



Välivaraston suunnittelu

Raskaan kaluston, rakennusliikkeiden ja rakennustarvikkeiden jälleenmyyjien tarpeisiin

Otto Kankaanperä

Opinnäytetyö, AMK

Marraskuu 2024

Insinööri (AMK), Logistiikan tutkinto-ohjelma

Kankaanperä, Otto

Välivaraston suunnittelu. Raskaan kaluston, rakennusliikkeiden ja rakennustarvikkeiden jälleenmyyjien tarpeisiin

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Marraskuu 2024, 50 sivua

Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: Suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

Tiivistelmä

Kiinteistö Oy Pärnäkorpi -yhtiö oli suunnitellut liiketoiminnan laajentamista Myllyjärven teollisuusalueella tarjoamalla välivarastointipalveluita rakennusalan ja sen sidosryhmien tarpeisiin. Hyvien liikenneyhteyksien ja logistiikkapalveluiden myötä nähtiin tutkimustarve, jonka opinnäytetyön myötä voitaisiin toteuttaa. Tehävänä oli saada vastaukset kolmeen toimeksiantajan ja tulevien käyttäjien kanssa suunniteltuun tutkimuskysymykseen: Kysynnän ja tarpeen selvittämiseen, varaston layout-pohjaan, sisältäen varaston tekniikan ja toiminnallisuuden sekä välivaraston kokonaisuuden hallintaan. Tavoitteena oli näiden tutkimuskysymysten myötä luoda perusta välivarastoprojektin toteuttamiselle.

Ensimmäisenä opinnäytetyössä toteutetun tutkimushaastattelun tavoitteena oli saada tietoa välivarastoinnin tarpeesta laadullisen puolistrukturoidun tutkimushaastattelun avulla. Haastattelumenetelmälle oli laadittu kysymykset rakennusalan toimijoille vastaamaan heidän tarpeistaan ja toiveistaan varastoinnin suhteen. Varastorakennuksen ja varastointialueiden sijainti tontilla määräytyi havainnointien ja mittaamisten tuloksena kahden eri vertailtavan suunnitelman osalta. Varastorakennuksen layoutista toteutettiin kolme eri vaihtoehtoa Autodesk Inventor-ohjelmistolla. Lisäksi varastoon laadittiin varastopaikkajärjestelmä Microsoft Excel-ohjelmistolla. Osoitepaikkajärjestelmä luotiin tietolähteiden ja suunnittelun myötä ja tarkasteltiin varastohallintatekniikoiden ja materiaalinkäsittelyn siirtokaluston soveltuvuutta. Lopuksi vertailtiin tietolähteiden avulla sopivaa varastohallintajärjestelmää, jolla varaston kokonaisuutta hallitaan.

Projektin haastatteluista saatiin varmuutta välivarastoinnin tarpeesta ja näkemyksistä. Varastorakennuksen ja varastointipaikkojen osalta päädyttiin varastopaikkasuunnitelmaan A. Layout-vaihtoehtoista parhaimmaksi välivarastoon valikoitui varaston layout-suunnitelma 1, johon luotiin varastopaikkajärjestelmä. Varastohallintatekniikoista parhaiten välivarastoon soveltui viivakooditekniikka. Tekniikan osalta myös materiaalinkäsittelyn siirtokalustoksi parhaiten soveltui nelitietrukki. Varastohallintajärjestelmien vertailujen osalta päädyttiin Visma Nova:n varastokirjanpito-ohjelmistoon. Opinnäytetyön tuloksena syntynyttä tietoa ja suunnitelmia voidaan käyttää perustana välivaraston toteuttamiseen. Esiteltyjä ratkaisuja voidaan myös soveltaa välivarastoinnin kehittyessä tulevaisuudessa.

Avainsanat (asiasanat)

Varastointi, välivarasto, layout, suunnittelu, haastattelu

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Kankaanperä, Otto

Interim storage planning for the needs of dealers of heavy equipment, construction companies and construction supplies.

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, November 2024, 50 pages.

Degree Programme in Logistics Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Kiinteistö Oy Pärnäkorpri Company had planned to expand its business in the Myllyjärvi industrial area by offering interim storage services to meet the needs of the construction industry and its stakeholders. With good transport connections and logistics services in place, the need for research was identified, which could be carried out as part of a thesis project. The task was to obtain answers to three research questions, developed with the client and potential users. These questions focused on determining demand and needs, designing the warehouse layout (including warehouse technology and functionality), and managing the overall interim storage project based on these research questions.

The primary objective of the research interview conducted for the thesis was to gather information on the need for interim storage through a qualitative, semi-structured interview. Questions were developed for construction industry stakeholders to address their needs and preferences regarding storage. The location of the warehouse building and storage areas on the property was determined based on observations and measurements in two different comparison plans. Three layout options for the warehouse building were created using Autodesk Inventor software. Additionally, a storage location system was developed in Microsoft Excel. The address location system was created based on sources and design and included an assessment of warehouse management technologies and the suitability of handling equipment. Finally, a suitable warehouse management system was identified to manage the overall storage solution.

The interviews conducted during the project confirmed the need for interim storage and provided insights. Regarding the warehouse building and storage locations, Storage plan A was selected. Layout option 1 was chosen as the best layout plan for the interim storage, to which a storage location system was created. Among warehouse management technologies, barcode technology was found to be the most suitable for interim storage. In terms of handling equipment, the four-way forklift was identified as the best fit. For warehouse management systems, the Visma Nova inventory management software was chosen. The information and plans produced in the thesis can be used as a foundation for implementing the interim storage facility. The solutions presented can also be adapted as interim storage needs evolve in the future.

Keywords/tags (subjects)

Warehousing, interim storage, layout, design, interview

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	3
1.1	Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset	3
2	Tutkimusmenetelmät	4
2.1	Tutkimusaineiston eettisyys.....	5
2.2	Tietosuoja.....	6
3	Varastointi	6
3.1	Varastot yleisesti	6
3.2	Varastoinnin jaottelut: Käyttötarkoitus ja materiaalin säilytettävyyys	7
3.3	Varastojen eri olosuhteet.....	8
4	Varastointitekniikka	8
4.1	Kuormalavavarasto	9
4.2	Materiaalinkäsittelyn siirtokalusto	10
4.3	Trukit	11
4.4	Varastopaikkajärjestelmät	12
4.5	Varastopaikkaosoitteet	13
5	Varastonhallintajärjestelmät	14
5.1	Vaihtoehdot varastonhallintajärjestelmälle	15
6	Varaston tekniikka ja automatistointi	18
7	Layout-suunnittelu	19
7.1	Tavoitteet layout-suunnittelussa	19
7.2	Layoutin toteutus	20
8	Haastattelut	23
9	Varaston layout	29
10	Välivarastoon valittu tekniikka	33
11	Varastonhallintajärjestelmän valitseminen	36
12	Yhteenveto ja pohdinta	37
12.1	Työn luotettavuuden arviointi	40
12.2	Jatkokehitystoimet.....	41
	Lähteet	43
	Liitteet	46
	Liite 1. Visma varastokirjanpito sovellus.....	46

Kuviot

Kuvio 1. Kuormalavahyllyjen mitat (Intolog 2023, 8, muokattu).....	9
Kuvio 2. Kuormalavojen mitat (Kaukokiito 2017, muokattu).	10
Kuvio 3. Varastopaikka suunnitelma A.	21
Kuvio 4. Varastopaikka suunnitelma B.....	22
Kuvio 5. Haastattelukysymykset	24
Kuvio 6. Varaston layout-suunnitelma 1.....	30
Kuvio 7. Varaston layout-suunnitelma 2.....	31
Kuvio 8. Varaston layout-suunnitelma 3.....	32
Kuvio 9. Varastopaikkajärjestelmä.....	34
Kuvio 10. Lavahyllyn osoitepaikkajärjestelmä.	35

Taulukot

Taulukko 1. Osoitepaikkajärjestelmä esimerkki (Hokkanen & Virtanen 2012, 97, muokattu). .	14
Taulukko 2. Haastattelukysymys 2.....	25
Taulukko 3. Haastattelukysymys 6.....	26
Taulukko 4. Haastattelukysymys 9.....	27
Taulukko 5. Haastattelukysymys 11.....	28

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön keskiössä oleva välivarasto on yksi varastoinnin lukuisista muodoista. Käsitteenä välivarastolla tarkoitetaan fyysisesti tai käsitteellisesti olevaa paikkaa, kuten esimerkiksi jakelukeskusta toimittajan ja jälleenmyyjän välillä. Välivarastointi sopii hyvin joustavaan ja eri mittaiseen väliaikaiseen varastointiin. (Hwang & Wang 2013.)

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella Kiinteistö Oy Pärnäkorpi-yritykselle uusi välivarasto palvelemaan rakennusyritysten ja maantielogistiikan tarpeita. Kiinteistö Oy Pärnäkorpi on aloittanut toimintansa vuonna 1987 ja se toimii Jyväskylässä keskeisellä sijainnilla Myllyjärven teollisuusalueella Keuruuntien varrella. Välivarasto yritystoimintana tulee Pärnäkorven nimen alle hallinnollisesti. Samassa pihapiirissä toimivat yritykset Kuljetusliike Rahikkala Oy ja Nosto ja Kuljetus Ruuska Ky. Nämä kaksi yritystä pyörittävät välivaraston toimintaa opinnäytetyössäkin selvitettävän varastonhallintajärjestelmän avulla. Kiinteistö Oy Pärnäkorpi hallinnoi myös tällä hetkellä alueella toimivaa raskaan kaluston pesupalvelua. Samat yritykset pyörittävät myös pesulan toimintaa Pärnäkorpi-yhtiön alaisuudessa.

Projektin aloittamisen taustalla on ollut rakennusalan toimijoiden tarve välivarastoinnille. Mahdollisesti vuonna 2025 nousevan välivaraston sijainti on hyvien liikenneyhteyksien varrella Keuruuntielle lähellä Keski-Suomen keskussairaala Novaa. Väliaikaista varastointia yritys on tarjonnut aikaisemminkin tontilla sään armoilla ilman rakenteellista varastoa tai varastointijärjestelmää.

Tavoitteena on löytää vastaukset kolmelle keskeiselle kysymykselle välivaraston toteuttamiseen liittyen. Jokainen tutkimuskysymys tukee toisiaan välivaraston suunnitelman läpiviemiseksi. Kysymyksistä rakentuu opinnäytetyön runko sekä keskeiset aihepiirit koko varaston suunnittelun toteutukselle. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Onko välivarastoinnille kysyntää ja minkälaista välivarastointia olisi hyvä tarjota?
2. Minkälainen layout sopisi välivarastoon sisältäen sen tekniikan ja toiminnallisuuden?
3. Miten välivarastoinnin kokonaisuutta hallitaan?

Aiheen rajaaminen on keskitetty vastaamaan näihin kolmeen keskeiseen tutkimuskysymykseen. Rajoitteita ei koko projektin kannalta ole, sillä koko välivaraston toteuttaminen on tällä hetkellä hyvin alkuvaiheessa. Itse rakentamiseen tässä opinnäytetyössä ei siis paneuduta, vaan tutkimuskysymykset ovat mietitty yhdessä toimeksiantajan kanssa palvelemaan heitä mietityttäviä asioita. Tarpeen kartoittaminen, sekä välivaraston suunnittelu ja hallinta luovat perustan koko projektille ja pohjan sille, tullaanko tällaista välivarastoa lopulta rakentamaan.

2 Tutkimusmenetelmät

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen välivarastoinnin tarpeen ja luonteen selvittämiseksi tehdään tutkimushaastattelu. Tutkimushaastattelun tavoitteena on tuottaa tietoa ja aineistoa tietyn ongelman ratkaisemiseksi (Hyvärinen, Suoninen & Vuori 2021). Tavoitteena on haastatella rakennusalan toimijoita sekä potentiaalisia asiakkaita ja selvittää, näkevätkö he selkeää tarvetta välivarastoinnille ja jos varastointi on tarpeen, niin minkälaista varastointia he tavaroilleen haluaisivat. Opinnäytetyössä on määrä haastatella useita eri rakennus- ja logistiikan alan toimijoita. Haastatteluja suunnitellessa on tärkeää pohtia, millaisen haastattelun muodostaa, jotta saa haastattelutilanteessa mahdollisimman paljon irti tutkittavaan asiaan nähden. Tässä opinnäytetyössä toteutettavat haastattelut suoritetaan puolistrukturoituna haastatteluina. Yhtä tiettyä määritelmää puolistrukturoidun haastattelun käsitteelle ei Hirsjärven ja Hurmeen (2022) mukaan ole, mutta puolistrukturoiduille haastatteluille on ominaista se, että haastattelun jokin näkökohta on vakio, mutta eivät kaikki. Kysymysten muoto on silti kaikille samat, mutta kysymysten järjestystä ja sanamuotoja voi vaihdella, joihin haastateltavat vastaavat omin sanoin. Puolistrukturoitua haastattelua voi Hirsjärven ja Hurmeen mukaan kutsua myös teemahaastatteluksi, sillä haastattelussa itsessään pyritään tietyn teeman ympärillä, joka on tässä tapauksessa rakennettu puoliksi kysymysten vaaraan. Tutkimuksen luonne tulee olemaan laadullinen eli kvalitatiivinen kysymysten rakenteen, haastattelijoiden määrän ja aiheen syvyyden puolesta. Tutkimushaastattelut ovatkin tavallisesti joko kvalitatiivisia eli laadullisia, tai kvantitatiivisia eli määrällisiä tutkimuksia. (Hirsjärvi ja Hurme 2022.)

Toisena tutkimuskysymyksenä on selvittää, minkälainen layout sopisi välivarastolle ja sen ympäristöön. Projektiin on tarkoitus tehdä 2 eri luonnosta, jotka voisivat käydä välivaraston layout-malleiksi. Haastattelujen myötä tulevat näkemykset ja toiveet pyritään ottamaan huomioon layout-suunnittelussa vastaamaan asiakkaiden toiveita. Haastattelututkimus luo siis osaltaan perustaa layoutin rakenteelle asiakaslähtöisesti. Lisäksi layout suunnittelussa käytetään paljon havainnointia itseni, toimeksiantajan sekä muiden pihapiirissä työskentelevien työntekijöiden toimesta esimerkiksi pihaympäristön vaikutuksesta layouttiin ja sen sijaintiin turvallisuuden, selkeyden sekä tehokkuuden maksimoimiseksi. Layout ehdotukset tullaan tekemään Autodesk Invento r-ohjelmistolla ja valmiiden layout-mallien jälkeen on määrä pohtia, mikä olisi tehokkaampi vaihtoehto välivarastolle toimeksiantajan sekä muiden käyttäjien kanssa. Sopivimman layout-mallin määrittämisen jälkeen kyseiselle layoutille luodaan vielä varastopaikkajärjestelmä Excel -ohjelmiston avulla.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastataan tarkastelemalla eri varastohallintajärjestelmiä ja varastointitekniikoita, jotka voitaisiin yhdistää yritysten jo käytössä olevaan Logiapp- toiminnanohjausjärjestelmään. Mikäli varastohallintajärjestelmää ei saada synkronoitua kyseiseen järjestelmään, niin tarkastellaan varastohallintajärjestelmän tekniikkaa ja hintatasoja sekä luodaan investointisuunnitelma järjestelmän erillistä käyttöönottoa varten.

Näiden tutkimuskysymysten jälkeen niputetaan ajatukset sekä havainnot kokonaisuudeksi opinäytetyön lopussa pohdintana ja se esitetään toimeksiantajalle, Kiinteistö Oy Pärnäkorpelle sekä sen hallinnoijille Kuljetusliike Rahikkala Oy:lle ja Nosto ja Kuljetus Ruuska Ky:lle. Opinäytetyön tutkimuksessa aineistoa kerätään monipuolisesti ammattikirjallisuudesta, nettilähteistä, haastatteluista ja e-kirjoista kotimaisten ja kansainvälisten lähteiden turvin. Lähteistä kerättyjä tietoja tarkastellaan kriittisesti ja sovelletaan tietoa välivaraston kokonaisuuden hallitsemiseksi.

2.1 Tutkimusaineiston eettisyys

Tiedon hankinnassa sekä sen julkaisemisessa tutkijan vastuulla on noudattaa tutkimuseettisiä periaatteita ja tutkijan on noudatettava hyvää tieteellistä käytäntöä (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 23). Tieteellinen tutkimus on uskottavaa, luotettavaa ja eettisesti hyväksyttyä silloin, kun tutkimuksessa on menetelty hyvän tieteellisen käytännön (HTK) edellytyksiä. Eurooppalaisen tutkimuseettisen ohjeistuksen mukaan hyviä tieteellisen käytännön peruseriaatteita ovat mm. Luotettavuus, rehellisyys, arvostus sekä vastuunkanto. (Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK) 2024.)

Opinnäytetyössä aineistoa kerätään esimerkiksi kirjallisuudesta sekä erilaisista nettilähteistä ja haastatteluista. Aineiston keräämisessä noudatetaan hyvän tieteellisen käytännön edellytyksiä sekä Jyväskylän Ammattikorkeakoulun eettisiä periaatteita. Opinnäytetyössä haetun tiedon luotettavuutta tarkastellaan kriittisesti esimerkiksi lähteen puolueettomuuden, julkaisijan, lähdetiedon alkuperän, uskottavuuden ja totuudellisuuden näkökulmista sekä yllä mainittujen periaatteiden mukaisesti.

2.2 Tietosuoja

Eettisyyden lisäksi myös tietosuoja otetaan opinnäytetyössä huomioon. Opinnäytetyössä käytetty materiaali ja sen lähteet on tuotu esille Jyväskylän Ammattikorkeakoulun raportointiohjetta noudattaen. Lisäksi opinnäytetyössä suoritettujen haastattelujen osalta on päätetty jättää haastateltavien sekä yritysten nimet mainitsematta. Haastattelujen sisällöstä on kysytty lupa yritykseltä ja haastateltavalta tiedon julkaisemiseen. Haastattelutilanteissa on myös tehty selväksi haastattelun käyttötarkoitus ja mihin haastattelun materiaalia tullaan käyttämään. Toimeksiantajan osalta opinnäytetyössä on läpikäyty salassa pidettävien aineistojen mahdolliset rajaukset, joita ei kuitenkaan ilmennyt.

3 Varastointi

3.1 Varastot yleisesti

Varastot ovat merkittävässä osassa logistiikassa ja olennainen osa tilaus-toimitusketjua. Varastolla tarkoitetaan fyysisesti olevaa tilaa tai rakennusta, jossa säilytetään materiaalia tai tavaraa joko lyhyellä tai pitkällä aikavälillä. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 126.) Keskeisin syy varastoimisella on asiakkaan tarpeen tyydyttäminen tehokkaasti kysynnän ja tarjonnan suhteiden heitellessä. Varastoja käytetään esimerkiksi tuotannossa ja tuotteiden valmistuksessa kysynnän epävarmuuden ja kausivaihteluiden tasaamiseksi sekä hyvän asiakaspalvelun saavuttamiseksi. (Tikka 2016, 40.)

Varastot voidaan jaotella materiaalin väliaikaiseksi tai lopulliseksi sijoituspaikaksi. Teollisuustuotannossa varastointi on lähes aina lyhyen ajan varastoimista eli väliaikaista. Lopullinen sijoituspaikka materiaalille voi olla esimerkiksi kaatopaikka. Erilaisia tarkoituksia varastoinnille on paljon (Hokkanen ym. 125). Varastoja voidaan jakaa esimerkiksi kahteen ryhmään: aktiivi- ja passiivivarastoihin. Aktiivivarastot, kuten valmistuotevarastot ovat jatkuvasti käytössä, kun taas passiivivarastoa ei käytetä. Passiivivarastoissa olevia tavaroita voivat esimerkiksi olla yhteiskunnalle kriisitilanteessa olevat tärkeät tavarat, joista yhteiskunnan toimintakyky on kiinni. (Tikka 2016, 45.)

3.2 Varastoinnin jaottelut: Käyttötarkoitus ja materiaalin säilytettävyyys

Varastot voidaan erotella toisistaan esimerkiksi käyttötarkoituksen tai materiaalin säilytettävyyden mukaan. Materiaalin osalta varastot voidaan jakaa kappale- ja joukkotavaravarastoihin. Käyttötarkoituksen osalta taas varastot voidaan jakaa valmistukseen ja jakeluun. Valmistukseen liittyvät varastot ovat teollisuuslaitosten keskiössä. Valmistukseen kategorisoituvat varastot voidaan eritellä vielä jalostuksen vaiheen mukaan. Valmistuksen varastotyyppinä ovat esimerkiksi raaka-ainevarasto, jossa materiaalia säilötään ennen tuotantoon viemistä. Muita tyyppinä ovat esimerkiksi puolivalmiste- ja valmistevarastot. Puolivalmistevarastossa säilötään nimensä mukaisesti tuotannon keskeneräisiä tuotteita. Valmistevarastoissa puolestaan säilötään yrityksen valmiita tuotteita ennen jakelua. Valmistukseen liittyviä varastotyyppinä ovat vielä tarvike- ja työvälinevarastot. Tarvikevarastoissa pidetään tuotannon kannalta olennaisia tavaroita, kuten varaosia ja voiteluaineita. Työvälinevarastot ovat tuotannon työvälineitä varten. (Hokkanen ym. 2011, 126.)

Jakeluun liittyvät varastotyyppit sijaitsevat logistisesti hyvien reittien varrella. Asiakaskuntaan kuuluu esimerkiksi kauppiaita, viranomaisia sekä monia valmistukseen liittyviä tuotantoyrityksiä. Jakelun varastotyyppien sisältyvät esimerkiksi tukku-, myynti-, varmuus-, terminaali- ja tullivarastot. Tukkuvarastot toimivat valmistettavan tuotteen ja myynnin välissä. Tukussa varastoitava tavara on kirjavaa, ja tuloerät sinne ovat massiivisia mutta harvalukuisia. Lähtömäärät taas ovat pieniä mutta tiheitä. Myyntivarastot toimivat puolestaan myyntipisteen välittömässä läheisyydessä. Varmuusvarastot turvaavat tärkeiden materiaalien tai tuotteiden mahdollisia häiriöitä saatavuuden suhteen. Terminaalivarastot toimivat logistiikassa materiaalien alku-, pääte- tai välisijoitus paikkoina. Terminaalivarastoissa liikenne on vilkasta ja erilaista varastoitavaa materiaalia on paljon ja varastointi on usein lyhytaikaista. Tullivarastot ja niiden toiminta puolestaan nojaa lakiin ja tullisäädöksiin. (Hokkanen ym. 2011, 128.)

3.3 Varastojen eri olosuhteet

Varastoja voidaan luokitella myös niiden olosuhteiden mukaan. Variaatioita säilytysolosuhteille on paljon, sillä monet tavarat ja materiaalit niitä vaativat. Lisäksi kustannukset vaihtelevat varastosta ja varastoitavan materiaalin vaatimuksista riippuen. Esimerkiksi lämmitettävät varastot maksavat enemmän sähkön ja rakennusmateriaalin puolesta. Varastoja voidaan näin lajitella materiaalin olosuhdevaatimusten varastotyyppeihin. Näitä ovat muun muassa, puolilämmitetty, lämmitetty, lämmittämätön, kylmä- ulko-, pakaste- sekä erikoisvarastot.

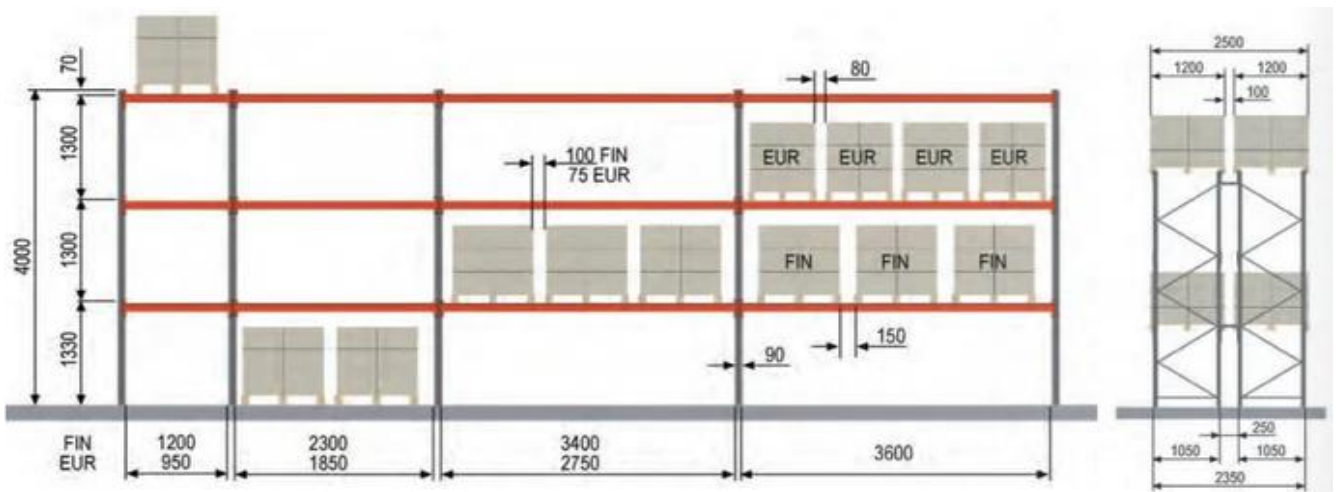
Puolilämmitetty varasto on noin +5 – +17 celsius astetta. Tämä taas on tavaroille, jotka ei kestä liian kylmää, mutta eivät myöskään tarvitse kovin lämmintä varastoimista. Lämmitetyissä varastoissa lämpötila on +17 astetta tai enemmän eli lähellä tavallista huoneenlämpöä. Lämmittämättömissä varastoissa ollaan lämpötilan puolesta sään armoilla. Ongelmia voivat tuoda kosteuden nouseminen. Kustannukset tosin ovat maltillisia tässä säilytysmuodossa. Kylmävarastolla tarkoitetaan lämpötilaltaan noin -8 ja +2 asteen välistä lämpötilaa. Kylmävarastossa säilytetään materiaalit, jotka eivät kestä lämpöä, mutta eivät myöskään saa jäätyä. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi juuret. Ulkovarastoinnissa ollaan myös säästä riippumattomia, joten säilöttävä tavara täytyy olla säästä riippumatonta. Ulkovarastointi voi tapahtua niin katetusti tai kattamattomasti. Ulkovarastointi on luonnollisesti kaikista halvin ratkaisu. Pakastevarastointi tapahtuu -18 ja -25 asteen välisessä lämpötilassa. Esimerkiksi jotkut lämpöherkät ruokalajikkeet voivat vaatia tällaista säilytystä. Näistä lämpötilavarastoinneista tarkoin voi olla esimerkiksi jonkun lääkeaineen vaatima varastointi johonkin tiettyyn tarkkaan lämpötilaan tai ilman kosteuteen. Tällaiset varastot ovat erikoisvarastoja. Niillä on erityiset vaatimukset ja ne voidaan kohdentaa tietyn materiaalin vaatimusten mukaan. (Richards 2022, 42; Varastotyyppit ja -tekniikka n.d.)

4 Varastointitekniikka

Varastointitekniikka kattaa laajasti käsitteenä materiaalien ja esineiden varastointimenetelmät ja laitteet sekä siihen kuuluvan välineistön. Oikeanlaisen laitteiston sekä menetelmien optimoiminen on tärkeää yritykselle, jotta varaston toiminta olisi mahdollisimman tehokasta, turvallista ja taloudellista. Käyttötarkoitukseen sopeutuvat hyllystöt, varastointimenetelmät, varastointilaitteet ja varastonhallintajärjestelmät takaavat varaston prosessien sujuvuuden, hallinnan ja helpomman seurannan. (Mitä on varastointitekniikka? 2024.)

4.1 Kuormalavavarasto

Kuormalavojen varastointi voi tapahtua joko maahan päällekkäin, peräkkäin tai hyllystöön varastoinnalla. Varastoitava materiaali kuljetetaan ja varastoidaan kuormalavojen päälle tai kuormalavahyllystöön, joka on tavallisesti noin 4,5–6 metriä korkea. (Varastotyypit ja –tekniikka. n.d.) Suomessa yleisimmin käytetty kuormalavahylly malli on pylväselementeistä ja siihen liitettävistä vaakapalkkeista koostuva Kasten P90. Kyseisen perinteisen kuormalavahyllymallin mitat ovat alla olevassa kuvassa (Kuvio 2). Tällaiseenkin lavahyllyyn voidaan asentaa erilaisia lisäosia vaakapalkkien lisäksi, kuten vaikka hyllytasoja tai hyllyritilöitä. Tämänlaisiin hyllyihin varastointi voi tapahtua myös erikokoisilla kuormalavoilla, joten lavamallilla ei ole väliä. Lisäksi työturvallisuutta voidaan parantaa lisäämällä kuormalavoihin tunneli- ja törmäyssuojia sekä suojaverkkoja. (Perinteinen kuormalavahylly n.d.)



Kuvio 1. Kuormalavahyllyjen mitat (Intolog 2023, 8, muokattu).

Kuormalavoista on käytössä useita eri kokoja ja valmistusmateriaalista riippuen myös erihintaisia ratkaisuja löytyy paljon. Tyypillisimmät materiaalit ovat puu tai muovi. Suomessa käytettävät standardikokoiset lavat ovat EUR-lava, FIN-lava sekä myymälälava, joka puhekielessä kulkee tyypillisim-

min teholava tai puolilava nimellä. Lavojen mitat ovat esitelty alla olevassa kuviossa (kuvio 1). Lavat painavat noin 20–30kg. EUR-lava on lisäksi Euroopan yleisimmin käytetty kuormalava malli. (Kuormalavaopas n.d.)



Kuvio 2. Kuormalavojen mitat (Kaukokiito 2017, muokattu).

4.2 Materiaalinkäsittelyn siirtokalusto

Hyllytyksessä ja materiaalinsiirrossa on tärkeää valita oikeanlainen kalusto vastaamaan oman varastotoiminnan tarpeita optimoidusti. Markkinoilla on paljon erilaisia trukkityyppejä ja niillä on eri ominaisuuksia. Trukkityyppiä tarkastellessa täytyykin pohtia, mitä trukkityyppillä pitäisi pääasiassa nostaa. Sen lisäksi varastointiin tarkoitettujen trukkityyppien valitsemisessa keskeisenä tekijänä on trukin koko ja kyvykyys suoriutua sisätiloissa varaston layoutin mukaan. (Trukkiopas n.d.) Markkinoilla on myös paljon muitakin materiaalinkäsittelyyn soveltuvia nostimia ja siirtokalustoja, kuten pumppukärryjä tai lavansiirto- sekä pinoamisvaunuja. Lisäksi trukkeihin on saatavilla paljon erilaisia lisävarusteita ja nostoapuvälineitä nostopuomeista pidempiin nostopiikkeihin sekä nostokoukkuihin.

Opinnäytetyössä suunniteltavaan tulevaan varastoon nähdään tarvetta tavaransiirtokalustolle ja sen hankkimiselle. Materiaalinkäsittelyn siirtokaluston vertailun myötä tehdään ehdotus optimaalisimman trukkimallin hankkimisesta, joka nähdään kaikista hyödyllisimmäksi investoinniksi varastolle sen suoritus, nosto- sekä kantokyvyn puolesta. Lisäksi koko ja käyttövoima ovat merkittävässä osassa kaluston valinnassa.

4.3 Trukit

Varastotrukkeja on monenlaisia. Eri variaatioita on tarjolla esimerkiksi kantokyvyn, tekniikan, koon, ketteryuden sekä käyttövoiman osalta. Yleisin trukkityyppi on vastapainotrukki, jota on tarjolla kaikilla käyttövoimavaihtoehdoilla. Kuorma kuljetetaan etuterissä, jolloin käytävä olisi syytä olla leveä. Myös sivuilla täytyy olla riittävästi tilaa kääntämistä varten. Vastapainotrukissa paino on takana, jolloin lastattaessa etuhaarukoihin trukkiin tulee vastapainoa. Vastapainotrukeilla täytyy olla käytäväleveyttä lisäksi noin 3,3 metriä. (Emmett 2005, 112.)

Tukipyörätrukki on järkevä valinta silloin, kun tarvitaan korkealle tavaraa nostavaa konetta, joka pystyy toimimaan kapeilla käytäväleveyksillä. Tukipyörätrukki on hydraulisilla sivutuilla varustettu pinoamisvaunu. Sivutukien ansiosta korkealle nostaminen tapahtuu turvallisesti. Tämän tyyppiset trukit ovat usein seisten ajettavia ja tämän tyyppisissä pinoamisvaunuissa on monesti kuljettajalle lisäsuojaa antava suojakatos kattona. Nostokyky on samassa haarukassa, kuin muidenkin pinoamiskärrymallien, eli nostokyky liikkuu 1200–1600 kg:n välillä. (Trukkiopas n.d.)

Työntömastotrukkit ovat tehokkaita sähkömoottorisia trukkeja, jotka voivat nostaa varastoissa raskaita kuormia tehokkaasti. Työntömastotrukissa on pitkä ja ohut pystysuorassa oleva masto, joka on kiinni trukin rungossa. Maston päässä on trukin nostin, joka nostaa sekä laskee trukin haarukoita. Masto työntyy eteenpäin, minkä vuoksi sillä on hyvä nostaa kuormalavoja korkealle varastossa. (Työntömastotrukkit n.d.) Työntömastotrukkien nostokyky vaihtelee noin 1000–2500 kg:n välillä, mikä olisi varmasti tarpeeksi raskaidenkin elementtien siirrossa varaston ympäristössä. Työntömastotrukkien vaatima käytäväleveys on yleensä noin 2,7–3 metriä. (Trukkiopas n.d.)

Nelitetrukeilla voidaan nostaa pitkää ja raskasta tavaraa. Markkinoilla on tarjolla sekä sähkö-, diesel- ja nestekaasumoottorilla olevia nelitetrukkeja. Hyvä ominaisuus kyseisissä trukeissa on se, että sen pyörät kääntyvät 90 astetta, jolloin trukkia voidaan ajaa myös sivuttain. Kahden leveän piikin ansiosta pitkän kuorman siirtäminen on helpompaa. Trukin haarukakelkka liikkuu myös etu- ja takasuunnassa kuten työntömastotrukissakin. Nelitetrukki on erityisesti kehitetty pitkän tavarann siirtämiseen ja sen muotoilu on toteutettu niin, että siinä on sivukuormaan, vastapainotrukin ja kapeakäytävätrukin hyödyt. Kantokyky trukkityyppien pienimmissä malleissa on noin 2500 kilo-

grammaa ja nostokorkeus C-mallissa on 12 metriä ja CB-mallissa 7 metriä. 90 asteen pyörien kääntymisen ansiosta trukki vaatii käytäväleveydeksi vain suunnilleen oman kokonsa verran tilaa. (Multi directional forklifts 2022.)

4.4 Varastopaikkajärjestelmät

Varastopaikkajärjestelmän tarkoituksena on varastonimikkeiden tehokas sijoittaminen. Varastopaikkajärjestelmällä tavoitellaan nimikkeiden parempaa paikannusta varastossa, sekä varastoitavan tavaran sijoittamisen ja keräämisen helpottumista. Yksi yleisimmistä järjestelyistä on varastonimikkeiden jakaminen aktiivi- ja reservipaikkoihin. Siinä tuotekeräily tapahtuu aktiivipaikoilta, jolloin reservipaikat jäävät aktiivipaikkojen täydennysvarastoiksi. Varastonimikkeiden sijoittelu tapahtuu siis niin, että aktiivipaikat olisivat helpoimmin tavoiteltavissa kerääjälle, eli esimerkiksi kuormalavahyllyssä alempana ja lähempänä lähettämöä, kun taas reservipaikat voivat olla kauempana ja vaikeammin tavoitettavissa. Toinen järjestelmä on kiinteäpaikkajärjestelmä, jossa varastoitavilla nimikkeillä on oma paikkansa. Monipaikkajärjestelmässä tai vaihtuvapaikkajärjestelmässä tavara sijoitetaan tyhjiin paikkaan ja samanlaista tavaraa voi olla monessakin eri paikassa varastossa. Nimikkeillä ei tällöin siis ole vakiopaikkoja. Lisäksi edellä mainituista järjestelmistä on erilaisia kombinaatioita vastaamaan kunkin yrityksen varaston varastopaikkajärjestelmän tehokkuutta parhaiten. (Varastopaikkajärjestelmät n.d.)

Haastatteluissa ilmi tulleiden varastoitavien tavaroiden ja tämän hetken välivarastoinnissa olevien tuotteiden välivarastointiajat voivat olla nopeasti vaihtuvaa lyhyen ajan varastoimista sekä pitkän ajan seisovaa varastoimista. Tällöin voitaisiin pitää aktiivi- ja reservipaikkajärjestelmää ainakin osaltaan hyödyllisenä ratkaisuna. Kiinteäpaikkajärjestelmä ei puolestaan soveltuisi ratkaisuksi sijoitteluun, sillä vaihtuvia tuotenimikkeitä on paljon ja volyymit, sekä ennustettavuus vaihtelevat myös epätasaisesti. Monipaikka- tai vaihtuvapaikkajärjestelmä on puolestansa jo parempi ratkaisu välivarastointia varten, koska vaihtelevia tuotenimikkeitä on paljon ja ennustettavuus on huonoa, jolloin nimikkeiden osalta tapahtuvaa pysyvää varastonimikesijoittelua on hyvin vaikea toteuttaa. Yllä mainittujen varastopaikkajärjestelmien tietynlainen fuusio sopisi parhaiten välivaraston nimikesijoittelun ohjaamiseen.

Parhaiten uuteen varastoon sopisi aktiivi- ja reservipaikan sekä monipaikkajärjestelmän variaatio. Järjestelyssä pidettäisiin tämänhetkisten varastointinimikkeiden mukaan aktiivipaikoilla nopeammin vaihtuvia nimikkeitä, esimerkiksi ikkunoita ja kipsilevyjä, joiden käynti- ja volyymimäärät ovat varastossa suurempaa ja nopeampaa, kuin esimerkiksi tällä hetkellä varastoinnissa olevia maalämpöputkia sekä niiden lisäosia. Varastoinimikkeiden ennalta tuntemattoman varastointiajan ja huonon ennustettavuuden takia monipaikkajärjestelmä on myös hyvä ottaa käytäntöön. Tällöin nimikevaihtelut eivät tuota ongelmia varastoinnin kannalta. Järjestelyssä siis helpoimmin saavutettaville varastopaikoille eli aktiivipaikoille sijoitetaan yleisimmin varastossa vaihtuvat tuotteet ja lisäksi lyhytaikaiset varastointitarpeet. Tämä tarkoittaa siis helpompaa säilytys- ja keräämispaikkaa kuormalavoilla, kuten myös helpompaa saavutettavuutta lattiatavaran osalta niin, ettei tuote tuki käytäviä tai vaikeuta muiden tuotteiden varastointia. Reservipaikalle ei välttämättä ole välivarastoinnissa aina tarvetta, mutta tuotteiden vaihtelun ja koon takia reservivarastopaikoilla voi esimerkiksi pitää materiaalikäsitteilyn kalustoa, kuten esimerkiksi trukin nostokoukkuja ja pidennettyjä nostopiikkejä ja puomeja.

4.5 Varastopaikkaosoitteet

Varastointitiloihin tarvitaan varastointinimikkeiden löytämiseksi vielä toimiva varastoinnin paikkaosoitejärjestelmä, sen avulla tavara on helposti löydettävissä ja se helpottaa valittavaan varastohallintajärjestelmään kirjaamisessa sekä hinnoittelussa ja myös yleisen järjestyksen ylläpidossa varastossa. Tuotteiden löytämiseen laaditaan osoitteisto, joka on myös perustana helppossa ja toimivassa varastohallinnassa. Osoitejärjestelmän laatiminen perustuu tässäkin projektissa yleisesti käytettyyn osoitejärjestelmään. Aakkosia ja numeroita käytetään osoitteiden löytämiseksi varastossa. Ensimmäisenä käytetään aakkosia varaston käytäville, sitten käytävien aktiivipaikat osoitetaan numeroin aloittaen parittomalta puolelta eli 1 olisi pariton ja 2 parillinen puoli käytävästä. Käytävän aktiivipaikat tulevat seuraavaksi, lähin aktiivipaikka olisi 01 ja jatkuisi järjestyksessään ylöspäin varastopaikkojen mukaan. Näiden tunnisteen jälkeen ilmaistaan varastopaikan korkeutta esimerkiksi kuormalavahyllyjen osalta aakkosin. Esimerkiksi lattiataso olisi A ja ylin kuormalavahylly taso D. Perään voi laittaa esimerkiksi lokeroititunnuksen kutakin lavapaikkaa kohden (Hokkanen & Virtanen 2012, 96).

Taulukko 1. Osoitepaikkajärjestelmä esimerkki (Hokkanen & Virtanen 2012, 97, muokattu).

A	Käytävän tunniste
2	Pariton/ parillinen puoli
01	Käytävän nimikepaikka
A	Paikan korkeus lattiasta
2	Lavapaikan lokeroititunnus

Yllä mainitussa varaston osoitepaikkaesimerkissä varaston nimikepaikoista puhuttiin aktiivipaikkojen numeroinnilla. Tulevaan varastoon sisältyy myös reservipaikkoja pitkän ajan varastoinnille tai oman kaluston varastoimiselle. Nämä varastoitavat nimikeet voidaan kuitenkin varastoida varastoon tarpeen vaatiessa samalla menetelmällä kuin aktiivivarastotuotteet. Varastoinnin osoitepaikkajärjestelmän koodit merkataan varastossa tarroin tai muovitaskuin näkyvästi varaston hyllypaikoille. Tämän menetelmän myötä varastopaikkaosoitteet tulevat selkeiksi ja helposti omaksuttaviksi käyttäjille ja osoitteiston myötä tavaran hyllytys ja keräys selkeytyy.

5 Varastohallintajärjestelmät

Varastohallinta käsitteenä on toimintamalli, jossa pyritään tehostamaan varastoon liittyviä prosesseja. Näihin prosesseihin kuuluvat esimerkiksi tavaran vastaanotto, tavaran purkaminen, sen hyllytys, tavaran siirtäminen varastossa, keräileminen, pakkaaminen sekä toimitukseen lähettäminen. Varastohallinta pyrkii siis varaston toimintojen optimointiin. Hyvällä varastohallinnalla on pk-yrityksille niin taloudellista, kuin toiminnallistakin hyötyä. (Varastohallinta: Kattava opas pk-yritykselle 2023.)

Varastohallintajärjestelmällä tarkoitetaan tietokoneohjelmistoa, jolla pystytään kuittaamaan ja hallitsemaan varaston nimikkeitä, lisäämään varastohallinnan ja ohjauksen tehokkuutta ja käytöstettä sekä parantamaan asiakastytyvyyttä. Tänä päivänä varastolta vaaditaan tarkkuutta, nopeutta ja nopeaa tiedon saamista sekä sen välittämistä hallinnan ja tehokkuuden maksimoimiseksi. Informaatioteknologian myötä varastohallintajärjestelmällä on päästy eroon paperidokumenteista varastoinnissa. Varastohallintajärjestelmät voivat olla joko itsenäisiä ohjelmistokokonaisuuksia tai osana toiminnanohjausjärjestelmää. Nykyään "WMS" (Warehouse Management System) järjestelmiin pystytään lisäämään esimerkiksi viivakoodi- ja RFID eli radio frequency identification -teknologiaa. (Richards 2018, 233.)

Varastohallintajärjestelmä pystyy hallitsemaan myös lähetys- ja vastaanottoprosesseja. Sen keräämän datan avulla varaston prosesseja voidaan myös optimoida varaston omien tarpeiden tehostamiseksi sekä parantaa kustannustehokkuutta. WMS:n pystyy myös yhdistämään osaksi kuljetuksen hallintajärjestelmää, jolloin voidaan koordinoida paremmin saapuvia sekä lähteviä logistiikkatehtäviä. WMS-ohjelmistoa on saatavilla erilaisia. Niistä yrityksen kannattaa valita omiin tarpeisiinsa ja kokoluokkaansa nähden sopivin. Vaihtoehtoja ovat esimerkiksi pilvipohjaiset WMS-järjestelmät, itsenäiset WMS-järjestelmät, ERP eli toiminnanohjausjärjestelmät sekä TMS eli kuljetushallintajärjestelmiin kytkeytyvät varastohallintajärjestelmät. (Warehouse management system definition n.d.)

5.1 Vaihtoehdot varastohallintajärjestelmälle

Nosto ja Kuljetus Ruuska Ky:llä on käytössään suomalainen Logiapp -niminen toiminnanohjausjärjestelmä, joka on alustavasti kehitetty kuljetusyrittäjien tarpeiden tyydyttämiseen. Varastohallintajärjestelmää Logiapp toiminnanohjausjärjestelmässä ei ole, mutta jo valmiiksi yrityksellä käytössä olevaan toiminnanohjausjärjestelmään on mahdollista integroida erillinen varastohallintajärjestelmä. Tällainen integraatio Logiapp -järjestelmään on mahdollista saada Ongoing WMS- ja Elisa IndustriQ -ohjelmistojen kanssa. Kuljetusliike Rahikkala Oy on tämänhetkisten tietojen mukaan myös hankkimassa kyseistä toiminnanohjausjärjestelmää oman kaluston hallitsemiseksi, joten integraatio Logiapp -ohjelmistoon on yksi vaihtoehto, jotta kumpikin yritys voisi hallinnoida varaston materiaalia valitun järjestelmän kautta.

Excelin etuina puolestaan ovat tuttu sovelluspohja sekä edullisuus. Excel toimii varastonhallinnassa täysin manuaalisesti, joten nimikemäärän ei toivoisi olevan kovin suurta varastossa. Tiedot tarvitsee päivittää pitkälti itse manuaalisesti, joten tieto ei liiku nopeasti käyttäjien ja sidosryhmien kanssa varastonhallinnan osalta. Excelin kanssa täytyy muistaa itse myös tehdä kaikki tarvittavat varmuuskopioinnit tietokoneelle tietojen säilyvyyden suojaamiseksi. (Oikean varastonhallintajärjestelmän valinta 2024.) Excelissä onnistuu varastonhallinta kirjanpituksena ja netissä on paljon vinkkejä ja pohjia varastonhallintaan tarjolla. Exceliin voi myös syöttää viivakoodinlukijan dataa. Haastatteluissa tuli ilmi, että parikin yritystä oli aluksi aloittanut oman varastonhallintansa Excelillä, mutta työmäärä ja hallittavuuden haasteet olivat nopeasti kasvaneet, jolloin Excelistä päätettiin varastonhallinnan osalta luopua.

Suomalainen Elisa IndustriQ eli entinen Leanware on iso toimitusketjun ratkaisujen toimija. Yrityksellä on saatavilla Leanware WMS niminen palvelu varastonhallintajärjestelmäksi. WMS-ohjelmiston etuina ovat mm. läpinäkyvyys, tietojen tallennus, XYZ-analysointi koneoppimisen kautta ja erilaiset varastonhallintaan valittavat moduulit yrityksen tarpeisiin nähden. (LeanwareWMS n.d.) Hinta sekä tarkempi muuntautuminen välivaraston tarpeiden täyttämiseen nähdään kuitenkin toistaiseksi heikentävinä tekijöinä Leanware WMS:n valitsemiseksi. Toisena Logiapp ERP:n integraatioon kykenevä ohjelmisto on Ongoing WMS. Se on kehitetty yhteistyössä 3PL yritysten, eli ulkoistettujen palveluvarastojen tai logistiikkayritysten kanssa. Ongoing WMS:n etuihin kuuluvat pilvipalvelussa toimiva käyttöjärjestelmä, laite- ja käyttöystävällisyys sekä tietojen tallennus ja varaston joustavuus käyttöjärjestelmän suhteen. (WMS- Europe's leading WMS n.d.) Kyseisessä varastonohjausjärjestelmässä on kiinteä kuukausiveloitus käyttäjää kohti. Jos esimerkiksi on kaksi käyttäjää, varastonhallintajärjestelmän kuukausihinnaksi tulisi noin 475€. Järjestelmän ostaja saa kuitenkin kaikki palvelut varastonhallintaan liittyen käyttöönsä, sekä sen integraatiomahdollisuudet. (Prices n.d.)

Kuljetusliike Rahikkalalla sekä Nosto ja Kuljetus Ruuskalla on kummallakin käytössä Visma Nova toiminnanohjausjärjestelmä taloushallinnon tarpeisiin. Visma Novassa on lisäksi varastonhallinnalle varastokirjanpituksena valittavaksi osaksi hallintakokonaisuutta. Visma Novalla on kiinteä kuukausihinta valittuihin toimintoihin nähden. Kaikkiin valittaviin ja muokattaviin hallintapaketteihin kuuluu myös EDI (Electronic Data Interchange) -yhteydet, jolla on mahdollista siirtää va-

rastointiin liittyvää dataa organisaatioiden välillä. Visma Nova varastokirjanpidon etuina ovat kattavat raportit esimerkiksi inventaarialdoista. Varastotapahtumista saadaan myös eriteltyä varastopäiväkirjaraportti. Lisäksi varastonvalvonta ja tuoteryhmittelyt, sekä sisään- ja ulostulevan tavaran tiedot ovat tuettuja toimintoja Visma Novan varastokirjanpitomoduuliin. (Varastokirjanpito n.d.) Etuna Visma Nova varastohallinnan käytössä olisi jo entuudestaan tuttu pohja varastohallinnan ylläpitoon, sillä laskutus ja ostoreskontrat toimivat tällä samalla sovelluspohjalla kummasakin yrityksessä. Lisäksi laskutus toteutuu yrityksillä myös Visma Novan kautta, joten tiedonsiirto ja laskutus varaston osalta tapahtuu tutun järjestelmän kautta vaivattomasti.

Viimeisenä uuden välivaraston varastohallintajärjestelmän valitsemiseksi otetaan tarkkailuun haastatteluissa esiin tullut Odoo ERP. Odoo ERP on belgialainen maailmanlaajuisesti suuri toiminnanohjausjärjestelmä, joka on avointa lähdekoodia hyödyntävä yritysohjelmisto. Odoon voi ladata tuhansia eri moduuleita palvelemaan oman yrityksen nimenomaisia tarpeita, joten vahvuutena onkin muokattavuus oman liiketoiminnan toimintojen yksityiskohtaiseen tehostamiseen. Muita vahvuuksia Odoolla on edullisuus verrattuna kilpaileviin toiminnanohjausjärjestelmiin sekä monipuolisuus ja yksinkertainen käyttöönotto. Odoossa on sisäänrakennettu perusmoduuleita yritysten käyttöön, kuten juuri tarvitsemamme varastohallintamoduuli. (Erikoisuutena avoimen lähdekoodin ansiosta,) Odoossa on mahdollista luoda myös täysin omia ohjausjärjestelmiä Python-ohjelmistolla. Odoon heikkouksina voidaan puolestaan nähdä Odoon yhteistyökumppaneiden verrattainen vähäisyys Suomessa, jolloin ongelmia kohdatessa voi apu olla vaikeasti tavoitettavissa.

Odoosta on saatavilla kaksi eri versiota, ilmainen yhteisöversio ja maksullinen yritysversio. Hallinnointi myös edullisemmassa yhteisöversiossa on suurimmaksi osaksi itse käyttäjällä, jolloin ohjelmiston tukipalvelut ja ongelmanratkaisutilanteet itse ohjelmiston osalta voivat olla haasteellisemmin ratkottavissa. Edullisempi yhteisöversio on lisäksi yritysversioon nähden aika toimeeton, joten sen takia lisämoduuleita pitäisi hankkia tarpeen tullen lisää, jotka sitten kustantavat kiinteän kuukausihinnan päälle lisää. Käyttäjän olisi myös hyvä Odoo ERP:n hyödyn maksimoimiseksi ja sen vahvuuksien osalta osata käyttää Python ohjelmointia, jolla omia moduuleja voisi tehdä. (Laine 2020, 4–5.)

6 Varaston tekniikka ja automatistointi

Viivakooditekniikkaa käytetään tavaroiden ja tuotteiden tietojen tehokkaaseen tallentamiseen. Viivakoodit muodostuvat merkkijonoista, jotka ovat optisesti tunnistettavissa ja luettavissa esimerkiksi käsilukijalaitteella. Viivakooditekniikka on maailmanlaajuisesti standardoitu ja sen etuja ovat helppokäyttöisyys, halpuus, tallennettujen tietojen oikeellisuus ja nopeus. Käsilaitteella tehtävä tuotteiden tunnistusdata voi siirtyä suoraan varastonhallintajärjestelmään. Vastaavasti käsilaitteeseen voi välittää tietoa järjestelmästä, kun esimerkiksi jokin nimike täytyy hakea pois varastosta. Rahtikirjanumeroiden yhteydessä Suomessa käytetään Code 39 -viivakoodia. Se on veloituseton ja sen avulla kotimaan liikenteessä varmistetaan, että yksilöllinen rahtikirjan numerosarja ei ole samanaikaisesti liikkeellä muualla Suomessa. Rahtikirjoissa on myös vaihtoehtoinen viivakooditulos. (Viivakooditekniikka. n.d.) Code 39 -viivakoodia käytetään paljon teollisuudessa ja logistisissa toiminnoissa. Toinen paljon käytetty viivakoodi erityisesti vähittäiskaupan osalta kuluttajatuotteisiin ovat EAN (European Article Number) -koodit. EAN-koodit koostuvat kahdesta eri ryhmästä. EAN-13 ja EAN-8 viivakoodeista. EAN-13 on yleisin käytetty GS1-viivakoodi, jota käytetään esimerkiksi kaupan kassoilla tuotteiden tunnistukseen. EAN-8 koodi puolestaan on edellistä vähän pienempi, joten sitä käytetään tuotteissa, johon EAN-13 koodi ei mahdu. EAN-13 koodissa on 13 numeroinen GTIN koodi ja EAN-8 nimensä mukaisesti 8 numeroinen GTIN koodi. Koodia käytetään laajasti osana toimitusketjua. EAN-viivakoodit ovat laajasti käytössä sairaaloissa, valmistavassa teollisuudessa sekä rakennusalalla. (EAN-viivakoodit n.d.)

Muita tuotteiden ja tavaroiden tunnistusjärjestelmiä on nykyään paljon. RFID käsitteenä on puolestaan yleisnimitys kaikelle tekniikalle, jotka toimivat radiotaajuuksilla. RFID-tunnisteet ovat langattomia muistilaitteita, joihin kätetään viivakoodien tapaan tietoa. RFID-tunnisteeseen voi ladata kohteesta tietoa ja kiinnittää kohteeseen. Tunnisteen voi tällöin lukea kohteesta RFID-lukijoilla. RFID-lukija vie tiedon sähköisesti tiedon taustajärjestelmään. RFID-tunnisteet eroavat viivakoodeista muun muassa siten, että tunnisteen sisältöä ja tietoa voi muuttaa jälkikäteenkin tunnisteen luomisesta, mutta viivakoodia ei koodin tulostuksen jälkeen. Lisäksi kohteen voi RFID-tekniikalla tunnistaa ilman suoranaista katsekontaktia kohteessa olevaan tunnisteeseen. RFID-tunnisteet ovat lisäksi myös kestävämpiä liikkeessä teollisuusolosuhteissa kuin viivakoodit. Niihin saadaan mahdutettua myös enemmän tietoa kuin viivakoodeihin. (Mitä on RFID? 2022.)

Kappaletavaran keräyksessä varastosta voidaan käyttää myös puheohjausta, eli puheohjattua keräilytekniikkaa. Kyseisessä menetelmässä puheella kerrotaan järjestelmälle esimerkiksi hyllyn tai käytävän numero. Keräilijä pystyy samanaikaisesti kerätä monia eri tilauksia varastosta. Puheohjaus vapauttaa "handsfree" ansiosta myös keräilijän kädet, jolloin turvallisuus, työergonomia ja tehokkuus paranee. Puheohjaus vaatii myöskin synkronointia toiminnanohjausjärjestelmään. (Puheohjaus n.d.) Arviolta varaston pienen volyymin, vaihtuvuuden ja keräilymäärän puolesta puheohjaustekniikka ei ole varteenotettavin vaihtoehto varaston keräilytekniikkaa valitessa. Keräilytavarava varastossa tulee myös olemaan sen verran suurikokoista, että useiden tavaroiden haaliminen samanaikaisesti varastosta on epätodennäköistä, jolloin sekä puheenohjauksen hyöty jäisi käyttämättä. Käsipääte saattaakin olla tehokkaampi ratkaisu uuteen varastoon.

7 Layout-suunnittelu

7.1 Tavoitteet layout-suunnittelussa

Varaston layout-suunnittelu on menetelmä, jossa tavoitteena on optimoida varaston tilankäyttö mahdollisimman tehokkaasti sijoittaen tilat, kulkureitit sekä muut elementit, kuten hyllystöt ja työpisteet varastoon tai tuotantotilaan. Hyvällä layout-suunnitelmalla voidaan parantaa turvallisuutta, työhyvinvointia sekä voidaan tavoittaa merkittäviä säästöjä kustannustehokkuuden puolesta. (Layout-suunnittelu: 9 Askeleen Opas Tehokkaaseen Layouttiin. 2023.)

Hyvin suunnitellussa varastossa on selkeä järjestys ja hyvä työturvallisuus. Varaston layout-suunnittelussa on tärkeää tunnistaa varastoinnin tarpeet ja tilan mitat. Jos varastoitava tuote varastoidaan kuormalavojen avulla, määritellään hyllyjen mittoja sekä arvioidaan sopivia materiaalsiirto- ja nostolaitteita. Huomion arvoisia seikkoja varaston suunnittelussa ovat esimerkiksi:

- Toimintaketjujen järjestäminen ristikkäisten virtausten estämiseksi.
- Materiaalin kujetusten sekä siirtojen sujuvuus, helppous ja lyhyt etäisyys.
- Selkeät opasteet ja merkinnät varastoon ja sen ympäristöön.
- Kaikille tavaroille oma paikka, jolloin järjestys pysyy ylläpidettynä.

- Tilan hyödyntäminen varastohyllyjen osalta koko korkeudelta maksimoitaessa varastokapasiteettia.
- Henkilöliikenteen turvaaminen. (Varaston suunnittelu n.d.)

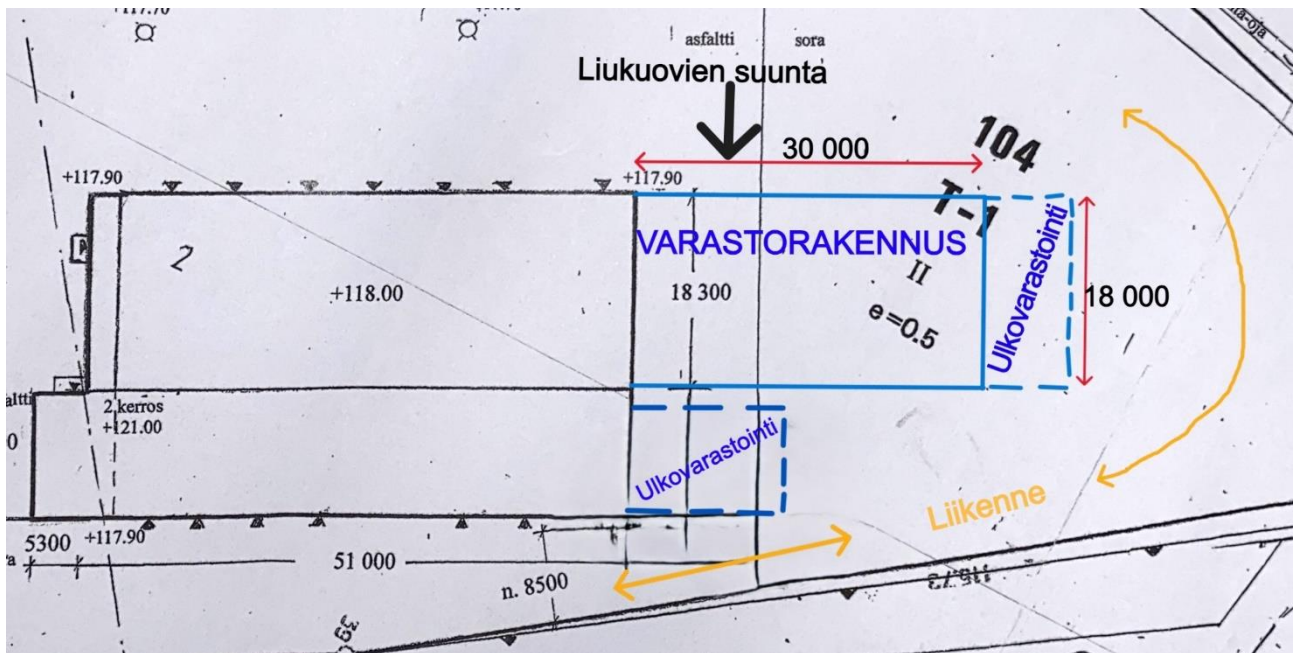
Varaston layout tehdään karkeasti varastoitavien tuotteiden näkökulmasta, jolloin ei vielä tiedetä tarkempia mahdollisia materiaalivirtauksia. Materiaalivirtauksia hyödynnetään usein tuotannon layout -suunnittelussa. Materiaalivirtojen hallitsemiseksi lasketaan usein ABC- tai XYZ-analyytit varastonohjauksen tueksi, mikä tehostaisi nimikkeiden hallintaa varastossa. Näitä menetelmiä ei kuitenkaan käytetä tässä projektissa, sillä varastoitava tavara ei ole tiedossa ja volyymit ja nimikemäärät tulevat olemaan suhteellisen pieniä välivarastossa. Lisäksi haastattelujen perusteella tavaran säilöminen varastossa vaatii enemmän lattiasäilytys pinta-alaa kuin hyllytettävä tavara.

7.2 Layoutin toteutus

Tontin maapohja on vanhaa maankaatopaikkaa, joka on sittemmin vaihdettu. Parempaa maata on tasoitettu tontin asfaltoimattomalle pinnalle ja annettu painua kaksi vuotta. Tämä on nyt mahdollistanut sen, että kesällä 2025 on mahdollisuus ja suunnitelma asfaltoida loputkin tontin pihapiiristä, joka sitten mahdollistaisi varaston sijoittamisen asfaltin päälle. Haastatteluissa ilmi tulleiden asiakkaiden toiveiden ja vaatimusten täyttämiseen varaston suhteen voidaan todeta, että varasto ei vaadi erityisen tarkkaa kylmää tai lämmintä varastointitilaa. Tämän myötä projektissa päädyttiin toteuttamaan layout-suunnitelma lämmittämättömälle varastolle, joka kuitenkin rakennetaan lämpötiivistäväksi rakennelmaksi tulevaisuuden ja jatkokehittämisen varalta.

Ympäristön havainnoinnissa huomataan se, että pihapiirissä on myös muita rakennuksia ja paljon pihapiiriin sijoitettuja raskaan kaluston pysäköintipaikkoja, irtokalustoa ja kulkuväyliä, jotka vaikuttavat huomattavasti varaston sijoittamisen mahdollisuuksiin. Kulku pihapiirissä täytyy olla turvallista sekä tehokasta, jolloin pihapiirin näkyvyys tulisi olla varastoa suunnitellessa joka puolella selkeä, että kuolleita kulmia sekä ahtaita paikkoja ei pääsisi muodostumaan. Lisäksi varastorakennuksen varastointitilojen tueksi laadittiin mittaamalla tontin pihapiiriin mahdollisia ulkovarastointitiloja, jotka eivät ole kuitenkaan rakennelmia vaan varastointitilaksi määriteltyä lisä-

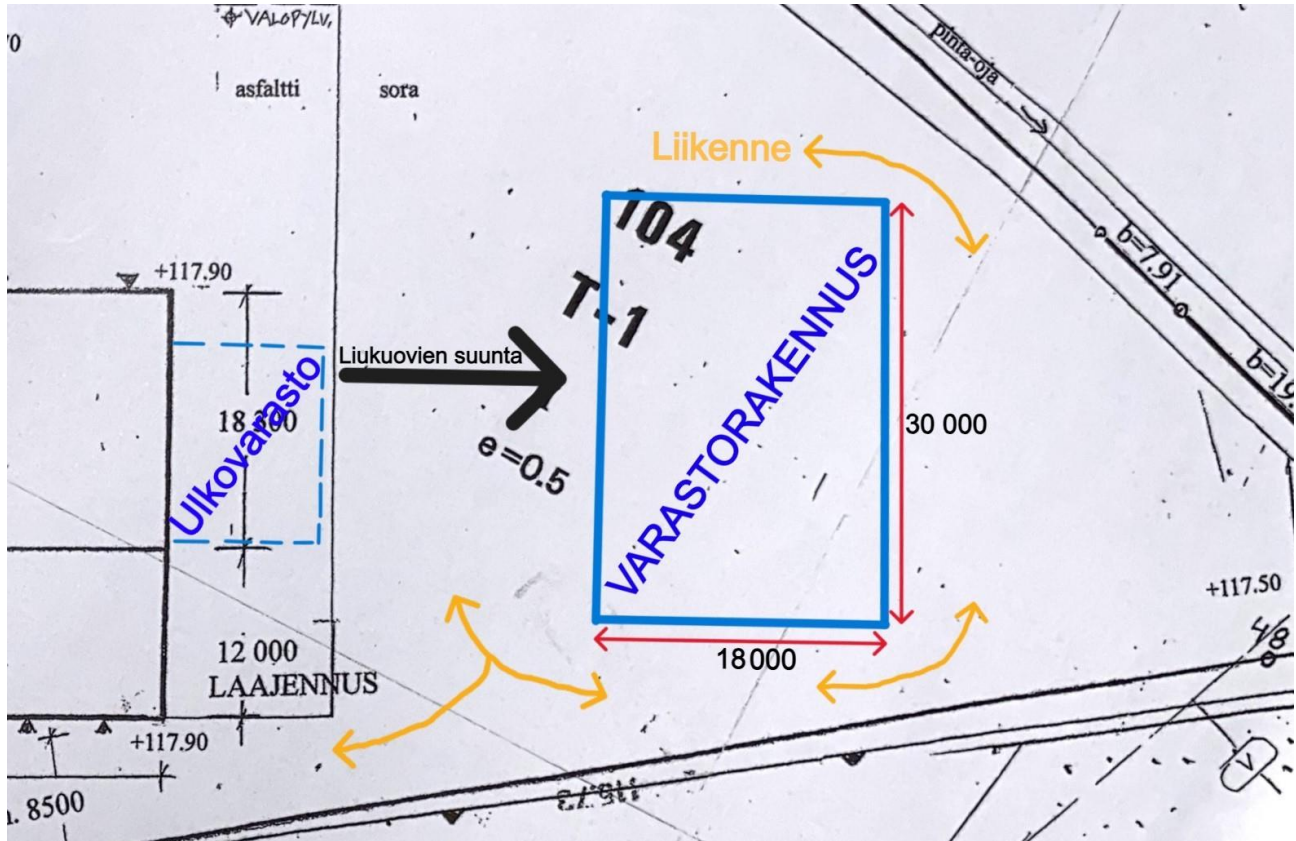
tilaa. Ulkovarastointitilat ovat tukena varastoinnin toiminnan kehittämiseksi, joten opinnäytetyössä on vain karkeasti hahmoteltu alueen rajaukset ja toimivuus ympäristössä. Varaston sijainnin suunnittelussa suoritettiin pihapiirissä mittauksia, jotta voidaan tarkemmin hahmottaa tulevan varaston kokoa ja sen ympärillä tapahtuvan logistiikan toimivuutta eri varaston sijainneissa. Lisäksi havainnointiin pihapiiriin mahdollisuuksia varaston joustavuuden ja esteettömyyden kannalta. Lopulta mittauksien, havainnoinnin sekä suunnittelun myötä huomattiin, että pihapiiriin yritysten tontilla on kaksi mahdollista sijoituspaikkaa, johon varaston voisi rakennuttaa.



Kuvio 3. Varastopaikka suunnitelma A.

Ensimmäisessä varastopaikan suunnitelmassa (ks. Kuvio 3) varastorakennus ja ulkovarastointitilat on sijoitettu kiinteistön kylkeen. Varastorakennuksen syvyys on rajattu 18 metriin, sillä se on syvyydeltään jo riittävä varastorakennuksen sisätilalle. Lisäksi varastorakennuksen ja ulkovarastoinnin välissä on ulko-ovi, joka jää varastorakennuksen ulkopuolelle, jotta kulku ei estyisi kuvassa näkyvän kiinteistön oikeanpuoleiseen pätyyn. Ulkovarastointitiloihin ei siis tule mitään rakennelmia, vaan tilat jätetään ulkosäilytyksen tarpeille. Mitat alempana näkyvään ulkovarastointitilaan ovat 10 x 12 m. Ulkovarastoinnissa on leveyden puolesta huomioitava se, että tontin rajat kapenevat kiinteistöihin nähden (ks. Kuvio 3), joten riittävä liikenneväylä raskaalle kalustolle on jätettävä. Tässä suunnitelmassa varastorakennuksen kylkeenkin on mahdollista jättää ulkovarastoinnille omistettua tilaa, sillä tontin rajat eivät yllä esteeksi liikenteen osalta ja varastointitoiminnot ovat

tehokkaampia varastorakennuksen välittömässä läheisyydessä. Varastorakennuksen kuvan oikeaan kylkeen sijoitettavan ulkovarastoinnin koko on noin 7 x 18 m. Varaston suu on sijoitettu avoimeen suuntaan tontin sisäpihalle päin, jossa on paljon tilaa ja hyvä näkyvyys.



Kuvio 4. Varastopaikka suunnitelma B.

Toisessa varastopaikkasuunnitelmassa (ks. Kuvio 4) on itse varastorakennus sijoitettu erilleen muista kiinteistöistä. Liukuovien suunta vaihtuu myös tässä mallissa, mutta on toimiva myöskin, sillä oven suu on myöskin sisäpihalle päin ja avointa tilaa jää paljon varaston eteen. Tässä suunnitelmassa ulkovarastointitila jäisi kiinteistöjen kylkeen. Varastorakennus on sijoitettu tontin luoteispäättyyn niin, että ovien pääsuunta on sisäpihan puolella. Ympäriille jääville liikenneväylille on myös jätetty hyvin tilaa. Varastorakennuksen taakse pitää erityisesti jäädä paljon tilaa tontin lumenkaatopaikan tarpeille. Ulkovarastotiloja on suunnitelman A sijasta vain yksi. Sen mitat ovat noin 10 x 15 m.

8 Haastattelut

Opinnäytetyön ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää kysynnän tarve projektin toteuttamiselle. Lisäksi haastatteluissa kysyttiin näkemyksiä ja toiveita varaston kalustoon, tekniikkaan ja hallintajärjestelmiinkin liittyen, jotta saataisiin kokemuspohjaa sekä erilaisia näkemyksiä oman varastonsuunnitteluprojektin läpiviemiseksi. Alueen toimijoilta saatiin haastattelujen avulla paljon irti tietoa varastoinnin tarpeesta, varastoitavista tuotteista sekä varastointi keinoista. Haastattelut olivat tutkimuksen tiedonkeruun ohella myös hyvä tapa mainostaa välivarastoinnin mahdollisuutta ja samalla luoda asiakaskumppanuuksia varastointiin ja siihen liittyviin tavaransiirtoihin nähden. Asiakkuus ei kuitenkaan ollut päätavoite tai kriteeri haastatteluun osallistumisesta. Erilaisia varastointitarpeita kuitenkin tarkoituksellisesti kysyttiin kysymyspatteristossa, jotta voitaisiin vastata varastoinnin tarpeeseen asianmukaisin tekniikoin ja tilavaatimusten osalta.

Haastattelupyynnöt lähetettiin sähköpostitse 12:lle eri rakennus- ja logistiikka-alan toimijalle, jotka pääsääntöisesti olivat Keski-Suomen alueelta, tai joilla on yritystoimintaa Keski-Suomessa. Välivarastointia harjoitetaan usein jakelureittien varrella, jolloin paikallisilla toimijoilla ei välttämättä ole samassa kunnassa välivarastointitarvetta, koska omatkin varastot saattavat esimerkiksi paikallisilla yrityksillä olla lähellä. Rakennusalan puolelta kuitenkin haastateltiin paikallisia toimijoita, sillä heillä on myös tietoa rakennusprojekteista ja alihankinta yrityksistä, jotka ovat toiselta paikkakunnalta ja saattaisivat tarvita välivarastointia. Näistä 12 yrityksestä neljä saatiin haastateltaviksi. Haastattelun tueksi oli laadittu kysymyspatteristo haastattelun rakenteen tueksi, jotta saadaan tiettyihin kysymyksiin vastaus. Muuten haastattelut olivat vapaamuotoisia ja eri näkökulmia varastoinnista saatiin kysymysten lisäksi paljon. Haastattelussa oli myös kysymyksiä liittyen varastointitekniikkaan sekä varastohallintajärjestelmään. Haastattelukysymykset siis tukivat muitakin projektiin liittyviä tutkimuskysymyksiä. Alla numeroituna lista haastattelun runkona käytetyistä kysymyksistä.

1. Oletteko käyttäneet toiminnassanne varastointipalveluja tai omia sisäisiä varastointimenetelmiä?
2. Minkälaista tavaraa yrityksessänne yleensä varastoidaan tai mitä mahdollisesti voisi sijoittaa varastoon?
3. Minkälaista tavaraa varastoitte yleensä?
4. Onko teillä minkälaisia trukkeja yms laitteita varastointiin?
5. Näettekö yrityksessänne tarvetta välivarastoinnille?
6. Minkälaista tekniikkaa olisi hyvä olla teidän varastoitavalle tavaralle varastossa? (Esim. Lavat, hyllyköt, sääsuoja, jne..)
7. Onko teillä paljon liikkuvaa tavaraa, jolle välivarastointi voisi olla ratkaisu joissain tapauksissa?
8. Jos ei nyt, niin näettekö tulevaisuudessa tarpeen välivarastoinnille?
9. Onko välivarastoinnin tarve pitkä vai lyhytaikaista?
10. Onko tavaran purkamiselle vaadetta tai mitä keinoja tavaraan nähden voisi olla?
11. Onko teillä toiminnanohjausjärjestelmää? Jos on, niin onko siinä myös varastonhallintajärjestelmä integroituna?

Kuvio 5. Haastattelukysymykset

Haastattelukysymyksistä kaikkiin tullaan vastaamaan tässä yhteenvedossa, mutta sinisellä pohjalla olevien kysymysten vastauksiin paneudutaan selkeämmin. Opinnäytetyöhön tavoitettiin haastateltaviksi rakennusalan toimijoita Keski-Suomen alueelta, mutta tietosuojallisista syistä haastateltavien sekä yritysten nimet ovat jätetty pois opinnäytetyöstä. Haastateltavista käytetään lyhennettä H. Haastatelluista toimijoista kolmen haastattelut tapahtuivat paikan päällä ja yhden haastattelu suoritettiin puhelinhaastatteluna. Haastattelut suoritettiin heinä-elokuussa.

Haastattelun tuloksista tuli ilmi, että lähes jokainen organisaatio käyttää omia, tai ulkoistettuja varastointipalveluita ja menetelmiä. Yksi haastateltavista toimii ilman omia varastoja, mutta tilantarve välivarastoinnille saattaa olla kriittinen riippuen rakennusprojektista. Rakennusprojektin alkaessa alkaa myös selvitys tilojen saamisesta varastoinnille. Tämä saattaa tuoda esimerkiksi kaupungin keskustassa ongelmia, jossa ylimääräistä varastointitilaa ei välttämättä ole. Tämä tilanne luo tarpeen, jolle suunniteltu välivarasto olisi uusi vaihtoehto tarpeen täyttämiseksi.

Taulukko 2. Haastattelukysymys 2.

Minkälaista tavaraa yrityksessänne varastoidaan tai mitä mahdollisesti voisi sijoittaa?

- H1** Esimerkiksi maalämpöputkia ja kannakointi osia sekä niiden esivalmisteita. Kuljetinkomponentteja, kolaketjuja ja hihnarullia. Sääsuoja tarvitsee sitten mm. putkien valmisteet sekä venttiilit.
- H2** Pääasiassa aurinkopaneeleita, inverttereitä sekä aurinkopaneelitelineitä.
- H3** Esimerkiksi kipsilevyjä, ikkunoita, harkkoja ja harjaterästä.
- H4** Metallintyöstökoneita. Yleensä uusia, mutta mahdollisesti myös käytettyjä, jolloin lisää varastointitila tulisi kysymykseen.

Haastateltavien varastoitavat tuotteet ovat luonteeltaan hyvin vaihtelevaa ja eri kokoista, niin kuin myös olettaa saattaa rakennusalan materiaaleista. Tämä luo tarpeen hyllypaikoille, mutta myös laajalle lattiasäilytystilalle. Tämä taas auttaa hahmottelemaan tarpeiden mukaista layout-mallia varastossa, jossa täytyy olla paljon tilaa lattiasäilytykselle, koska suuria elementtejä ei nosteta hyllyihin. Haastattelussa kyseltiin myös yritysten käyttämistä nostoapuvälineistä varastointiin liittyen. Tyypillisimmät vastaukset nostoapuvälineiden osalta olivat erikokoiset vastapainotrukit. H3:n mukaan suurempien elementtien kanssa käytetään lisäksi myös kurottajaa sekä nosturia, sillä tavaran massat ja koot ovat liian painavia ja vaikeasti siirrettäviä yleisesti varastossa käytettävillä trukkityypeillä. Tarvetta välivarastoinnille siis löytyy ja siihen on liitettävä myöskin nostoapuvälineiden valitseminen varaston toimintaa tukemaan.

Taulukko 3. Haastattelukysymys 6.

Minkälaista tekniikkaa olisi hyvä olla teidän varastoitavalle tavaralle varastossa?

- H1** Sääsuojaaja sekä ulkotilaa isolle tavaralle. Sääsuojaaja tarvitsee muun muassa putkien esivalmisteet. Nostureita tarvitsee painavan tavarankuljetuksen purku/lastaus toiminnassa, josta tavarankuljetus voi nostaa suoraan kyydistä varastointipaikalleen. Satunnaista hylly- tai lattiatavaraa voi säilyttää lavojen päällä.
- H2** Pääasiassa tavara tulee eurolavojen päällä. Voi säilyttää myös ulkona. Tavarankuljetus, purku ja lastaus on hankittava myös aina varastoinnin lisäksi. Tavarankuljetus on helppoa nostopiikeillä pienemmälläkin trukilla.
- H3** Kunhan on irti maasta. Hyvä olisi myös katettu tila, niin kuin rautakaupoissa. Harkot esimerkiksi ei heti vedestä säikähdä. Kylmät tilat kelpaavat rakennusmateriaalille, mutta aina parempi, jos on sääsuojaaja. Nosturi nostaa usein esimerkiksi harjaterästä. Tavarankuljetus olisi hyvä olla mukana varastoinnin yhteydessä mielellään samalta toimijalta.
- H4** Mielellään vaikka siltanosturi, mutta nosturit toimivat sorvien nostamisessa hyvin. Neljäntoista tai seitsemän tuhannen kilon nostokyvyn trukit ovat käytössä. Lattiaa pitkin täytyy sorvit sitten usein liikuttaa, joten rullat myös käytössä.

Haastattelussa todettiin myös alueen sijainnin olevan hyvä välivaraston toiminnalle ja yritykset näkivätkin tavarankuljetuksen liikkuvan toisinaan myös tontin ohitse, jolloin ei välivarastointiaakaan tarvitsisi suorittaa kaukana liikenneyhteyksien varrelta tämän otannan mukaan. H1 mainitsi, että varastoitavalle tavaralle saattaisi pian olla tarvetta, sillä uudet projektit ja oma vähenevä varastointitila pakottaa kääntämään katseita muihin varastointiratkaisuihin. Hän näki myös sijainnin hyvänä osaksi Jyväskylässä toimivaa yritystä ja sen mahdollisia varastointiratkaisuja. H1:n ohella muut haastateltavat näkivät hyvinkin mahdolliseksi välivarastoinnin tarpeen myöhempänä tulevaisuudessa.

Taulukko 4. Haastattelukysymys 9.

Onko välivarastoinnin tarve pitkä- vai lyhytaikaista?

- H1** Sekä että. Isolla organisaatiolla ei välttämättä ole väliä onko tavara pitkänkin ajan välivarastoinnissa. Kunhan se on saatavilla tarpeen tullen nopeasti, jotta esimerkiksi rakennusprojektit eivät seiso tavaran liikuttamisen takia.
- H2** Tilapäistä kohteisiin menevää, pääasiassa lyhytaikaista muutaman päivän varastointia.
- H3** Jos esimerkiksi keskustaan tulee työmaa, niin silloin ei paljoa tilaa ole, jolloin välivarastointi on välttämätöntä riippuen siitä, mihin voi varastoida. Tällöin varastointi on pääosin lyhytaikaista, noin kuukauden mittaista, mutta volyymit voivat olla suuret. Harjateräs voi olla pidempiaikaista johtuen siitä, että sitä ostetaan kuukauden tarjouksien mukaan.
- H4** Hyvin todennäköisesti lyhytaikaista välivarastointia.

Haastattelun kymmenes kysymys käsitteli tavaran purkamisen tarvetta. Kävi ilmi, että kaikki tarvitsevat jonkunlaisen nosturin tai tavaran purkamiseen tai lastaamiseen sopivan nostoapuvälineen. H3 kertoi myös rakennustyömaille vietävän tavaran kuljetuspalvelun olevan hyvä valtti varastoinnin kokonaisuudessa, jolloin samasta paikasta saa mahdollisesti yhdeltä yritykseltä sekä varastoinnin, purun, lastauksen ja kuljetuksen. Tämä nähdään etuna, koska logistiikka on tällöin saumattomampaa, eikä eri palveluita tarvitsisi tilata monelta eri palveluntarjoajalta.

Taulukko 5. Haastattelukysymys 11.

Onko teillä toiminnanohjausjärjestelmää? Jos on, niin onko siinä myös varastonohjausjärjestelmä integroituna?

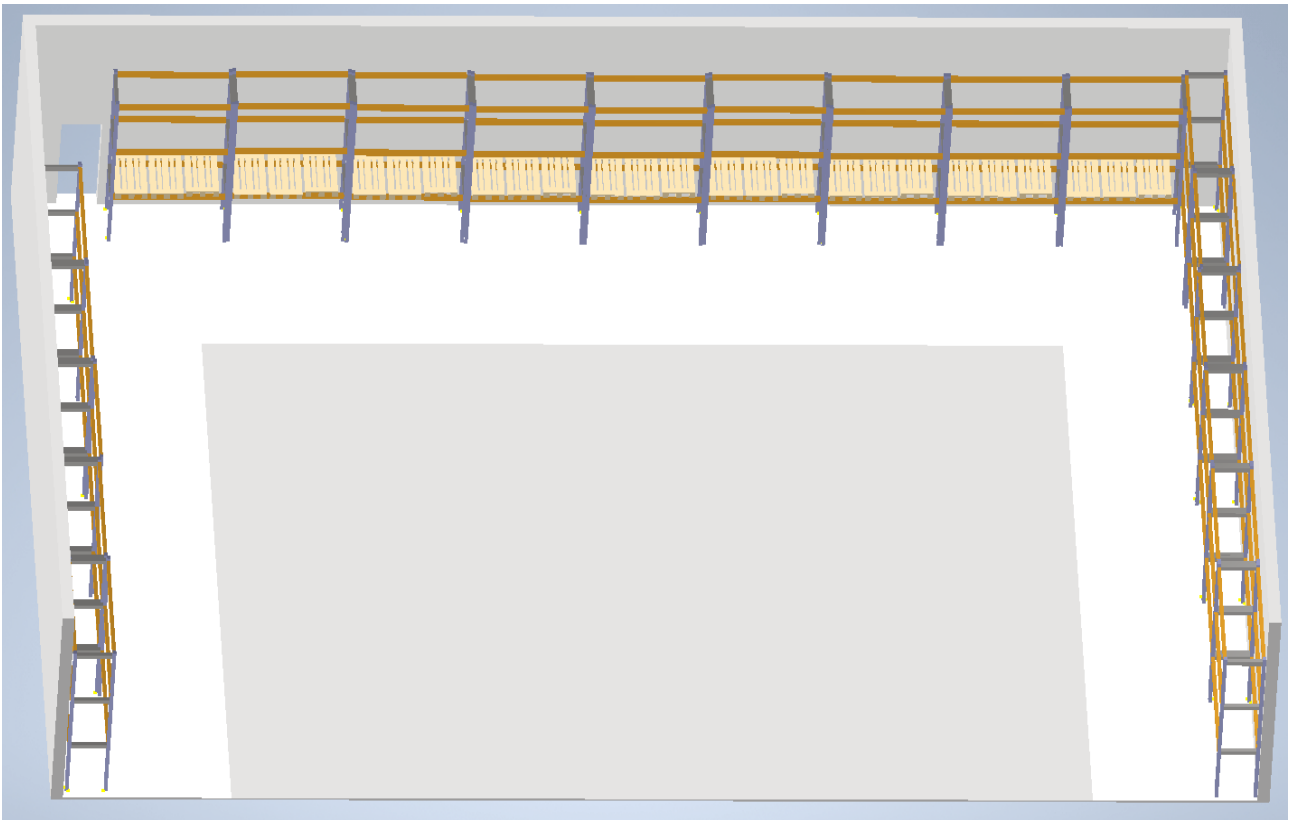
- H1** Varastonohjausjärjestelmä löytyy integroituna toiminnanohjausjärjestelmään. Kyseinen toiminnanohjausjärjestelmä ei välttämättä sovellu teille hyvin. Jonkinlainen kevyempi versio tai toiminnanohjausjärjestelmän integraatio tai hyvä Excel-järjestelmä kuulostaisi järkevältä teidän kokoluokan läpivientiin.
- H2** Varastoinnin ja sen toiminnot, kuten lastauspalvelut ja inventointi ovat ulkoistettu erilliselle konttivuokraus yritykselle. Varaston tiedot kerätään ylös yrityksen käyttämään easoft toiminnanohjausjärjestelmään.
- H3** Varastoja ei meillä yrityksenä omia ole, mutta kirjanpidolliset toiminnot ja tiedot sekä ennustettavuus löytyvät uudesta toiminnanohjausjärjestelmästä. Varaston toiminnanohjausjärjestelmää ei siis luonnollisesti ole.
- H4** Käytössä on Odoo ERP, joka on meille ihan riittävä. Kannattaa vilkaista! Modulaarinen järjestelmä, johon voi valita myös varastonohjausjärjestelmän. Tehokas ja edullinen pienemmille volyymeille.

Opinnäytetyössä oli siis keskeistä selvittää, onko kyseisen alan toimijoilla tarvetta välivarastoinnille tai näkevätkö he tulevaisuudessa tarvetta alueella tapahtuvalle välivarastoinnille? Tuloksena oli positiivinen tarve varaston rakennuttamiselle välivarastoinnin tarpeiden täyttämiseksi. Täten voidaan jo tällä otannalla tietää kysyntää olevan ja sitä kautta voidaan nähdä vihreää valoa rakentamisen tarpeelle tontilla. Kysyntää siis löytyy ja haastattelujen myötä myös varastoitavasta tavaresta ja sen tarpeista saatiin myös alustavaa tietoa. Varastorakennuksesta rakennutetaan haastatteluissa ilmi tulleiden säilytysmuotojen myötä lämmittämätön, mutta tiivistetty rakennus. Tämä palvelee hyvin rakennusalan tarpeita ja on edullisempi energiakustannusten osalta. Lisäksi tiivistetyllä varastorakennuksella on tulevaisuudessa myös mahdollisuus muuntautua lämmitettäväksi varastoksi tarvittaessa.

9 Varaston layout

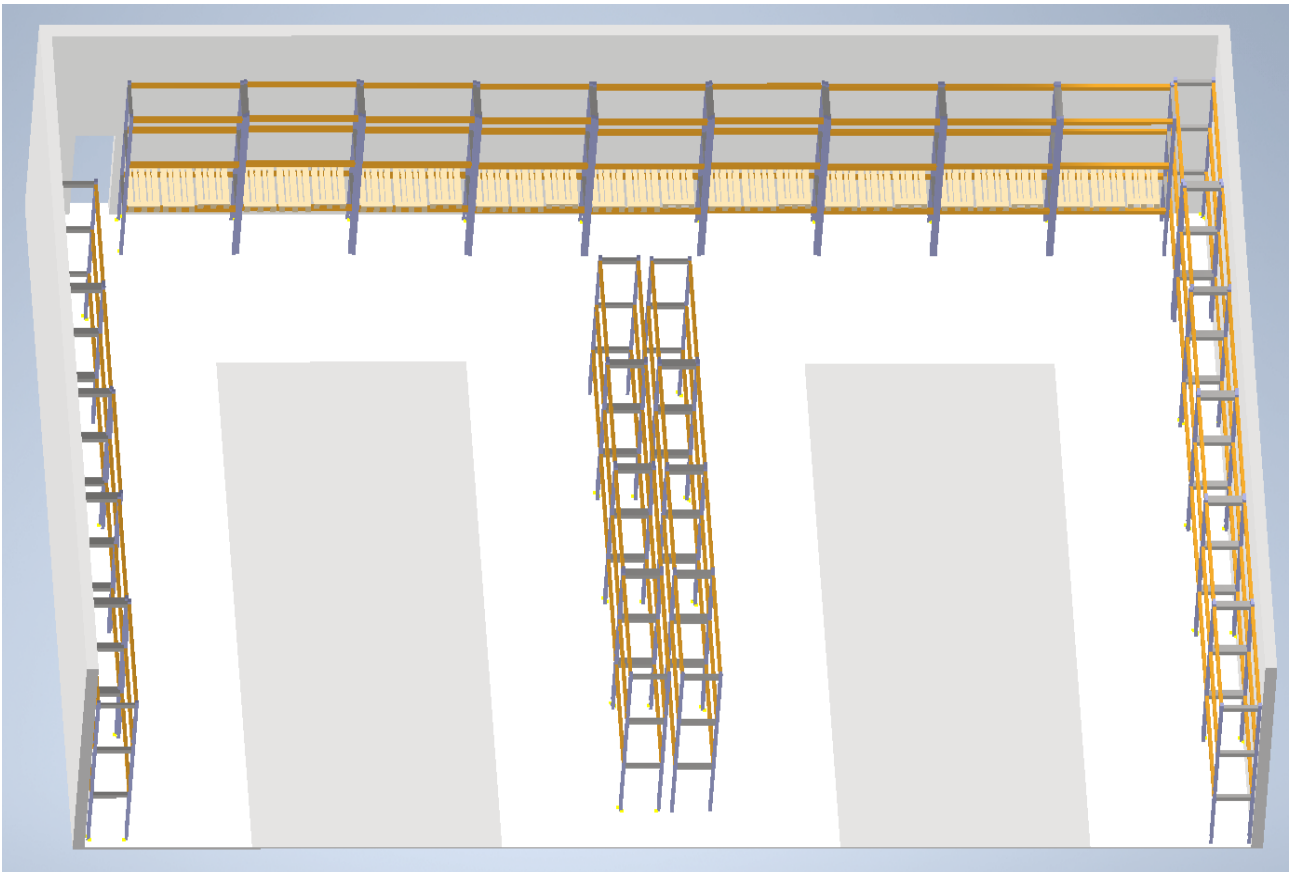
Haastattelujen kautta ilmi tulleet mahdolliset välivarastoitavat tuotteet ovat luonteeltaan sellaisia, että materiaalivirtojen mukaista layout suunnittelua ei tehdä, vaan ennemmin panostetaan selkään ja tehokkaaseen järjestykseen kappaletavaralle. Tällöin varastopaikkajärjestelmän merkittävyys, sekä tilankäytön järjestyksen korostuu. Varastolle luotiin kolme erilaista vaihtoehtoa esiteltäväksi toimeksiantajalle Autodesk Inventor -ohjelmistolla. Varaston pohjana oleva harmaa alue on lattiasäilytys tilalle määritelty alue. Varastointikorkeus sisällä on kaikissa malleissa 5,2 m. Varaston ulkomitat ovat 18 x 30 x 7,5 m. Nämä mitat tulevat olemaan myös varastorakennuksen todelliset mitat. Varaston ulkoseinät ovat näissä malleissa 300 mm paksuiset, joten se on myös otettu huomioon tilojen laskennassa. 3D-layoutit ovat myös kuvattuna rakennuksen liukuovien suunnan mukaisesti, jolloin pääovien puoli on näissä kuvissa jätetty aukinaiseksi seinien osalta.

Kuormalavojen mitat toteutettiin todellisten kuormalavamittojen mukaan, joita markkinoilla on saatavissa. Kuormalavat on toteutettu opinnäytetyön kuormalavavarasto-osion Intolog:n kuvaston mitoilla, jossa vaakapalkki on 2750 mm, jolloin yhden kuormalavahyllyn pituus on kokonaisuudessaan 2930 mm. Leveys on 1050 ja korkeus on 4000 mm. Tällaiseen kuormalavamittaaan mahtuu sopivasti kolme eurolavaa vajaan 9cm väleillä. Layout-suunnitelmiin on lisäksi jätetty varastointiin soveltuvan lattiatilan ja kuormalavahyllyjen väliin 3,5 m tilaa materiaalinkäsittelyn siirtokalustolle.



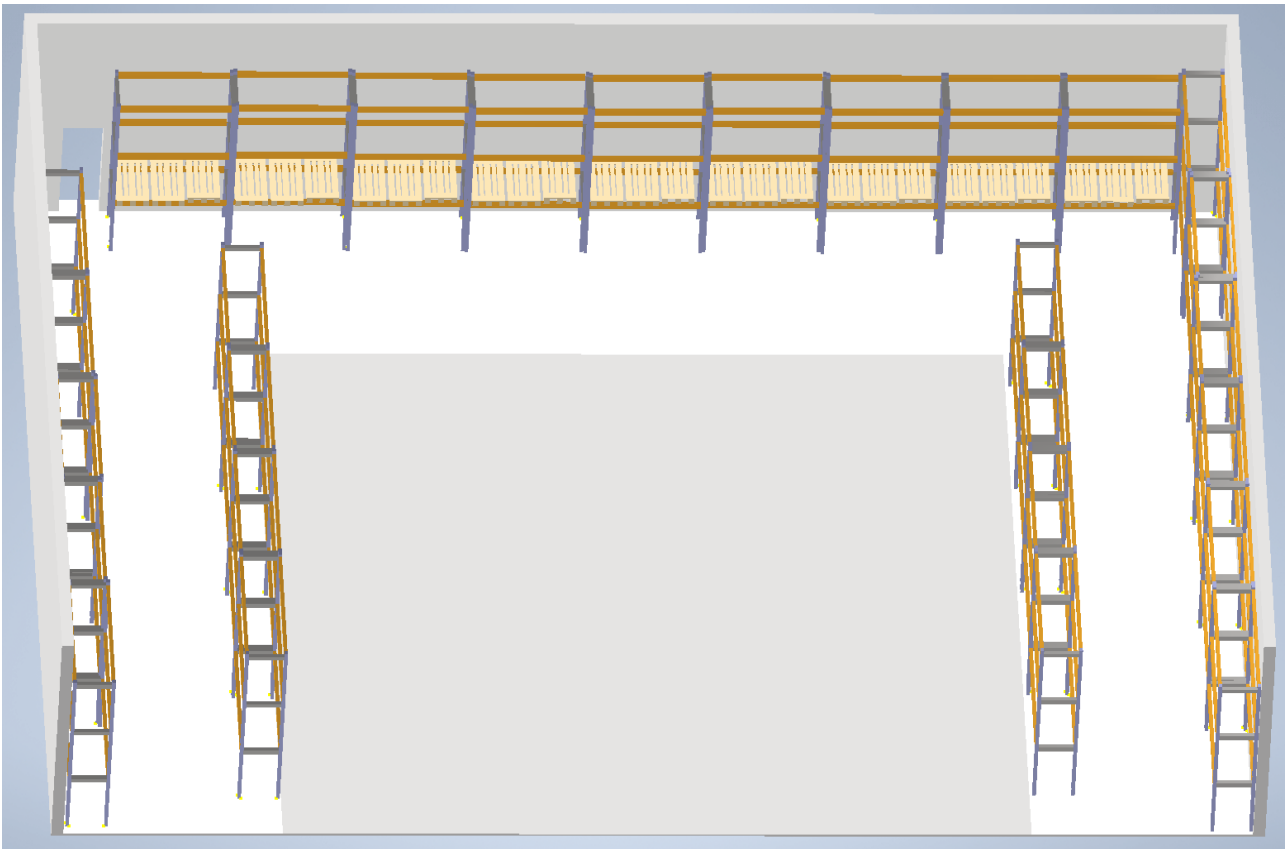
Kuvio 6. Varaston layout-suunnitelma 1.

Suunnitelmassa 1 on jätetty selkeästi toivottua lattiapinta-alaa varastoinnille keskelle varastoa. Täten kuormalavahyllyt ovat sijoitettuna seinien läheisyyteen. Etuina tässä mallissa on selvästi määriteltä suuri lattiasäilytystila ja näkyvyys varastossa toimiessa. Lisäksi tämän suunnitelman kohdalla helppo muokattavuus on etuna, koska kuormalavahyllyjä on vähemmän, mutta oletettavasti riittävästi varaston tarpeisiin. Huonona puolena voi mahdollisesti olla näin suuren yhtenäisen lattiapinta-alan selkeyden ja siisteyden ylläpito. Tämä ongelma on kuitenkin ratkaistavissa esimerkiksi teipeillä rajattujen lattiasäilytystilojen kautta. Tässä mallissa lattiasäilytystilaa jää 13,15 m pituussuunnassa ja 20,3 m leveysuunnassa.



Kuvio 7. Varaston layout-suunnitelma 2.

Varaston toisessa layout-suunnitelmassa on lattiasäilytys tilaa kahdessa eri paikassa kahden kuormalavahyllystön ollessa näiden välissä. Liukuovien suunnalta, eli edestäpäin katsottuna keskelle on jätetty noin 1 m kulkutilaa varaston puolelta toiselle ja takapuolella 3,5 m materiaalinkäsittelykaluston tarpeille. Lattiasäilytystilaa on kummallakin puolella 13,15 x 5,2 m. Tässä layout mallissa etuina ovat kuormalavahyllyjen riittoisuus ja lattiasäilytystilojen erillisuus, jolloin järjestys on selkeämpi varastossa. Haittoina voidaan nähdä sokkeloisuus trukilla ajettaessa verrattuna muihin layout-ehdotuksiin ja lattiasäilytystilan kapeus, joka voi olla ongelma suurten elementtien kohdalla, varsinkin jos nimikevolyymit ja vaihtuvuus on suurta. Liikkuvuutta trukilla voidaan tosin parantaa esimerkiksi ottamalla varaston keskellä olevat ensimmäiset kuormalavaparit pois, jolloin myös trukilla mahtuisi liikkumaan varaston etuosasta puolelta toiselle.



Kuvio 8. Varaston layout-suunnitelma 3.

Kolmas layout-suunnitelma on ikään kuin kahden edeltävän mallin fuusioitu muoto. Seinustojen lisäksi kuormalavahyllyrivit ovat sijoitettu trukkikäytävän toisellekin puolelle. Lisäksi keskelle jäävä aukio on lattiasäilytystilalle omistettu, 13,15 x 18,2 m varastoitavaa tilaa. Etuina tässä mallissa ovat kuormalavahyllyille tarkoitetun pinta-alan maksimoiminen samalla trukkikäytävällä sekä kookas lattiasäilytystila. Varastopaikkajärjestelmä olisi myös selkeämpi tämän suunnitelman kanssa, kun varastokäytävät luovat selkeän kokonaisuuden kuormalavatavaran ja lattiasäilytystilan välille.

Näistä kolmesta layout-suunnitelmasta valikoitui parhaimmaksi tähän projektiin varaston layout-suunnitelma 1. Lattiasäilytystila ja muokattavuus nähdään tärkeinä varaston toteutuksen alussa, sillä varastoitavan tavaran muoto, koko ja kappalemäärät välivarastoinnissa ovat vielä verrattain kysymysmerkkejä. Lisäksi varastoon on suunnitteilla liukuovet vaakasuunnassa, joka mahdollistaisi kuorma-auton sisäänajon varastoon. Tällöin esimerkiksi varastointitilan salliessa ajoneuvoyhdistelmän avonaisen perävaunun voi jättää suoraan varastoon sisälle tavallisen Nosto ja Kuljetus Ruuskan käyttämän perävaunun ollessa 12,7 m pitkä, mikäli tavara esimerkiksi olisi välivarastossa vain

hyvin lyhyen ajan. Lisäksi lattiasäilytystilan ollessa suuri, voidaan järkevällä nimikesijoittelulla varastoitavien tuotteiden ollessa vähäistä myös purkaa varastointiin tulevat tuotteet perävaunun päältä varaston sisällä.

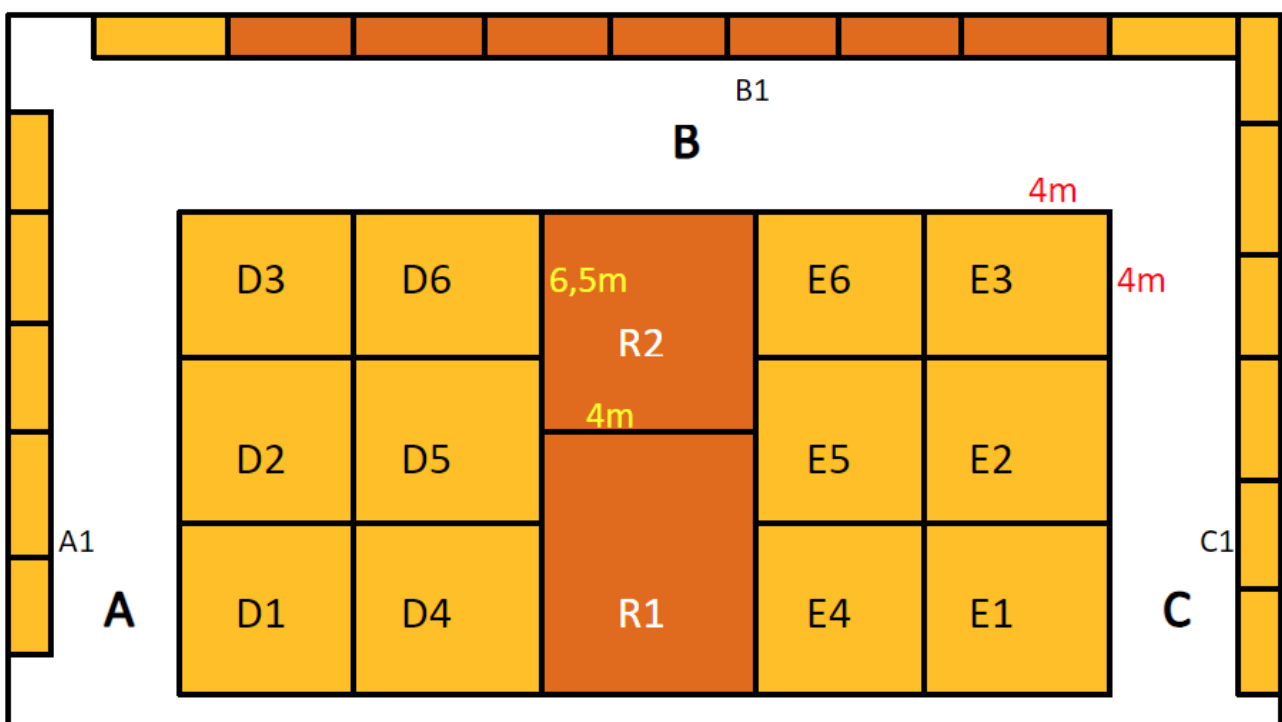
10 Välivarastoon valittu tekniikka

Varaston kuormalavahyllyjen mitoitus on tehty vastaamaan eurolavojen mittoja, joten varastossakin käytettävät lavat tulevat olemaan eurolavoja. Varaston toimintaan investointiehdotukseksi oli vertailussa monia eri trukkityyppejä sisä- ja ulkovarastoinnin tarpeisiin. Trukeista vertailtiin vastapainotrukkeja, työntömastotrukkeja, tukipyörätrukkeja sekä nelitietrukkeja. Jokaisella on etunsa varastoinnin pelikentällä, mutta soveltuvin trukkityyppi haastattelujen, vertailujen ja havainnoinnin osalta oli nelitietrukki. Nelitietrukki soveltuu hyvin myös valittuun layout-suunnitelmaan, sillä nelitietrukki pystyy toimimaan kapeilla käytävillä ja haastateluissakin mainittu tarve harkkojen sekä harjateräksen varastoinnille onnistuu parhaiten vaihtoehtoista juuri nelitietrukin avulla. Nelitietrukki soveltuu lisäksi myös ulkokäyttöön, mikä oli tarpeellista ottaa huomioon trukkia valitessa. Työntöasto- ja tukipyörätrukit eivät välttämättä riitä kantokykynsä puolesta suoriutumaan kuorman purusta haastateluissa ilmi tulleiden vaatimusten mukaisesti. Lisäksi nelitietrukki ja vastapainotrukki soveltuvat paremmin myös ulkokäyttöön. Tontilla on valmiiksi jo pienempi vastapainotrukki, mutta tähän projektiin nähdään nelitietrukki ja sen tuomat edut pitkän tavarantoimituksen, kapeamman käytävätilan ja suorituskyvyn puolesta parhaimpana vaihtoehtona varaston toimintaa ylläpitämään.

Varaston muu tekniikka keskittyy viivakodeihin. Viivakoodien avulla nopeutetaan nimikkeiden syöttämistä varastohallintajärjestelmään. Viivakoodien osalta tarvitaan myös viivakoodinlukija. Viivakoodinlukijalla voidaan kuitata ja saada tiedot varastoitavasta tuotteesta suoraan varastohallintajärjestelmään. Viivakoodit voivat lisäksi auttaa nopeuttamaan ja hallinnoimaan varaston järjestystä ja varastopaikkatietoja, jos viivakoodit hankitaan esimerkiksi jokaiselle varaston kuormalavapaikalle. Jokaiselle lavapaikalle osoitepaikkajärjestelmässä voidaan laittaa oma viivakoodi, joka on kiinni kuormalavahyllyssä omalla paikallaan esimerkiksi muovitaskussa. Vaihtoehtoisesti käytävien päähän voidaan kiinnittää myös viivakoodit, jotka ovat osoitettu omille tavarantoimituspaikoilleen, josta voi sitten lukea varastoitavan tavarantoimituspaikkatietoja ja sen myötä nopeuttaa ja selkeyttää varastohallintaa. Lattiapaikoille voidaan myös laittaa viivakoodit ja lavapaikkamer-

kinnät lattiataskuihin. RFID- ja puheohjaustekniikat ovat kalliimpia menetelmiä ja parempia suuremmille varastovolyymeille, joista lopputuloksena päädyttiin käyttämään viivakoodeja osana väli-varastoinnin tekniikan kehittämistä.

Välivaraston varastopaikkajärjestelmän luomisessa päädyttiin käyttämään aktiivi- ja reservipaikkoja lyhyen ja pitkäaikaisen säilytyksen tarpeisiin. Lisäksi käsite monipaikkajärjestelmä otetaan myös käyttöön, eli näiden tietynlainen fuusioitu malli on käytännöllinen varastopaikkajärjestelmäksi.

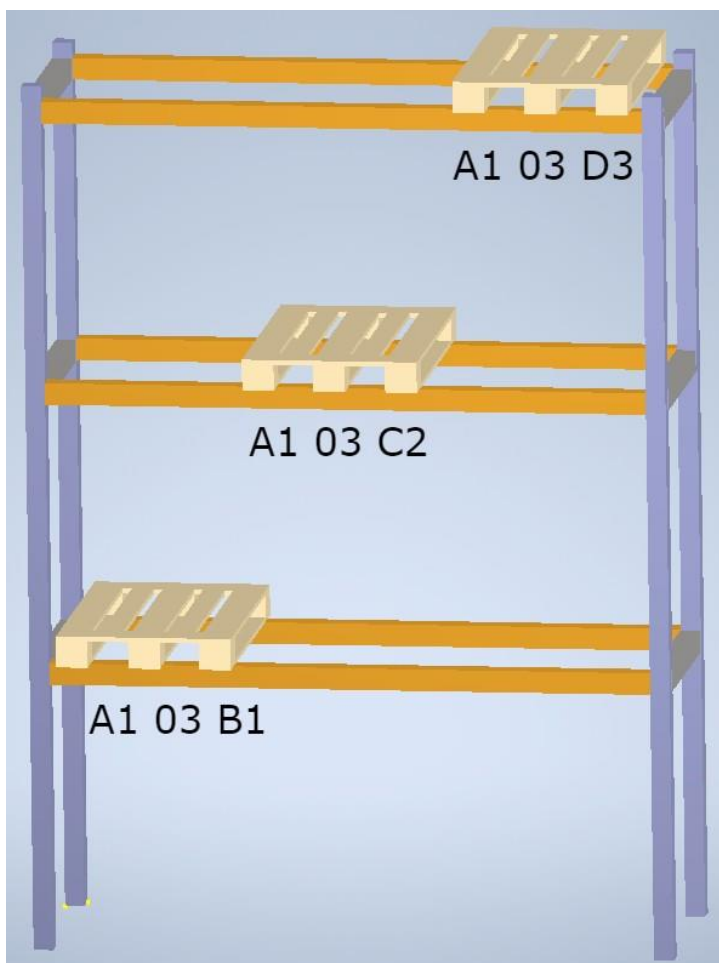


Kuvio 9. Varastopaikkajärjestelmä

Kuvassa valittuun layout-suunnitelmaan on suunniteltu aktiivipaikat sekä reservipaikat tavaralle. Aktiivipaikat ovat oranssilla pohjalla ja reservipaikat ruskealla. Aktiivipaikat ovat siis lyhytaikaisempaan säilytykseen välivarastossa ja reservipaikat pitkäaikaiseen säilytykseen. Lisäksi omaa kalustoa voi tilan salliessa säilyttää reservipaikoilla. Monipaikkajärjestelmän myötä samankaltaisia varastoitavia tuotteita voi olla eripuolilla varastoa ja paikkoja voi vaihtaa keräämisen osalta parempaan paikkaan, koska varastoitaville tuotteille ei ole vakiopaikkoja. Käytävät ovat nimetty A, B ja C -käy-

täviksi, joiden seinänpuoleinen kuormalavahyllypuoli on nimetty parittomaksi (X1) puoleksi varaston osoitepaikkajärjestelmään. Varaston lattiasäilytykseen varattu tila on nimetty D ja E kirjaimilla, sekä keskellä olevat pitkän ajan säilytyksen reservipaikat koodeilla R1 ja R2. Varaston lattiasäilytystila ei tule noudattamaan osoitepaikkajärjestelmän koodia, vaan toimivat lyhyempinä paikkanimikkeinä kuvan ruudukon nimien mukaan. Kaikki aktiivipaikat ovat lattiasäilytyksessä 4 x 4 m ja reservipaikoilla 6,5 x 4 m.

Lisäksi ulkovarastointitilat valitussa varastopaikkasuunnitelmassa "A", voidaan hyödyntää samoja varastopaikkajärjestelmämenettelyitä kuin lattiasäilytystilan kanssa varastossa. Esimerkiksi nimellä varastorakennuksen oikealla puolella olevan ulkovarastointitilan nimellä "F" ja varaston takaa löytyvän varastointitilan nimellä "G". Ulkovarastointitiloille ei lisäksi tulla määrittämään erikseen lavapaikkoja. Ulkovarastointitilojen mitat ovat karkeita ja ovat suuntaa antavia, mutta tilavalle määritellyjä lisäsäilytystiloja välivarastoinnille tarpeen vaatiessa.



Kuvio 10. Lavahyllyn osoitepaikkajärjestelmä.

Osoitepaikkajärjestelmää käytetään varaston kuormalavahyllyjen kanssa. Lattiapaikkojen osalta samaa järjestelyä ei käytetä, sillä varsinaisia kuormalavapaikkoja ei lattiapaikoille tule varastoitavan tavaran osalta. Kuvassa on esimerkki osoitepaikkajärjestelmästä, johon on valittu käytävän A kolmas kuormalavahylly. Seinustan puolella olevan käytävän "A1" puolen kolmas kuormalavahylly "03" on esimerkiksi alimmassa kuormalavahyllyssä korkeudella "B" lattiasta katsottuna ja ensimmäisellä paikalla kolmesta vierekkäin mahtuvasta kuormalavasta eli "1". Näin saadaan jokaiselle kuormalavahylly paikalle oma koodi. Lisäksi kuormalavojen alle vaakapalkkeihin voi lavapaikkaosoitteen lisäksi laittaa viivakoodit luettavaksi jokaiselle hyllypaikalle varastonhallintaa ylläpitämään ja nopeuttamaan.

11 Varastonhallintajärjestelmän valitseminen

Tärkeimmät toiminnot, joita käyttäjät vaativat varastonohjauksen osalta, ovat varaston nimikkeiden hallitseminen, laskutus sekä kirjanpito. Tarkastelussa sopivimman varastonhallinnan työkalun valitsemiseksi olivat muun muassa edellä mainitut WMS- ohjelmistot Elisa IndustriQ:n Leanware WMS ja Ongoing WMS. Näiden lisäksi tarkasteltiin Nosto ja Kuljetus Ruuska ky:n käytössä olevaa Visma-sovellusalustaa ja sen mahdollista kirjanpidollista varastonhallinta ohjelmistoa ja Microsoft Excelin kautta tapahtuvaa varastonhallintaa, sekä mahdollisuutta haastatteluissa esiin tulleelta ehdotukselta, eli Odoo ERP:n käyttämistä varastonhallintajärjestelmän tarpeisiin. Tarkastelun ohella tärkeinä asioina järjestelmän lopulliseen valitsemiseen vaikuttivat erityisesti käyttömukavuus, helppous ja hinta.

Varastonhallinnan sovellukseksi valikoitui lopulta vertailun ja havainnointien myötä yhdessä käyttäjien kanssa Visma Novan varastokirjanpito moduuli. Etuna Visma Nova varastokirjanpidon käytössä olisi jo entuudestaan tuttu pohja varaston ylläpitoon, jonka yleisnäkyminen voi katsoa alla olevasta liitteestä. Laskutus sekä ostoreskontrat toimivat tällä samalla sovelluspohjalla kummasakin yrityksessä. Lisäksi laskutus toteutuu yrityksillä myös Visma Novan kautta, joten tiedonsiirto ja laskutus varaston osalta tapahtuu tutun järjestelmän kautta vaivattomasti. Integraatioita tai rajapintoja eri sovellusten välilläkään ei täten tarvitse mieltä, jos laskutus ja ostoreskontrat ovat myös saman ohjelmiston alla. Vertailun WMS järjestelmien sekä Excelin kanssa joutuisi käyttämään montaa ohjelmistoa varastonhallinnasta laskutukseen, jota ei nähty käyttömukavuuden

puolesta hyvänä asiana, sillä Vismalla oli samankaltainen palvelu tarjottavanaan. Visma Novan varastokirjanpito sovellus tuo lisäksi kuukausihintaisen, mutta maltillisen hinnan varastonkirjanpidon lisenssin myötä, sillä kyseessä on lisämoduuli jo olemassa olevaan käyttöpakettiin, jolloin uuden ERP:n käyttöönotosta ei tarvitse erikseen maksaa kiinteää kuukausihintaa enempää.

Odo ERP ja WMS ohjelmistot todettiin potentiaalisiksi, mutta uusien käyttöohjelmistojen myötä huonommiksi vaihtoehtoiksi kuin entuudestaan tuttu Visma Nova. Lisäksi uuteen, kalliiseen ja tuntemattomaan varastohallintajärjestelmään sijoittaminen ja heti käyttöön ottaminen voi olla hätköity ratkaisu, sillä varaston tuotemääriä ja varaston kiertonopeutta välivarastossa ei vielä täysin tiedetä. Excelin osalta käytössä koettiin epävarmuutta varaston hallinnan, tiedonsiirron, toimintavarmuuden, automaation sekä viivakoodien käytön osalta. Visma Nova varastokirjanpito ohjelmisto on käyttöyhteensopiva Code-39 ja EAN-viivakoodien kanssa, joita voidaan syöttää järjestelmään. Lisäksi viivakoodinlukijoita, joita Vismaan voi syöttää, ovat näppäimistön väliin liitettävät lukijat, tiedonkeruupäätteet, eli myös käsipäätteet ja radiolukijalaitteet (Viivakoodilaitteet 2024). Visma Nova on lisäksi suuri alan toimija, jonka käyttäjille löytyy kattava tukiverkosto ja ohjeet varastohallinnan käyttöön ja ylläpitoon.

12 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyö alkoi useilla palavereilla ja suunnittelutyöllä projektin kokonaisuuden havainnollistamiseksi. Tämän myötä opinnäytetyön kahden ensimmäisen kuukauden aikana luotiin rajattu paketti tutkimuskysymysten ympärille ja samalla kerättiin tietopohjaa keskusteluiden, internetistä saatavien tiedonlähteiden sekä kirjallisuuden kautta. Tavoitteena oli vastata toimeksiantajan ja varaston käyttäjäyritysten Nosto ja Kuljetus Ruuska Ky:n sekä Kuljetusliike Rahikkala Oy:n kanssa projektiin luotuihin tutkimuskysymyksiin. Opinnäytetyön keskiössä oli tehdä laadullinen, puolistrukturoitu teemahaastattelu tutkimus varastoinnin tarpeiden ja toiveiden selvittämiseksi varastoon liittyen rakennusalan toimijoiden osalta.

Lisäksi toisena aihepiirinä tutkimuskysymyksen osalta oli se, että minkälainen layout sopisi välivarastoon sisältäen sen tekniikan ja toiminnallisuuden? Kolmantena kokonaisuutena vertailtiin varastohallintajärjestelmiä ja ratkaisuja tutkimuskysymyksellä välivaraston kokonaisuuden hallinnan

osalta. Opinnäytetyön konkreettinen osa eteni esitettyjen tutkimuskysymysten mukaisessa järjestyksessä. Opinnäytetyössä oli tavoitteena saada näihin aiheisiin vastauksia ja ratkaisuja ja niitä onnistuneesti myös saatiin.

Opinnäytetyö alkoi ensimmäisen tutkimuskysymykseen vastaamisella, eli välivarastoinnin tarpeen ja siihen liittyvien toiveiden kartoittamisella haastattelujen osalta. Haastatteluista saatiin arvokasta tietoa myös realistiselle välivarastoinnin tarpeelle Myllyjärven teollisuusalueella. Haastattelujen yhteydessä oli jo havaittavissa enteitä tulevista asiakassuhteista välivarastointiin liittyen ja haastattelut toimivatkin tiedonkeruumenetelmänä hyvänä mainoksena palvelusta. Projektin aloitamisvaiheessa ei ollut vielä selkeää se, että tulisiko mahdollisesti rakennutettavasta varastotilasta lämmitetty, puolilämmitetty, kylmä vai jokin muu varastointimuoto. Lopulta haastattelujen tuoman tuen myötä päädyttiin valitsemaan tiivistetty, mutta lämmittämätön varasto. Tiivistetty varasto on helpommin muokattavissa mahdollisiin varastoinnin tarpeen vaatimuksiin. Lisäksi haastatteluissa huomattiin, ettei välivaraston lämpötilalla ole suurta merkitystä rakennusalan tarpeisiin. Suurimmaksi osaksi lämpötilojen suuret vaihtelut ja sääsuojat nähtiin riittäviksi rakennustarpeelle ja mahdollisille herkille hydraulikkaosille.

Kysymykset olisi voitu kohdistaa enemmän myös muita tutkimuskysymyksiä tukeviksi patteristossa. Lisäksi Haastattelun otos olisi voinut olla suurempi. Haastattelut suunniteltiin heinäkuulle, mikä osoittautui hankalaksi haastatteluajankohdaksi rakennusalan toimijoiden kanssa, sillä kesäloimat ajoittuivat päällekkäin haastattelupyynnön saaneille toimijoille.

Seuraavana tutkittavana aiheena oli välivaraston layout ja sen sijoituspaikka tontilla. Tämän aiheen osioksi otettiin myös tarkasteluun varaston tekniikka ja toiminnallisuus. Lisäksi varastorakennuksen yhteyteen varaston sijainnin osalta hahmoteltiin tontille myös tulevat alueet puhtaasti ulkovarastointiin. Varaston sijainnin määrittäminen onnistui havainnoinnin ja mittauksien myötä ja valittuun varastopaikkasuunnitelmaan oltiin toimeksiantajan ja käyttäjien puolesta tyytyväisiä. Varaston tekniikkaan sisällytettiin tutkitun teorian sekä haastattelujen myötä optimaalisin materiaalin siirtokalusto vastaamaan tarpeita. Lisäksi varaston tekniikkaan ja toiminnallisuuteen luotiin kirjallisuuden- ja sähköisen teorian tuella varastointiin soveltuva välivarastoon mukautettu varasto- ja osoitepaikkajärjestelmä. Nämä ratkaisut olivat toimeksiantajalle selkeät ja varastointiin hyvin

mukautuvat menetelmät. Varaston layout suunnittelu eteni sujuvasti layoutin suunnittelun käsittelyn teorian mukaisesti. Varastointitila pyrittiin suunnittelemaan tehokkaaksi varastoitavan tavaran säilyttämiseksi varaston korkeuden mukaan kuormalavahyllyn optimaalisen korkeuden myötä, kuin myös toimeksiantajan toiveiden mukaan suuren lattiasäilytystilan osalta. Varsinaista varaston ovea ei projektin layout mallinnuksiin tehty, vaan layout malleissa oven suun seinämä jätettiin avonaiseksi. Välivarastoon on ajateltu liukuovi ratkaisua, jonka myötä koko seinämän saa auki, jolloin päädyttiin opinnäytetyöprojektissa siihen, että layout-malliin ei tarvitse liukuoviratkaisua hahmotella.

Varasto- ja osoitepaikkajärjestelmissä nimenomaan tämänkaltaiseen toimintaan välivarastojen osalta löytyi aika vähän tutkittua tietoa ja materiaalia. Aktiivi- ja passiivipaikkojen yhdistämisellä uskon kuitenkin suunnittelun myötä varaston saavuttavan parhaimman mahdollisen järjestelyratkaisun. Varaston valikoiduksi materiaalin siirtokalustoksi valikoitunut nelitietrukki oli myös osuva investointiehdotus suorituskyvyltään. Hankaluuksia varaston sijoittamiseen tontilla toi vaikea tontin rajojen hahmottaminen. Tontin rajat tulivat lähelle varastolle havainnoituja mahdollisia sijoituspaikkoja, jolloin varastorakennuksen kokoa piti tarkkailla ja mitailla niin, että sen ympäri pääsee raskaalla kalustolla ajamaan. Kuitenkin mittauksien jälkeen voitiin todeta, että tontilla tapahtuvalle liikennöinnille välivaraston sijoituspaikka ei ole rasite varaston syvyyden ollessa 18 m, joka nähtiin varsin riittäväksi varastorakennuksen koolle. Layout-suunnittelussa onnistuttiin havainnollistamaan tehokkaasti todenmukaisten kuormalavahyllymittojen luomaa tilankäyttöä hyllyjen määrän, hyllyjen välisten etäisyyksien sekä materiaalikuljetukseen tarkoitettujen käytävien mittoja.

Varastonohjausjärjestelmän osalta oli tarkasteltavana viisi eri ratkaisua hallitsemaan varaston ylläpidon kokonaisuutta. Varastonhallintaohjelmistojen erovaisuuksia pystyttiin hyvin tarkastelemaan sähköisten lähteiden ja teoriassa käytetyn lähteiden avulla varastonhallintaohjelmistoista ja niiden mahdollisuuksista pk-yrityksille. Tavoitteena oli löytää hyvä ratkaisu toimeksiantajalle ja käyttäjille heidän toiveiden mukaisten toimintojen osalta. Merkityksellisimmät toiveet varastonhallinnan osalta täyttyivät hyvin valitulla Visma Nova ohjelmistolla ja tähän oltiin tyytyväisiä entuudestaan tutun ohjelmistoalustan ja toimintojen osalta. Tulevilla käyttäjillä oli myös toiveena varaston tehokkuutta parantava viivakoodi- tai RFID-pohjainen ratkaisu varastoitavan tavaran kuittaamiseen.

Teorian tarkastelun, arvioidun varasointivolyymien sekä varaston koon ja tuotteen luonteen puolesta päädyttiin viivakooditekniikan valitsemiseen teoriassa tarkasteltujen RFID-tekniikan tai puheohjauksen sijasta.

Varastohallintajärjestelmistä ja muista ratkaisuista olisi voinut luoda selkeämmän kokonaisuuden esimerkiksi pisteytyksien tai SWOT-analyyysien avulla. Lopulta kuitenkin erojen puntaroimisessa päädyttiin Visma Novan varastokirjanpitoon ja tämä oli myös toimeksiantajan, sekä käyttäjien mielestä hyvä ja edukseen erottuva ratkaisu. Rajoittavana tekijänä varastohallintajärjestelmien tarkastelussa oli isompien WMS ohjelmistojen tarjoamat Demo-ohjaukset varastohallintajärjestelmään käyttöön liittyen. Tarjouksia ei kuitenkaan isoimmilta WMS toimijoilta lähdetty kyselemään, joten palvelun hintaeroja ei tarkasti voitu vertailla. Visma Novan hinta on suunnilleen tiedossa käyttäjille ja toimeksiantajille, joten varastokirjanpidon lisäpalvelu sai senkin osalta positiivisen hyväksynnän.

12.1 Työn luotettavuuden arviointi

Koko opinnäytetyön ajan tietolähteiden eettisyyteen ja luotettavuuteen pyrittiin panostamaan. Löydetyn tiedon arvioinnissa täytyi tarkastella lähteiden luotettavuutta ja käyttökelpoisuutta paikkaansa pitävyyden ja perustellun tiedon osalta. (Tiedonhaun opas: Tiedon luotettavuus n.d.) Jos aineistossa ei ole mainittu tekijää. Käytetyt blogitekstit ja muut sähköiset lähteet ilman kirjoittajan nimeä on erityisesti reflektoitu lähteiden tiedon oikeellisuudesta. Objektiviisuutta ja tiedon tuottajan luotettavuutta on tarkasteltu esimerkiksi tietoa käyttävien yritysten alla. Esimerkiksi varastohallintajärjestelmien vertailussa lähteinä käytettiin yritysten ja palveluntarjoajien omia verkkosivuja lähteinä. Opinnäytetyössä myös pyrittiin käyttämään uusimpia lähteitä tutkittavasta tiedosta.

Haastattelujen osalta opinnäytetyössä tehtiin laadullinen teemahaastattelu. Ladullisen tutkimuksen tarkasteluun voidaan liittää käsitteet realibiliteetti ja validiteetti. Kun tarkastellaan mitatun tutkimuksen asian luotettavuutta ja johdonmukaisuutta eli realibiliteettia tai mitatun tutkimuksen validiteettia eli pätevyttä. Mittarin validiteetilla tarkoitetaan mitattavan kohteen pätevyttä ja sopivuutta siihen kohteeseen, jota sen on tarkoituskin mitata. Mittarin realibiliteetti puolestaan käsittää mitattavan tutkimuksen, eli tässä tapauksessa haastattelun laatua ja johdonmukaisuutta. Tutkimuksen arviointiin liittyy myös reflektoinnin käsite. Tutkijan on hyvä tarkastella kriittisesti saatuja tuloksia mittareista ja arvioida tulosten pätevyttä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka

2006.) Haastattelujen osalta haastatteluun osallistuneet olivat ammattitaitoisia aihepiiriin nähden ja päteviä vastaamaan luotuun haastattelututkimukseen, jonka myötä tulleet näkemykset ja vastaukset teemahaastattelun osalta olivat luotettavia sekä päteviä. Haastatteluiden tuottama tieto olisi voinut olla tarkempaa ja laadukkaampaa, mikäli haastatteluun olisi saatu lisää haastateltavia. Noin 33% haastattelupyynnön saaneista osallistui tutkimukseen, mutta neljän haastateltavan vastauksien otos riitti kuitenkin kriittisen ajattelun jälkeenkin vastaamaan toivottuihin haastattelukykyksiin ja niiden tuottamien tietojen arvokkuuteen.

Layoutin luotettavuuteen vaikuttaa positiivisesti se, että varaston leveys, pituus ja korkeusmitat ovat tehty jo valmiiksi reaalisesti tontin muiden kiinteistöjen kylkeen. Varastointikorkeudessa ja leveydessä on laskettu ja mitattu kuormalavahyllyjen todelliset mitat, jotka vaikuttavat varaston toiminnallisuuteen ja säästää hukkatilojen muodostumista. Varastonpaikka suunnitelman osalta havainnointia ja mittauksia on toteutettu ihan perinteisellä mittarullalla. Tontin rajoihin jätettiin selkeästi tilaa tontin muulle toiminnalle ja liikennöinnille.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyön tulosten osalta verrattuna projektissa esitettyihin tutkimuskysymyksiin, ovat opinnäytetyössä tulleet tiedot, suunnitelmat ja ratkaisut hyvin linjassa tavoiteltujen kysymysten vastauksiin. Rakentamisen osalta ensimmäinen suunnitelma on kuitenkin harvoin se lopullinen suunnitelma. Tämä opinnäytetyö on kuitenkin perustana välivarastoinnin suunnitelmana välivarastoinnin kokonaisuuden toteuttamiselle. Jatkokehityksien, sekä layout-suunnitelmien puitteissa opinnäytetyötä voi myös soveltaa uusien näkemysten, investointien sekä suunnitelmien toteuttamiseen ja innovointiin.

12.2 Jatkokehitystoimet

Kehitystoimina projektille tämän opinnäytetyön ulkopuolella voi esimerkiksi valittua layoutmallia ja sen tehokkuutta tarkastella ja parannella. Samalla käytäväleveyksiä voidaan helposti muokata valitun layout mallin osalta, jos käytäväleveydet nähdään liian mittavina kulkuväylinä kevyelle liikenteelle sekä materiaalsiirtokalustolle. Tiivistetyllä varastorakennuksella on mahdollisuus myös tarpeen vaatiessa ja kysynnän kasvaessa muuntautua lämmitetyksi halliksi. Lisäksi, jos varastointivolyymit ja varaston materiaalin vaihtuvuus kasvaa, layout-mallista voidaan muokata läpiajettava varasto, jolloin varastoitava tavara olisi läpivirtaava. Takaseinään voi tehdä myös liukuvan oven ja

samalla poistaa ja miettiä jatkosijoituspaikat pitkän päädyn kuormalavahyllyille, jotta raskaalla kallustolla olisi mahdollisuus läpiajettavuudelle. Layoutin lattiasäilytyspaikoille voi esimerkiksi luoda tarkemmat kuormalavasäilytystilat trukinkestävällä teipillä osoittamaan oikeita lavapaikkoja ja selkeyttämään lattiapaikkojen järjestystä. Myös muita turvallisuutta ja selkeyttä parantavia toimenpiteitä voidaan edistää esimerkiksi kyltein ja huomiovärien osalta.

Varastonhallintajärjestelmän voi myös tulevaisuudessa päivittää suurempaan, jos tarve sitä vaatii ja varastotoiminta kasvaa nykyisestä arviosta. Edellä tarkastellut WMS-ohjelmistot tarjoavat toimivat rajapinnat ja integraatiomahdollisuudet, jotka voivat olla parempia vaihtoehtoja kokonaisuuden hallitsemisen kannalta toiminnan laajentuessa, kuin Visma Novan varastokirjanpito. Lisäksi välivarastointiin kaavailtujen ulkovarastojen toimintoja voidaan kehittää esimerkiksi luomalla niille tarkempia järjestelmiä osoitepaikkajärjestelmän ja rakennuksen osalta. Niille voi esimerkiksi luoda katoksen tai muun suojan. Lisäksi valitun varastopaikka suunnitelman varaston oikeanpuoleiseen ulkovarastointitilaan voi esimerkiksi asentaa pitkän tavaran telineet välivaraston kylkeen.

Konkreettisten tekojen osalta opinnäytetyön ja varsinaisen välivaraston rakentamisen myötä projektiin liittyy vielä kokonaisuuden tarkempi budjetointi, haettavat rakennusluvut ja aikataulutuksen varsinaisen rakentamisen osalta. Tämän jälkeen kun nähdään realistinen kokonaisuuden valmistuminen rakennuksen valmistumisen, varastonhallinnan toimivuuden ja sen sidosryhmien kanssa, voidaan kokonaisuutta ja palvelua alkaa markkinoimaan.

Lähteet

Combilift C-sarja. N.d. Esite Combilift C -sarjasta Mitsubishi-forklift nettisivuilla. Viitattu 08.10.2024 <https://www.mitsubishi-forklift.fi/combilift/c-sarja>.

Combilift specifications. N.d. Esite Combilift C4000 trukin tiedoista. Viitattu 02.10.2024. <https://www.avm-montage.be/datasheets/Combilift%20C4000%20D1.pdf>.

EAN-viivakoodit. N.d. Esite EAN-viivakoodeista GS1:n nettisivuilla. Viitattu 22.10.2024. <https://gs1.fi/fi/standardit/tunnistamisen-standardit/ean-viivakoodit>.

Emmet, S. 2005. Excellence in warehouse management. John Wiley & Sons Ltd. Viitattu 20.05.2024. <https://r2.vlereader.com/Reader?ean=9780470015698>.

Hirsjärvi, S., Hurme, H. 2022. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. 2. uud. p. Gaudeamus Oy Viitattu 07.06.2024. <https://www.ellibslibrary.com/reader/9789523458123>.

Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. p. Hämeenlinna: Tammi.

Hokkanen, S. Remes, P. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Jyväskylä: Sho Business Development.

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

Hyvärinen, M. Suoninen, E. & Vuori, J. 2021. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Laadullinen käsikirja. Haastattelut. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 07.06.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineis-tot/haastattelut/>.

Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). 2024. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan nettisivuilla esite hyvästä tieteellisestä käytännöstä. Viitattu 11.09.2024. <https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytando-htk>.

Hwang, J., & Wan, Y. W. 2013. A supplier-retailer supply chain with intermediate storage for batch ordering. *International Journal of Production Economics*, 142(2), 343-352. Viitattu 12.06.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527312005026>.

Kuormalavaopas. 2022. Esite Toyota Forklifts.fi nettisivuilla. Viitattu 20.05.2024. <https://toyota-forklifts.fi/oppaat/kuormalavaopas/>.

Kuvasto. 2023. Intolog tuotekuvasto. Viitattu 27.08.2024. <https://www.intolog.fi/kuvasto/?sivu=7>.

Laine, J. 2020. Odoo toiminnanohjausjärjestelmä verkkokaupan alustana. Opinnäytetyö, AMK. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu, tradenomi (AMK), tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma. Viitattu 21.10.2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021053112580>.

Layout-suunnittelu: 9 Askeleen Opas Tehokkaaseen Layouttiin. 2023. Blogikirjoitus EP-Logistics Oy:n nettisivuilla. Viitattu 05.06.2024. <https://ep.fi/fi/layout-suunnittelu-opas/>.

LeanwareWMS-älykkäästi ohjaava varastonhallintajärjestelmä. N.d. Esite Elisa IndustriQ:n nettisivuilla. Viitattu 12.10.2024. <https://leanware.fi/tuotteet/varastonhallinta-jarjestelma-wms/>.

Mitä on RFID? 2022. RFID-teknologia. Esite RFID Lab Finland Oy:n nettisivuilla. Viitattu 04.06.2024. <https://rfidlab.fi/rfid-teknologia/>.

Mitä on varastointiteknologia? 2024. Esite Bito storage systems Nordic www-sivuilla. Viitattu 17.05.2024. <https://www.bito.com/fi-fi/asiantuntija/artikel/mitae-on-varastointiteknologia/>.

Multi directional forklifts. 2022. Esite Combilift yhtiön verkkosivuilla. Viitattu 19.08.2024. <https://combilift.com/multi-directional-landing/>.

Ohjeistus lähetyksen rahdittamiseen. 2017. Kaukokiito. Viitattu 21.08.2024. <https://www.kaukokiito.fi/fi/tutustu-meihin/tietopankki/ohjeistus-lahetyksen-rahdittamiseen/>.

Oikean varastonhallintajärjestelmän valinta. 2024. Blogiteksti Fikuro toiminnanohjausjärjestelmän nettisivuilla. Viitattu 13.10.2024. <https://www.fikuro.fi/blogi/oikean-varastonhallintajarjestelman-valinta>.

Ongoing WMS-Europe's leading WMS. N.d. Esite Ongoing Warehouse nettisivuilla. Viitattu 13.10.2024. <https://ongoingwarehouse.com/product>.

Perinteinen kuormalavahylly. N.d. Esite Kasten.fi nettisivuilla. Viitattu 17.06.2024. https://www.kasten.fi/Tuotteet/Kuormalavahylly/?gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMI9PiU_L3ih-gMVeE-RBR3VJAGyEAAYAAEgKAC_D_BwE.

Prices. N.d. Hintaerittelyn esite Ongoing WMS nettisivuilla. Viitattu 13.10.2024. <https://ongoing-warehouse.com/product/price>.

Puheohjaus. N.d. Logistiikan maailma nettisivuilla. Viitattu 19.08.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastonhallintajarjestelmat/puheohjaus/>.

Richards, G. 2022. Warehouse management: The definitive guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 4. uud. P. London, New York & New Delhi: Kogan Page.

Richards, G. 2018. Warehouse management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 3. uud. P. London, New York & New Delhi: Kogan Page.

Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto verkkojulkaisu. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 24.10.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>.

Tiedonhaun opas: Tiedon luotettavuus. N.d. Opas. Tampereen yliopiston kirjasto. Viitattu 23.10.2024. <https://libguides.tuni.fi/tiedonhaun-opas/tiedon-luotettavuus>.

Tikka, J. 2016. Logistiikan perusteet. Avaa ovi Logistiikan maailmaan. Helsinki: Books on Demand.

Trukkiopas. N.d. Esite Uudenmaan Konepalvelun nettisivuilla. Viitattu 11.07.2024. <https://uudenmaankonepalvelu.fi/trukkiopas/>.

Työntömastotrukit. N.d. Esite Suomen Konetalon nettisivuilla. Viitattu 19.08.2024. <https://suomenkonetalo.fi/tuoteosasto/kaikki-koneet/tyontomastotrukit/>.

Varastokirjanpito. N.d. Käyttöohjeet varastokirjanpidolle Visma Nova ohjesivusto nettisivuilla. Viitattu 14.10.2024. <https://ohjeet.visma.fi/articles/#!visma-nova/varastokirjanpito-1>.

Varastonhallinta: Kattava opas pk-yritykselle. 2023. Blogiteksti Fikuron nettisivuilla. Viitattu 21.08.2024. <https://www.fikuro.fi/blogi/varastonhallinta#mita-on-varastonhallinta-1>.

Varaston suunnittelu. N.d. Suunnitteluohjeet Intolog Oy:n nettisivuilla. Viitattu 05.06.2024. https://www.intolog.fi/intolog_tuote/varaston-suunnittelu-2/.

Varastopaikkajärjestelmät. N.d. Logistiikan maailma nettisivustolla. Viitattu 28.08.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varastopaikkajarjestelma/>.

Varastotyypit- ja tekniikka. N.d. Logistiikan Maailma nettisivustolla. Viitattu 15.05.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotyypit-ja-tekniikka/>.

Viivakoodilaitteet. 2024. Käyttöohjeet Visman ohjesivustolla. Viitattu 22.10.2024. <https://ohjeet.visma.fi/articles/#!visma-nova/viivakoodilaitteet>.

Viivakooditekniikka. N.d. Logistiikan Maailma nettisivustolla. Viitattu 20.05.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastonhallintajarjestelmat/viivakooditekniikka/>.

Warehouse management system definition. N.d. Techtarget. Viitattu 20.05.2024. <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/warehouse-management-system-WMS>.

Liitteet

Liite 1. Visma varastokirjanpito sovellus

Tiedosto Muokkaa Haku Raportit Tulostus Näytä Asetukset Ohje

Näkymä 02. (haetut) 1/1

Tuotekoodi Vuokrat Versio Ryhmä 0 Pituus 0

Nimike Nimikelaaji 00 Korkeus 0

Lisänimike Vastuu 0 Leveys 0

Piirustusnumero EAN-koodi Mitat

Ohjehinta 0 Pak. á-hinta/% 0 Alekoodi toimit. Perhekoodi

Yksikkö pv ABC-ryhmä Ale% asiakkaalle Muotti

Toimittaja 0 Paino 0 Alennusryhmä Malli

Pakk.koko 0 Koli 0 Tarjoushinta Viite

Tiluserä 0 Myyntitili 3000 Ed.myyntihinta 100 VAK tiedot

Hinnat per 0 Ostotili Kustannuspaikka UN

Toimitusaika Raaka-aine

1/1 Ostoh. verollisia (EUR)

Varastopaikka 1. Oletus Hyllyosoite Ed.ostohinta 0 Työaika 0

Varastosaldo -178,5 Ed.tap.pvm 27.11.2023 9:09:00 Kate% 0

Tulossa 0 Ed.tulopvm Ed.ottopvm 27.11.2023 Osakate% 0

Menossa 0 Keskihinta 0 Pisteet 0

Tuotanto 0 Oletusvarasto Passiivinen Väri 0

Tuotantovaraus Hälytysraja 0

Lisäteksti

Vaihtoehtokoodit

	Vaihtoehtokoodi	Toimittaja	Kdi	Ovh
*				