

Keskusvarastossa on luontevaa jakaa nimikkeistö varastoon ja hyllyihin näiden ennalta määriteltujen materiaaliryhmien mukaisesti. Useilla materiaaliryhmillä varastoituja nimikkeitä on kuitenkin vain vähän, tai nimikkeet ovat materiaaliryhmän alla jakautuneet alaryhmiin hyvin epätasaisesti tai niin hajalleen, että kunkin materiaalikoodin alla on vain muutama nimike. Näin ollen tällaisten ryhmien jakoa varastoon ei ole kannattavaa suorittaa materiaalikoodillisten eli alaryhmien tarkkuudella, vaan riittää, kun määritetään esimerkiksi hylly tai tarvittaessa useampi hylly, aina yhtä kokonaista materiaaliryhmää kohden.

Poikkeuksena näistä voidaan kuitenkin pitää venttiilejä, joita työn kohteessa varastoidaan paljon ja jotka nykyään kattavat noin viidenneksen koko kuormalavahyllystössä varastoiduista nimikkeistä. Venttiiliniimikkeistö koostuu eri venttiilityypeistä, joiden mukaan alaryhmät on luotu. Venttiileillä jako on kannattavaa tehdä näiden alaryhmien tarkkuudella. Lisäksi

venttiilien konkreettinen hyllytys ja lavapaikan määrittäminen tulisi ryhmän sisällä toteuttaa porrastetusti venttiilin koon mukaan siten, että isoimmat venttiilit varastoidaan kuormalavahyllyn alimmilla tasoilla ja pienimmät ylimmillä tasoilla. Pois lukien eniten käytetyt venttiilit, jotka olisi kannattavinta varastoida hyllyihin aina mahdollisimman alas nopeamman poiminnan vuoksi. Venttiilien jaottelussa koon mukaan voidaan suoraan käyttää venttiilin DN-kokoa.

Samalle hyllylle voidaan myös varastoida useamman eri materiaalityypin nimikkeistö, mikäli ryhmät eivät pidä sisällään määrällisesti paljoa nimikkeitä, eivätkä ne vie tilaa kokonaisen hyllyn verran. Suunnitelmassa materiaalityyppejä ei ole järjestetty varastoon niiden materiaalityypin tunnuksen tai materiaalikoodin mukaisessa numerojärjestyksessä, vaan ne on pyritty järjestämään siten, että saman kategorian tai samaan aihepiiriin liittyvät materiaalityypit ovat varastossa toistensa lähellä ja toistensa jatkeena, mahdollisimman loogisessa järjestyksessä.

Ainoaa varastotilaa nähden poikittaista kuormalavahyllyä eli nykyistä K-hyllyä on suunnitelmassa käytetty nimikkeettömien ja epäselvien nimikkeiden, projekteihin varattujen nimikkeiden ja pitkien tavaroiden varastointia varten. Lisäksi hyllyä voitaisiin tarvittaessa käyttää esimerkiksi laitoskohtaisten erityisnimikkeiden varastointiin, kuten esimerkiksi rasvapesteille venttiileille, joita ei haluta käytettävän kuin tiettyyn tarkoitukseen tai tiettyyn kohteeseen. Tämä kuormalavahylly soveltuu edellä mainittuihin tarkoituksiin, ja ikään kuin valtavirrasta poikkeaville nimikkeille erityisen hyvin sen vuoksi, että se on varastossa ainoana hyllynä asennettu pitkittäissuuntaisesti, jolloin se selvästi erottuu varaston muista kuormalavahyllyistä. Tämä edesauttaa erikoisnimikkeiden hallintaa ja erotusta nimikkeistöstä sekä myös auttaa niiden löytymistä. Lisäksi se soveltuu pitkien tavaroiden säilyttämiseen paremmin leveämmän käytävänsä vuoksi, jolloin tavaroiden käsittely trukilla on helpompaa. Keskusvaraston hyllykarttasuunnitelma löytyy liitteestä 8.

Esitetyn kaltaista ryhmiin jaottelua on mahdollista soveltaa ja käyttää halutessa mallina myös raskasvaraston tapauksessa, mutta omaa varsinaista hyllykarttaa raskasvarastolle ei tässä työssä ole luotu. Raskasvaraston erona keskusvarastoon on se, että varaston nimikkeistö jakautuu hyvin pitkälle vain muutamaan materiaalityypin ja itse nimikkeiden määrä on huomattavasti alhaisempi. Lähes puolet koko varaston nimikkeistöstä kuuluu ryhmään 6011 Kuljettimet osineen. Loput varastoitavasta nimikkeistöstä jakautuvat pääosin ryhmiin 6016 Prosessikoneet osineen, 6017 Laakerit ja laakeritarvikkeet sekä 6021 Sähkölaitteet. Nimikkeiden sijoittelua varastoon määräävät pitkälle tapauskohtaisesti kunkin nimikkeen fyysiset ominaisuudet.

## 6.2 Hyllytilan määrittäminen materiaalityhmittäin

Hyllytilan ja lavapaikkojen määrittäminen kullekin materiaalityhmälle voidaan karkeasti laskea, kun aluksi selvitetään, montaako eri nimikettä nykyään keskimäärin varastoidaan yhdellä lavapaikalla. Tämä voidaan ratkaista yksinkertaisesti siten, että kuormalavahyllystöillä varastoitavien, saldolisten nimikkeiden lukumäärä jaetaan käytössä olevilla lavapaikoilla. Laskutoimituksissa käytetyt raportit on ajettu kunnossapitojärjestelmästä lokakuussa 2012. Samaan aikaan on laskettu käytössä olevat lavapaikat kuormalavahyllystöissä. Laskemalla saadaan:

$$\frac{2275 \text{ nimikettä}}{781 \text{ lavapaikkaa}} \approx 3 \text{ eri nimikettä / lavapaikka}$$

Laskusta saatu vastaus on karkea keskiarvo sille, montaako eri nimikettä nykyisellään varastoidaan yhdellä kuormalavalla ja lavapaikalla. Todellinen nimikemäärä luonnollisesti vaihtelee tapauskohtaisesti yhden ja useamman kymmenen välillä, riippuen muun muassa kunkin nimikkeen saldomäärästä ja fyysisistä ominaisuuksista.

Nyt kun kunkin materiaalityhmän varastoitu nimikemäärä jaetaan kolmella, saadaan karkea arvio siitä, montako lavapaikkaa kunkin ryhmän nimikkeistö nykyisellään vie kuormalavahyllystöstä. Siitäkin huolimatta, että kolme nimikettä yhtä lavapaikkaa kohden on laskennallisesti saatu arvio, päästään sillä kohtalaiseen tarkkuuteen ja sitä voidaan ainakin osin käyttää tilantarpeen arvioinnissa. Arviota testattiin seuraavasti:

Käytännöstä tiedetään, että nykyisellään kuormalavahyllystön hyllyt A ja B on suurimmaksi osin pyritty pyhittämään ainoastaan venttiileille. Lokakuussa suoritettujen laskelmien mukaan A-hyllyllä oli tuolloin 90 käytössä ollutta lavapaikkaa ja B-hyllyllä vastaavasti 79 paikkaa, eli yhteensä 169 lavapaikkaa. Saldollisia nimikkeitä materiaalityhmässä: 6010 Venttiilit osineen, oli tuolloin 501 kappaletta. Kun nämä 501 nimikettä jaetaan kolmella, eli arvioidulla nimikemäärällä lavapaikkaa kohden, saadaan vastaukseksi 167 arvioitua lavapaikkaa. Eroa venttiilien tapauksessa tuli näin laskien kaksi lavapaikkaa. Nykyisten materiaalityhmien arvioidut tilatarpeet on koottu liitteessä 9.

Laskennallisesti saatu lavapaikkojen tarve ei kuitenkaan kaikissa tapauksissa ja kaikilla materiaalityhmillä aina päde. Käytännöstä tiedetään, että esimerkiksi ryhmät 6011 Kuljettimet osineen ja 6016 Prosessikoneet osineen todennäköisesti vievät todellisuudessa laskennallista arviota enemmän varastointitilaa, joten se on otettu huomioon hyllykarttasuunnitelmassa.

Niinpä hyllykarttaa luotaessa on käytetty käytännön kokemusta kunkin ryhmän todellisesta tilantarpeesta ja laskennallista arviota lähinnä suunnan antajana siitä, millaisen osuuden kukin materiaalityyppi nykyisellään vaatii koko varastoitavaan nimikkeistöön nähden.

Arvioinnilla ei myöskään voida ennustaa tulevaa, eikä määrittää sitä, kuinka paljon vapaata kapasiteettia kullekin ryhmälle tullaan tulevaisuudessa mahdollisesti tarvitsemaan. Työhön valittu siirtohyllyjärjestelmä tarjoaa kuitenkin niin reilusti uutta, vapaata kapasiteettia, että hyllykartta suunnitelmassa varastointitilaa on voitu lisätä kaikkien materiaalityyppien kesken tasapuolisesti. Lisäksi vapaata kapasiteettia on erityisesti voitu jakaa niille ryhmille, joiden on katsottu sitä käytännössä enemmän tarvitsevan ja joiden voidaan ennustaa tulevaisuudessa kasvavan. Esimerkkeinä tällaisista ryhmistä ovat venttiilit, pumput sekä sähkö- ja automaatiolaitteet, joille on tarkoituksella järjestetty reilusti tilaa varastosta.

### 6.3 Käytetyimmät nimikkeet

Litteessä 10 on koottuna sekä kuormalava- että pientavarahyllystöissä varastoitavista nimikkeistä kaikkein käytetyimmät. Käytetyimmät nimikkeet on saatu selvitettyä kunnossapitojärjestelmästä ajetuista kulutustietoraporteista. Kulutustietoraporttien otanta on vuoden jaksolta, 25.9.2011–25.9.2012 väliseltä ajalta. Nimikkeet on listattu materiaalityyppien mukaan numerojärjestykseen.

Käytetyimmät nimikkeet tulisi sijoittaa varastoon oman ryhmänsä sisällä niin helposti saataville kuin mahdollista. Käytännössä tämä esimerkiksi kuormalavahyllystyössä tarkoittaa sitä, että nimikkeet varastoidaan hyllyn alimmilla palkkiriveillä. Tällöin nimikkeet ovat nähtävillä ilman, että kuormalavoja tarvitsee nostaa trukilla alas hyllystä ja kevyemmät tavarat voidaan myös poimia käsin suoraan hyllystä, jolloin poiminta nopeutuu merkittävästi. Osalle käytetyimmistä nimikkeistä olisi myös mahdollista käyttää varastointitapana luvussa 3.7 ja kuvassa 5 esiteltyä hyllystörilää, jolloin nimikkeet ovat varmasti helposti nähtävillä ja poimittaessa.

Käytetyimpien nimikkeiden listassa on myös kolme nimikettä, jotka ovat varastoituna Valion eli raskasvaraston tiloihin. Näiden nimikkeiden kohdalla olisi syytä harkita, kannattaisiko niiden varastointi siirtää keskusvaraston tai jonkin muun tehdasalueella sijaitsevan varaston hoidettavaksi, jolloin ne olisivat lähempänä käyttökohteitaan. Nimikkeet ovat:

- 111159 PALLOM.RULLALAAKERI, 23252 CC/W33
- 111289 SUOJAPALJE, D350.L400/5C, D380, ILMAN VETOKETJUA, KANGASLAIPAT PÄIHIN
- 109560 KANSITIILI, TRIMOR INSULITE

## 7 KUSTANNUSLASKENTA JA VAIHTOEHTOISET INVESTOINTIKOHTTEET

Työtä varten on pyydetty tarjoukset kaikkiin kapeakäytävä- ja siirtohyllylayoutien vaatimiin varastokalusteisiin. Tarjoukset sisältävät kaikki tarvittavat rahti- ja asennuskulut lattiakiskoille ja varastokalusteille, pois lukien mahdolliset lattiarakenteiden muutostyöt, jotka on laskettu työssä erikseen. Taulukossa 1 tarjoukset on koottuna yhteen.

Taulukko 1. Tarjoukset varastokalusteista ja lattian muutostöistä.

<i>Tuote</i>	<i>Määrä</i>	<i>a-hinta, Alv 0 %</i>	<i>Alv %</i>	<i>Yhteensä, Alv 0 %</i>
Kapeakäytävähyllystö, 792 lavapaikkaa	1 kpl	49.000,00	24	49.000,00
MOVO-Siirtohyllystöt, 1188 hyllypaikkaa	1 kpl	203.500,00	24	203.500,00
Kasten Tornado, varastoautomaatti	3 kpl	52.000,00	24	156.000,00
Keskusvaraston lattiankorotus valamalla, 500 neliömetrin alalle, 150 mm vahvuinen kerros	1 kpl	48.000,00	24	48.000,00

Siirtohyllylayoutin kokonaiskustannukseksi kolmella varastoautomaatilla toteutettuna muodostuu 407 500 €. Kapeakäytävähyllystön kohdalla kustannuksiin täytyy huomioida kapeakäytävätrukki, jonka keskihinta mallista riippuen on noin 70 000 €. Tällöin kapeakäytävähyllystöllä toteutetun layoutin kokonaiskustannukseksi kolmella varastoautomaatilla ja kapeakäytävätrukilla tulisi noin 323 000 €.

Tarjouksen kapeakäytävähyllystössä ja siirtohyllystössä on molemmissa käytetty 7000 mm pylväskorkeutta, 6 kpl palkkitasoja/hyllyjakso sekä kantavuutta 1000 kg/kuormalava. Torna-

do -varastoautomaattien hintaan sisältyy rahdin ja asennuksen lisäksi myös käyttöönottokoulutus, laitteen ensihuolto, etätuen käyttövalmiiksi asennus sekä automaatin sisätilan ylipaineistus.

Lisäksi tilaajalta vaaditaan asianmukainen kuormanpurkukalusto, yksi trukki ja yksi henkilönostin uusien kuormalavahyllystöjen asennustöiden avuksi sekä yksi trukki ja kaksi saksinostinta varastoautomaattien asennustöiden avuksi.

Keskusvaraston yläkerran uuden layoutin myötä saadaan säästettyä konttivuokrissa. Layoutissa on järjestetty toimistotila 24 työpisteelle. Nykyisin muun muassa toimistotiloina käytettävissä työmaakonteissa yhteen konttiin saadaan mahtumaan työpiste kahdelle henkilölle. Näin ollen keskusvaraston yläkerran uudessa layoutissa saadaan korvattua 12 konttia. Kun yhden tällaisen työmaakontin vuokran tiedetään olevan 170 € kuukaudessa, saadaan laskettua, että konttien poistamisen tuoma säästö on 24 480 € vuodessa.

Muita, vaikeammin rahassa mitattavia, uusilla suunnitteluilla saavutettuja etuja ovat lisäksi varastopalvelujen tehostuminen ja sitä kautta suorat vaikutukset kunnossapitoon. Kun varosian poimintaan ei kulu uuden väljemmän varaston ja hyllykartan mukaisen järjestyksen ansiosta enää niin paljoa aikaa, jää sitä enemmän varsinaisen kunnossapitotyön suorittamiseen ja näin tehostetaan koko kunnossapidon toimintaa.

Mikäli nykyisin käytössä olevalla, perinteisellä kuormalavahyllystömallilla haluttaisiin saavuttaa siirtohyllyjärjestelmän mahdollistama 18 kuormalavahyllyn kapasiteetti, täytyisi nykyistä keskusvarastorakennusta laajentaa. Rakennusta tulisi pituussuunnassa jatkaa vähintään 22 metriä, jotta 18 kuormalavahyllyn mahdollistaminen mallin käyttämällä käytävälevyydellä olisi mahdollista. Jos laajennuksessa kuvitellaan käytettävän keskusvarastorakennuksen nykyistä leveyttä eli 19,3 metriä, tulisi tarvittavan laajennuksen lattiapinta-alaksi pyöristäen 425 neliömetriä. Kun käytetään työn tilaajan ilmoittamaa rakennuskustannusta 1600 €/neliometri, saadaan varaston laajennustyön kokonaiskustannukseksi 680 000 €.

Jos samaa laskentatapaa käytettäisiin kapeakäytävämallilla, jossa käytävä on perinteistä mallia kapeampi, saadaan rakennuksen vaatimaksi pituuden jatkoksi vähintään 12 metriä. Samaa rakennuksen leveyttä käyttämällä saadaan lattiapinta-alan laajennukseksi 232 neliömetriä ja laajennuksen kokonaiskustannukseksi tällöin noin 371 200 €.

Edellä esitetyt laskelmat koskevat ainoastaan rakennuksen laajennusta, eivätkä ne vielä pidä sisällään varastokalusteita. Työn tilaajan ilmoittama hinta 1600 €/neliömetri kattaa ainoastaan lämpimän, mutta kalustamattoman varastotilan. Alla on yhteenvetona kustannusvertailu layout-suunnitelmien ja vaihtoehtoisesti pelkän kalustamattoman varaston laajennuksen välillä.

Taulukko 2. Kustannusvertailu siirtohylljärjestelmän ja varaston laajennuksen välillä.

***MOVO–siirtohylljärjestelmä***

***18 kuormalavahyllyä, 1188 hyllypaikkaa***

***407 500 €***

***Varaston laajennus, 425 m<sup>2</sup>, kalustamaton***

***Tila 18 kuormalavahyllylle (jos kalustetaan perinteisellä mallilla)***

***680 000 €***

***Varaston laajennus, 232 m<sup>2</sup>, kalustamaton***

***Tila 18 kuormalavahyllylle (jos kalustetaan kapeakäytävämallilla)***

***371 200 €***

---

## 8 VARASTON MUUTOSTÖIDEN TOTEUTUSSUUNNITELMA

### 8.1 Väliaikaisvarastoinnin toteuttaminen

Jotta keskusvaraston mahdolliset muutostyöt voitaisiin suorittaa, edellyttää se väliaikaisvaraston muodostamista uusien varastokalusteiden asennustöiden ajaksi. Koska uusien layout-suunnitelmien toteutuksen edellytyksenä ovat lattiaan upotettavat kiskoasennukset, ei varastoitujen nimikkeiden ja kuormalavahyllyjen varastosta pois siirtoa voida toteuttaa porrastetusti asennusten yhteydessä, vaan varasto on tyhjennettävä kerralla koko kiskoasennusten alalta. Keskusvaraston yläkerran osalta asennustyöt eivät vaadi toimenpiteitä eivätkä väliaikaisvarastoja, vaan yläkerran nimikkeistö voidaan siirtää varastoautomaatteihin asennus- ja muutostöiden valmistuttua. Valion raskasvaraston osalta porrastusta voidaan käyttää siten, että asennetaan yksi hylly kerrallaan, jonka asennustyön tieltä tavarat siirretään eri puolelle varastoa. Tällöin väliaikaisvarastoja ei raskasvaraston osalta tarvita.

Keskusvaraston väliaikaisvarastona olisi mahdollista käyttää esimerkiksi nykyisten BVH:n ja Sandvikin varastojen kaltaisia teltoja, joihin asennetaan kuormalavahyllyt. Vaihtoehtoinen ratkaisu teltoille voisi kuitenkin olla yhdistelmäajoneuvon umpikoriset puoli- tai täysperävaunut, joihin kuormalavat lastattaisiin varastosta hyllyittäin ja ajettaisiin sen jälkeen valitulle paikalleen säilöön. Yksi kuormalavahylly korvattaisiin yhdellä perävaunulla. Etuina perävaunuissa on niiden liikuteltavuus, mahdollinen lämmitys tai viilennys sekä se, että ne eivät tarvitse maa-alustaltaan niin mittavia muutostöitä, kuin mitä teltat ja hyllyasennukset vaatisivat. Haittapuolena taas on se, että kuormalavat olisivat vaunuissa pinottuina päällekkäin, jolloin alemmista kerroksista tavoiteltavan lavan yläpuolisetkin kuormalavat joudutaan purkamaan ulos vaunusta. Jotta kuormalavoja voitaisiin pinota kuorman kanssa toistensa päälle, täytyy lavoissa käyttää lavakauluksia. Perävaunut olisi mahdollista tarpeen mukaan ostaa käytettyinä tai vuokrata esimerkiksi rahtipalveluja tarjoavalta yritykseltä.

Normaaleihin rahtikuljetuksiin käytettävät puoli- ja täysperävaunut ovat kuormatilan mitoitetaan yleisesti noin 13,00 m x 2,50 m x 2,95 m (pituus, leveys, korkeus) ja puoliperävaunussa kuormatilan enimmäispituus on noin 13,6 m. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tällaisen vaunun pohjalle saataisiin mahtumaan kahdessa rivissä 26 kappaletta metrin levyisiä FIN-kuormalavoja tai 32 kappaletta 80 senttimetrin levyisiä EUR-kuormalavoja. Kun työtä tehdessä A-hyllyssä oli eniten varastoituja kuormalavoja, eli 90 kappaletta, voidaan laskea, että

A-hyllyn tavarat mahtuisivat esitetyn kaltaiseen vaunuun osittain neljään päällekkäiseen riivinsä. Kun tiedetään, että kuormalava on korkeudeltaan noin 144 millimetriä ja lavakaulus 190 millimetriä, voidaan laskea, että keskimäärin kolmea lavakaulusta käyttämällä tulisi yhdestä kuormalavasta aina noin 714 millimetriä korkea. Neljässä kerroksessa tällaisten kuormalavojen yhteiskorkeudeksi muodostuu 2856 millimetriä, jolloin lavat mahtuisivat esimerkiksi käytettyyn perävaunuun korkeutensa puolesta. [21.]

Keskusvaraston kuormalavoilla varastoitu nimikkeistö mahtuisi väliaikaisesti varastoitavaksi esimerkin kaltaisiin perävaunuihin ja työhön olisi loogisinta varata yksi tällainen vaunu aina yhtä kokonaista hyllyä varten. Työhön tarvittaisiin täten yksitoista perävaunua. Jotta väliaikaisvarastointi esitetyn kaltaisesti olisi mahdollista, täytyy ennen varaston tyhjennystä pitää huoli siitä, että kuormalavoihin merkitään selvästi ja pysyvästi hyllypaikka, josta lava poistetaan. Näin estetään lavojen sekoittuminen keskenään sekä mahdollistetaan se, että kunnossapitojärjestelmän nykyiset hyllypaikat voidaan säilyttää ennallaan myös projektin ajan. Samalla varmistetaan oikean kuormalavan ja oikean nimikkeen löytyminen väliaikaisvarastosta, vaikka kuormalavat eivät syystä tai toisesta olisikaan perävaunussa täsmälleen samassa järjestyksessä, mitä ne olivat hyllystä purettaessa. Myös perävaunut tulisi merkitä hyllyjen mukaiseen aakkosjärjestykseen välille A-K.

## 8.2 Työvaiheet ja järjestys

Ennen kuin mitään varaston muutostöitä päästään suorittamaan, on varaosanimikkeistölle järjestettävä väliaikaisvarastointi. Varastona käytettävän kaluston hankkiminen joko ostamalla tai vuokraamalla sekä niiden säilytysalueen järjestäminen keskusvaraston läheisyyteen ovat päällimmäiset työvaiheet. Kun väliaikaisvarastointi on kunnossa, voidaan aloittaa keskusvaraston tyhjennys.

Keskusvaraston tyhjennyksessä tärkeimmät huomioitavat seikat ovat kuormalavojen merkitseminen hyllypaikalla, mistä ne poistetaan sekä nimikkeiden pakkaaminen lavoille. Lavojen merkitseminen hyllypaikalla voidaan toteuttaa esimerkiksi lavakaulukseen maalaamalla tai kiinnittämällä siihen kyltti tai laminoitu paperilappu, johon hyllypaikka on selvästi merkitty. Jotta kuormalavat voidaan väliaikaisvarastossa pinota päällekkäin, täytyy kaikkiin kuormalavoihin asentaa tilanteen mukaan tarvittava määrä lavakauluksia niin, että kuormalavalla va-

rastoidut nimikkeet eivät jää lavan yläreunan yläpuolelle kantamaan päälle laskettavaa toista kuormalavaa.

Selvästi kuormalavan ylittävät, pitkät tai muuten huomattavasti tilaa vievät nimikkeet on mahdollista varastoida väliaikaisesti esimerkiksi keskusvaraston yläkertaan, jolloin ne eivät ole hankaloittamassa varsinaista väliaikaisvarastointia perävaunuissa. Tällaisista nimikkeistä esimerkkinä Halton-suodattimet, jotka ovat kevyitä, mutta vievät huomattavan suuren varastointitilan. Yläkertaan saadaan merkittävästi väliaikaisvarastointiin valjastettavaa tilaa, jos entinen Sandvikin työpiste sekä tiivistelevyhyilly ja leikkuri poistetaan tai siirretään alakerran muutostöiden ajaksi toisaalle. Varaosanimikkeiden siirrossa on järkevintä edetä järjestyksessä hyllyittäin ja siten, että hyllyissä alimmat lavat sijoitetaan myös väliaikaisvarastossa vaunun pohjimmaisiksi, jolloin väliaikaisvarasto pysyy mahdollisimman totutun kaltaisessa ja loogisessa järjestyksessä. Kun varastoitavat nimikkeet on saatu siirrettyä väliaikaisvarastoihinsa, voidaan tyhjät kuormalavahyllyt purkaa ja siirtää pois muutostöiden tieltä.

Kun varasto on kuormalavahyllystöjen osalta tyhjennetty, asennetaan lattianpintaan kiskot siirtohyllyjärjestelmää varten. Kiskoja asennetaan yhteensä neljä juoksua, yksi kutakin kuormalavahyllyn poikki-palkkitasoa kohden. Kiskojen asennuksen lattiaan suorittaa varastokalusteet ja asennukset toimittava yritys.

Kiskojen asennusten jälkeen lattiaa korotetaan lattiavalulla kiskojen yläreunan tasolle. Ennen valamista kiskoasennukset suojataan ja valettava alue muotitetaan sekä raudoitetaan. Lattian korotuksen hoitaa ulkopuolinen rakennuspalveluja tarjoava urakoitsija. Lattian korottamisen jälkeen varastokalusteiden toimittaja palaa asentamaan siirtohyllyjärjestelmän sekä varastoautomaatit kokonaisuudessaan sekä huolehtii muun muassa laitteiston käyttöönottokoulutuksista.

Kun varaston muutostyöt on saatu valmiiksi, voidaan nimikkeistö palauttaa hyllyittäin takaisin varastoon. Kuormalavat on viisainta palauttaa aluksi täysin samoihin hyllyihin ja hyllypaikkoihinsa, joista ne on aiemmin poistettu, vaikka uudessa varastossa hyllyjä ja tilaa olisikin väljemmin varastointia ajatellen. Näin on viisasta toimia siksi, että kun myöhemmin nimikkeistöä halutaan lähteä järjestelemään hyllykarttasuunnitelman mukaisesti uusiksi, on työ helpompaa, kun nimikkeistö on vakituudessa varastossa entisillä, kunnossapitojärjestelmän mukaisilla hyllyillä ja hyllypaikoillaan.

Hyllykarttasuunnitelmaa voidaan käytännössä lähteä toteuttamaan siten, että kunnossapitojärjestelmästä ajetaan listat varastoiduista nimikkeistä materiaalityyppien mukaan ja kootaan kunkin ryhmän nimikkeet nykyisiltä, hajallaan olevilta eri hyllypaikoilta aina yhdeksi ryhmäseen ja varastoidaan hyllykarttasuunnitelman mukaisesti omaan hyllyynsä. Hyllypaikan muutokset kirjataan työn edetessä ja muutetaan sen jälkeen kunnossapitojärjestelmään ajan tasalle. Tätä ennen on luonnollisesti täytynyt luoda järjestelmään uudet varastohyllyt sekä niiden hyllypaikat.

### 8.3 Aikataulukutus ja resurssit

Jotta varastopalvelut voitaisiin ylläpitää keskusvarastolla mahdollisimman häiriöttöminä myös muutostöiden ajan, on varastohenkilökuntaa lisättävä projektin ajaksi. Jos keskusvarastolla jo työskentelevien neljän varastomiehen lisäksi saataisiin muutostöiden ajaksi 3-4 työntekijän lisämiehistys, olisi tavoite mahdollinen. Tavaran vastaanotto, lähetys, asiakkaiden palvelu sekä muut normaalit varastopalvelut voidaan muutostöidenkin aikana säilyttää keskusvarastolla, vaikka väliaikaisvarastointi suoritetaan toisaalla.

Olettaen, että väliaikaisvarastointi olisi jo järjestettynä kuntoon, varastoitujen nimikkeiden siirto sinne vie aikaa 3-4 varastomieheltä arviolta noin yhden päivän aina yhtä hyllyä kohden, eli yhteensä noin yksitoista työpäivää. Työvaiheeseen täytyy varata reilusti FIN- ja EUR-kuormalavoille mitoitettuja lavakauluksia sekä myös itse kuormalavoja. Tässä vaiheessa on otollinen tilaisuus vaihtaa kaikki vaurioituneet tai vääränlaiset kuormalavat uusiin. Työkoneita vaiheeseen tarvitaan keskusvarastolla olevan trukin lisäksi myös toinen trukki, jolla lastaus- ja purkutöitä voidaan suorittaa ulkona väliaikaisvarastoilla. Tyhjiä kuormalavahyllyjen purkuun ja varastosta pois kuljetukseen samalta työryhmältä menee aikaa arviolta noin viisi työpäivää. Työkoneina hyllyjen purkuun tarvitaan trukkia sekä yhtä tai useampaa henkilönostinta työtavasta riippuen. Kuormalavahyllystöjen tyhjentämiseen ja poistamiseen kokonaisuudessaan varastosta kuluisi aikaa arviolta noin kolme viikkoa.

Kun tila on saatu tyhjäksi, voidaan aloittaa varaston varsinaiset muutostyöt, joista ensimmäisessä suoritetaan lattian kiskoasennukset. Kiskojen asennuksen suorittaa varastokalusteiden toimittaja, joilta kuluu aikaa työhön noin kolme työpäivää. Kiskojen asennuksen jälkeen urakoitsija suorittaa lattian korottamisen. Lattiavalu kokonaisuudessaan vie viideltä työmieheltä aikaa noin kaksi viikkoa. Laskelmat koskevat ainoastaan työn osuuksia, eikä niihin sisälly lat-

tiavalun kuivumisaikaa. Kiskoasennusten ja lattian korottamisen jälkeen tavaran toimittaja asentaa varastokalusteet. Siirtohylyjärjestelmän asennus vie kaksi viikkoa, johon Talvivaaralta tarvitaan töiden avuksi trukki ja henkilönostin. Varastoautomaattien asennus vie kolme viikkoa, johon tarvitaan trukki ja kaksi saksinosturia. [22.]

Muutostöiden jälkeen on varaosanimikkeistö palautettava takaisin varastoon. Nimikkeistön palauttamisen voidaan olettaa sujuvan huomattavasti varaston tyhjentämistä nopeammin, mikäli vain hyllypaikkamerkinnot ovat pysyneet kuormalavoissa väliaikaisvarastoinnin ajan. Työhön voidaan arvioida kuluvan noin yksi viikko.

Yhteensä töihin menee arviolta aikaa 59 päivää. Laskelmissa ei ole huomioitu mahdollisia aikataulujen limityksiä ja yhtä aikaa aloitettavia tai suoritettavia työvaiheita, koska ne riippuvat täysin toimittajien ja urakoitsijoiden resursseista työn ajankohtana. Taulukossa 3 on kootuna yhteen kunkin työvaiheen viemä aika.

Taulukko 3. Työmääräarviot työvaiheittain.

Työvaihe	Tarvitsema aika (päivää)
Nimikkeistön siirto ja varaston tyhjennys	16
Kiskoasennukset	3
Lattiavalu (ei sisällä kuivumisaikaa)	10
Siirtohylyjärjestelmän asennus	10
Varastoautomaattien asennus	15
Nimikkeistön palauttaminen varastoon	5
<b>Yhteensä</b>	<b>59</b>

## 9 YHTEENVETO

Insinööriyössä suunniteltiin ja luotiin uudet layout-suunnitelmat keskus- ja raskasvaraston tiloihin, jotta niiden varastointikapasiteettia saatiin kasvatetuksi. Työn alussa paikannettuihin kehityskohteisiin saatiin myös toivottuja parannuksia muun muassa ylipaineistettujen varastoautomaattien sekä muiden uusien varastointiratkaisujen avulla. Layout-suunnittelun lisäksi työssä luotiin hyllykarttasuunnitelma nimikkeistön sijoittamiseksi keskusvaraston tiloihin. Työ on pyritty pitämään mahdollisimman konkreettisena, ja sen käytännön toteuttamiseksi on luotu toteutussuunnitelma, tarvittavista hankinnoista on pyydetty tarjoukset ja eri töille on hahmoteltu aikataulut.

Työssä keskusvaraston uudeksi varastointimuodoksi on valittu pientavaroiden osalta varastoautomaatit ja suuremmille nimikkeille siirtohylyjärjestelmä. Varastoautomaatteihin varastoitaville pientavaroille varastokapasiteetin lisäystä saadaan entisestä 73 % ja siirtohylyjärjestelmällä suuremmille nimikkeille 80 %. Raskasvarastossa kapasiteetin kasvu on noin 120 % kuormalavahyllyjen lisäyksen ansiosta. Keskusvaraston muutostöiden kustannusarvio on kokonaisuudessaan 407 500 € ja arvioitu työmäärä noin 59 päivää. Vaihtoehtoisena investointikohteenä on keskusvaraston laajennus, kuormalavahyllystöjen lisääminen ja jatkaminen totutulla varastointimallilla. Kustannusarvio kalustamattomalle laajennustyölle on noin 680 000 €.

Hyllykarttasuunnitelma on luotu materiaaliryhmien pohjalta, ja ryhmien sijoittelu varastossa on pyritty pitämään loogisessa järjestyksessä ja varastointitilaa on varattu kullekin ryhmälle sen tarpeen mukaisesti. Lisäksi työssä on kulutustietoraporttien avulla selvitetty kohteen käytetyimmät varaosanimikkeet, jolloin ne jatkossa voidaan sijoittaa varastoon mahdollisimman helposti ja nopeasti poimittavaksi.

Uskon työn olevan tilaajalleen tarpeellinen ja sen myös toimivan tarvittaessa mallina ja pohjana työn tilaajan muille varastoille ja niiden mahdollisille parannus- ja kehitystöille. Insinööriyö oli aiheeltaan erittäin mielenkiintoinen ja sopivan haasteellinen. Työn tekeminen tuntui luonnolliselta jatkumolta kahdeksan kuukautta kestäneelle harjoittelujaksolle, joka liittyi vahvasti varastointiin sekä varaosanimikkeistön käsittelyyn.

## LÄHTEET

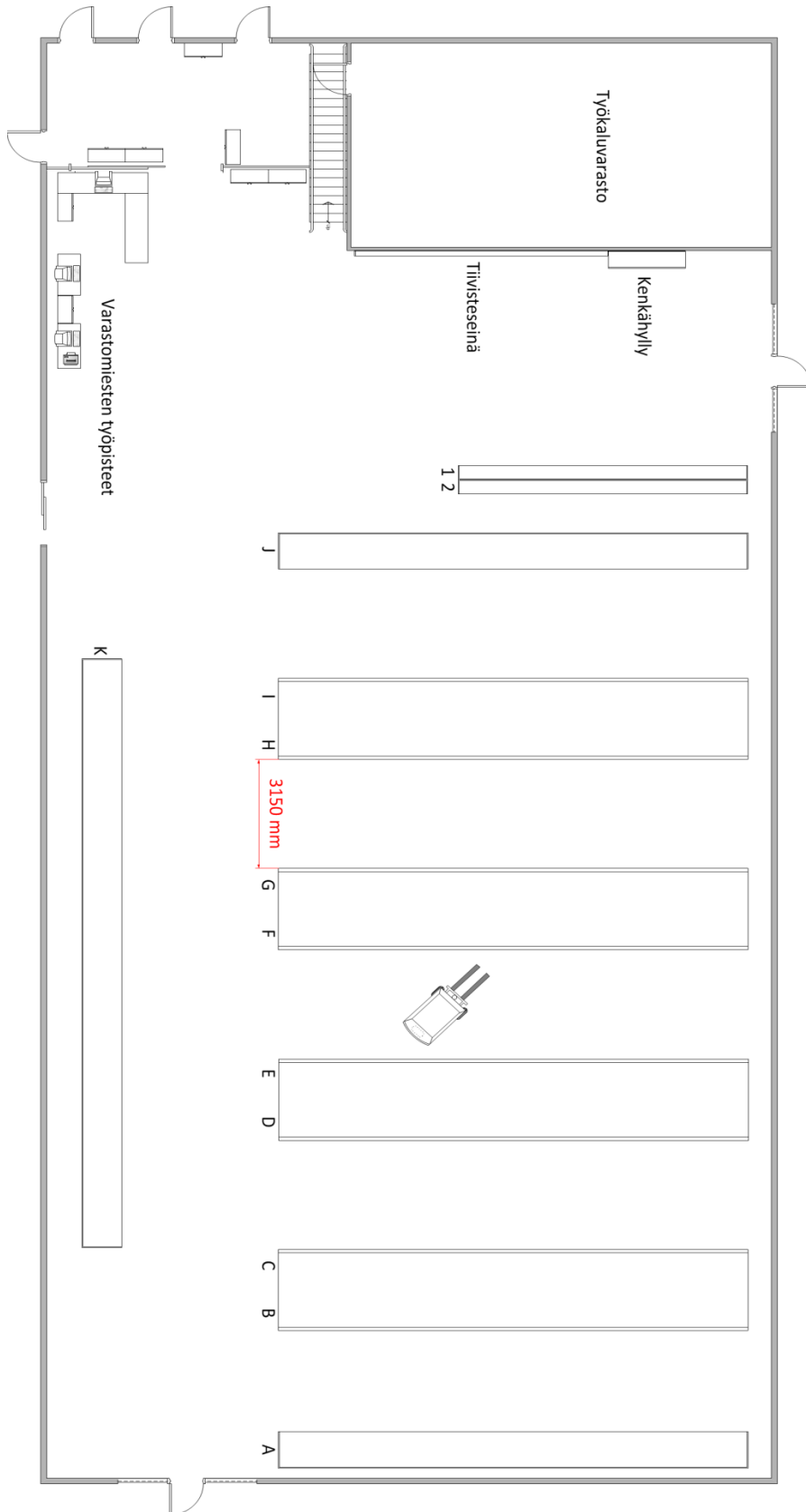
1. Historia. Talvivaara Sotkamo Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.talvivaara.com/yhtio/historia>>. (luettu 8.10.2012)
2. Tuotantoprosessi. Talvivaara Sotkamo Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.talvivaara.com/toiminta/Tuotantoprosessi>>. (luettu 8.10.2012)
3. Kuva tuotantoprosessista, Talvivaara Sotkamo Oy
4. Pouri, Reijo. 1983. Varastojen suunnittelu. Helsinki: Rastor
5. Kuva tehdasalueen kartasta, Talvivaara Sotkamo Oy
6. Sanakirja, Benchmarking. [WWW-dokumentti] <<http://www.e-economic.fi/kirjanpito-ohjelma/sanakirja/benchmarking>>. (luettu 19.11.2012)
7. Vierailu Pyhäjärvellä Pyhäsalmen kaivoksella 8.11.2012
8. Yritysesittely. Stora Enson kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.storaenso.com/about-us/mills/finland/imatra-mills/Pages/tervetuloa-imatran-tehtaille.aspx>>. (luettu 20.11.2012)
9. Yritysesittely. Efora Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.efora.fi/efora-lyhyesti/efora-lyhyesti.html>>. (luettu 20.11.2012)
10. Vierailu Imatralla Stora Enson paperitehtaalla 15.11.2012
11. Kuva pientavarasiirtohyllystä. . Kasten tuotteiden valmistaja Constructor Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Pientavaran-kasittely/Kasten-pientavarasiirtohyllly-S90/>>.
12. SWOT-analyysin esittely. Opetushallituksen kotisivut. [WWW-dokumentti] <[http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/laadunhallinnan\\_tuki/wbl-toi/menetelmia\\_ja\\_tyovalineita/swot-analyysi](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi)>. (luettu 14.3.2013)
13. Kapeakäytäväkuormalavahyllystön esittely. Kasten tuotteiden valmistaja Constructor Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Lavatavaran-kasittely/Kasten-kapeakaytavahylllysto-P90/>>. (luettu 2.1.2013)
14. Tietoa kapeakäytävätrukista. Toyota Material Handling Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.toyota-forklifts.fi/fi/products/very-narrow-aisle-trucks/bt-vector-r-series/pages/default.aspx>>. (luettu 2.1.2013)
15. Kuva kapeakäytävätrukista. Toyota Material Handling Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.toyota-forklifts.fi/Fi/Products/very-narrow-aisle-trucks/bt-vector-r-series/Pages/Default.aspx>>.

16. Kuormalavasiirtohyllystön esittely. Kasten tuotteiden valmistaja Constructor Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Lavatavaran-kasittely/Kasten-siirtohyllyt-P90/>>. (luettu 30.1.2013)
17. Kuva kuormalavasiirtohyllystä. Kasten tuotteiden valmistaja Constructor Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Lavatavaran-kasittely/Kasten-siirtohyllyt-P90/>>.
18. Tornado-varastoautomaatin esittely. Kasten tuotteiden valmistaja Constructor Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit-ja-WMS/Tornado-varastoautomaatti/>>. (luettu 2.1.2013)
19. Kuva varastoautomaatista. Kasten tuotteiden valmistaja Constructor Finland Oy:n kotisivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit-ja-WMS/Tornado-varastoautomaatti/>>.
20. Kuva levytavaravaunusta. Yritysluettelomyyntiyritys Gerdmans Yrityskalusteiden kotisivut. [WWW-dokumentti] <[http://images.kkeu.de/is/image/kke/Kuljetuslaitteet\\_ja\\_vaunut/Materiaalivaunut/Levyta-varavaunu\\_ilman\\_aisaa\\_normal--00032289-01.jpg](http://images.kkeu.de/is/image/kke/Kuljetuslaitteet_ja_vaunut/Materiaalivaunut/Levyta-varavaunu_ilman_aisaa_normal--00032289-01.jpg)>.
21. Yhdistelmäajoneuvojen sallitut pituudet. Kuljetusopas verkkosivut. [WWW-dokumentti] <<http://www.kuljetusopas.com/kalusto/>>. (luettu 1.4.2013)
22. Tavaran toimittajilta ja urakoitsijoilta pyydytyt työmääräarviot 2.4.2013

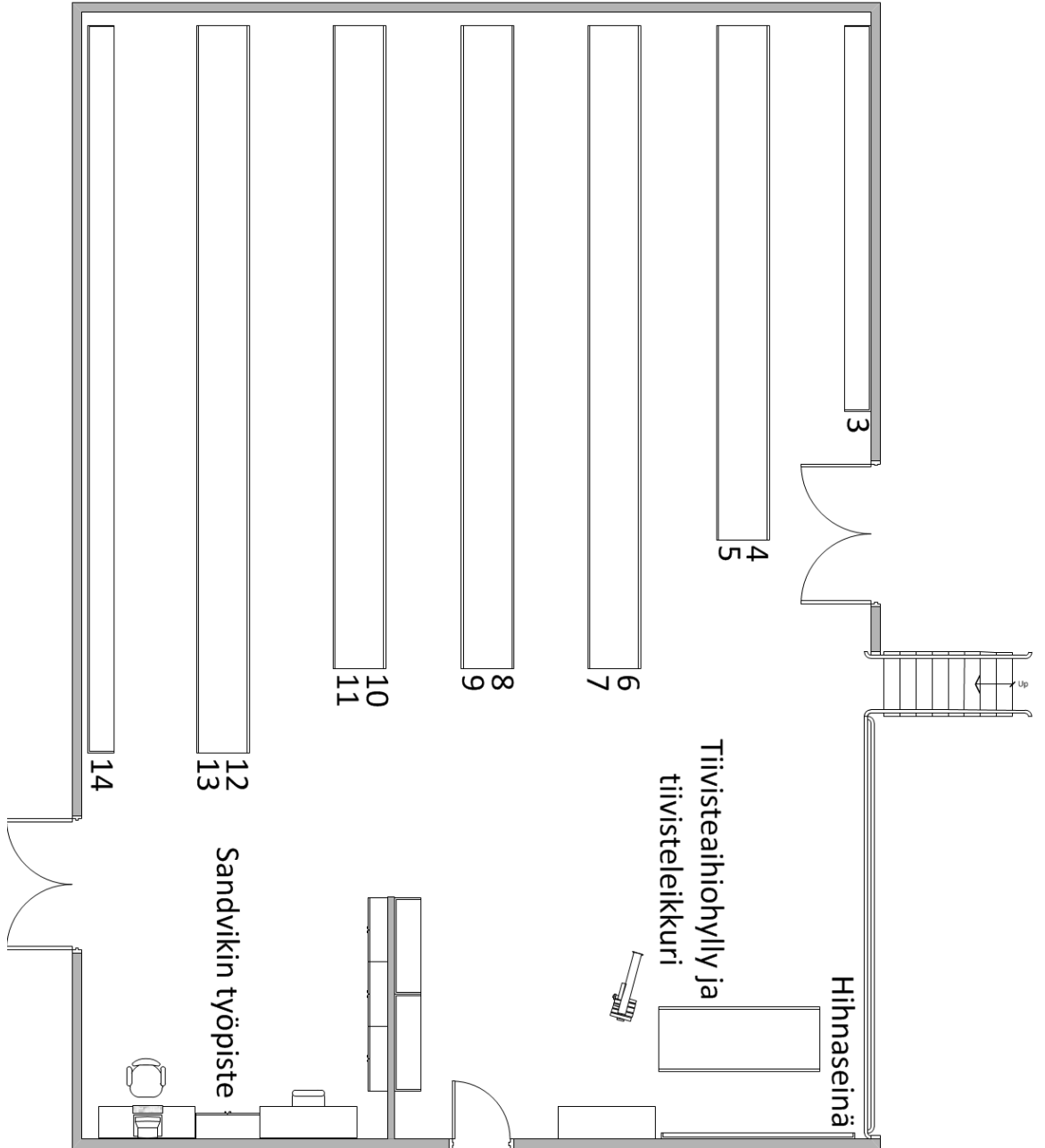
## LIITTEET

- LIITE 1 KESKUSVARASTON ALAKERRAN NYKYINEN LAYOUT
- LIITE 2 KESKUSVARASTON YLÄKERRAN NYKYINEN LAYOUT
- LIITE 3 RASKASVARASTON NYKYINEN LAYOUT
- LIITE 4 KESKUSVARASTON ALAKERRAN KAPEAKÄYTVÄ LAYOUT
- LIITE 5 KESKUSVARASTON ALAKERRAN SIIRTOHYLLY LAYOUT
- LIITE 6 KESKUSVARASTON YLÄKERRAN UUSI LAYOUT
- LIITE 7 RASKASVARASTON UUSI LAYOUT
- LIITE 8 KESKUSVARASTON KUORMALAVAHYLLYSTÖN HYLLYKARTTASUUNNITELMA
- LIITE 9 NIMIKKEIDEN TILANTARVE MATERIAALIRYHMITTÄIN
- LIITE 10 KÄYTETYIMMÄT NIMIKKEET
- LIITE 11 KISKON ASENNUS LATTIAA KOROTTAMALLA

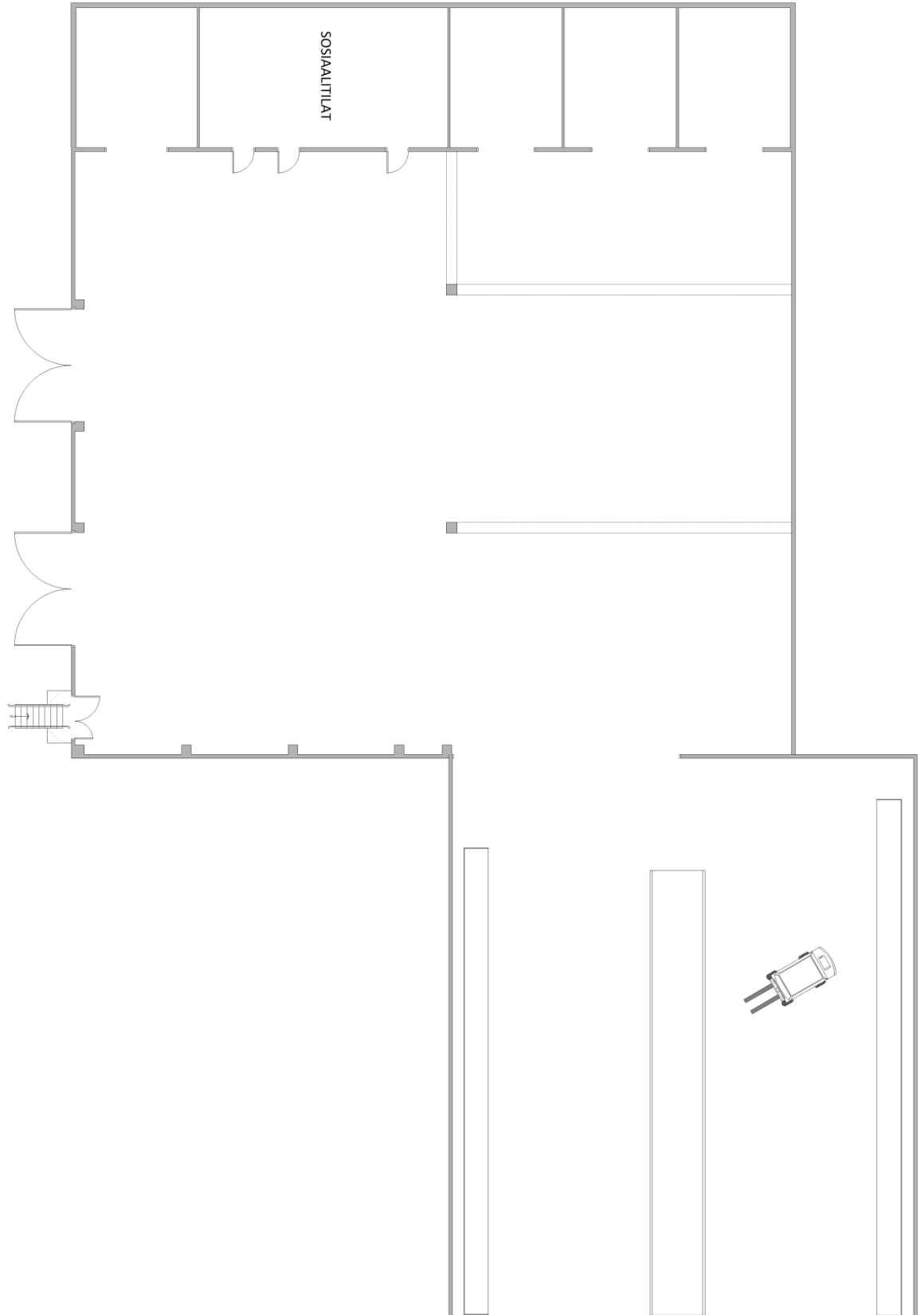
# KESKUSVARASTON ALAKERRAN NYKYINEN LAYOUT



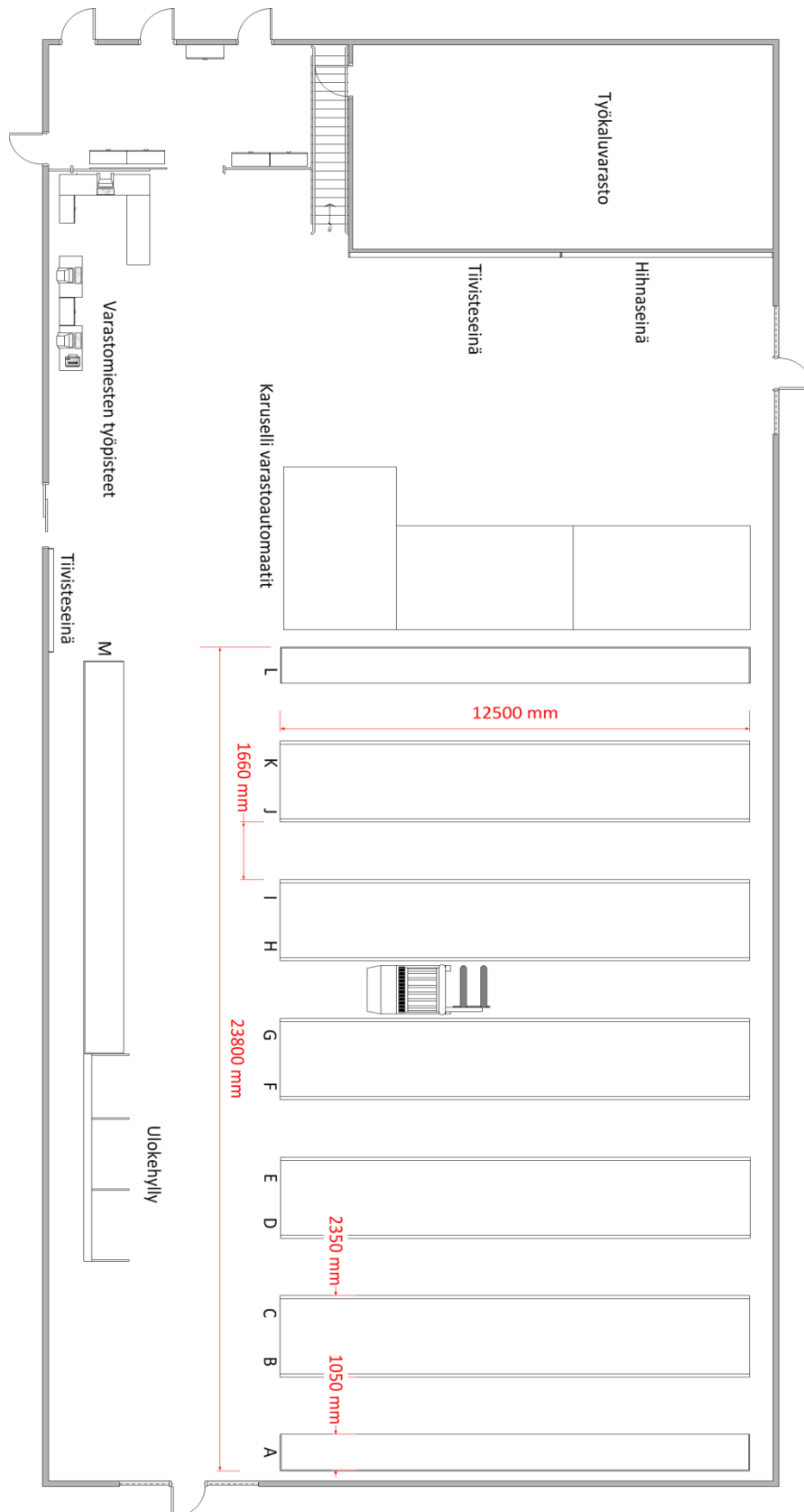
## KESKUSVARASTON YLÄKERRAN NYKYINEN LAYOUT



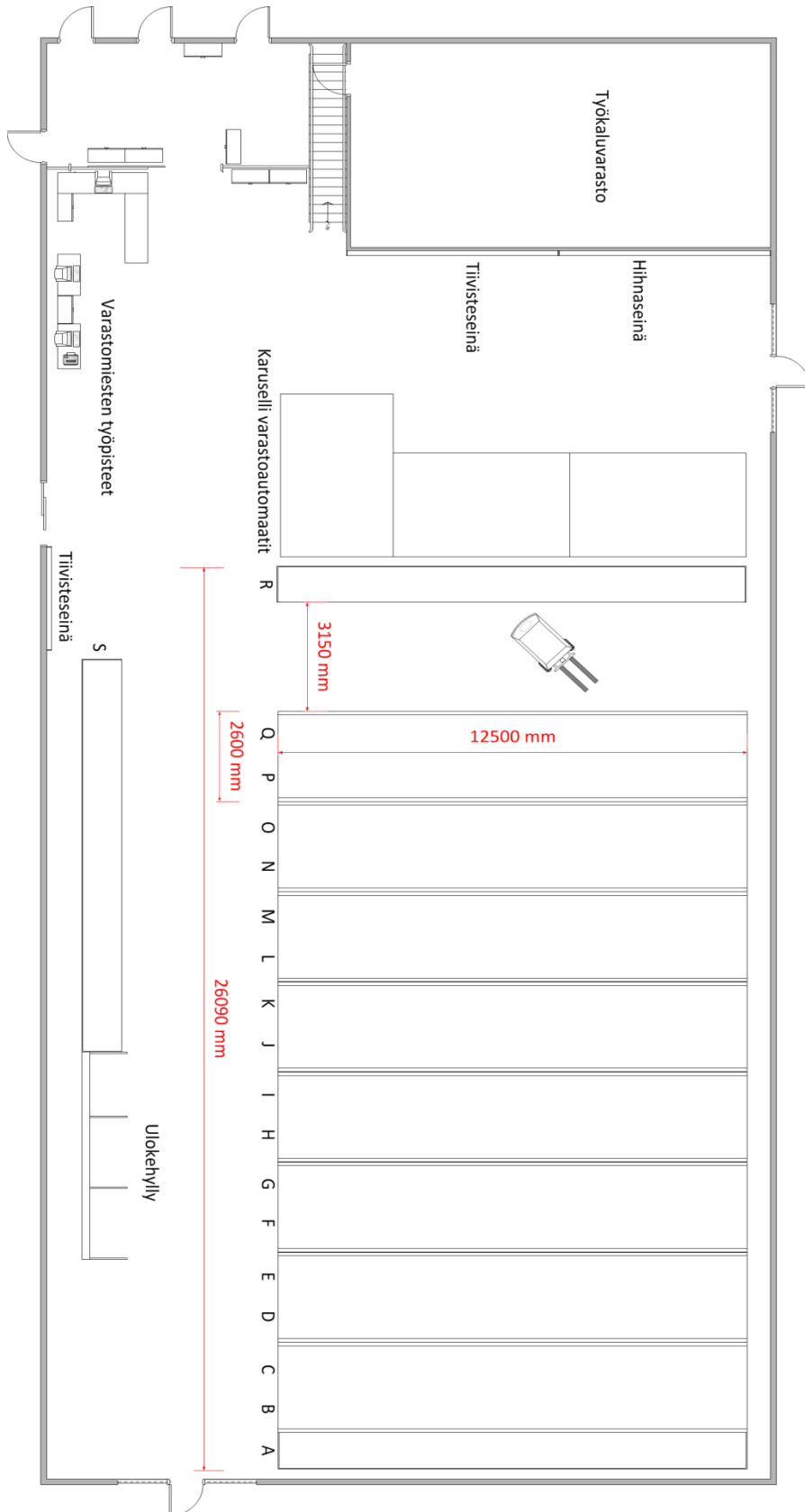
# RASKASVARASTON NYKYINEN LAYOUT



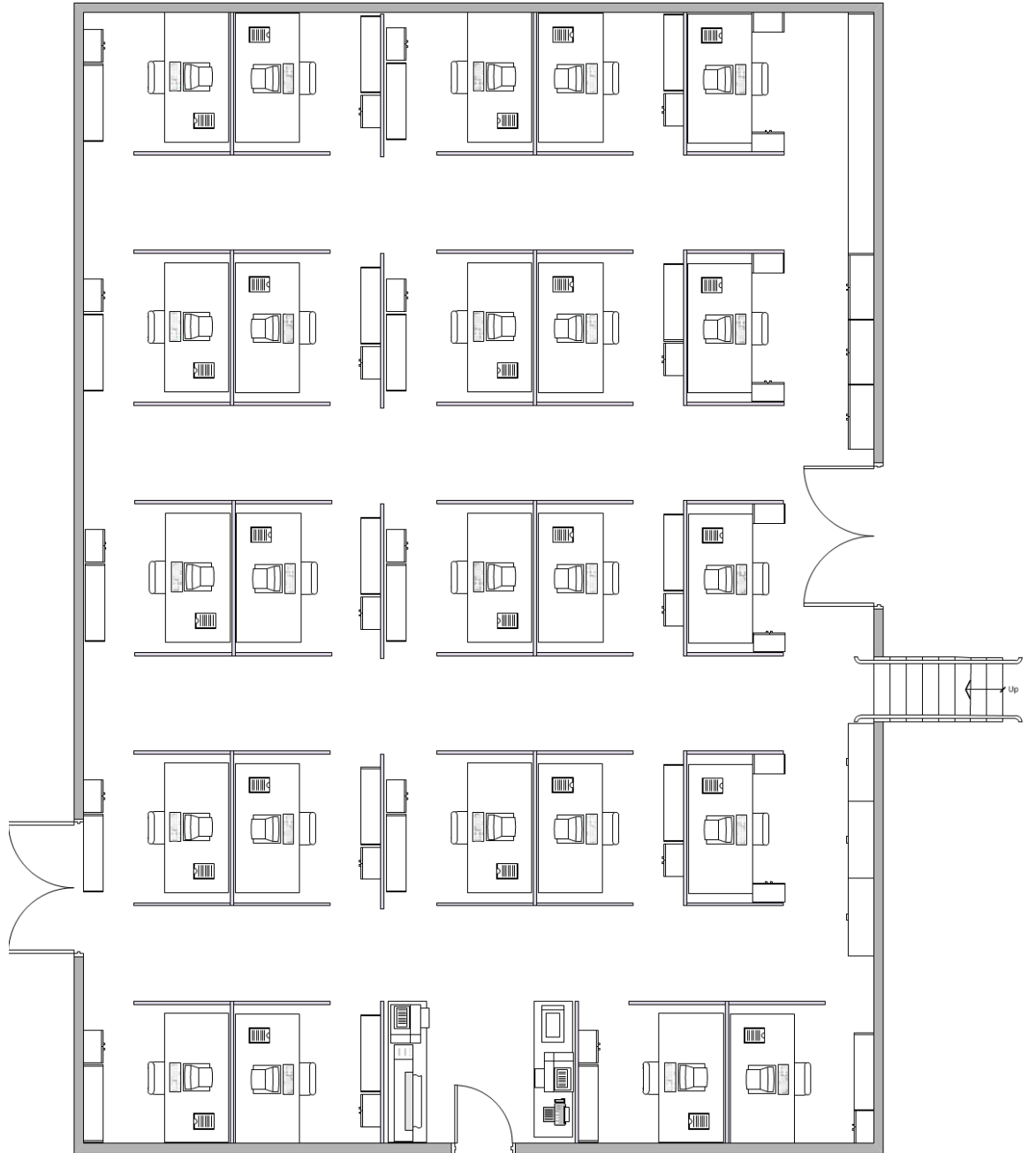
## KESKUSVARASTON ALAKERRAN KAPEAKÄYTTÄVÄ LAYOUT



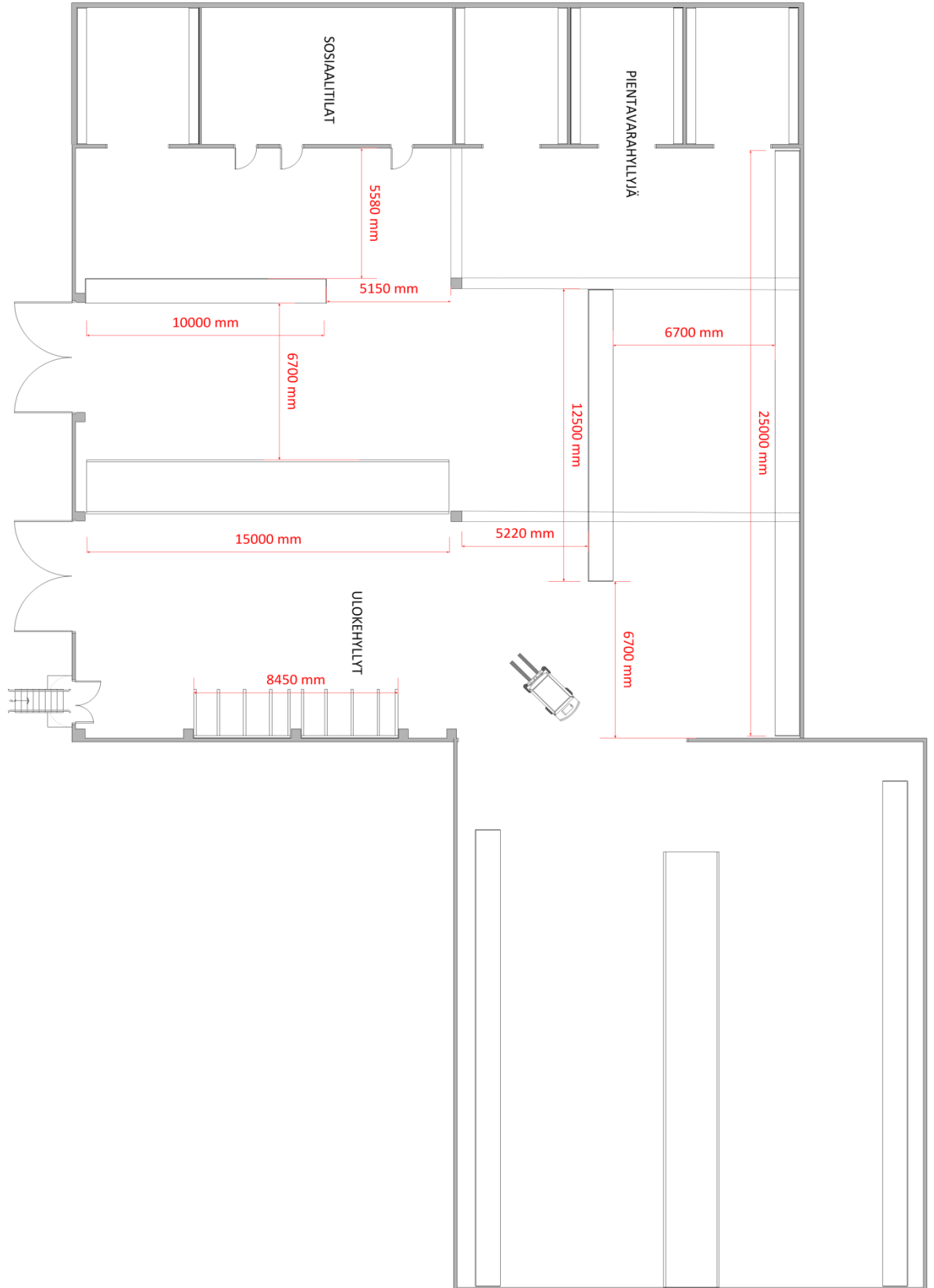
# KESKUSVARASTON ALAKERRAN SIIRTOHYLLY LAYOUT



## KESKUSVARASTON YLÄKERRAN UUSI LAYOUT



## RASKASVARASTON UUSI LAYOUT





## NIMIKKEIDEN TILANTARVE MATERIAALIRYHMITTÄIN

<b>Materiaaliryhmä ja sen kuvaus</b>	<b>Arvioitu tilantarve (lavapaikkaa)</b>
601011 Palloventtiilit	40
601012 Takaiskuventtiilit	13
601013 Läppäventtiilit	18
601014 Istukkaventtiilit	5
601015 Levyluistiventtiilit	1
601016 Muut venttiilit	25
601017 Prosessiventtiilien osat	65
6011 Kuljettimet osineen	28
6012 Hissit, nosturit, rakennustelineet osineen	2
6013 Pumput osineen	29
6014 Puhaltimet, kompressorit osineen	6
6015 Vaihteet, variaattorit osineen	6
6016 Prosessikoneet osineen	37
6017 Laakerit ja laakeritarvikkeet	59
6018 Tiivisteet ja palkeet	44
6019 Voimansiirtotarvikkeet	44
6020 Sähköasennustarvikkeet	22
6021 Sähkölaitteet	73
6022 Prosessiautomaatiolaitteet	64
6023 Hydrauliiikan laitteet osineen	6
6024 Pneumatiikan laitteet osineen	8
6025 Suodattimet ja suodatin elementit	37
6028 Putket ja letkut tarvikkeineen	44
6029 Kiinnitystarvikkeet	35
6030 Voitelu- ja polttoaineet, kaasut ja tarvikkeet	6
6031 Työkalut ja tarvikkeet	2
6032 Rakennustarvikkeet	17
9411 Työasut ja suojelutarvikkeet	8

## KÄYTETYIMMÄT NIMIKKEET

Nimike	Kuvaus	Nykyinen hyllypaikka	Materiaali- ryhmä
301306	PALLOVENTTIILI, DN50, PN?, AISI316/PTFE, KSB	C0J	6010
301386	PALLOVENTTIILI, DN25, PN63, HITS/HITS, AISI316/PTFE, PROFIN VT3L, KSB, SOPIMUSVALM.	B1J	6010
200696	TULPPAVENTTIILI, DN200, PN16, PALJAS , FIS 1.4408/PTFE, 127ISO, XOMOX	E4E	6010
107373	TIIVISTESARJA, DN20, FGT7668T, PALLOVENTTIILILLE (AP-PLIKOINTI) GEFAN HASTELLOY	7F3E4	6010
200654	PALLOVENTTIILI, DN40, PN16, KÄSIKAHVA, VUORATTU, R201, XOMOX	C2K	6010
106635	KAAVARINTERÄ, BEP35-A	J1G	6011
107147	LAITAKUMI, 1-K-15, 15X100X5000mm, ROXEL	E1A	6011
103005	KAAVARINTERÄ, 95-SEG-481N	I2J	6011
106634	KAAVARINTERÄ, BEP35-U	J1G	6011
110347	KAAVARINTERÄ, SK-10 HOSCH, 240mm	K2L	6011
110746	URETAANITERÄPALA, PCHD-T	D1G	6011
100767	KAUHA, 621 SCHRAGE	E4H	6011
110509	MUTTERI, 1 1/8IN, AFG0005758	K1A	6011
110508	PULTTI, 1 1/8INX96, AFF0006489 3	K1A	6011
105007	KALVO, 04-1060-51, 630PPU0001, BACK-UP	3F6	6013
105009	VENTTIILIPALLO, 04-1080-55, KP-PUMPPUUN SULZER A10-50	3F6	6013
111146	VENTTIILIN ISTUKKA, 04-1125-20	K6L	6013
105010	VENTTIILIN ISTUKKA, 04-1125-20	3F6	6013
111145	VENTTIILIPALLO, 04-1080-55, KALVOPUMPPUUN, WILDEN PX400	K6L	6013
112945	SULKUPELLIN MUOVINEN LAAKERIHOLKKI, KOJA	I2E	6014
112023	MÄNNÄNRENGAS, 900 27498, MAHLER	1D2	6014
200471	HIHNA, PA P27/3 50X3.2 PA, LAROX PA26736	F2B	6016
110654	KB-YLITTEEN SUUTIN, WARMAN, (VORTEX FINDER-STRAT) DIA 35mm MAT. 04080CVX35U03	I4C	6016
110653	KB-KOTELON VUORAUUS, (KB SPIGOT LINER-STRAT) DIA 25mm MAT. 06064C25R55	F2K	6016
200472	HIHNA, PA P27/3 25FLAT PA, LAROX PA24206	F3B	6016
110655	KB-KOTELON VUORAUUS, (KB COVER LINER, SERIES CV/X-STRAT) MAT. 04018CVXR55	I4C	6016
100047	KITKARENGAS, 959453	ISABEF	6016
100707	PALLOM.RULLALAAKERI, 23134 CCK/W33	I4F	6017
111159	PALLOM.RULLALAAKERI, 23252 CC/W33	VAL1A03C2	6017
201144	URAKUULALAAKERI, 6200 2RSH C3	1F2	6017

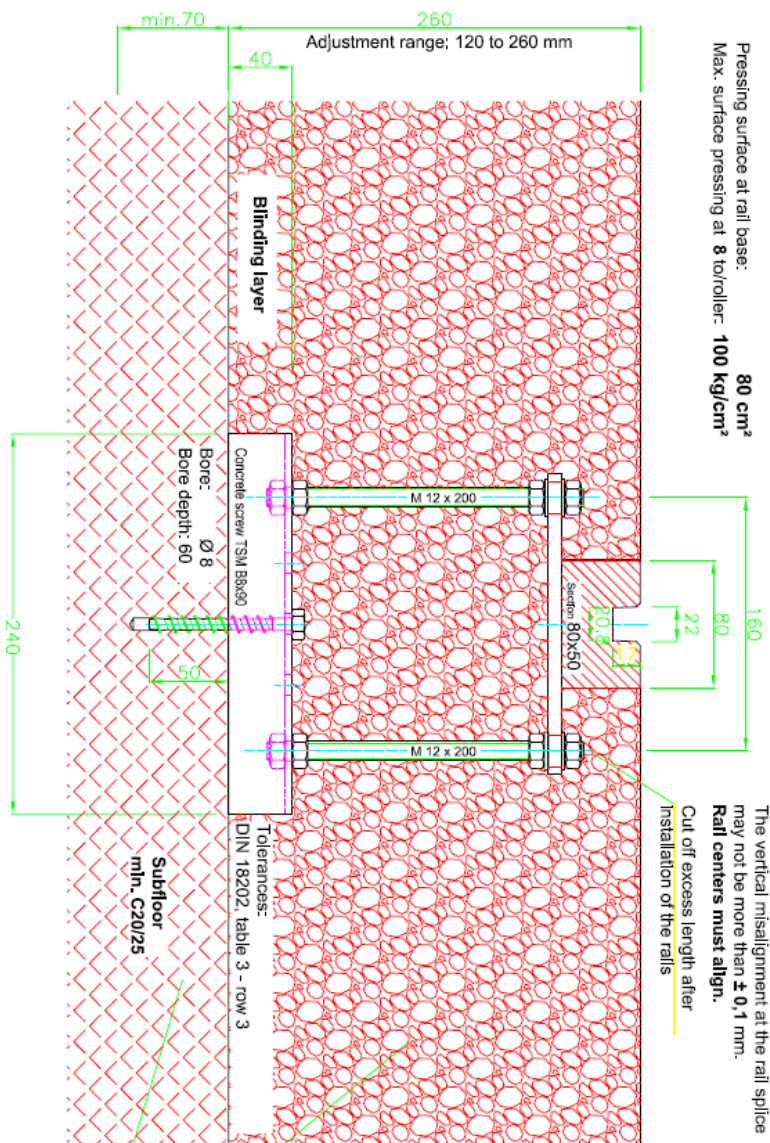
109203	PÄÄTYKANSI, ECY 208	1B1E1	6017
108062	KARTIORULLALAAKERI, 30204 J2/Q	1A2D1	6017
110156	URAKUULALAAKERI, 6308 2RS1 C3	1A5C1	6017
102327	LIEKKIRENGASTIIVISTE, DN25X1.5 PN10-40, SIGRAFLEX, HOCHDRUCK 622	5D3	6018
110483	TASOTIIVISTE, 37/10X2.0, GRAFILIT SP	5F4	6018
111264	TIIVISTE, 38/24X1.0, GRAPHITE PMS KLINGER	5D3	6018
105150	TIIVISTE, 160/145X1.5, GRAPHITE SLS KLINGER	5D3	6018
105891	TIIVISTE, 85X70X1.5 GRAPHITE SLS KLINGER	5F4C2	6018
103350	LASIKUITUTIIVISTE, 8X8 LK-550K 100m/RLL	6C6A1	6018
107212	TASOTIIVISTE, DN100X1.6, PN10/16, SIGMA500	9F4	6018
111266	LAIPPATIIVISTE, DN25X1.5, PN16, PTFE, GORE STYLE 800	5E4	6018
111289	SUOJAPALJE, D350.L400/5C, D380, ILMAN VETOKETJUA, KANGASLAIPAT PÄIHIN	VALIO	6018
108000	O-RENGAS, LPP 65 80070, JF91000588, LAROX	J0G	6018
110349	JOUSTO-OSA, HOSCH SK-10	K2L	6019
109772	KELLOKYTKIN, TIMER AT 1, SNRO:3571934, 230V, 50Hz, THEBEN	9B10	6020
101797	LAMPPU, SUURPAINENATRIUM, GE LU100/100/XO/T/40	10C10	6020
107015	KAAPELIKENKÄ, 4mm <sup>2</sup> , NIKKELIÄ	3F2	6020
107990	LAMPPU, CMH100/TT/UVC/830/E40, GE LIGHTING	10C10	6020
108647	PIENOISLOISTELAMPPU, MASTER PL-C 18W/840/4P, PHILIPS	10E10	6020
103377	SULAKE, 170AM8554, UR, 1250A/690VAC, BUSSMAN, DIN3	711A1	6020
111574	KULKUKORTIN POHJA, P1003S, SININEN	6C6	6021
109593	PROFIBUS, VÄYLÄHAAROTIN, F2-JBSC-4.CG, PEPPERL-FUCHS	10F6	6021
107089	VÄYLÄLIITÄNTÄYKSIKKÖ TXXX:LLE, MASTER PB4M, 4 PORT, PLANRAY	4D1	6021
110990	MIKA-LEVY, LEIKATTUNA	K1K	6021
108591	COMPACT FLASH, ACN C20, 256 MB, METSODNA, D200978	10E8	6021
111573	ÄLYKORTTI, MIF1KS50, ID-KORTTI	6C6	6021
107013	KERAAMINEN VASTUS, 5kW, 400/230V	3A10	6021
107090	VÄYLÄLIITÄNTÄYKSIKKÖ TXXX:LLE, PLANCONTROL, SLAVE PB4S, 4-PORT, PLANRAY	4D1	6021
100007	RAJAKYTKIN, Z4V1OH 335-11Z-1172-2466, SCHMERSAL	4D7	6022
107285	KAASUHAISTELIJA, KIIINTEÄ, RIKKIVETY (EX), H2S 0-250% XGARD/1/A/M20/ATEX/H2S/250	E3H	6022
109595	PH-ELEKTRODI, CPS91D-7BT21	5F7	6022
102450	PH-ELEKTRODI, CPS91D-7BO21	4F6	6022
108946	PAINEMITTARI, HST, 0...40bar	9D7	6024
108566	PAINEMITTARI, 35MAN0102040, R1/8, 0...12bar	10D7	6024
110907	MAGNEETTIVENTTIILI, UM/22456/172/NH/83N ISO SIZE 4, 2.5...16bar, NORGREN	9B7	6024

107119	MAGNEETTIVENTTIILI, L22-BA452BG17G61, NUMATICS	10E8	6024
108192	PAINEMITTARI, 375701836.1454.084001, D63, 250bar R1/4A, IMT	10D7	6024
102810	ILMANSUODATIN, CL-66-10-F6 LK, L547	I4J	6025
104998	HUOHOTIN, BF P7 G3W 1.0	7G4A1	6025
104999	HUOHOTINSUODATIN, 310948 0007, L 003 P, HYDAC	7G4B1	6025
103034	SUODATINPATRUUNA, QN40P01XX, DOMINICK	E1I	6025
107460	SUODATINLETKU, 125X3480, PRISTYNE/POLYESTERI, 400g/m2	D8D	6025
108947	SUODATIN, CL-66-10-F7 LK, L547, 0209	J5H	6025
107461	SUODATINLETKU, 125X4900, PRISTYNE/POLYESTERI, 400g/m2	D8D	6025
108082	LETKU, SBRT 10032/165/1L	7D5B1	6028
107195	LETKU, SBRT 10025/165/1L, DN25, 51341	7D5A1	6028
107196	LETKU, SBRT 25065/165/1L, 72341	7D4A1	6028
105134	VOITELULETKU, A0337-R7 PU-4.3X8.4	6B4B1	6028
300276	KAULUSLAIPPA, DN32, PN40, 316L	C3K	6028
101776	NOKKAVIPULIITIN, E-UROSLIITIN, 3IN, LETKUKARA, SS	7A3D1	6028
300274	KAULUSLAIPPA, DN25, PN40, 316L	C3K	6028
109670	LETKU, D25/32, VAHV, PVC, TOPPCLEAR, KIRKAS	6C1A1	6028
100671	LETKU, PAVE 10025, D25, 1.0 Mpa	I5G	6028
105003	KÖYSI, 8mm, PALM.POLYETEENI, ORANSSI, NOIN 250m/6.9kg/RLL	6B5C1	6029
103348	KÖYSILUKKO, 3mm, AISI316, VAIJERILLE	6A6A1	6029
110567	KUUSIOMUTTERI, M27, 42CrMo4	E2J	6029
108139	ELEVAATTORIPULTTI JA -MUTTERI, M12X60	F3C	6029
100696	TERÄSKÖYSI, D10	6A3A1	6029
110861	HV-ALUSLAATTA, M36, 37X66X6, 42CrMo4, DIN6916	J2I	6029
105163	KÖYSILUKKO, 6mm, KL06HK HAPONKESTÄVÄ, CERTEX	6A6B1	6029
110543	FINN- KIINNITIN N4/T33, YLÄOSA KUUMASINKITTY, RUUVI DELTAPINNOITETTU, RITILÄN KIINNIKE	E1E	6029
110570	KUUSIOMUTTERI, M24, 25CrMo4	E2J	6029
109796	HITSAUSPUIKKO, D3.25, CASTOLIN ELEKTRODIS EC4923	1D6	6031
109560	KANSITIILI, TRIMOR INSULITE	VAL1B01A1	6032
107168	ILMAISINPUTKI RIKKIVETY 2/a, 2-20 ppm ja 20-200 ppm 6728821	6D2A1	6033
110054	RIKKIVETY, (H S) MITTAUSPUTKI DRÄGER 0.2 til-%-7.0 til-% 10/kpl rasia	6D3B1	6033
110055	RIKKIHIILI, (CS2) MITTAUSPUTKI DRÄGER 3-95 ppm 10/kpl rasia	6D3A1	6033
107167	ILMAISINPUTKI RIKKIVETY 100/a 100-2000 ppm CH29101	6D3C1	6033

KISKON ASENNUS LAT'TIAA KOROTTAMALLA

**Rail installation 80x50 in vacuum concrete**  
**MOVO 2008N guide rail**

(The solution displayed is only a suggestion)



Pressing surface at rail base:  
 Max. surface pressing at 8 to/roller: **100 kg/cm<sup>2</sup>**

The client is responsible for the leveling between the rails.

Weld anchor plates, rails and rail splices during installation.

The vertical misalignment at the rail splice may not be more than **± 0,1 mm**.

**Rail centers must align.**

Cut off excess length after installation of the rails

**Structural layout of concrete layer incl. embedding of rails, by the client.**

Rail tolerances for dynamic racks pREN 15095:2005 Appendix D

Side tilt: **max. 1 mm** for 100 mm width

Height tolerances for all rails: **± 3 mm** based on a common base height (that applies to both directions)

Height difference between adjacent rails: **max. 1/1000** of the distance between rail centers

Tilt of rails: **max. 1 mm on 1000 mm** measured at any point.

Straightness of rails: **max. 3 mm** to the axis of the rails

Tolerance of floor: **max. ± 3 mm** to the top edge of the rails which has to flush with the edges of the rails.

Vacuum concrete min. C20/25 (B 25)

Subfloor min. C20/25  
 Base Height min. 70

