



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

MARKO MÄNNIKÖ

# **Oppimisympäristön kehittäminen varastoalan ammatilliseen koulu- tukseen**

LOGISTIIKAN TUTKINTO-OHJELMA  
2023

Tekijä(t) Männikkö Marko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 3 / 2023
	Sivumäärä 84	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Oppimisympäristön kehittäminen varastoalan ammatilliseen koulutukseen.		
Tutkinto-ohjelma Logistiikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aihe on syntynyt tarpeesta kehittää Turun ammatti-instituutin (TAI) varastoalan koulutusta, erityisesti sen fyysisen oppimisympäristön osalta sekä tarpeesta uudelleenorganisoida Peltolan koulutalon sisälogistiikka. Opinnäytetyön tavoitteena oli vastata kysymyksiin: Mitkä tilat ovat mahdollisia tulevalle varastolle? Miten suunniteltu tila voisi toimia oppimisympäristönä palvelulogistiikan opiskelijoille sekä tukea heidän työelämätaitojensa (vuorovaikutus- ja ongelmanratkaisu) kehittymistä? Mitä tarpeita Peltolan koulutalon osastoilla on sisälogistiikalle? Työn viitekehystenä toimi oppimisympäristön käsite ja varaston suunnitteluprosessi. Oppimisympäristön käsite määriteltiin tässä työssä paikaksi, tilaksi, yhteisöksi tai toimintakäytännöksi, jonka tarkoitus on edistää oppimista. Olennaista oli tilan suunnittelu autenttisen, työelämälähtöisen oppimisympäristön luomiseksi. Tutkimusmenetelmänä käytettiin varaston sijainnin ja layoutin suunnittelussa rakentavan konstruktion menetelmää. Sisälogistiikan ja opetuksen integrointi osuus toteutettiin mallin rakentamisen menetelmän periaatteen mukaan ja sisälogistiikan toiminnot suunniteltiin opetuksen ja oppimisen näkökulmasta. Esitutkimuksen lähdeaineisto koostui tilaushistoriatiedoista ja Peltolan koulutalon opettajilta saaduista tiedoista. Tilakartoituksen pohjana käytettiin koulurakennusten pohjapiirustuksia. Työn tarkoituksena oli tuottaa esitutkimus mahdollisista ratkaisuista fyysiselle varastolle Peltolan koulutalon alueella. Työn tuloksena päädyttiin suosittelemaan puuosaston työsalin muuttamista varastoksi. Työn tulokset hyödyntävät opetuksen laadun parantamista sekä opiskelijoiden ammattitaidon kehittymistä työelämälähtöisesti. Työn tuloksista hyötyvät myös koulutalon eri osastot keskitetyn sisälogistiikan selkiyttäessä tavaravirtojen hallintaa.</p>		
<p>Avainsanat</p> <p>oppimisympäristö, oppimiskäsitykset, konstruktivismi, varastotilat, varastointi, työelämälähtöisyys</p>		

Author(s) Männikkö Marko	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 3 /2023
	Number of pages 84	Language of publication: Finnish
Title of publication Development of a learning environment for vocational education in warehousing		
Degree programme Logistics		
Abstract  <p>The subject of this thesis has arisen from the need to develop the warehousing education of the Turku Vocational Institute (TAI), especially about its physical learning environment, and from the need to reorganize the internal logistics of the Peltola campus. The aim of the thesis was to answer the questions: What premises are possible for the new warehouse? How could the planned premises serve as a learning environment for intralogistics students and support the development of their working life (interaction and problem solving) skills? What needs do the TAI education departments have for intralogistics? The reference framework of this thesis was the concept of the learning environment and the warehouse planning process. In this thesis, the concept of learning environment was defined as a place, space, community or operating practice, the purpose of which is to foster learning. The essential planning objective was the design of the warehouse to serve as authentic, working-life-oriented learning environment. In this thesis, a constructive approach was used as a research method for space and layout design. Regarding intralogistics operations, the teaching and learning aspect was central to the planning. The source material for the pre-study was the order history data and the information received from the teachers at the Peltola campus. The floor plans of the school buildings were used to determine the location of the new warehouse. The purpose of this thesis was to produce a report on possible space options for establishing a new warehouse in the existing premises of Peltola campus. As a result of the investigation, a recommendation was given to establish a new warehouse in the current carpentry department space. The results of this thesis will be used to improve the quality of teaching and to develop students' professional skills in a working life-oriented manner. The results of the work also benefit the different departments of the campus, as the centralized intralogistics operation clarifies the management of goods flows.</p>		
Keywords learning environment, conception of learning, constructivism, warehousing spaces, warehousing, working life orientation		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ, TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	7
2.1 Turun ammatti-instituutti .....	7
2.2 Tarkoitus ja tavoitteet .....	8
2.3 Viitekehys .....	9
2.4 Rajaukset .....	10
2.5 Eettiset näkökohdat .....	10
3 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TOTEUTUS .....	11
3.1 Tutkimusote .....	11
3.2 Tutkimusmenetelmät .....	11
3.3 Aineiston keruu .....	11
4 OPPIMINEN JA OPPIMISKÄSITYS .....	12
4.1 Oppimiskäsityksenä konstrukttiivinen oppimiskäsite .....	12
4.2 Formaali ja informaali tieto .....	14
5 PEDAGOGISET MALLIT JA OPETUSMENETELMÄT .....	15
5.1 Pedagogiset mallit .....	15
5.1.1 Ongelmaperustainen oppiminen (PBL) .....	15
5.1.2 Integratiivinen pedagogiikka .....	16
5.1.3 Simulaatiopedagogiikka .....	16
5.2 Opetusmenetelmät .....	17
5.2.1 Viiden askeleen työnopastusmenetelmä .....	17
5.2.2 CRM-strategia .....	18
5.2.3 Kolmen askeleen taitojen opetuksen menetelmä .....	19
5.2.4 Goal-based scenario (GBS) .....	20
5.2.5 Event-based approach to training (EABAT) .....	21
6 OPPIMISYMPÄRISTÖ .....	22
6.1 Oppimisympäristön määritelmiä .....	23
6.2 Oppimisympäristöjen ryhmittely, perustyyppit ja viisi näkökulmaa .....	25
6.2.1 Kontekstuaalinen oppimisympäristö .....	26
7 VARASTOINTI JA VARASTON SUUNNITTELU .....	27
7.1 Varaston suunnitteluprosessi .....	31
7.1.1 Tarpeet ja tavoitteet varaston toiminnalle ja tiloille asetettavat vaatimukset .....	33
7.1.2 Varastoitavien nimikkeiden määrän, laadun, säilytys- ja käsittelyvaatimusten selvittäminen .....	44

7.1.3 Varaston pääteknologian valinta.....	46
7.1.4 Varaston tarkempi mitoitus ja layout .....	49
7.1.5 Nimikkeiden sijoitus ja työmenetelmät .....	52
7.1.6 Järjestelmien suunnittelu .....	54
7.1.7 Koulutussuunnitelma, muuttosuunnitelma, suunnitelmien tarkistaminen ja tarvittavat muutokset .....	55
8 TAVOITTEET, LÄHTÖTIEDOT JA RAJOITUKSET OPETUSVARASTON SUNNITTELULLE.....	56
8.1 Tarpeet ja tavoitteet varaston toiminnalle sekä tiloille asetettavat vaatimukset .....	57
8.2 Varastoitavien nimikkeiden määrä, laatu, säilytys- ja käsittelyvaatimukset .....	62
8.3 Pääteknologian valinta .....	63
8.4 Varaston tarkempi mitoitus ja layout.....	63
8.5 Nimikkeiden sijoittelusuunnittelu ja työmenetelmät .....	66
8.6 Layout-suunnitelma uuteen logistiikkakampukseen .....	69
9 POHDINTAA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	71
LÄHTEET.....	74
LIITE 1: VARASTON SUUNNITTELUSSA TYYPILLISESTI TARVITTAVAT TIEDOT .....	77
LIITE 2: SOVELTUVAT VARASTOTEKNOLOGIAT NIMIKETYYPEITTÄIN	78
LIITE 3: A-RAKENNUKSEN POHJAPIIRROS .....	79
LIITE 4: B-RAKENNUKSEN POHJAPIIRROS .....	80
LIITE 5: C-RAKENNUKSEN POHJAPIIRROS .....	81
LIITE 6: KESKEISET AMMATTITAITOVAATIMUKSET .....	82

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe on syntynyt tarpeesta kehittää Turun ammatti-instituutin (TAI) varastoalan koulutusta, erityisesti sen fyysisen oppimisympäristön osalta sekä tarpeesta uudelleenorganisoida Peltolan koulutalon sisälogistiikka. Aihe on ajankohtainen, koska logistiikan tutkinnon perusteet uudistuivat 1.8.2022 (Opetushallitus, 2023, kohta Tiedot). Myös julkisuudessa viime aikoina käyty keskustelu, ammatillisesta koulutuksesta valmistuneiden opiskelijoiden käytännön työtaitojen osaamisen tasosta, tekee aiheesta ajankohtaisen.

Ammatillisen koulutuksen tarkoituksena on kehittää kansalaisten ammatillista osaamista ja koulutuksessa tulee ottaa huomioon työelämän tarpeet (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/20171 luku, 2 § 1 mom., 4 § 1 mom.) Opetuksen tulisi sisältää mahdollisimman paljon käytännön harjoituksia, jotka vastaavat todellisia työkokonaisuuksia.

Tällä hetkellä Turun ammatti-instituutin varastoalan koulutuksessa käytännön harjoitukset ovat pääasiassa yksittäisiä työtehtäviä, kuten esimerkiksi tavarankorjauksen hyllyttäminen ja ajoneuvon lastaaminen trukilla. Myös harjoitusvarastossa käsiteltävä materiaalivalikoima on melko suppea. TAI:n Peltolan koulutalon osastoille saapuvien lähetysten tarkastukset ja tavarasiirrot tarjoavat todellisia harjoitustehtäviä, mutta näitä tehtäviä on vain satunnaisesti.

Peltolan koulutalolle tulee päivittäin runsaasti eri osastoille tilattuja tavaratoimituksia. Lähetykset saapuvat useaan toimitusosoitteeseen koulutalon alueella ja yleensä tavarankorjauksen tilaaja noutaa lähetysten osastolle. Tavarankorjauksen vastaanotto, varastointi ja toimittaminen osastoille ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla tällä hetkellä. Tilajalla ei ole tarkkaa tietoa lähetysten saapumisesta, koska lähetykset jätetään toimituspisteisiin ilman, että kukaan on

vastaanottamassa niitä. Tästä seuraa viivästyksiä sekä ylimääräistä etsimistä, jos lähetystä ei löydetä oletetusta paikasta. Osa saapuvasta tavarasta varastoidaan Peltolan alueelle myöhempää tarvetta varten. Ongelmana varastoinnissa on se, että tällä hetkellä varsinaista varastoa ei ole käytössä, ja tavaraa varastoidaan lukuisiin tilapäisvarastoihin sekä osittain logistiikan harjoitusvarastoon, joka on tiloiltaan liian pieni ja sopimaton käyttötarkoitukseensa.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää keskitetyn varaston perustamismahdollisuuksia Turun ammatti-instituutin Peltolan koulutalolle. Työn tarkoitus on myös selvittää, miten varasto voisi palvella ammatti-instituutin Peltolan sisälogistiikkaa kokonaisuudessaan sekä toimia samalla oppimisympäristönä, jossa opiskelijat pääsevät tekemään todellisia varastoalan työtehtäviä autenttisessa työympäristössä.

Työn tulokset hyödyntävät opetuksen laadun parantamista sekä opiskelijoiden ammattitaidon kehittymistä työelämälähtöisesti, mikä parantaa opiskelijoiden valmiuksia siirtyä työharjoitteluun sekä myöhemmin työelämään. Työn tuloksista hyötyvät myös koulutalon eri osastot, kun tavara saapuu ajoissa tilaajalle ja ylimääräisiltä hankinnoilta vältytään. Lisäksi myös turvallisuuskohdat voidaan ottaa paremmin huomioon tavaraliikenteen keskittyessä yhteen paikkaan.

## 2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ, TARKOITUS JA TAVOITTEET

### 2.1 Turun ammatti-instituutti

Turun ammatti-instituutti (TAI) on toisen asteen ammatillista koulutusta antava oppilaitos, joka kuuluu Turun kaupungin organisaatioon. TAI toimii kahdeksassa koulutalossa/kampuksella Turun alueella ja vuosittainen opiskelijamäärä on noin 10245 opiskelijaa, joista noin 2600 vieraskielistä. Henkilökunnan määrä on noin kuusisataa. Turun ammatti-instituutti on yksi Suomen

suurimmista toisen asteen ammatillisista oppilaitoksista. Vuosiliikevaihto on noin 50 M€. (TAI, 2021.) Turun ammatti-instituutti aloitti toimintansa vuonna 1998, kun vanha Turun ammattioppilaitos, Turun Kauppakoulu, Turun Teknillinen Ammattioppilaitos ja Turun Terveystalo-yhtiön oppilaitos yhdistyivät. Turun ammatillisen koulutuksen juuret ulottuvat vuoteen 1887, jolloin Turun käsityökoulu aloitti toimintansa. (TAI, n.d., s. 9.)

Opinnäytetyö toteutetaan Turun ammatti-instituutin Peltolan koulutalolla, logistiikan koulutusyksikössä ja työn tulosten on tarkoitus palvella kaikkia Peltolan koulutalon koulutusyksiköitä (kuva 1).



Kuva 1. Turun ammatti-instituutti, Peltolan koulutalo (Google, n.d.).

## 2.2 Tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää keskitetyn varaston perustamismahdollisuuksia Turun ammatti-instituutin Peltolan koulutalolle. Tarkoitus on myös selvittää, miten uusi varasto voisi palvella ammatti-instituutin Peltolan sisälogistiikkaa kokonaisuudessaan sekä toimia samalla oppimisympäristönä varastoalan opiskelijoille.



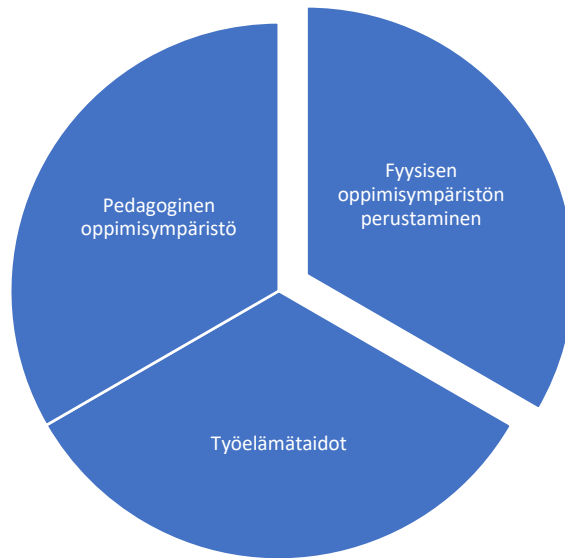
Opinnäytetyön on tarkoitus vastata kysymyksiin

1. Mitkä tilat ovat mahdollisia tulevalle varastolle?
2. Miten suunniteltu tila voisi toimia oppimisympäristönä palvelulogistiikan opiskelijoille ja tukea heidän työelämätaitojensa (vuorovaikutus- ja ongelmanratkaisu) kehittymistä?
3. Mitä tarpeita Peltolan koulutalon osastoilla on sisälogistiikalle?

Työn tavoitteena on tuottaa suunnitelma varaston toteuttamisesta siten, että opetukselliset tavoitteet toteutuvat ja Peltolan koulutalon varastointitarpeet täyttyvät.

### 2.3 Viitekehys

Työn viitekehystenä toimii oppimisympäristön käsite ja siinä pääasiallisena tarkastelukohteena oppimista tukevan fyysisen oppimisympäristön perustamisen edellytykset. Fyysinen oppimisympäristö tässä yhteydessä käsittää tilat, koneet ja laitteet. Psykkisen- ja sosiaalisen oppimisympäristön näkökulma tulee työssä esiin formaalissa sisälogistiikan työprosessien sekä työelämätaitojen informaalissa oppimisessa autenttiossa työympäristössä toimimisen yhteydessä, esimerkiksi ongelmanratkaisu- ja vuorovaikutustilanteiden kautta. Pedagoginen oppimisympäristö käsittää tässä yhteydessä formaalin ja informaalisen oppimisen mahdollistavan kokonaisuuden, joka muodostuu fyysisestä, psyykkisestä ja sosiaalisesta oppimisympäristöstä sekä pedagogisista menetelmistä (kuva 2).



Kuva 2. Opinnäytetyön viitekehys.

## 2.4 Rajaukset

Opinnäytetyö rajataan Turun ammatti-instituutin Peltolan koulutalon alueelle sijoitettavan varaston perustamisen esitutkimukseen, jossa selvitetään mahdollisia sijainti- ja layout vaihtoehtoja. Tarkempi vaatimusmäärittely ja toteutus rajataan työn ulkopuolelle. Rajaus tehdään siksi, että vaatimusmäärittely ja fyysisen varaston toteutus vaativat aikaa vievän päätöksentekoprosessin.

Varaston työprosessit rajataan koskemaan saapuvan tavaran vastaanottoa, säilytystä sekä tavaran toimittamista varastosta Peltolan sisäisille asiakkaille. Prosessi on rajattu koskemaan keskeisiä opiskelijatyönä tehtäviä työkokonaisuuksia. Prosessiteorian tarkastelu rajataan työn ulkopuolelle.

## 2.5 Eettiset näkökohdat

Opinnäytetyössä noudatetaan ammattikorkeakoulujen opinnäytetyön eettisiä ja hyvän tieteellisen käytännön suosituksia. Toimeksiantajan, Satakunnan ammattikorkeakoulun ja tämän opinnäytetyön tekijän kanssa on tehty yhteistyösopimus, jossa keskeiset opinnäytetyöhön liittyvät asiat on sovittu kirjallisesti.

Tieteen avoimuusperiaatteen mukaan opinnäytetyö tallennetaan kaikille avoimeen Theseus-julkaisuarkistoon. Opinnäytetyössä käytetyn lähdeaineiston alkuperä, tekijät ja lähteet mainitaan hyvän tutkimustavan ja lainsäädännön mukaisesti. Tässä opinnäytetyössä ei kerätä eikä käsitellä henkilötietoja. (Kettunen ym., 2019.)

## 3 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TOTEUTUS

### 3.1 Tutkimusote

Työssä käytetään konstruktivistista tutkimisotetta. Työssä on siis tarkoituksena kehittää ratkaisu tai ratkaisuvaihtoehtoja olemassa olevaan konkreettiseen käytännön ongelmaan käyttäen hyväksi teoreettista taustatietoa. (Lukka, 2001.)

### 3.2 Tutkimusmenetelmät

Varaston sijainnin ja layoutin suunnittelu toteutetaan rakentavan konstruktion menetelmällä. Lopputulosta ei tässä vaiheessa ole tarkasti määritelty, joten työn tarkoituksena on suorittaa esitutkimus mahdollisista ratkaisuista fyysiselle varastolle Peltolan alueella. Sisälogistiikan ja opetuksen integrointi osuus toteutetaan mallin rakentamisen menetelmän periaatteen mukaan. Sisälogistiikan toiminnot suunnitellaan opetuksen ja oppimisen näkökulmasta. (Laine & Perkiö, 2014, s. 23-25.)

### 3.3 Aineiston keruu

Varastotilojen esitutkimuksen lähdeaineisto koostuu tilaushistoriatiedoista, jotka saadaan Turun kaupungin toiminnanohjausjärjestelmästä (SAP) sekä Peltolan koulutalon opettajilta saatavista tiedoista. Tilaushistoriatietoa

hyödynnetään tarvittavan varastotilan koon määrittelyssä. Tilakartoituksen pohjana käytetään Peltolan koulurakennusten pohjapiirustuksia.

Oppimisympäristön kehityksen perustana toimii pedagoginen teoria sekä logistiikan perustutkinnon ammattitaitovaatimukset, jotka on määritelty tutkinnon perusteissa.

## 4 OPPIMINEN JA OPPIMISKÄSITYS

Oppimisen nykyteorioiden valossa ihminen nähdään perusluonteeltaan aktiivisena tiedon etsijänä. Lajityypillisesti ihminen on utelias ja hän tarvitsee tietoa ympäristöstään sekä omasta suhteestaan siihen. Hänen täytyy ymmärtää syy ja seuraus suhteita selvittääkseen hengissä. Ihminen kerää ja tulkitsee jatkuvasti uutta tietoa ja rakentaa näin kuvaa ympäröivästä fyysisestä ja sosiaalisesta maailmasta. Tätä kutsutaan oppimiseksi. Nykyisin vallitsevan oppimiskäsityksen mukaan, etenkin aikuiskasvatuksessa ja ammatillisessa koulutuksessa, oppiminen on tiedon aktiivista uudelleen muodostusta eli konstruointia, jossa oppija itse rakentaa tiedon omien havaintojensa ja kokemustensa pohjalta. Historian aikana on ollut useita eri oppimiskäsityksiä, jotka heijastuvat myös pedagogisiin malleihin sekä opetusmenetelmiin. (Rauste-von Wright ym., 2003, s. 50-52.)

### 4.1 Oppimiskäsityksenä konstruktiiivinen oppimiskäsite

Oppimiskäsitykset ovat muovautuneet historian saatossa. Konstruktiiivista oppimiskäsitystä on edeltänyt useita eri näkemyksiä. Behaviorismissa oppiminen ymmärretään yksinkertaisena tyhjän taulun täyttämisenä. Opettaminen on lähinnä tiedon siirtoa ja oppiminen passiivista tiedon vastaanottamista. Oma ajattelu, oivaltaminen, mielikuvitus ja eri näkökulmat opetettavaan tietoon eivät ole merkityksellisiä. Behavioristisen ajattelun taustalla on käsitys, että on olemassa objektiivinen totuus. Opettaja siirtää oppilaisiin tätä totuutta ja täten

opetettava asia testataan oikein/väärin vastauksilla. Opettajan tehtävänä on luoda oppimisympäristö, joka edistää halutun käyttäytymisen saavuttamista ja ehkäisee epätoivottua toimintaa. (Rauste-von Wright ym., 2003, s. 148-149; Ruohotie, 2005, s. 108-110.)

1950-luvulla kognitiivinen oppimiskäsitys yleistyi. Kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on tietojen prosessointia ja keskittyy oppijan sisäisiin henkisiin prosesseihin. Peruskäsitteitä ovat havainnointi, oivallus ja merkitys. Toisin kuin behavioristisessa ajattelussa oppija toimii tiedon aktiivisena käsitelijänä, tulkitsee kokemuksia ja antaa merkityksiä tapahtumille. Oppimisessa huomio kiinnittyy yksityiskohtien sijaan kokonaisuuksiin. (Ruohotie, 2005, s.110-112.)

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on tiedon rakentamista eli konstruointia. Ajatuksena on, että tieto ei siirry parhaiten opettajalta oppijalle valmiiksi pureksittuna, objektiivisena totuutena, vaan oppija itse rakentaa tiedon omien havaintojensa ja kokemustensa pohjalta. Aikaisemmat kokemukset, tiedot, käsitykset ja uskomukset säätelevät uuden oppimista. Oppiminen perustuu oppijan omaan aktiivisuuteen, käytännön aktiviteetteihin ja vuorovaikutukseen muiden oppijoiden kanssa. Rakennetaan käsityksiä yhdessä muiden kanssa ja otetaan yksilön kokemukset yhteiseen käyttöön. Oppiminen on itseohjautuvaa, reflektiolla sekä ryhmäkeskusteluilla on keskeinen merkitys oppimisessa. Oppiminen pohjautuu vahvasti aiemmin opitun tiedon hyväksikäyttöön. Oppimista ohjaa ja motivoi opittavana olevan asian ymmärtäminen.

Opetuksen tulee olla joustavaa ja mahdollistaa erilaiset lähestymistavat ja tulokset käsiteltävään ongelmaan, huomioiden samalla oppijan valmiudet. Ryhmä- ja projektityöskentely tukevat vuorovaikutteista oppimista. Opettajan tehtävänä on ohjata ja kannustaa oppijaa ajattelemaan itsenäisesti, pohtimaan asioita monipuolisesti sekä antaa oppijalle monipuolista palautetta.

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on oppijan oman aktiivisen toiminnan tulosta ja uutta tietoa omaksutaan käyttämällä hyväksi

aiemmin opittua tietoa. Oppijan toimintaa ohjaa tavoitteet, esimerkiksi tavoite oppia trukkityöskentelyä. Tavoitetta puolestaan ohjaavat oppimisen kriteerit, esimerkiksi tutkinnon perusteet. Oppimista säätelee oppijan oma toiminta. Opittavien asioiden ymmärtäminen on etusijalla asioiden ulkoa opetteluun sijaan, mikä edistää mielekästä tiedon konstruointia. Sama asia voidaan käsittää tai tulkita monella eri tavalla ja opitun siirtäminen uusiin tilanteisiin riippuu tietojen ja taitojen jäsentymisestä ja sisäistämisestä. Kun oppimisvaiheessa kiinnitetään monipuolisesti huomiota siihen, miten oppija voi käyttää tietoa tulevaisuudessa, tiedon myöhempi käyttö helpottuu. Oppimisessa sosiaalisella vuorovaikutuksella on keskeinen merkitys. Opetussuunnitelmien tulisi olla joustavia niin, että oppijoiden erilaiset valmiudet on mahdollista huomioida. Kokonaisuuksien ja asiayhteyksien ymmärtämisellä on keskeinen rooli oppimisessa. Yksittäisten asioiden ulkoa oppimisen sijaan tietojen ja taitojen soveltaminen korostuu. (Rauste-von Wright ym., 2003, s. 118-123; Ruohotie, 2005, s. 162-176.)

#### 4.2 Formaali ja informaali tieto

Nyky-yhteiskunnassa osaaminen ja oppiminen ovat työelämän hengissä selviytymisen keinoja, työelämässä tarvitaan ihmisiä, joilla on halua ja kykyä jatkuvaan oppimiseen. Formaalin eli muodollisen koululuokassa tapahtuvan oppimisen rinnalla informaalin oppiminen eli työpaikoilla ja arkielämässä tapahtuva epämuodollinen oppiminen on korostunut yhä enemmän. Informaalia oppimista tapahtuu hyvin paljon arkisissa tilanteissa, kun toimitaan vuorovaikutuksessa toisten ihmisten kanssa. (Ruohotie, 2005, s. 3.) Informaali tieto on usein kokemusperäistä hiljaista tietoa, jota ei ole kuvattu oppikirjoissa. Toiminnallisessa ja ongelmalähtöisessä opiskelussa, jota ammatillisessa opetuksessa paljon suositaan, muodollinen tieto liitetään käytännölliseen ammattitaitoon ja toimintakäytänteisiin. Tässä mallissa käytännöllinen tieto ja osaaminen nähdään ensisijaisena ja muodollisen tiedon oppiminen vasta toissijaisena. Kumpaaakin, sekä muodollista että epämuodollista, tietoa tarvitaan oppimiseen sekä asiantuntijuuden kehittämiseen. Kummallakin on oma roolinsa ja

painotus näiden välillä voi vaihdella osaamisen kehityksen ja asiantuntijuuden tason mukaan. (Kivirauma ym., 2005, s. 17-21.)

## 5 PEDAGOGISET MALLIT JA OPETUSMENETELMÄT

### 5.1 Pedagogiset mallit

Pedagoginen malli perustuu oppimiskäsitykseen ja antaa suuntaviivat, miten opetetaan. Opetusmenetelmät ovat käytännön tapoja toteuttaa pedagogista mallia. Ammatillisessa koulutuksessa opetusmenetelmät painottuvat taitojen opetukseen soveltuviin menetelmiin. Erilaisia pedagogisia malleja ja opetusmenetelmiä on lukuisia joukko sekä lisäksi niiden erilaisia yhdistelmiä. Tässä kappaleessa esitetään kolme pedagogista mallia, jotka perustuvat konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen, joka on vallitseva suuntaus ammatillisessa koulutuksessa käytännön taitojen opetuksessa. Keskeisinä elementteinä ovat toiminnallisuus ja vuorovaikutteisuus. Käytännön opetustyössä käytettävät mallit ja menetelmät vallitaan kunkin tilanteen ja oppimistavoitteen mukaan ja niitä voidaan käyttää joustavasti.

#### 5.1.1 Ongelmaperustainen oppiminen (PBL)

Ongelmaperustainen oppiminen (Problem-Based Learning) on sekä pedagoginen malli että opetusmenetelmä. Tässä mallissa korostuvat oppijan aktiivisuus, itsenäiset ratkaisut sekä yhteistoiminnallisuus. Tavoitteena on sovittaa työelämän osaamisvaatimukset koulutuksen toteutukseen, niin että myös koulutuksen osaamisvaatimukset toteutuvat.

Oppimisen perustana on itseohjautuva ryhmä, jossa ongelmia ratkaistaan yhteistyössä. Keskeistä oppimisessa on omien ajatusten ja toimintojen reflektointi sekä taustalla vaikuttavien teorioiden pohdinta, jolloin oppija konstruoi omaa tietoa ja ymmärrystään. Ongelmaperustaisessa oppimisessä tieto

jaetaan teoreettiseen- ja käytännölliseen mitä-tietoon sekä kokemukselliseen miten-tietoon. (Viitanen, 2007, s. 1-3.)

### 5.1.2 Integratiivinen pedagogiikka

Integratiivisessa pedagogiikassa on kyse erilaisinten asiantuntijuuden elementtien yhdistämisestä oppimisen ja työskentelyn aikana, esimerkiksi käytännön harjoitusten avulla tai soveltamalla teoreettista tietoa käytäntöön. Keskeinen ajatus integratiivisessa pedagogiikassa on teorian ja käytännön samanaikainen oppiminen. Integratiivinen pedagogiikka ei itsessään ole menetelmä, vaan pedagoginen malli, jota sovellettaessa voidaan hyödyntää monenlaisia eri menetelmiä. (Alaniska ym., n.d., s. 13-14.)

### 5.1.3 Simulaatiopedagogiikka

Simulaatiolla mallinnetaan jotakin reaali maailman todellista tilannetta tai tapahtumaa. Simulaatiota käytetään tilanteissa, joissa harjoittelu tai testaus oikeassa ympäristössä ei ole jostain syystä mahdollista tai kannattavaa. Simulaatiossa todellisuus esitetään usein yksinkertaistettuna mallina todellisuudesta, niin että tapahtuma tai prosessi on helpompi ymmärtää ja sitä voidaan harjoitella turvallisissa olosuhteissa. Simulaatiossa oppija on aktiivinen toimija ja simuloitava tilanne ja tunteet ovat todellisia kokemuksia, vaikka kyseessä onkin jäljitelty tilanne. Simulaatio mahdollistaa erilaisten skenaarioiden turvallisen testaamisen, mikä taitojen harjoittelun lisäksi aktivoi ajattelua, tiedon ja kokemuksen vaihtoa sekä oman ja toisten toiminnan arviointia. Simulaatio voidaan toteuttaa erilaisissa ympäristöissä. Usein simulaatio mielletään tietokonepohjaiseksi ympäristöksi, kuten esimerkiksi lentäjien koulutuksessa käytettävät lentosimulaattorit. Simulaatiota voidaan käyttää kuitenkin myös ilman teknisiä apuvälineitä, esimerkiksi vuorovaikutustilanteiden harjoitteluun. (Koli, 2003, s. 179-182.)



## 5.2 Opetusmenetelmät

Tässä luvussa esitellään lyhyesti peruseriaatteet opetusmenetelmistä, jotka soveltuvat erityisesti taitojen opetukseen. Taitojen opetukseen soveltuvia yleismenetelmiä ovat viiden askeleen työnopastus menetelmä sekä taitojen opetuksen CRM-strategia, jotka soveltuvat taitojen oppimisen alkuvaiheisiin. Kolmen askeleen menetelmä on myös yleismenetelmä, mutta kattavampi kuin edellä mainitut. Goal-based scenario (GBS) menetelmä soveltuu simulaatio-pedagogiikan toteuttamiseen. Event-based approach to training (EABAT) on simulaattoriopetukseen kehitetty menetelmä. (Salakari, 2007, s. 89.)

### 5.2.1 Viiden askeleen työnopastusmenetelmä

Viiden askeleen työnopastusmenetelmässä oppijan on tarkoitus luoda sisäinen malli opittavasta asiasta. Oppiminen perustuu ajatustyöhön ja sen seurauksena syntyvän mentaalisen mallin soveltamiseen käytännön suoritukseen. Keskeistä mallissa on ymmärtää harjoiteltavan tehtävän tavoitteet, muodostaa kokonaiskuva tehtävästä sekä löytää kriittiset vaiheet, jotka on osattava. Ennen käytännön suoritusta oppija tekee mentaalisen harjoituksen, jossa hän kertoo suorituksen tavoitteet ja päävaiheet ohjaajalle, sekä toistaa harjoituksen mielessään. Taidon kokeiluvaiheessa harjoitus suoritetaan käytännössä. Opastaja antaa palautetta suorituksesta ja suoritusta toistetaan tarpeen mukaan. Viimeisessä vaiheessa oppija harjoittelee suoritusta itsenäisesti ja osaamisen tasoa kontrolloidaan. Tavoitteena on, että tiedosta muodostuu taito (kuva 3).

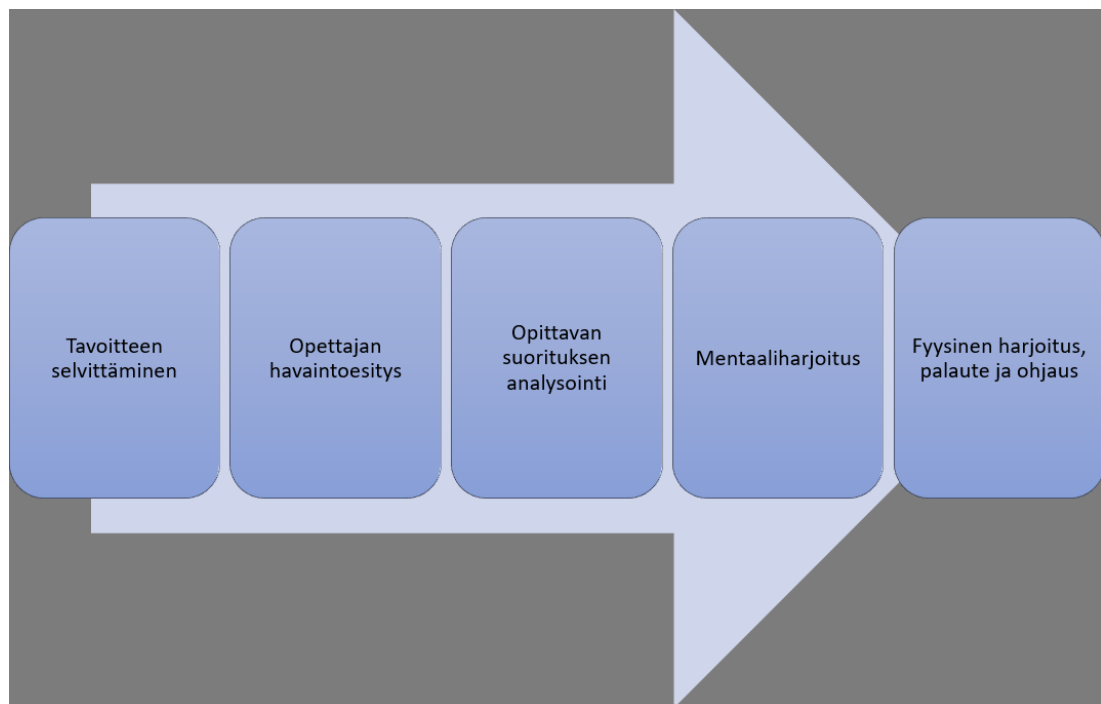


Kuva 3. Viiden askeleen työnopastusmenetelmän vaiheet.

Menetelmä soveltuu moniin erilaisiin oppimistilanteisiin, mutta on parhaimmillaan osataitojen ja melko suppeiden kokonaisuuksien opetukseen. (Salakari, 2007, s. 104-107.)

### 5.2.2 CRM-strategia

Kuvassa 4. esitetty CRM-strategia perustuu myös mentaalisten mallien luomiseen, joiden pohjalta käytännön suoritus tehdään. Oppijalle selvitetään tavoitteet ja annetaan taustainformaatio tehtävästä. Opettaja antaa tehtävästä havaintoesityksen, joka voi olla esimerkiksi mallisuoritus tai video. Havaintoesityksen tarkoituksena on auttaa oppijaa muodostamaan kokonaiskuva tehtävästä. Seuraavassa vaiheessa opettaja analysoi opittavaa suoritusta ja ohjaa myös oppijaa havainnoimaan ja analysoimaan suoritusta. Kun tehtävän tavoitteet, kokonaiskuva ja tehtävän vaiheet on selvitetty, seuraa mentaaliharjoitus. Mentaaliharjoituksen aikana tehtävään liittyvät liikkeet harjoitellaan mielikuvien avulla. Viimeinen vaihe on suorituksen harjoittelu käytännössä, jossa mielikuvissa harjoitellut liikkeet kytetään fyysisiin liikkeisiin. Harjoitteluvaiheessa on tärkeää antaa oppijalle ohjausta ja palautetta suorituksesta.

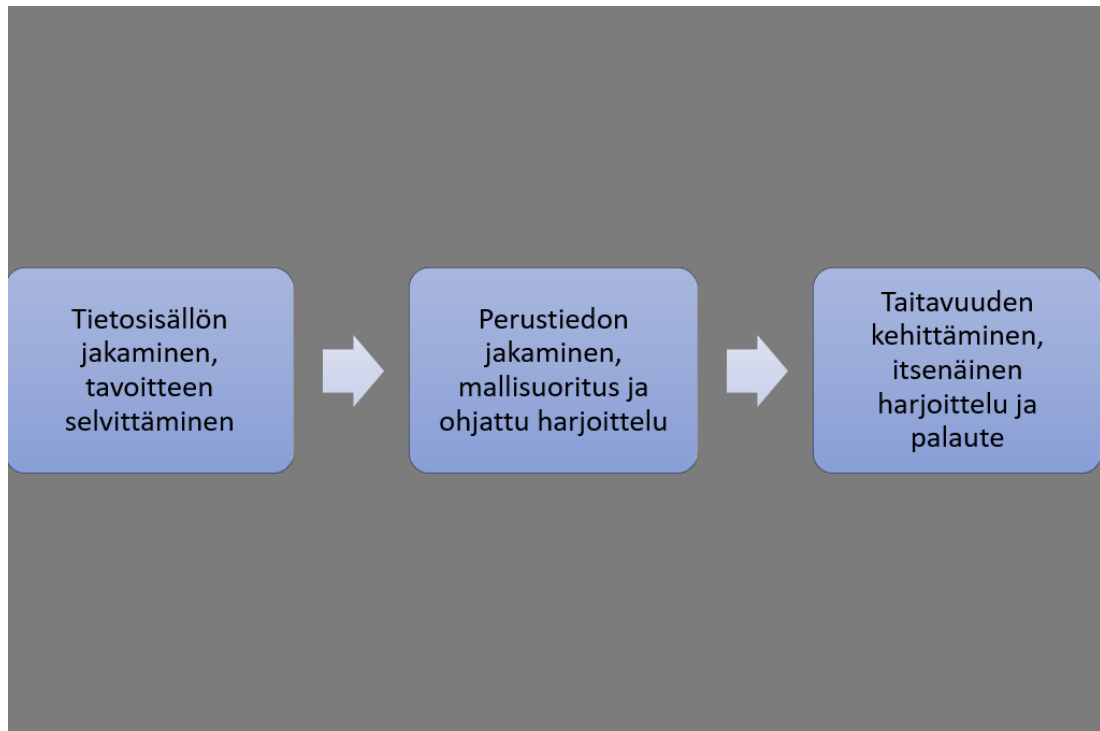


Kuva 4. CRM-menetelmän vaiheet.

CRM-menetelmä on myös yleismenetelmä, mutta se soveltuu erityisesti fyysisiin suorituksiin perustuviin tehtäviin. (Salakari, 2007, s. 107-108.)

### 5.2.3 Kolmen askeleen taitojen opetuksen menetelmä

Kolmen askeleen menetelmässä ensimmäisessä vaiheessa oppija selvittää perustiedot, jotka vähintään tarvitaan tehtävän ymmärtämiseen ja suorittamiseen. Tiedon haku voi olla itsenäistä, mutta yleensä tämä vaihe tapahtuu opetustilanteena opettajan toimesta. Kun tehtävän tietosisältö ja perusteet ovat hallinnassa, siirrytään perustaitojen harjoitteluun. Opettaja näyttää mallisuorituksen, jonka jälkeen oppija harjoittelee taito opettajan ohjauksessa. Tehtävän mukaan harjoittelu voidaan jakaa osataitoihin ja edetä siitä isompiin kokonaisuuksiin tai koko taito voidaan opettaa kerralla. Viimeisenä vaiheena on taitavuuden kehittäminen, jolloin osaaminen kehittyy itsenäisen harjoittelun ja palautteen kautta kohti automatisoitumista ja yleistämiseen (kuva 5).



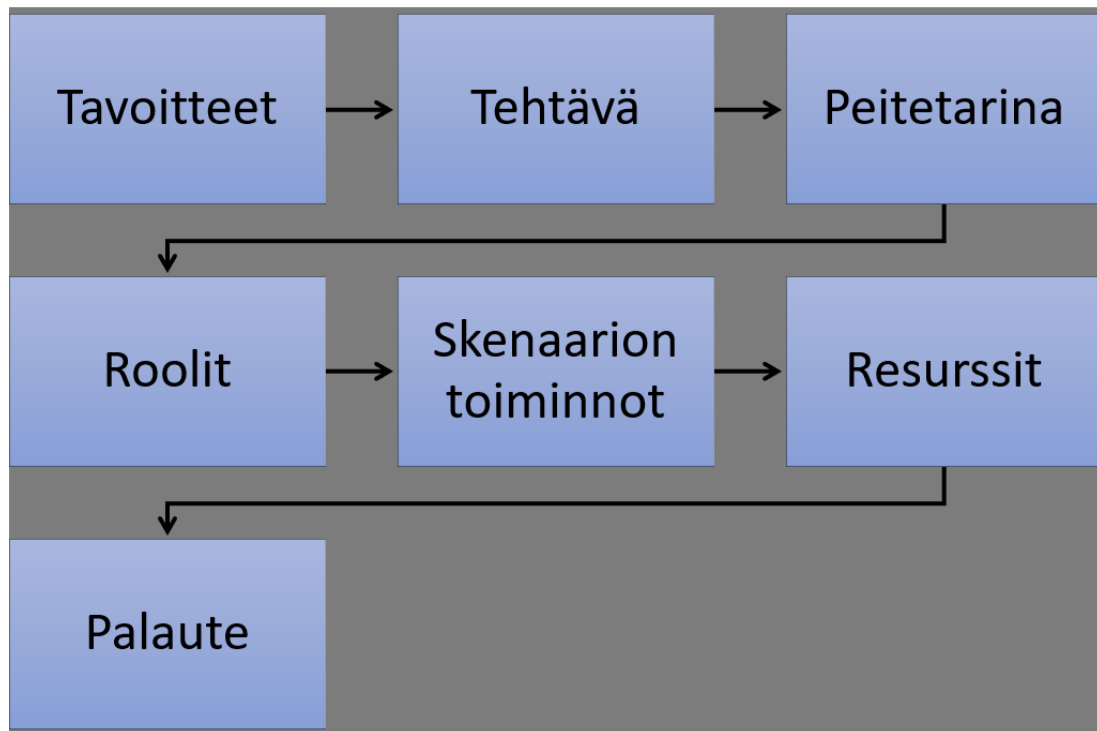
Kuva 5. Kolmen askeleen menetelmän vaiheet.

Kolmen askeleen menetelmä soveltuu yleisesti motoristen taitojen oppimiseen ja sitä voidaan soveltaa hyvin laajasti. Malli on saman kaltainen kuin perinteinen mestari-kisälli malli, jossa oppija aluksi jäljittelee mestaria ja taitojen karttuessa saa lisää vastuuta itsenäiseen työskentelyyn. (Salakari, 2007, s. 90-94.)

#### 5.2.4 Goal-based scenario (GBS)

GBS on taitojen opetus menetelmä, jossa oppiminen perustuu simuloidussa ympäristössä tapahtuvaan harjoitteluun (kuva 6). Simulaatio perustuu oppimistavoitteisiin ja todentuntuiseen taustakertomukseen, joka luo taustan tehtävälle. Oppimistavoitteet ovat taitoja sekä tietoja, joita on tarkoitus oppia ja joita tarvitaan tehtävän suorittamiseen. Tehtävän tulee olla motivoiva, realistinen ja sellainen, että sen suorittamiseksi tulee hallita oppimistavoitteen tiedot ja taidot. Taustakertomuksen on mahdollistettava tavoitteena olevien taitojen harjoittelu. Oppijan rooli harjoituksessa tulee valita siten, että tavoitteena olevia taitoja tarvitaan mahdollisimman paljon. Simulaatiossa tulee olla monipuolisia skenaarioita eli toimintoja, joissa oppijan tulee tehdä päätöksiä ja valintoja.

Päätöksien tulee johtaa selkeästi havaittaviin seurauksiin, joista voidaan päätellä, onko oppimistavoitteet saavutettu. Toimintoja tulee olla runsaasti, niin että oppija voi harjoitella riittävästi. Oppijalla täytyy olla saatavilla tieto, jota tehtävien suorittamiseen tarvitaan. Oppijalle tulee antaa oikea aikaista palautetta virheistä.



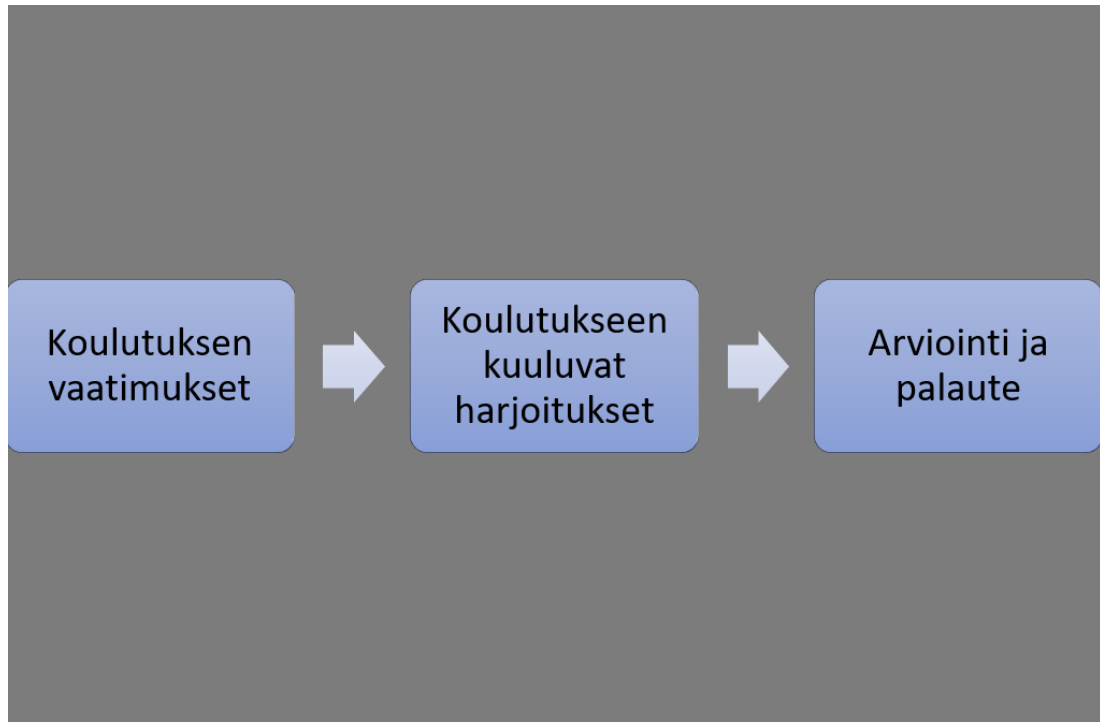
Kuva 6. GBS menetelmän vaiheet.

Simulaatio voi olla tietokonepohjainen tai se voidaan toteuttaa roolipelinä. Keskeistä on aktiivinen toiminta ja soveltuvan tiedon hyödyntäminen tavoitteiden saavuttamiseksi. Opettaja toimii simulaation aikana valmentajana ja palautteen antajana. Roolipelinä toteutettaessa menetelmä soveltuu hyvin vuorovaiikutustaitojen oppimiseen. (Salakari, 2007, s. 94-99.)

### 5.2.5 Event-based approach to training (EABAT)

EABAT on spesifinen opetusmenetelmä, jota käytetään simulaattoriopetuksessa (kuva 7). Menetelmässä koulutuksen tavoitteet, harjoitusten toteutus ja suoritusten arviointi ovat kiinteästi yhteydessä toisiinsa. Menetelmä perustuu tarkasti määriteltyihin skenaarioihin, eli käsikirjoituksiin, joissa esitetään

tapahtumien kulku. Skenaarioilla simuloidaan todellisia tapahtumia ja käsikirjoituksen eteneminen määräytyy oppijan tekemien toimenpiteiden perusteella (tapahtumaperustaisesti, event-based). Arviointi perustuu tietoon hyväksyttävistä toimenpiteistä, vasteista.



Kuva 7. EABAT menetelmän osa-alueet.

EABAT menetelmä on alun perin kehitetty ilmailualalle ja sitä käytetään laajasti lentäjien koulutuksessa. Menetelmän käyttö on levinnyt myös monille muille aloille simulaattorien yleistyessä. (Salakari, 2007, s. 99-101.)

## 6 OPPIMISYMPÄRISTÖ

Oppimisympäristöt ovat olleet keskeisenä tutkimuksen ja kehittämisen kohteena 1990-luvulta lähtien kasvatus- ja koulutusalailla. Oppimisympäristöajattelun myötä perinteisestä opettajalähtöisestä ajattelutavasta on siirrytty kohti oppijalähtöisyyttä. Behavioristisesta opettajan tiedon siirtoa korostavasta pedagogiikasta on siirrytty kehittämään oppijan omaa ajattelua ja

vuorovaikutusta tukevien fyysisten ja sosiaalisten oppimisympäristöjen kehittämiseen. (Burman ym., 2007, s.9.)

Oppimisympäristöjä koskevat käsitteistö ja määritelmät ovat edelleen melko vakiintumattomia, vaikka aiheesta on julkaistu runsaasti kirjallisuutta. Tutkimuksissa ja kirjallisuudessa keskitytään pääasiassa teknologiapohjaisiin oppimisympäristöihin, koulurakennus arkkitehtuuriin tai fyysisten luokkahuonetilojen uudelleen järjestelyihin. (Burman ym., 2007, s. 9.) Toinen usein esille nouseva alue on paikallinen näkökulma, eli paikat ja alueet oppimisympäristönä. Paikallisessa näkökulmassa keskitytään pääasiassa perusopetuksen mahdollisuuksiin hyödyntää ympäristöä oppimiseen. Ammatillisen koulutuksen osalta paikka oppimisympäristönä nähdään yleensä työpaikalla tapahtuvana oppimisena tai oppilaitoksen harjoitusyrityksinä, joissa simuloidaan yritystoimintaa. (Burman ym., 2007, s. 93-107.)

Ammatillisen koulutuksen oppimisympäristön tulisi olla työelämälähtöinen, eli koulun ja työelämän rajapintaan sijoittuva oppimisympäristö, jossa oppiminen tapahtuu autenttisissa työtehtävissä teoreettisia tietoja hyödyntäen (Kotila & Mäki, 2014, s.5).

## 6.1 Oppimisympäristön määritelmiä

Oppimisympäristöä koskeva käsitteistö ja määritelmät eivät ole vakiintuneita ja kirjallisuudessa oppimisympäristöihin liittyy monia erilaisia termejä, käsitteitä ja määritelmiä, jotka osin poikkeavat toisistaan. Varhaisimpana käsitteenä oppimisympäristöllä on tarkoitettu lähinnä luokkahuoneopetusta. 1960-luvulla esille on noussut käsitteet fyysinen- ja sosiaalinen oppimisympäristö. 1980-luvun lopulta lähtien keskeisinä käsitteinä ovat olleet virtuaali- ja verkko oppimisympäristöt. (Burman ym., 2007, s. 15.)

Suomalaisessa kirjallisuudessa oppimisympäristö määritellään yleisesti seuraavasti: ”Oppimisympäristö on paikka, tila, yhteisö tai toimintakäytäntö, jonka

tarkoitus on edistää oppimista.” (Manninen & Pesonen, 1997, viitattu lähteessä Burman ym., 2007 s. 15.)

Englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään yleisimmin määritelmää, joka pohjautuu konstruktiviseen oppimiskäsitykseen: ”Oppimisympäristö on paikka tai yhteisö, jossa ihmisillä on käytössään erilaisia resursseja, joiden avulla he voivat oppia ymmärtämään erilaisia asioita ja kehittämään mielekkäitä ratkaisuja erilaisiin ongelmiin.” (Wilson, 1996, s. 3, viitattu lähteessä Burman ym., 2007, s. 16.)

Määritelmistä nähdään, että keskeistä oppimisympäristössä on paikka ja yhteisö. Kirjallisuudessa oppimisympäristöihin liittyy lähes poikkeuksetta fyysinen, sosiaalinen, psykologinen, tekninen ja didaktinen (oppi opetuksesta) ulottuvuus. Monikulttuurisuuden lisääntyessä myös kulttuurinen ulottuvuus on tullut sosiaalisen ja psykologisen ulottuvuuden rinnalle. Sosiaalinen ja psyykinen ulottuvuus on ryhmässä toimiminen, vuorovaikutus ja yleinen ilmapiiri. Fyysinen ulottuvuus kuvaa yleisesti fyysisen toimintaympäristön merkitystä oppimiseen. Teknisellä ulottuvuudella tarkoitetaan erilaisten laitteiden ja välineiden käytettävyyttä ja luotettavuutta. Didaktinen ulottuvuus tarkoittaa tapaa, jonka mukaa opetus ja oppiminen toteutetaan. Oppimisympäristö voidaan nähdä myös pedagogisena mallina, joka ohjaa koulutuksen suunnittelua (Burman ym., 2007, s. 16-17). Termeinä pedagogiikka tarkoittaa oppia kasvatuksesta ja didaktiikka oppia opetuksesta. Koulupedagogiikan yhteydessä didaktiikka yleensä sisältyy pedagogiikka termiin. (Piispanen, 2008, s.15.)

Burman ym. (2007, s. 19) mukaan oppimisympäristön keskeisiä piirteitä perinteiseen luokkaopetukseen verrattuna ovat oppijan oma aktiivinen toiminta simuloitussa tai autenttisessa tilanteessa, vuorovaikutteinen ja ongelmakeskeinen oppiminen, kokonaisuuksien oppiminen opintoja tukevan asiantuntija verkoston avulla. Opettajan rooli muuttuu tiedonjakajasta organisaattoriksi, tukihenkilöksi ja oppimisympäristön suunnittelijaksi.

Edellä mainittuja oppimisympäristön ominaisuuksia tarkasteltaessa huomataan, että yleiset työelämätaidot, kuten ongelmanratkaisutaidot, sosiaalinen



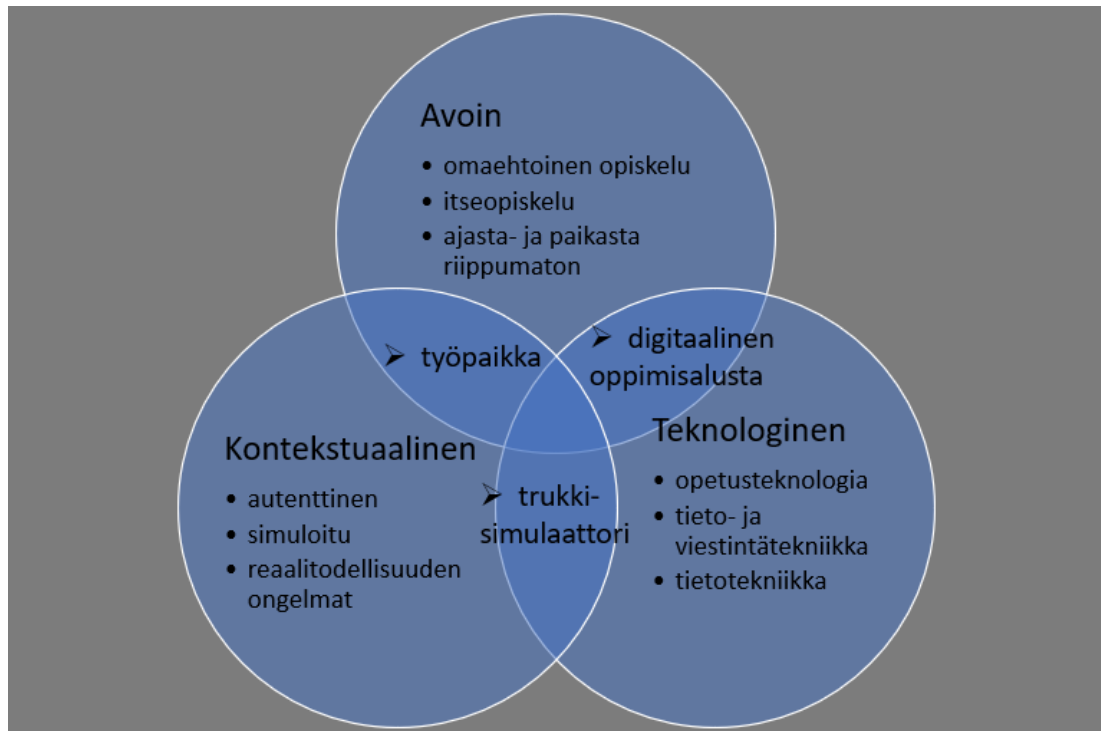
vuorovaikutus, yhteistoiminnallisuus ja verkostoituminen, korostuvat selvästi perinteiseen formaaliin luokkaopetukseen verrattuna.

Oppimisympäristö käsitteenä on noussut pinnalle oppimiskäsityksissä tapahtuneen kehityksen myötä. Konstruktiivinen oppimiskäsitys on noussut keskeiseen asemaan oppimiskäsitystutkimuksessa ja sen mukaan oppimisen tulisi tapahtua mahdollisimman autenttisessa ympäristössä, jossa yhteisöllinen tiedon rakentaminen on mahdollista. Ammatillisessa koulutuksessa ollaan palaamassa lähemmäs perinteistä oppipoikamallia, kun koulutuksen painopiste on siirtynyt yhä enemmän työpaikalla tapahtuvaan oppimiseen. (Burman ym., 2007, s. 21-22.)

## 6.2 Oppimisympäristöjen ryhmittely, perustyytit ja viisi näkökulmaa

Oppimisympäristöjä voidaan ryhmitellä, jäsentää ja tarkastella eri tavoin. Oppimisympäristöä voidaan tarkastella neljän metaforan kautta; yksilön ekosysteeminä, paikkana, virtuaalitulana ja dialogina. Dialogilla on keskeinen merkitys oppimisympäristöajattelussa ja se korostaa vuorovaikutuksen merkitystä oppimisessa. Metaforat korostavat tiettyä näkökulmaa, mutta ovat kuitenkin päällekkäisiä tarkastelutapoja. (Burman ym., 2007, s. 27-29.)

Oppimisympäristöjen perustyyppinä, joita ovat avoin/suljettu, kontekstuaalinen ja teknologiapohjainen oppimisympäristö. Nämä perustyytit voivat esiintyä erillisinä ympäristöinä tai ne voivat olla osin päällekkäisiä (kuva 8). Esimerkiksi työpaikka voi olla avoin ja kontekstuaalinen oppimisympäristö, trukkisimulaattori on esimerkki teknologisesta ja kontekstuaalisesta ympäristöstä. Digitaalinen oppimisalusta, esimerkiksi Moodle, voi toimia avoimena teknologisenä oppimisympäristönä (Burman ym., 2007, s. 29-35.)



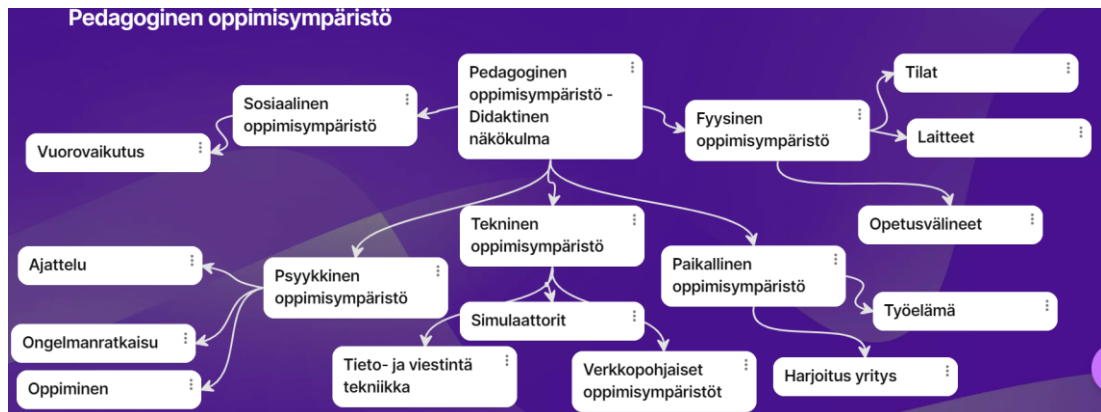
Kuva 8. Oppimisympäristön kolme perustyyppiä (muokattu Burman ym., 2007, s. 30).

Viisi näkökulmaa oppimisympäristöihin ovat fyysinen, sosiaalinen ja psyykinen, tekninen, paikallinen sekä didaktinen näkökulma kuva (9). Näkökulmat voivat olla vaihtoehtoisia, toisiaan täydentäviä tai osin päällekkäisiä. Oppimisympäristöjä suunniteltaessa tarkasteltava näkökulma tulisi määritellä, koska ne ohjaavat ihmisten käsityksiä oppimisympäristöstä. Arkkitehdin näkökulmasta oppimisympäristö saattaa tarkoittaa rakennuksia, kun taas opetusteknologian kehittäjälle ensimmäinen mielikuva on digitaalinen oppimisympäristö. Eräopas opettajalle oppimisympäristöstä tulee mieleen metsä ja luonto. (Burman ym., 2007, s. 35-36.)

### 6.2.1 Kontekstuaalinen oppimisympäristö

”Uimaan oppii paremmin vedessä kuin kuivalla maalla” (Erään insinöörin määritelmä kontekstuaalisesta oppimisympäristöstä, viitattu lähteessä Burman ym., 2007, s. 33).

Kontekstuaalisen oppimisympäristön käsitteessä keskeistä on oppiminen autenttiossa ympäristössä, jossa oppimisen kohteena on reaali maailman tilanteet ja ongelmat yksittäisten oppitunteihin jaettujen oppimissisältöjen sijaan. Lähestymistapa on kokonaisuuksien kautta oppiminen sekä arvioinnin perustuminen yksittäisten ulkoa opeteltavien oppikirjavastausten korvaaminen tietoa soveltavilla, todellisiin ongelmatilanteisiin perustuvilla tehtävillä. Kontekstuaalinen oppimisympäristö tukee konstruktivistista oppimiskäsitystä ja ongelma perustaisen opetuksen (PBL) periaatteita sekä korostaa ongelmanratkaisutaitojen kehittämistä, joka on keskeinen työelämä taito. (Burman ym., 2007, s.33-34.)



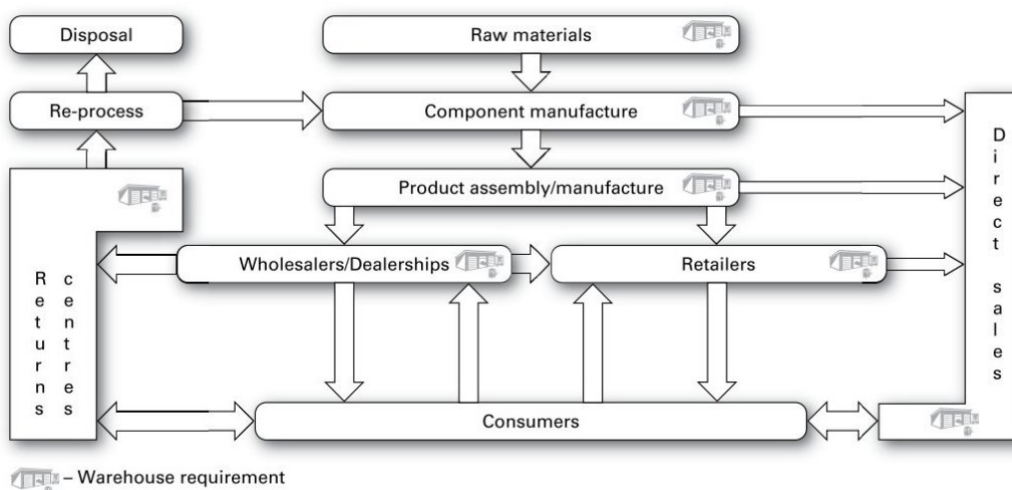
Kuva 9. Pedagoginen oppimisympäristö - viisi näkökulmaa oppimisympäristöihin.

## 7 VARASTOINTI JA VARASTON SUUNNITTELU

Varastoja on aiemmin yleisesti pidetty kustannuspaikkoina, jotka eivät tuo lisäarvoa yritykselle. Tuotannon siirtyminen Kaukoitään, sähköisen kaupan kasvun ja kuluttajien kasvavat vaatimukset ovat saaneet aikaan suuren muutoksen varastotoiminnassa. Varastot nähdään nyt tärkeänä lenkinä nykypäivän toimitusketjuissa. Toimitusketjun tehtävänä on toimittaa oikeat tuotteet, oikea määrä, oikealle asiakkaalle, oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, oikeassa kunnossa, oikeaan hintaan. Varastolla on tässä keskeinen rooli. (Richards, 2014, s. 5-6.) Varastot ovat olennainen osa toimitusketjuja ja

viimeaikaiset trendit, kuten lisääntyvä markkinoiden epävakaus, tuotevalikoiman lisääntyminen ja asiakkaiden toimitusaikavaatimusten lyheneminen, vaikuttavat rooleihin, jotka varastojen on täytettävä. Varastot tulee suunnitella siten, että toimitusketjun vaatimukset kokonaisuutena tulevat huomioiduksi. Varastot vaikuttavat keskeisesti toimitusketjun kustannustehokkuuteen sekä asiakkaille tarjottavaan palvelutasoon. Tarvittavien tilojen, henkilöstön ja laitteiden tarpeesta, johtuen varastot ovat usein yksi toimitusketjun kalleimmista osista, ja siksi niiden onnistunut suunnittelu ja hallinta on kriittistä sekä kustannusten että palvelun kannalta. (Baker ym., 2017, s. 291.)

Varaston suunnittelun lähtökohtana on aina jokin tarve varastointiin. Tarpeet määrittelee pääsääntöisesti joko yrityksen oman toiminnan tarpeet tai asiakkaiden palvelun turvaaminen (Pouri, 1983, s. 7). Varastoja voivat ylläpitää muun muassa raaka-ainetoimittajat, komponenttien- ja valmiiden tuotteiden valmistajat, tukkukauppiat, vähittäiskauppiat ja käänteislogistiikkaa harjoittavat yritykset kuva (10). Varastot voivat olla omistajan ylläpitämiä tai ulkoistettuna logistiikkatoimittajille. (Richards, 2014, s. 7.)



Kuva 10. Varaston eri rooleja toimitusketjussa (Richards, 2014, s. 8).

Koska varastointi tarpeet vaihtelevat hyvin laajasti, voidaan varastot myös luokitella usealla eri tavalla, sen mukaan mistä näkökulmasta asiaa tarkastellaan. Yleisesti varastot jaotella joko käyttötarkoituksen tai prosessin vaiheiden tarpeiden mukaan. Käyttötarkoituksen mukaisessa ryhmittelyssä varastoja

tarkastellaan yrityksen omaa toimintaa tai asiakaspalvelua tukevasta näkökulmasta. Prosessivaiheiden mukaisessa ryhmittelyssä varastot jaetaan yleensä alku-, väli- ja loppuvarastoihin. Toimintaa turvaavat varastot ja alkuvarastot ovat tyypillisesti raaka-ainevarastoja, tarvike-, osa- ja kunnossapitovarastoja. Asiakaspalvelua turvaavat- ja loppuvarastot toimivat yleisesti tuote- ja varosavarastoina. Välivarastossa varastoidaan tuotannon puolivalmisteita. (Pouri, 1983, s. 7.) Hyvin usein varastot ovat yhdistelmiä erityyppisistä varastoista ja ne palvelevat monenlaisia tarpeita (Baker ym., 2017, s. 291- 294).

Toimitusvarmuus ja toimitusaika ovat nykyisessä yritysmaailmassa keskeisiä kilpailutekijöitä ja oikean varastotason määrittäminen yksi yrityksen tärkeimmistä alueista. Liian suuret varastot sitovat turhaan pääomaa, kun taas liian pienet varastot vaarantavat palvelutason, minkä seurauksena myyntituloja jää saamatta tai huonoimmassa tapauksessa asiakkaat vaihtavat toimittajaa.

Verkkokaupan myötä käänteislogistiikasta on tullut merkittävä osa monien yritysten logistiikkatoimintaa, sillä asiakkaat palauttavat suuren määrän tilatuista tuotteista. Lisääntyneen ympäristöajattelun sekä kehittyvän ympäristölainsäädännön myötä kierrätysvaatimukset ovat myös lisänneet käänteislogistiikan merkitystä ja siten myös tuoneet varastointiin uusia tarpeita. (Richards, 2014, s. 11.)

Varaston tulisi olla tilapäinen säilytyspaikka, josta saapuneet tavarat toimitetaan eteenpäin mahdollisimman nopeasti, sekä toimia puskurina toimitusketjussa, niin että materiaallinen saatavuus vastaa kustannustehokkaasti niiden tarvetta sekä toimitusaikavaatimuksia. (Richards, 2014, s. 1.) Varastoitavien tuotteiden määrää pyritään yleensä optimoimaan mahdollisimman alhaiseksi, kuitenkin niin, että suunniteltu toimitusvarmuus säilyy. Toimitusketjun kokonaiskustannustehokkuuden kannalta on tilanteita, joissa on kannattavampaa pitää suurempia varastotasoja, kuin mitä toimitusvarmuus asiakkaalle vaatisi. Esimerkiksi suuremman toimituserän hankinta hinta voi olla edullisempi alennuksista ja alhaisemmista yksikkökohtaisista kuljetuskustannuksista johtuen. Myös sesonkituotteita valmistetaan ennakolta varastoon, niin että niitä voidaan toimittaa suuret määrät lyhyessä ajassa tai varauduttaessa esimerkiksi

tuotantoseisokkeihin. (Baker ym., 2017, s. 292-293.) Varaston sijainti toimitusketjussa vaikuttaa oleellisesti edellä mainittuihin tekijöihin ja siten varaston sijainnin määrittäminen on kokonaistehokkuuden kannalta merkittävä tekijä. Keskeistä on analysoida varaston etäisyys ja liikenneyhteydet sekä tavaravirtojen volyymit tärkeimpien asiakkaisen ja tavarantoimittajien osalta niin, että sekä kustannukset että toimitusajat saadaan optimoituja. (Richards, 2014, s. 16.)

Varastoinnin tarpeen lisäksi varaston suunnittelun yhtenä tärkeimpänä lähtökohtana on varastoitavien tavaroiden säilytysvaatimukset. Varastoitavien nimikkeiden ominaisuudet määrittelevät vaadittavat varastointi olosuhteet sekä soveltuvat varastointitavat. Varastointi suunniteltaessa on varmistettava, että varastoitavat tuotteet eivät vahingoitu, pilaannu tai niiden laatu heikkene varastoinnin aikana väärin olosuhteiden tai säilytystapojen takia. (Pouri, 1983, s. 19.)

Olosuhteita vastaan voidaan suojautua osittain sopivilla pakkausvalinnoilla, esimerkiksi likaa ja pölyä vastaa pakkaukset suojaavat yleensä tuotteita hyvin (Pouri, 1983, s. 20). Tämä ei kuitenkaan poista likaantumisesta tai pölystä aiheutuvia haittoja asiakaspalvelua turvaavissa varastoissa. Allekirjoittaneen näkemyksen mukaan asiakas on tyytymätön toimitukseen, jossa pakkaukset ovat likaisia tai pölyisiä, vaikka itse tuote olisikin virheetön. Erityisesti elintarviketeollisuus on tarkka tuotantotiloihin toimitettavien pakkausten puhtaudesta. Pourin (1983, s. 20-28) mukaan olosuhteita vastaan suojaudutaan parhaiten valitsemalla tavaroille sopivat varastotilat. Kustannusten kannalta on tärkeää selvittää jokaiselle tuotenimikkeelle vähimmäisvaatimukset säilytysolosuhteille ja valita sen perusteella säilytystapa. Lämpötilasäädellyt varastot ovat kalliita rakentaa ja käyttää, kun taas ulkovarastointi on kustannuksiltaan edullisinta. Useissa tapauksessa myös lämmittämättömät varastot antavat riittävän suojan tavaroille. Lämmittämättömissä varastoissa kosteuden tiivistyminen ulkolämpötilan ja kosteuden vaihtelun takia saattaa aiheuttaa ongelmia, vaikka tila muuten olisikin kuiva. Riittävästä tuuletuksesta huolehtimalla voidaan tätä ongelmaa pienentää. (Hokkanen & Virtanen, 2021, s. 17.) Erikoisvarastot, joita vaaditaan esimerkiksi vaarallisille aineille tai tuotteille, jotka vaativat vakio-

olosuhteet, ovat yleensä kustannuksiltaan kalleimpia varastointitapoja (Pouri, 1983, s. 29).

Varastoitavien tuotteiden ominaisuudet on huomioitava myös valittaessa varaston pääteknologiat. Reijo Rautaluoma säätiö sr (2023, kohta Varastotyypit ja -tekniikka) mukaan varastot voidaan luokitella varastotekniikan mukaan kuormalava- ja pientavaravarastoihin, kapeakäytävä- ja korkeavarastoihin sekä syväkuormausvarastoihin. Automaattivarastot voidaan luokitella omaksi varastotekniikaksi, vaikka automatiikkaa sinällään voidaan hyödyntää kaikissa edellä mainituissa varastotekniikoissa.

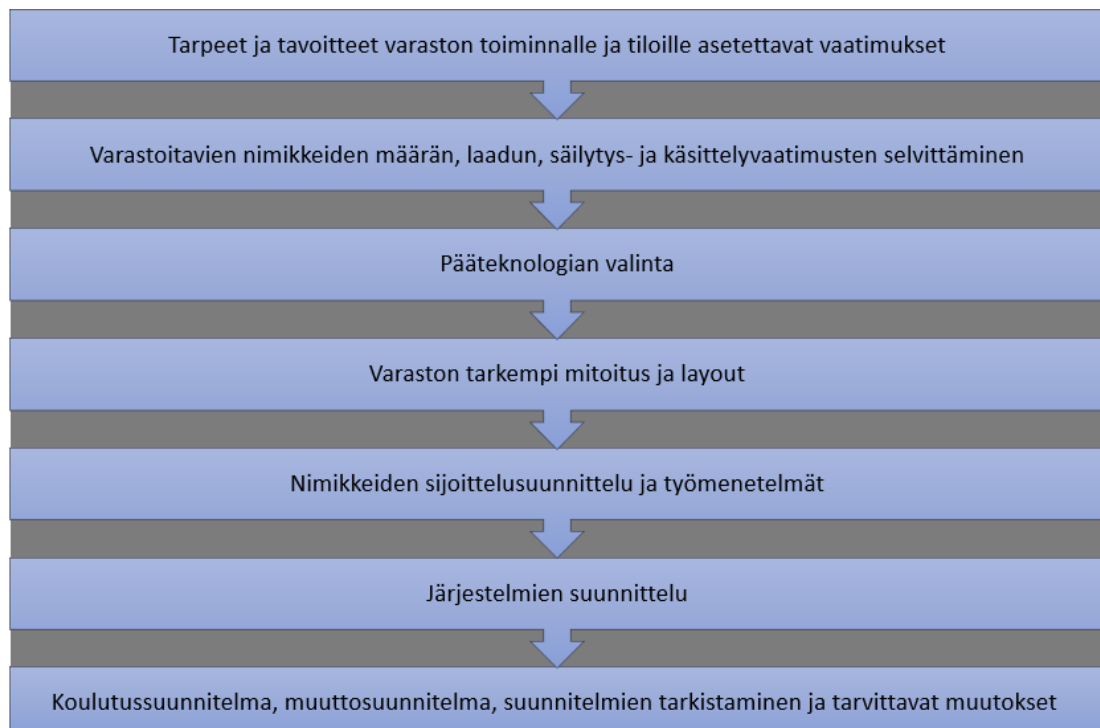
Edellä mainittujen varaston suunnittelun peruslähtökohtien lisäksi yrityksen tulee tehdä strateginen päätös siitä, kenen toimesta varastointi hoidetaan. Tyypillisimpiä vaihtoehtoja varastoinnin hoitamiseen ovat yrityksen oma varasto tai varastoinnin ulkoistaminen kolmannen osapuolen logistiikkapalveluita (3PL) tarjoavalle yritykselle. Jos yritys päättää hoitaa itse varastoinnin, tulee vielä päättää, rakennetaanko oma varasto vai vuokrataanko tilat ulkopuoliselta toimijalta.

## 7.1 Varaston suunnitteluprosessi

Jatkuvat muutokset liiketoiminnassa edellyttävät varastoilta entistä enemmän joustavuutta ja muunneltavuutta. Koska yritysten tarpeet ovat hyvin erilaisia ei myöskään varaston suunnitteluun ole olemassa yhtä oikeaa ratkaisua. Yleisesti optimaalisena ratkaisuna pidetään varastoa, joka vastaa tämän hetken tarpeita ja jossa on varauduttu tulevaan kasvuun ja muutoksiin liiketoimintaympäristössä. Tilojen tulisi olla skaalautuvia, joustavasti ja edullisesti muokattavissa. Riippumatta siitä onko yritys suunnittelemassa kokonaan uutta varastoa, muuttamassa olemassa olevaan rakennukseen tai suunnittelemassa omaa toimitilaa uudelleen, vaatii suunnittelu järjestelmällistä tiedon keräämistä ja analysointia (Richards, 2014, s. 203.) Suuren ja nykyaikaisen varaston suunnittelu on erittäin monimutkaista ja vaatii useiden eri alojen asiantunte- musta. Suunnitteluprosessissa tarvitaan tietoa ja osaamista muun muassa

varaston operatiivisesta toiminnoista, materiaalin käsittelylaitteista, rakentamisesta, tietojärjestelmistä, henkilöstöstä, taloudesta sekä projektijohtamisesta. (Baker ym., 2017, s. 385.)

Varastosuunnitteluprosessi sisältää useita vaiheita, jotka usein toteutetaan iteraatiivisesti, koska prosessin edetessä tehtävät valinnat voivat vaatia aiemmin tehtyjen päätösten uudelleen arviointia. Alla esitetty suunnitteluprosessi perustuu Baker ym, (2017, s. 385), Pouri (1983, s. 30), Reijo Rautaluoma säätiö sr (2023, kohta Varaston suunnittelu) ja Richards (2014, s. 205) näkemyksiin keskisistä suunnittelun vaiheista, kun suunnitelma tehdään olemassa olevaan rakennukseen (kuva 11).



Kuva 11. Varastosuunnitteluprosessi.

Tässä opinnäytetyössä järjestelmäsuunnittelu sekä koulutus- ja muuttosuunnitelma vaiheet käsitellään vain lyhyesti, koska nämä aihealueet eivät kuulu tämän työn tavoitteisiin. Suunnitteluprosessia tarkastellaan pääasiassa kuormalavavaraston ja matalan varastoinnin näkökulmasta.



### 7.1.1 Tarpeet ja tavoitteet varaston toiminnalle ja tiloille asetettavat vaatimukset

Yrityksen liiketoimintasuunnitelma ja toimitusketjustrategia ovat lähtökohta varastosuunnittelulle, sillä ne määrittelevät roolit, jotka varaston tulee täyttää. Taktisesti keskeisiä vaatimusmäärittelyssä tarkasteltavia asioita ovat varastointi kapasiteetti, läpimeno vaatimukset ja asiakaspalvelutavoitteet sekä erityistoimet, kuten varastossa toteutettavat lisäarvopalvelut. Suunnittelussa strategisesti merkittäviä asioita ovat markkina- ja toimialantrendit sekä tarjolla oleva teknologia, yrityksen markkina-asema tavoitteet, henkilöstöpolitiikka, ympäristöpolitiikka ja omistajien odotukset, liiketoiminnan kasvutavoitteet, varaston sijainti, informaatioteknologia ja rahoitus sekä ulkoiset tekijät kuten lainsäädäntö. (Baker ym., 2017, s. 383-384.)

Varaston perustaminen on yritykselle pitkävaikutteinen investointi, jossa rakennuksen poisto-aika on tyypillisesti 20-25 vuotta ja laitteiden osalta yleensä 5-10 vuotta. Vaihtoehtoisia tapoja pienentää investointiin sidottua pääomaa on tilojen, koneiden ja laitteiden vuokraaminen tai ulkoistaminen varastotoiminta osittain tai kokonaan ulkopuoliselle toimijalle. Ulkoistaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi ostamalla pelkkä tavaran varastointi ulkopuoliselta logistiikkayritykseltä (toisen osapuolen logistiikka, 2PL), ulkoistamalla toimitusketjun operatiivisia kokonaistoimintoja kolmannen osapuolen logistiikkapalveluita (3PL) tarjoavalle yritykselle tai siirtämällä koko toimitusketjun hallinta, mukaan lukien logistiikan ohjaus ja kehittäminen, neljännen osapuolen logistiikkapalveluyritykselle (4PL). (Baker ym., 2017, s. 386; Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023a, kohta Huolintayritysten tarjoamat palvelut.)

Suunnitteluun liittyvät rajoitukset tulee myös huomioida heti suunnitteluprosessin alussa. Suunnittelua rajoittavia tai suunnittelussa huomioon otettavia tekijöitä ovat muun muassa rakennusmääräykset, terveys- ja turvallisuusmääräykset, kierrätys- ja ympäristölainsäädäntö sekä palo- ja pelastustoiminnan asettamat vaatimukset. Varaston ollessa pitkäaikainen hyödyke on todennäköistä, että liiketoiminnassa tapahtuu muutoksia ajan myötä, joten jo suunnitteluvaiheessa tulisi tarkastella erilaisia tulevaisuuden skenaarioita ja pyrkiä

huomioimaan mahdollisuudet joustaviin muutoksiin tulevaisuudessa. (Baker ym., 2017, s. 386.)

Varaston tavoitteita ja käyttötarkoitusta varten selvitettäviä ja määriteltäviä keskeisiä asioita ovat muun muassa tärkeimmät asiakkaat ja niiden sijainti, merkittävimmät tavaran toimittajat, niiden sijainti ja toimitustavat. Saapuvan- ja lähtevän tavaran toimitusmuodot, eräkoot sekä toimitusrytmi vaikuttavat myös suunnittelun lähtökohtiin. Myös asiakaspalvelulle asetetut tavoitteet, kuten toimitusaika ja -varmuus tulee määritellä. Varaston roolit, esimerkiksi raaka-ainearasto, valmistuote- tai ristiinlastausvarasto, vaikuttavat muun muassa toimitusaika ja -varmuus vaatimuksiin. Varaston roolilla on myös merkitystä varaston sijainnin valinnassa, esimerkiksi raaka-ainearaston tulee yleensä sijaita lähellä tuotantoa. Varastolla mahdollisesti tällä hetkellä ja tulevaisuudessa tehtävät lisäarvopalvelut vaikuttavat myös tilantarpeeseen. Tilantarve määräytyy toteutettavien palveluiden mukaan, joten niiden selvittämiseen ja määrittelyyn on syytä kiinnittää huomiota. (Baker ym., 2017, s. 386; Pouri, 1983, s. 31; Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023b, kohta Logistiikan mittaaminen.) Erilaiset lisäarvopalvelut ovat lisääntymässä, kun yritykset tarjoavat asiakkaille yhä enemmän ”avaimet käteen” palveluita. Logistiikkayritys voi esimerkiksi esiasentaa ohjelmistot ja lisälaitteet varastolla asiakkaan tilaamaan laitteeseen ja kuljettaja voi tehdä käyttöönottoasennuksen ja -opastuksen asiakkaan tiloissa toimituksen yhteydessä.

Varaston tilantarve ja varastopaikkojen määrän laskeminen ja varastointimenetelmien valinta riippuu useista tekijöistä. Alustavassa tilatarvesuunnittelussa voidaan tarkastella esimerkiksi tarvittavien lavapaikkojen määrän vaatimaa pinta-alaa tai annettuun pinta-alaan mahtuvien lavapaikkojen määrää. Varastointikapasiteettivaatimus on keskeinen tilatarpeen määrittävä tekijä. Vakiintuneen liiketoiminnan ollessa kyseessä kapasiteettivaatimus on yleensä hyvin tiedossa, mutta uuden tai muuttuvan liiketoiminnan tapauksessa lähtökohtana on yleensä arvioitu varastointikapasiteettivaatimus. (Pouri, 1983, s. 31.)

Nimikkeiden määrän ja laadun perusteella lasketaan alustava kokonaistilantarve. Tilatarvemitoituksessa on huomioitava myös käytävien, työtilojen sekä

sosiaalitulojen vaatima tilantarve. Käytäväleveydet riippuvat valittavasta teknologiasta ja tavarankäsittelylaitteista. Työtiloja tarvitaan erityisesti vastaanotossa, lähettämössä sekä toimistossa. Tilantarpeessa on myös huomioitava ulkona tarvittavat alueet, kuten ulkovarastointi, saapuvan- ja lähtevän tavaran lastausalueet, pysäköintialueet sekä kulkuyhteydet. (Baker ym., 2017, s. 387-388; Pouri, 1983, s. 31-54; Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023c, kohta Varaston käyttötarpeen vaikutus suunnitteluun.)

Cranfield Universityn tutkimuksen (Baker and Perotti, 2008, viitattu lähteessä Richards, 2014, s. 205) mukaan 52 % varaston pinta-alasta käytetään tyypillisesti varastointiin, 17 % keräilyyn/pakkaustoimintaan, 16 % vastaanottoon ja lähettämiseen, 7 % lisäarvopalveluihin sekä 7 % esimerkiksi akkujen lataukseen, tyhjien lavojen varastointiin ja muihin käyttötarkoituksiin.

Kuormalavavaraston suuntaa antavassa tilantarvelaskennassa, arvioitaessa varastoitavien lavojen määrää tietyssä varastotilavuudessa, voidaan käyttää alla olevia kaavoja (1-7) (Richards, 2014, s. 211-212):

$$\begin{aligned} & \text{Lavapaikkojen kokonaismäärä} = \\ & (\text{Hyllyrivien lukumäärä} \times \text{Peräkkäisten lavojen lukumäärä hyllyrivillä}) \times \\ & (\text{Hyllyvälien lukumäärä} \times \text{Lavojen määrä hyllyvälissä}) \times \\ & \text{Päällekkäisten lavapaikkojen määrä} \end{aligned} \quad (1)$$

jossa:

$$\begin{aligned} & \text{Hyllyrivin leveys} = \\ & (\text{Käytävän leveys} + \text{Peräkkäisten lavojen määrä hyllyrivillä} \times \\ & \text{Lavan leveys} + \\ & \text{Peräkkäisten lavojen väliin jätettävä vapaaväli}) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \text{Hyllyvälin pituus} = \\ & (\text{Pylväselementin pituus} + (\text{Lavojen lukumäärä hyllyvälissä} + 1) \times \\ & \text{Lavojen vapaaväli} + 3 \times \text{Lavan pituus}) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \text{Hyllyvälin korkeus} = \\ & (\text{Lavakuorman korkeus} + \text{Vaakapalkin korkeus} + \\ & \text{Vapaaväli lavan yläpuolella}) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{Hyllyrivien lukumäärä} = \frac{\text{Varastointialueen leveys}}{\text{Hyllyrivin leveys}} \quad (5)$$

$$\text{Hyllyvälien lukumäärä} = \frac{\text{Varastointialueen pituus}}{\text{Hyllyrivin leveys}} \quad (6)$$

$$\text{Päällekkäisten lavapaikkojen määrä} = \frac{\text{Varaston korkeus}}{\text{Hyllyvälin korkeus}} \quad (7)$$

Säilytettävien kuormalavojen määrä määräytyy pääasiassa käytävän leveyden, hyllyn tyypin ja lavan koon mukaan (kuva 12). Laskelmat ovat suuntaa antavia ja niissä on otettu huomioon ainoastaan hyllyjen väliset käytävät, mutta ei muita mahdollisia tiloja ja kulkureittejä eikä myöskään erilaisia layout vaihtoehtoja.

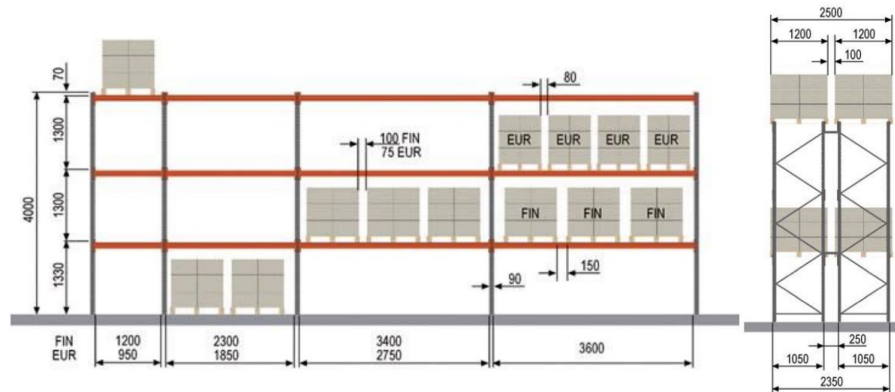
Tilantarvetta voidaan arvioida myös laskemalla yksittäisen lavapinon vaatima lattiapinta-ala sekä tarvittava käytäväleveys. Lavapinon vaatima lattia pinta-ala voidaan laskea, kun tiedetään hyllyvälin kokonaispituus sekä lavakoko (kaava 8) (Pouri, 1983, s.34-35.):

$$\text{Lavapaikan pinta - ala} = \frac{(\text{Hyllyvälin kokonaispituus} \times \text{Lavan leveys})}{\text{Lavojen maksimi määrä hyllyvälissä}} \quad (8)$$

Kokonaispinta-alaan alustavaan mitoitukseen valitaan oletetun tavarankäsittelylaitteen mukainen käytäväleveys. Matalavarastoinnissa voidaan käyttää vastapainotrukkia lähtöoletuksena, jolloin käytäväleveydeksi valitaan 3,5 m. Vertailulaskelmia voidaan tehdä erityyppisille trukeille. Lavapinokohtainen käytäväpinta-ala lasketaan seuraavasti (kaava 9):

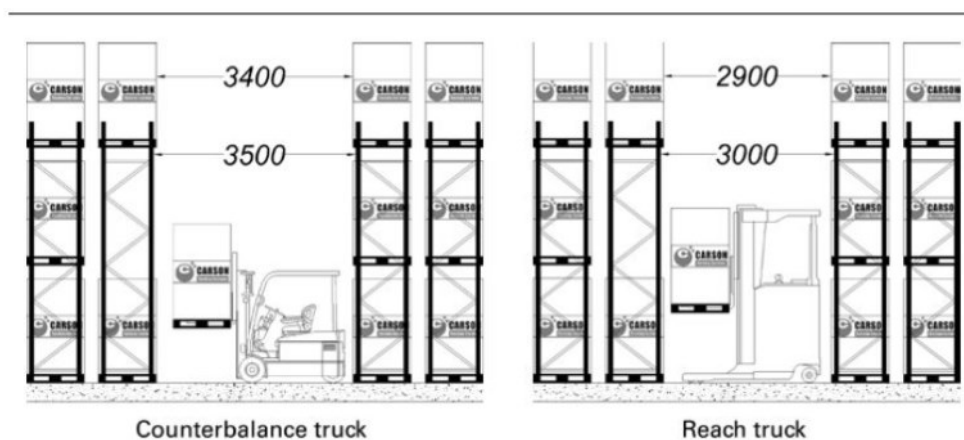
$$\text{Käytäväpinta - ala lavapinoa kohden} = \frac{\text{Lavapinon pituus} \times \text{Käytäväleveys}}{2} \quad (9)$$

Kaavassa pinta-ala jaetaan kahdella, koska oletuksena on, että käytävän molemmilla puolilla on hyllyt, jolloin lavapinokohtainen pinta-ala on puolet käytävän pinta-alasta.



Kuva 12. Kuormalavahyllystön mitoitus (Intolog, n.d.)

Käytävän leveys määräytyy trukin kääntöympyrän ja kuljetettavan lavan koon mukaan. Poikkeuksena tähän ovat kapeakäytävävarastot, jossa käytävän leveys perustuu trukin leveyteen tai niveltrukin osalta diagonaaliseen etäisyyteen lavan poikki eli lavan kulmasta toiseen. Lavan kummallekin puolelle on lisättävä 100 mm:n turvaväli, jotta lavan hyllyttäminen ja nouto on nopeaa. Vastapainotrukin vaatima käytäväleveys on tyypillisesti 3,5 m, työntömastotrukeilla 3,0 m (kuva 13) ja pinontavaunulla 2,3 m, jolloin työskentely on sujuvaa ja turvallista. (Niparmi.n.d.)



Kuva 13. Käytävämitoitus vastapaino- ja työntömastotrukeille (Richards, 2014, s. 214).

Pientarvikevaraston tilantarvemitoitus voidaan laskea samoja periaatteita noudattaen kuin kuormalavavaraston tapauksessa. Pientarvikevarastossa maksimi keräilykorkeus on 1,8–2,1 metriä lattiatasosta ja käytäväleveys 1,2 m, jolloin käytävään mahtuu FIN-lava lyhytsivukäsittelyssä. Tilankäyttöä voidaan tehostaa monikerroksisilla, mezzanine-hyllystöillä, jossa tila jaetaan esimerkiksi kahteen kerrokseen. Pientarvikevaraston tilantarve voidaan laskea alla esitetyillä kaavoilla (10-13). (Pouri, 1983, s. 35-37.)

$$\text{Hyllypinon pinta - ala} = \text{Hyllypinon pituus} \times \text{Hyllyn leveys} \quad (10)$$

$$\text{Käytävän pinta - ala hyllypinoa kohden} = \frac{\text{Hyllypinon leveys} \times \text{Käytäväleveys}}{2} \quad (11)$$

$$\text{Hyllyjen määrä} = \frac{\text{Hyllypinon korkeus}}{\text{Hyllyn korkeus}} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} & \text{Kokonaispinta - ala} = \\ & \frac{\text{Hyllypaikkojen tarve}}{\text{Hyllyjen määrä}} \times \\ & (\text{Hyllypinon pinta - ala} + \text{Käytävän pinta - ala hyllypinoa kohden}) \quad (13) \end{aligned}$$

Pitkän tavaran varastotilojen tarpeen alustavaan arviointiin voidaan käyttää oksahyllystöä ja hyllytettävien nimikkeiden kankipituutena 6,5 m. Pitkän tavaran käsittelyssä nelitietyöntömastotrukki on tilankäytön kannalta tehokkain, jolloin käytäväleveydeksi riittää 3 m. Oksahyllystön korkeus on tyypillisesti 3,5 m - 4,5 m. Tilantarve kaksipuoliselle oksahyllylle voidaan laskea seuraavasti:

$$\text{Lattiapinta - alantarve} = 2 \times \text{Ulokkeen pituus} \times \text{Kankipituus} \quad (14)$$

$$\text{Käytävätilan pinta - ala arve} = \text{Käytäväleveys} \times \text{Kankipituus} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} & \text{Varastopaikkojen lattiapinta - alantarve} = \\ & \frac{\text{Nimikemäärä}}{\text{Ulokemäärä}} \times \text{Lattiapinta - alantarve} \quad (16) \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Käytävien pinta} - \text{ala tarve} = \text{Käytävätilan pinta} - \text{ala tarve}}{\text{Lattiapinta} - \text{ala tarve}} x$$

$$\text{Varastopaikkojen lattiapinta} - \text{ala tarve} \quad (17)$$

$$\text{Kokonaispinta} - \text{alatarve} = \text{Varastopaikkojen lattiapinta} - \text{alatarve} + \text{Käytävien pinta} - \text{alatarve} \quad (18)$$

Tilankäyttöä voidaan tehostaa, jos hyllypaikkojen korkeudet mitoitetaan optimaalisesti nimikkeiden vaatiman korkeuden suhteen, jolloin ulokkeita saadaan yhteen hyllyyn enemmän. (Baker ym., 2017, s. 388-389.)

Vastaanotto- ja lähetysalueet ovat varaston toiminnan kannalta keskeisiä tiloja, ja niille on varattava riittävästi tilaa sujuvan toiminnan varmistamiseksi. Suunnittelussa tulee huomioida lisäksi tarvittavien lastausovien määrä suhteessa saapuvien ja lähtevien kuormien lukumäärään päivässä sekä purkuun ja lastaukseen kuluva aika. Liian pienet alueet johtavat helposti tilojen ruuhkautumisen, minkä seurauksena tavaran vastaanotto ja lähetykset voivat viivästyä, tavaraa voi joutua väärään paikkaan, kadota tai rikkoutua sekä lähetyksessä tapahtuvien virheiden riski kasvaa.

Suuntaa antava lattiapinta-ala purku- ja lastausalueille voidaan laskea kaavalla (19):

$$\frac{\text{Purku alueen pinta} - \text{ala} = (\text{Kuormien lukumäärä} \times \text{Käsittelyaika per kuorma})}{\text{Työaika päivässä}} x$$

$$(\text{lavojen määrä} \times \text{lavan pinta} - \text{ala}) \quad (19)$$

Kaavalla (19) voidaan laskea vastaavasti lastausalueen tilantarve. Kaavassa (19) ei huomioida työskentelyalueita, kulkuväyliä eikä välivarastoinnin vaatimaa tilaa. Työskentelyyn ja kulkuväylille varattavat alueet kaksinkertaistavat lavapaikkojen vaatiman tilantarpeen.

Vastaanotossa saapuvalla tavaralla tehdään yleensä vielä varsinainen vastaanottotarkastus sekä saapumiskirjaukset ennen varastopaikalle siirtoa. Tavarasiirto varastopaikoille vie myös aikaa, eikä hyllyttämistä aina voida suorittaa välittömästi tavaransiirron saavuttua. Lähtevät tavarat kerätään, pakataan ja järjestellään lähettämöön odottamaan kuljetusta. Keräilyt voidaan suorittaa valmiiksi jo esimerkiksi kuljetusta edeltävänä päivänä, jolloin valmiit lähetykset vaativat säilytystilaa. Vastaanottoon- ja lähettämöön varattava kokonaistilan tarve riippuu useasta tekijästä, kuten henkilöstömäärästä, tavarankäsittelylaitteista, lastausovien lukumäärästä ja toimitusrytmistä. (Richards, 2014, s. 207-208.)

Vastaanoton ja lähettämön tilantarve voidaan laskea Pourin (1983, s. 39-42) esittämällä menetelmällä, jossa huomioidaan varaston kapasiteetti, varaston kiertonopeus, keskimääräinen varasto, varmuusvarasto ja varaston keskimääräinen täyttöaste sekä välivarastointiaika vastaanotossa ja lähettämössä.

$$Kiertonopeus = \frac{\text{Vuosikysyntä}}{\text{Keskimääräinen varasto}} \quad (20)$$

$$\text{Keskimääräinen varasto} = \frac{\text{Täydennyserä}}{2} + \text{Varmuusvarasto} \quad (21)$$

$$\text{Varaston keskimääräinen täyttöaste} = \frac{\text{Keskimääräinen varasto}}{\text{Täydennyserä} + \text{Varmuusvarasto}} \quad (22)$$

$$\text{Lavamäärä vuodessa} = \text{Lavapaikkojen määrä} \times \text{Keskimääräinen käyttöaste} \times \text{Kiertonopeus} \quad (23)$$

$$\text{Päivittäinen lavamäärä} = \frac{\text{Lavamäärä vuodessa}}{\text{Työpäivät vuodessa}} \quad (24)$$

$$\text{Vastaanoton lattiapinta - ala} = \frac{\text{Välivarastointi aika} \times \text{Päivittäinen lavamäärä}}{\text{Lavapaikan pinta - ala}} \quad (25)$$



Työskentelytilaa on lisäksi varattava vähintään 3,3-kertainen määrä lavojen vaatimaan lattiapinta-alaan.

Alustavassa tilatarvelaskelmassa voidaan olettaa, että varastosta lähtee keskimäärin sama määrä lavoja päivässä kuin sinne saapuu. Käytännössä lavamäärät voivat vaihdella suuresti riippuen lähtevien tilausten koosta. Usein tavara saapuu täyslavatoimituksina, mutta lähetykset voivat vaihdella muutamasta nimikkeestä useisiin täyslavatoimituksiin. Lähettämössä vaaditaan kuitenkin enemmän käsittely ja välivarastointitilaa kuin vastaanotossa. Tämä johtuu siitä, että välivarastoinnissa lähtevät kuormat tulee yleensä pitää kuljetuskohtaisesti erillään. Lähettämön vaatima lisätilantarve verrattuna vastaanottoon on noin 1,5-kertainen. Välivarastointiaika lähettämössä voidaan mitoittaa 0,8-1,0 päiväksi, koska lähettämöstä pyritään saamaan toimitukset kuljetukseen mahdollisimman nopeasti. Vastaanotossa välivarastointi aikaa varataan enemmän, koska kuormitus vastaanotossa voi vaihdella suuresti ja saapuneen tavaran vastaanotto ja varastoon siirto voi siirtyä seuraavaan päivään.

Lähettämön vaatima lattiapinta-ala saadaan laskettua käyttämällä lähtökohdista vastaanoton tilantarvetta. Lähettämön pinta-alan voidaan laskea kaavalla (26).

$$\frac{\text{Lähettämön pinta - ala} = \text{Vastaanoton kokonaispinta - ala} \times \text{Lähettämön lisätila kerroin}}{\text{Välivarastointi aika}} \quad (26)$$

Varaston toiminnan mukaan on vastaanottoon ja lähettämöön varattava riittävästi tiloja esimerkiksi ristiinlastaus/kauttakulku lähetyksille, palautuksille, tyhjille kuormalavoille ja muille kuljetusalustoille sekä pakkausmateriaaleille. Myös jätteiden käsittely ja kierrätys vaativat tilaa. Yleensä jätekeräyspisteet sijoitetaan vastaanoton yhteyteen tai läheisyyteen. Lähettämössä voidaan myös tarvita tilapäistä säilytystilaa esimerkiksi tilausten yhdistämiseen. (Pouri, 1983, s. 43-45.)

Kuvassa 14 on esitetty keskeiset tilat, jotka Richardsin (2014, s. 206) mukaan tulee huomioida varaston tilantarve suunnittelussa.

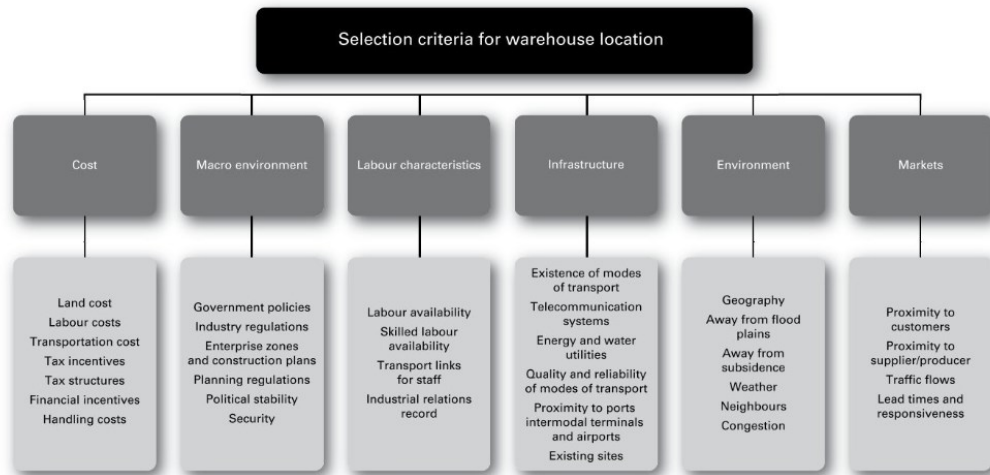


Kuva 14. Varaston suunnittelussa huomioitavat keskeiset tilat.

Ulkoalueiden alustava mitoitus voidaan laskea samoilla menetelmillä, kuin edellä esitetyt sisätilojen mitoitukset. Liikennealueiden osalta on kiinnitettävä huomiota käytettäviin tavarankäsittelylaitteiden kokoon, sillä ulkovarastoinnissa voidaan usein käyttää suurempaa kalustoa. Tavaraliikenteen kulkureitien leveydeksi mitoitetaan noin 20 metriä. Lastausalueelle tarvitaan noin 35 metriä leveä alue ajoneuvojen käsittelyyn. Alueella tapahtuvalle jalankulkuliikenteelle on varattava riittävät ja turvalliset kulkureitit. Parkkipaikkatilaa tarvitaan myös henkilökunnan ja asiakkaiden ajoneuvoille. Tontin muoto vaikuttaa materiaalivirtojen pääsuuntien järjestelyyn ja rakennuksen muotoon. Yleisen ohjeen mukaan, tontin ja rakennuksen muodosta riippumatta, rakennuksen päämitoitus tehdään siten, että rakennuksen pitkä sivu on noin 1,5 kertaa lyhyempi sivu. (Pouri, 1983, s. 46-54.)

Yrityksen toimialasta ja toimitusketjusta riippuen varaston sijainti toimitusketjussa voi vaikuttaa merkittävästi sekä kustannuksiin että toimitusaikoihin.

Esimerkiksi tuotteet, joissa on erilaisia variantteja, lähellä tuotantoa sijaitseva varasto mahdollistaa tuotteiden valmistamisen lykkäämisen mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen ja siten varastotasoja voidaan pienentää. Toisaalta nopeat toimitukset asiakkaille edellyttävät usein varastojen sijoittamista lähellä asiakasta. Globaalit toimitusketjut, joissa toimitusajat ovat yleensä pitkiä, sekä epävakaa markkinat ovat pakottaneet yritykset säilyttämään strategisesti tärkeät varastot lähellä asiakasta. Tuotevalikoimien lisääntyminen lisää myös varastoinnin tarvetta. (Baker ym., 2017, s. 292-293.) Yhtenä keskeisenä kriteerinä sijainnille on hyvät liikenneyhteydet, jotta runko- ja jakelukuljetusten noutajat varastolta saadaan mahdollisimman myöhäiseen ajankohtaan, jolloin yritykset voivat myös ottaa asiakastilauksia vastaan pidempään seuraavan päivän toimituksiin (Richards, 2014, s. 16). Verkkokaupan voimakas kasvu on myös vaikuttanut varastointiin ja varaston sijaintipaikan valintoihin. Verkkokaupan valikoimat ovat usein hyvin laajoja, yksittäiset tilaukset pieniä ja toimitusajat lyhyitä. Kuljetuskustannusten pitämiseksi alhaisena sekä asiakkaiden yhä kasvaviin toimitusvaatimukseen vastatakseen yritykset joutuvat pitämään varastot lähellä asiakasta. (Richards, 2014, s. 2.) Varaston sijaintipäätöstä tehtäessä on huomioitava lisäksi muun muassa osaavan henkilöstön saatavuus, alueen kustannustaso, infrastruktuuri, ympäristöolosuhteet, yhteiskunnalliset olosuhteet sekä vapaiden kiinteistöjen ja tonttien saatavuus (kuva 15). Varaston sijainnin selvittämisen apuna voidaan käyttää tietokoneohjelmia, joiden avulla voidaan laskea kuljetuskustannusten kannalta optimaalinen sijainti (Richards, 2014, s. 16-18.)



Adapted and reprinted from Expert Systems with Applications, Multi-criteria warehouse location selection using Choquet integral, Tufan Demirel, Nihan Çetin Demirel, Cengiz Kahraman, May 2010, with permission from Elsevier

Kuva 15. Varaston sijainnin valintatekijöitä (Richards, 2014, s. 18).

Alustavien tarvesuunnitelmien pohjata voidaan ryhtyä etsimään sopivaa tonttia tai rakennusta, ellei näitä ole jo valittu.

### 7.1.2 Varastoitavien nimikkeiden määrän, laadun, säilytys- ja käsittelyvaatimusten selvittäminen

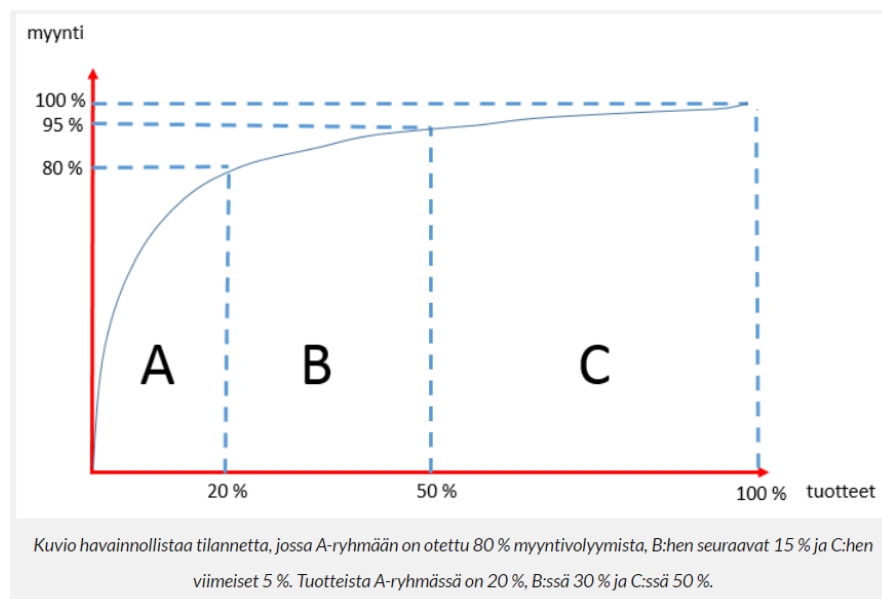
Alustavan tilantarvekartoituksen yhteydessä arvioitiin nimikkeiden määrää ja tilantarvetta varastolle tarvittavan kokonaispinta-alan selvittämiseksi. Varaston pääteknologian valintaa ja varsinaista suunnittelua varten tarvitaan yksityiskohtaisempaa tietoa varastoitavien nimikkeiden määrästä ja laadusta sekä varaston toimintatavoista ja päivittäisistä tavaran käsittelymääristä. Jokaisen nimikkeen osalta kerätään tiedot tilankäytön kannalta oleellisista ominaisuuksista, kuten pakkausten mitat, painot ja lavatiedot, säilytysolosuhde vaatimukset (kuva 16). (Richards, 2014, 208-211.)

Item code	Total number of cartons	Dimensions				Cartons per pallet	Ti (cartons per layer)	Hi (layers high)	Pallet weight inc 20 kg	Pallet height inc height of empty pallet (15 cm)	Number of pallets
		Length cm	Width cm	Height cm	Weight kg						
10779	240	25	40	20	15	48	12	4	740	95	5
30456	16	10	10	15	15	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	<1
77021	800	10	15	10	0.75	800	80	10	620	115	1

Kuva 16. Esimerkki nimiketiedoista (Richards, 2014, s. 209).

Tarvittavia tietoja joudutaan usein keräämään useista eri lähteistä ja se vaatii yhteistyötä eri osastojen välillä. Liitteessä 1 on esitetty tyypilliset varaston suunnittelussa tarvittavat tiedot (Baker ym., 2017, s. 387-388). Tiedot varastoitavista nimikkeistä kerätään ja nimikkeet lajitellaan säilytysvaatimusten mukaisesti varastotyyppiin.

Kun nimikkeet on lajiteltu säilytysvaatimusten mukaisesti ryhmiin, määritellään nimikkeiden keskimääräiset varastomäärät. Varastomäärät arvioidaan nimikkeiden kiertonopeuksien perusteella. Nimikekohtaiset kiertonopeudet selvitetään varastotyypeittäin ja luokitellaan käyttäen esimerkiksi ABC-analyysiä (kuva 17). Arvioissa on otettava huomioon tuleva kehitysennuste. Analyysin avulla perusteella voidaan määrittää tarvittavien aktiivi- ja reservipaikkojen lukumäärä.



Kuva 17. ABC-analyysi (Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023d, kohta Varastonohjaus )

Varaston teknologiaa valittaessa nimiketietojen lisäksi tarvitaan tieto saapuvan tavaran saapumistiheydestä ja määrästä, lähtevän tavaran lähtötiheydestä ja määrästä, toimitusaikatauluista sekä toimitustavoista. (Pouri, 1983, s. 55-56.)

### 7.1.3 Varaston pääteknologian valinta

Teknologian valintaan vaikuttaa kustannusten lisäksi säilytysvaatimukset, tavaran muoto, -koko ja -paino sekä nimikkeiden määrä ja kiertonopeus (kuva 18).

Item code	Characteristics	Pallets in store	Fast/medium/slow mover	Order quantity	Stackable	Storage method	Handling method	Group
010356	Standard	300	Fast	Full pallet	No	Drive through	Cbt or reach	1
010672	Standard	18	Medium	Cartons	No	Wide aisle	Reach & ppt	2.1
010779	Standard	5	Slow	Cartons	Yes	Wide aisle	Reach & ppt	2.2
030456	High value/small part	>1	Slow	Units	N/A	Carousel	Hand	4
077021	High value	1	Medium	Units	N/A	Security cage shelving	Hand	5

Cbt: counterbalance forklift truck  
ppt: powered pallet truck

Kuva 18. Esimerkki nimikekohtaisista säilytysmenetelmistä (Richards, 2014, s. 210).

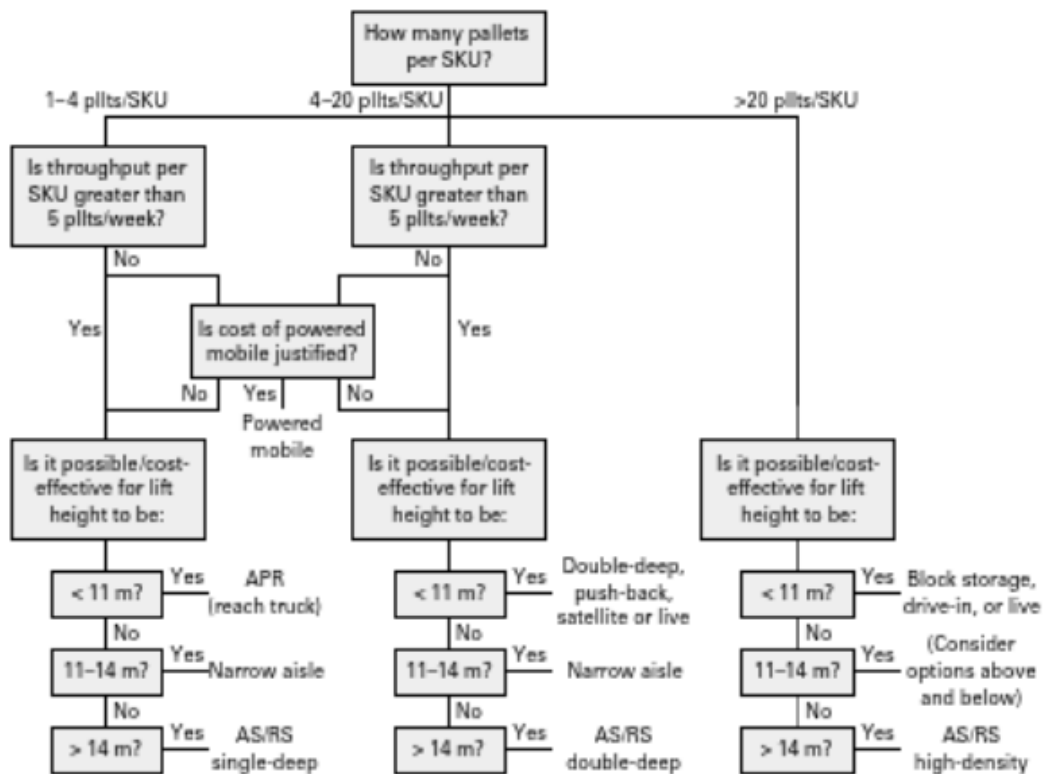
Tavaran säilymiseen liittyvät teknologiset tekijät liittyvät pääasiassa varastorakennuksiin ja niissä vallitseviin olosuhteisiin. Tavaran käyttö ikäjärjestyksessä, First-In-First-Out (FIFO), on keskeinen tekijä säilyvyyden kannalta useissa tuoteryhmissä. Oikein valitut varastoteknologian ratkaisut auttavat FIFO:n varmistamisessa. Varaston tietojärjestelmän avulla tavaraerien ikätieto on ajantasaisesti tiedossa ja järjestelmä ohjaa keräilyyn tuotteet oikeassa järjestyksessä. Varastointimenetelmistä esimerkiksi läpivirtaushyllyt auttavat varmistamaan tavaran käytön ikäjärjestyksessä. Vastaavasti syväkuormaushylly soveltuu hyvin huonosti FIFO-periaatteeseen, eikä sitä tulisi käyttää tuotteille, jotka pitää käyttää ikäjärjestyksessä, etenkin hitaasti kiertävien tuotteiden osalta. Käsitteilyvaurioiden määrää voidaan vähentää valitsemalla tuotteille hyllytyyppi ja työvälineet, jotka eivät edellytä varastotyöntekijöiltä sellaisia erityistaitoja, joita ei voi kaikilta työntekijöiltä odottaa.

Tavaran muoto, pakkaustapa, koko ja paino ovat tärkeimmät tekijät teknologian valinnassa. Liitteessä 2 on listattu erityyppisille tuotteille soveltuvia teknologioita (Pouri, 1983, s. 61):

Kuormalava- ja syväkuormausvarastot voidaan yksinkertaisimmillaan toteuttaa hyllyttömänä ratkaisuna, jolloin tavarat varastoidaan suoraan lattialle päällekkäin pinottuna. Hyllytön varastointi soveltuu myös muun muassa laatikoille, häkeille ja nestekonteille, mikäli ne voidaan pinota. Hyllytön varastointi on yleensä edullisin varastointi ratkaisu. Erilaisia hyllyratkaisuja löytyy sekä kuormalava-, paketti-, pientarvike- että erikoistuotevarastointiin. Esimerkiksi läpivirtaushyllyssä, jossa tavara lastataan hyllyyn toisesta päästä ja puretaan toisesta päästä, toteuttaa FIFO (First In First Out) periaatteen automaattisesti. Siirtohyllyt mahdollistavat tehokkaan tilankäytön, mutta eivät huonomman keräilytehokkuuden takia sovellu nopeasti kiertäville tuotteille. Kapeakäytävävarastossa käytäväleveys on pienempi, jolloin tilankäyttö tehostuu. Korkeavarastossa pinta-alan käyttö pyritään maksimoimaan mahdollisimman suurella varaston korkeudella. Sekä kapeakäytävä- että korkeavarastot vaativat omat erityiset tavarankäsittelylaitteensa. Pitkälle tavaralle kuten, erilaiset putket, tangot, palkit ja puutavara, soveltuu parhaiten ulokehyllyt. Tyypillisiä automaattivarastoratkaisuja ovat vaaka- ja pystykarusellit, joissa tavara tulee käyttäjän luokse. (Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023e, kohta Varastohyllyt.) Push-back hylly on sovellus syväkuormausmenetelmästä, jossa hyllyyn laitettava lava työntää edessä olevan lavan hyllyssä eteenpäin ja purettaessa seuraava lava siirtyy hyllyn reunaan painovoimaisesti. Tämä on tehokas tapa toteuttaa LIFO (Last In Last Out) menetelmä. Satelliittihyllystössä kuormalavakäsittely tapahtuu hyllyväleissä liikkuvilla puoliautomaattisilla lavavaunuilla, eikä trukilla ajeta hyllysoleaan, jolloin käytäväleveys saadaan pienemmäksi. Tämä myös nopeuttaa käsittelyä ja vähentää vahinkojen syntymistä. Kerroshyllystössä yhdistyvät kuormalava- ja pientarvikehyllystöjen ominaisuudet. Kuormalavahyllystön reunaan kiinnitetään kulkutasot, joilta voidaan suorittaa pientavarakeräily useasta kerroksesta. Tämä ratkaisu mahdollistaa rakennuksen koko korkeuden hyödyntämisen pientarvikevarastointiin. Kuormalavahyllyjen osalta varaston pinta-alan käyttötehokkuutta voidaan parantaa myös tuplasyvällä hyllyratkaisulla. Tässä lavoja voidaan varastoida perinteiseen hyllyyn kaksi lavaa

peräkkäin, jolloin käytävämäärää voidaan vähentää. Tämä kuitenkin edellyttää trukkia, jossa on pituus säädettävät haarukat (Richards, 2014, s. 224-229.)

Tavaran määrä ja -kiertonopeus voivat aiheuttaa tarpeen käyttää osalle nimikkeistä muista poikkeavaa teknologiaa tai varaston osaa. Esimerkiksi kausituotteet, joita toimitetaan suuret määrät lyhyen ajan sisällä, voivat vaatia erillisen lähetysvaraston, jossa valmiiksi pakatut tuotteet odottavat toimitusta. Nopeasti kiertäville nimikkeille voidaan valita erilaisia automatisoituja ratkaisuita. Teknologian valinnassa voidaan käyttää apuna kuvan (19) päätöspuuta sekä kuvan (20) vertailua erilaisten varastointitekniikoiden ominaisuuksista (Baker ym., 2017, s. 325, 393.).



Kuva 19. Päätöspuuesimerkki varastoteknologian valintaan (Baker ym., 2017, s. 393).



Storage Type	Access to Each Pallet	FIFO	Low Rack Cost	Suitable for Ground Case Picking	Operating Speed
Block storage	1	1	5	1	4
Drive-in	1	1	2	1	3
Satellite	1	1 (SA) 5 (DA)	1	1	3
Push-back	2	1	1	1	3
APR (with reach truck)	5	5	3	5	4
Double deep	2	1	3	2	3
Narrow-aisle	5	5	3	2	4-5
Powered mobile	5	5	1	1	1
Pallet live	1	5	1	5	5
AS/RS – single deep	5	5	3	1	5
AS/RS – double deep	2	1	3	1	5
AS/RS – high density	1	1	3	1	3

Key: scale from 5 (= favourable attribute) to 1 (= unfavourable attribute)

SA: single aisle

DA: dual aisle (ie one aisle at each end of racking)

Kuva 20. Varastotekniikoiden vertailu (Baker ym., 2017, s. 325).

Varaston teknologiset valinnat vaikuttavat keskeisesti varaston tehokkuuteen ja siten niiden valinta on strategisesti merkittävä päätös. (Pouri, 1983, s.58-61.)

#### 7.1.4 Varaston tarkempi mitoitus ja layout

Alustavien arkkitehti- ja rakennussuunnitelmien jälkeen, kun päälinjat on valittu, laaditaan lopulliset mitoitukset ja suunnitelmat. Suunnittelu vaatii yhteistyötä eri alojen asiantuntijoiden sekä laitetoimittajien kanssa. (Pouri, 1983, s. 128-129.) Layoutin perusmalli riippuu tontista ja siitä, miten tavaravirtojen pääsuunnat voidaan järjestää. Mikäli tontti sallii varaston sijoittamisen siten, että tavaraliikenne voidaan järjestää vapaasti, antaa se layout suunnittelulle valinnan vapauksia.

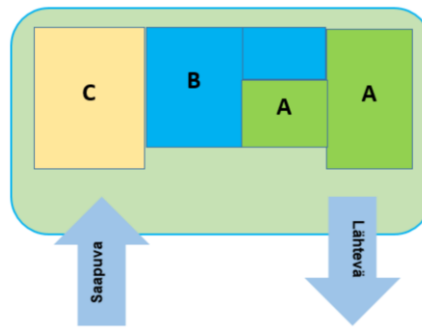
Varaston layoutin suunnitteluun vaikuttaa keskeisesti rakennuksen koko ja muoto sekä sijainti tontilla. Lisäksi valitut säilytystekniikat ja

tavarankäsittelylaitteet sekä varaston pääasiallinen käyttötarkoitus ohjaavat suunnittelua. (Richards, 2014, s. 215.) Layout suunnitellussa tavoitteena on varastotilavuuden tehokas käyttö, liikkumistarpeen minimointi sekä turvallisuus.

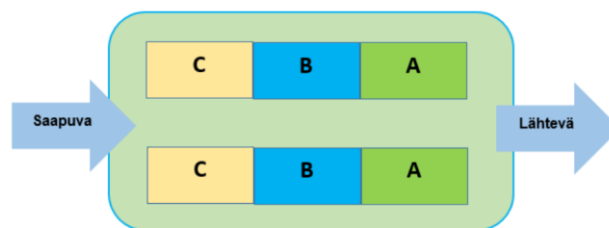
Materiaalivirtauksen pääsuuntien mukaan layout voidaan järjestää kolmella pääperiaatteella. Yleisin layout-muoto on U-virtaus, missä tavaran vastaanotto- ja lähetysalueet sijaitsevat rakennuksen samalla sivulla (kuva 21). Vastaanotto- ja lähettämötilat on mahdollista yhdistää, jolloin tilankäyttö tehostuu. Riskinä on kuitenkin vastaanotto- ja lähetysalueen ruuhkautuminen, jos molemmilla alueilla on samanaikaisesti paljon toimintaa. Nopeasti liikkuvat A-luokan tuotteet sijoitetaan lähelle lähettämöä, jolloin kulkumatkat sekä keräilyssä että hyllytyksessä voidaan minimoida. Varapaikat pyritään sijoittamaan keräilypaikan yhteyteen ylemmille hyllytasoilta. Vastaanotto- ja lähettämötilojen tilankäyttöä voidaan tehostaa välikerroksella, jolloin esimerkiksi lisäarvotekäviä tai toimistotiloja voidaan sijoittaa yläkertaan. Kuvassa 24 on esimerkki U-virtauksen mukaisesta layoutista. (Baker ym., 2017, s. 396)

Läpivirtausmallissa vastaanotto ja lähettämö sijaitsevat rakennuksen vastakkaisilla sivuilla (kuva 22). Nimikkeiden ABC-luokituksen mukainen sijoitus on selkeä, mutta kuljettavat matkat ovat pidempiä. A-luokan nimikkeet sijoitetaan lähelle lähettämöä, mikä lyhentää keräilyyn käytettävää aikaa. Vastaanotto- ja lähetysalueet eivät ruuhkaannu, koska molemmilla toiminnoilla on omat alueet. Tämä malli vaatii tavaraliikenteelle pääsyn alueelle molemmista suunnista tai isomman tontin tavaraliikenteen mahdollistamiseksi rakennuksen ympäri. Myös molempiin päiviin varastoa tarvitaan tila ajoneuvoille. (Richards, 2014, s. 215-217.)

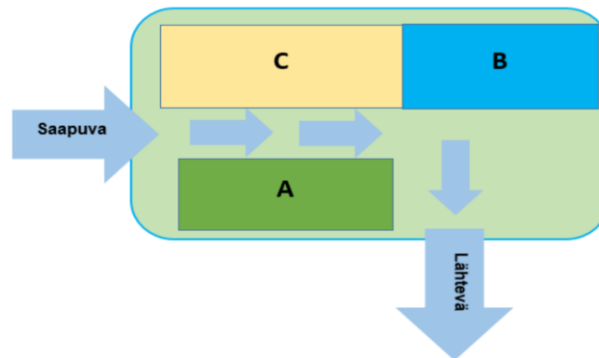
L-virtaus mallissa vastaanotto- ja lähetysalueet sijaitsevat varaston vierekkäisillä sivuilla (kuva 23). Varastoalueen tontti on pienempi kuin läpivirtausvarastossa mutta suurempi kuin U-virtaus mallissa. A-luokan nimikkeet sijoitetaan lähettämön läheisyyteen. Kulkumatkat ovat lyhyempiä kuin läpivirtausvarastossa. (Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023f, kohta Materiaalien virtaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa.)



Kuva 21. U-virtaus (Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023f, kohta Materiaalien virtaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa).

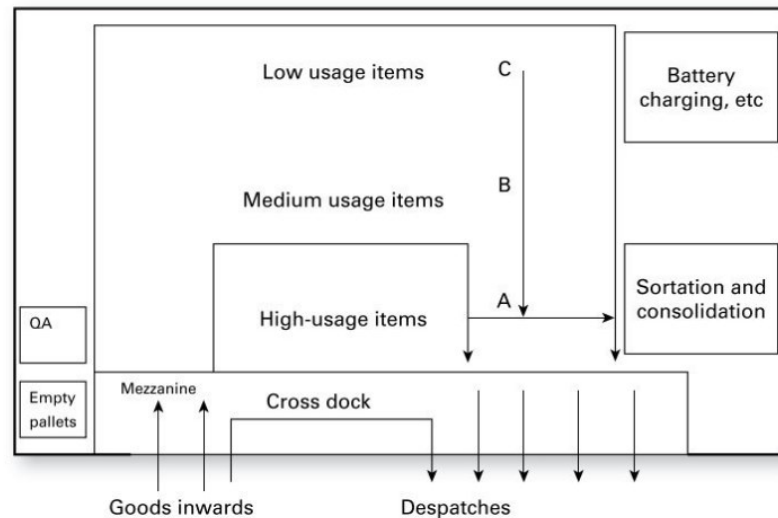


Kuva 22. Läpivirtausvarasto (Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023f, kohta Materiaalien virtaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa).



Kuva 23. L-virtaus (Reijo Rautaluoman säätiö sr, 2023f, kohta Materiaalien virtaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa).

Lopullinen mitoitus sekä layout riippuvat valitusta teknologiasta ja työmenetelmistä sekä työ-, sosiaali- ja toimistotilojen tarkoituksen mukaisesta sijoittelusta. (Pouri, 1983, s. 128.)



Kuva 24. Esimerkki U-virtaus varaston layout suunnitelmasta (Richards, 2014, s. 216).

#### 7.1.5 Nimikkeiden sijoitus ja työmenetelmät

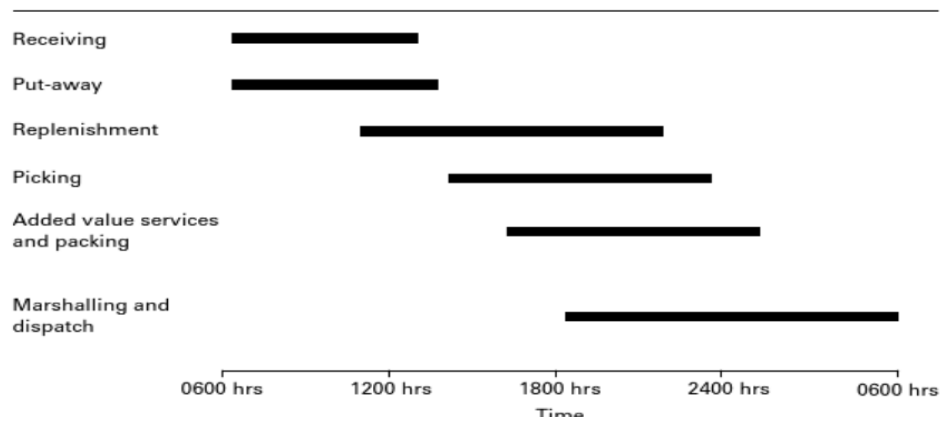
Säilytysvaatimusten lisäksi nimikkeiden sijoitteluun vaikuttaa kiertonopeus, nimikkeiden ominaisuudet, kuten särkyvyys, nimikkeiden likaavuus vuoto- tai rikkoutumistilanteissa, alttius likaantumiselle sekä nimikkeiden koko ja -paino. Usein sijoitteluun vaikuttaa myös tuoteryhmä.

Kiertonopeus on yleisin menetelmä varastopaikkojen valintaan. Tavarankäsittelyssä pyritään mahdollisimman lyhyisiin siirtomatkoihin ja siksi nopeasti kiertävät nimikkeet tulee sijoittaa helposti saataville sekä lähelle lähettämää. Matalan tason keräilyssä tavarat sijoitetaan yleensä kahdelle alimmalle lavapalkalle ja varapaikat tästä ylöspäin. Hitaammin kiertävät nimikkeet sijoitetaan kauemmas lähettämöstä kiertonopeuden pienenemisen mukaisessa järjestyksessä. Hitaasti kiertäviä nimikkeitä voidaan myös sijoittaa varastossa korkeammalla sijaitseviin varastopaikkoihin. Isokokoiset ja raskaat tavarat on syytä sijoittaa keräilyreitillä alkupäähän, jolloin ne saadaan sijoitettua keräilyssä alimmaiseksi eivätkä siten riko helposti särkyviä nimikkeitä. Hyvin pienet nimikkeet kannattaa sijoittaa esimerkiksi vetolaatikoihin. Helposti likaantuvat nimikkeet voidaan sijoittaa erikseen suojattuun tilaan. Nimikkeet, jotka pakkauksen rikkoutuessa likaavat helposti ympäristöä, tulisi sijoittaa alas, mieluiten

lattiatasolle. Tuoteryhmäkohtainen sijoittelu voi olla tarpeen, jos nimikkeiden käsittely vaatii erityistä tietoa tai osaamista. Tavarantoimituksen muoto voi myös vaikuttaa sijoituspaikan valintaan, esimerkiksi puolipitkät nimikkeet voidaan sijoittaa pystyasentoon kuormalavahyllyn lattiatasoon. (Pouri, 1983, s. 129-138.)

Käytettävät työmenetelmät riippuvat valitusta teknologiasta. Pouri (1983, s. 139) mukaan työmenetelmien keskeisinä suunnittelutavoitteina on tehdä ensimmäisellä kerralla valmista, samaan tavaraan tulisi koskea varastossa oloaikana mahdollisimman harvoin, varastossa kuljettu matka tulisi olla mahdollisimman lyhyt ja tietojärjestelmien käyttö on oltava tehokasta.

Varaston perustoiminnot ovat tiedossa jo suunnitteluprosessin alussa, kun varaston tavoitteet ja käyttötarkoitus on määritetty. Varastotehtäviin voi kuulua esimerkiksi ajoneuvojen purkaminen, laadunvarmistus, varastointi, keräily, pakkaaminen, ristiin kuormaus, lisäarvopalvelut, lajittelu ja ajoneuvojen laastaus sekä mahdolliset liitännäistoiminnot, kuten ajojärjestely, asiakaspalvelu. Kullekin toiminnolle käytettävissä oleva aika on tärkeä tekijä määritettäessä, miten kukin toiminto tulisi suorittaa (kuva 25). Jos esimerkiksi tilauksille takaraja on myöhään illalla ja palvelulupauksena on seuraavan päivän toimitus, tilausten keräilyyn käytettävissä oleva aikaikkuna saattaa rajoittua vain muutama tuntiin. Tavarantoimittajia voidaan ohjeistaa toimittamaan tavarat varastoon aikaisemmin, jolloin tämä toiminta voitaisiin ajoittaa aamulle, jotta resurssien käyttö saadaan tasapainoon päivän aikana. Toistuville toiminnalle määritellään yleiset toimintatavat. Esimerkiksi eräkeräily on todennäköisesti tehokkain menetelmä, jos normaali tilausprofiili on useita pieniä tilauksia ja paljon eri nimikkeitä. Keräily voidaan toteuttaa esimerkiksi käyttäen tulostettuja poimintalistaa, keräilypöytä, poiminta valolla menetelmää tai äänikeräilyä. Kerättävien tuotteiden tiedot voidaan tarkistaa ja keräys kuitata esimerkiksi lukemalla viivakoodi tai RFID-tunniste tuotteesta. Keräilymenetelmien valinta on perusta tietojärjestelmien suunnitteluvaatimuksiin. (Baker ym., 2017, s. 390-392, 397.)



Kuva 25. Esimerkki varaston toimintojen ajoituksesta (Baker ym., 2017, s. 392).

### 7.1.6 Järjestelmien suunnittelu

Varaston suunnitteluun kuuluu oleellisena osana tietojärjestelmien suunnittelu, toteutus ja testaus. Varastohallintajärjestelmä (WMS) kattaa materiaalien käsittelytoiminnot varastossa. Järjestelmässä seurataan varastotapahtumia, nimikkeiden määrää, liikkumista ja sijoittumista varastoon, sen saapumisesta siihen saakka, kun se toimitetaan ulos varastosta. WMS mahdollistaa varastohallinnan optimoinnin käyttäen hyväksi reaaliaikaista tietoa varastotapahtumista. Optimoinnin avulla voidaan esimerkiksi valita keräilyyn kannalta kustannustehokkaimmat varastopaikat tuotteille. WMS on itsenäinen järjestelmä, joten yritys tarvitsee yleensä lisäksi muita järjestelmiä esimerkiksi kirjanpitoon tai asiakkaiden hallintaan. Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) on laajempi kokonaisuus, joka käsittää automatisoidut toiminnot yrityksen eri osastojen välillä. WMS-toiminnollisuus on yleensä integroitu osaksi toiminnanohjausjärjestelmää.

Varastohallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmiä on tarjolla lukematon määrä. Osa järjestelmistä on varsin helppoja ja nopeita ottaa käyttöön, kun taas toisissa järjestelmissä vaaditaan suuri määrä suunnittelua ja työtä asiakaskuntaiseen räätälöintiin sekä integrointiin. Keskeistä kaikkien järjestelmien osalta on huolellinen suunnittelu, niin että järjestelmä palvelee yrityksen tarpeita. Kriittinen vaihe on järjestelmien testaaminen, varastojen käyttöönotoissa

suurimmat ongelmat syntyvät juuri tietojärjestelmäongelmista. Jos varaston tietojärjestelmä ei toimi, niin vähänkin suuremman varaston toiminta pysähtyy täysin.

#### 7.1.7 Koulutussuunnitelma, muuttosuunnitelma, suunnitelmien tarkistaminen ja tarvittavat muutokset

Henkilöstön koulutustarve riippuu varastoteknologian ja järjestelmien muutosten laajuudesta. Jos toiminta jatkuu yrityksessä aiemmin käytössä olleilla tavoilla, koulutustarve on pienempi, mutta ennakolta suunniteltu perehdytys uusiin tiloihin sekä tuleviin tehtäviin tarvitaan silti. Jos kyseessä on uuden teknologian, järjestelmien tai työtapojen käyttöönotto, täytyy koulutukseen kiinnittää erityistä huomiota, niin että käyttöönotto vaihe sujuu hallitusti. (Pouri, 1983, s. 148-149.)

Ennen suunnittelun viimeistelyä kaikki määritellyt yksityiskohdat tulee tarkistaa ja verrata vastaavaksi ne alussa määritellyt liiketoimintavaatimuksia ja suunnittelun rajoituksia. Suunnittelu on saattanut poiketa alkuperäisistä kriteereistä prosessin aikana. (Baker ym., 2017, s. 401.)

Varaston muuttoon on syytä valmistautua hyvissä ajoin tekemällä mahdollisimman tarkka suunnitelma, jossa keskeisiä huomioitavia seikkoja ovat käytävissä oleva kokonaisaika ja muuton ajankohta, muuttojärjestyksen ja työmenetelmien määrittely sekä muutossa tarvittava henkilöstö ja kalusto. Muuttoajankohta tulisi ajoittaa siten, että se aiheuttaa mahdollisimman vähän häiriöitä asiakastoimituksiin. Asiakkaita ja tavaran toimittajia on syytä tiedottaa muutosta hyvissä ajoin. Muuton jälkeen on varauduttava virheisiin sekä nimikkeiden uudelleen sijoittamisiin. Muutossa nimikkeitä voi joutua väärään paikkaan, keräilyssä huomataan joidenkin nimikkeiden paikka sopimattomaksi, nimikkeitä on kirjattu väärin paikkoihin tai jäänyt kirjaamatta saapuneeksi. Kaikki havaitut virheet on korjattava mahdollisimman nopeasti, jotta ne eivät ala keräytymään. Jos virheitä on paljon, on täydellisen inventaarion suorittamista syytä harkita, vähäiset virheet häviävät yleensä nopeasti, jos varaston toiminta on muuten kunnossa. (Pouri, 1983, s. 149-151.)

## 8 TAVOITTEET, LÄHTÖTIEDOT JA RAJOITUKSET OPETUSVARASTON SUNNITTELULLE

Tämän opinnäytetyön empiirisessä osassa tehtiin suunnitelma oppimisympäristönä toimivan varaston toteutuksesta Turun ammatti-instituutin Peltolan koulutalon yhteyteen. Oppimisympäristö muodostuu fyysisestä varastosta ja siellä tehtävistä harjoituksista sekä opiskelijatyönä hoidettavista Peltolan koulutalon sisälogistiikan työtehtävistä. Sisälogistiikka kattaa tavaran vastaanoton, varastoinnin, keräilyn ja tavaran toimittamisen koulutalon eri osastoilla. Tavoitteena oli suunnitella tila, jossa opetus voidaan toteuttaa hyödyntäen monipuolisia opetusmenetelmiä sekä mahdollistaa vuorovaikutteinen oppimistilanne koulutuksen eri vaiheissa.

Suunnittelussa käytettiin soveltuvin osin luvussa 7.1. esitettyä suunnitteluprosessia. Varaston sijainniksi oli määritelty Peltolan koulutalon alueella olemassa olevat rakennukset. Opinnäytetyössä selvitettiin mahdollisia tilavaihtoehtoja varaston perustamiselle sekä suunniteltiin valittuun tilaan sopiva layout.

Varastohallintajärjestelmän valinta oli päätetty ennen tämän työn toteutusta, joten järjestelmämäärittely jätettiin suunnittelun ulkopuolelle. Varaston tarkoitus on toimia oppimisympäristönä, jossa toiminta perustuu sisälogistiikan osaamisalan tutkinnon perusteisiin, joten suunnitteluprosessin mukaista koulutussuunnitelmaa ei tässä tapauksessa tarvita.

Tähän opinnäytetyöhön lisättiin alkuperäisen suunnitelman lisäksi alustava tila- ja layout ehdotus uuden logistiikkakampuksen hankesuunnittelun tueksi. Suunnitelman lähtötietoina ja -tavoitteina tässä vaiheessa oli lastausovien lukumäärä, riittävät tilat ja laitteet varasto- ja terminaalityön harjoituksiin. Lisäksi pinta-alasuunnittelun lähtökohtana oli arvio tulevan rakennuksen leveydestä, joka perustuu HCT-yhdistelmäajoneuvon vaatimaan tilaan.



## 8.1 Tarpeet ja tavoitteet varaston toiminnalle sekä tiloille asetettavat vaatimukset

Tässä opinnäytetyössä varaston käyttötarpeen määrittää autenttisen oppimisympäristön tavoite. Taitojen oppiminen sijoitetaan kontekstuaalisesti aitoon oppimisympäristöön tavoitteena vaalia konstruktivistista oppimiskäsitystä ja ongelmaperustaisen (PBL) opetuksen periaatteita. Autenttisessa ympäristössä oppiminen perustuu oppijan omaan aktiivisuuteen, käytännön aktiviteetteihin, vuorovaikutukseen ja ongelmanratkaisutaitojen harjoittamiseen yhdessä muiden oppijoiden kanssa, joten tilavaatimusten keskiössä ovat oppijan tarpeet. Tilojen tulee tukea vaiheittaista oppimista siten, että osaamisen kehittyessä oppija voi siirtyä haastavampiin ja monipuolisempiin tehtäviin. Varastossa tulee olla riittävästi tilaa harjoitella trukinkäsittelytaitojen perusteita sekä mahdollisuus työskennellä todellista varastotilaa vastaavissa, normaalimitoituksen mukaisissa tiloissa. Tilassa tulee olla mahdollisuus havainnoida muiden oppijoiden suoritusta. Varastotekniikan osalta suunnittelussa tavoitteena oli erilaisen kuormalavahyllytyyppien sijoittaminen varastoon, tilan sallimissa rajoissa. Varastoitavien nimikkeiden tulee edustaa laajasti erilaisia pakkauskokoja ja -tyyppejä. Oppimisympäristön näkökulmasta sisälogistiikan autenttiset työtehtävät tukevat erityisesti työkokonaisuuksien harjoittelua sekä todellisten ongelmatilanteiden ratkaisutaitojen kehittymistä, todellisissa vuorovaikutustilanteissa sisäisten asiakkaiden, tavarantoimittajien sekä muiden oppijoiden kanssa.

Sisälogistiikan näkökulmasta varaston pääasiallisina tehtävänä on toimia raaka-aine-, varaosa- ja tarvike- sekä valmistuotevarastona. Merkittävä osa asiakastoimituksista tapahtuu ristiinlastauksena. Varastolla on ainoastaan sisäisiä asiakkaita, jotka sijaitsevat pääasiassa Peltolan koulutalon alueella ja pieni määrä Kuormakadun toimipisteessä. Asiakkaita ovat rakennus-, maanrakennus-, puu-, ajoneuvo-, talo-, kone- ja tuotantotekniikka sekä logistiikka. Tärkeimpiä tavarantoimittajia ovat Tools Finland Oy, Ahlsell Oy, Onninen Oy, Metaplan Oy ja Etra Oy. Tavarat toimitetaan pääosin Turun alueelta paketti- ja kuorma-autoilla. Toimituseräkoot vaihtelevat yksittäisistä nimikkeistä muutama kuormalavaan. Suurimmat toimitukset ajoittuvat touko- ja elokuulle,

ennen toimintavuoden alkua. Toimitusaikatavoite sisäisille asiakkaille on kaksi työpäivää.

Olemassa olevat tilat määrittivät mahdollisen tilankäytön, joten alustavaa tilantarvelaskentaa ei tässä suunnitelmassa tarvittu. Lähtökohtana oli löytää opetuskäyttöön soveltuvat tilat, varastoitavien nimikkeiden kokonaismäärällä ei ollut keskeistä merkitystä tässä tapauksessa. Sen sijaan tilakartoituksen perusteella tehdyn varastotilan valinnan pohjalta tehtiin alustava arvio tilaan mahtuvista kuormalava- ja pientarvikehyllypaikoista.

Varaston sijainnin selvitystyö aloitettiin tutustumalla rakennusten pohjapiirustuksiin, varastolle soveltuvien tilojen kartoittamiseksi (liitteet 3-5). Tilan muodon sekä vapaan korkeuden kannalta varastoksi soveltuvia tilavaihtoehtoja löytyi yhteensä neljä, joista kaksi sijaitsee B-rakennuksessa (liite 4) ja kaksi C-rakennuksessa (liite 5). A-rakennuksessa ei ole työsalitiloja (liite 3), jotka soveltuisivat varastokäyttöön.

Soveltuvista tiloista paras vaihtoehto olisi C-rakennuksessa sijaitseva rakennustekniikan työsalin C057, jossa on valmiina kaksi lastausovea, suuri vapaa lattiapinta-ala ja korkeutta riittävästi. Lisäksi toisen lastausoven yhteydessä on siltanosturi. B-rakennuksessa kone- ja tuotantotekniikan työsalissa B162 on myös siltanosturi, riittävä korkeus sekä yksi lastausovi valmiina. Puuosaston työsalissa C044 on selkeä lattia-ala sekä riittävä korkeus varaston tarpeisiin. Tähän tilaan ei ole suoraa kulkuyhteyttä ulkoa, mutta viereisessä tilassa on lastausovi, josta on yhteys tilaan C044.

Kaikkiin edellä mainittuihin tiloihin on ajoreitti kuorma-autoliikenteelle, mutta kulkureittiä ei voida täysin eriyttää jalankulkuliikenteeltä. Tavaraliikenteen kannalta paras vaihtoehto olisi B-rakennuksen tilat B001 ja B002, johon on suora pääsy kaupungin katualueelta. Tilat B001 ja B002 tulisi yhdistää purkamalla tilojen välinen seinä. Tämä tila on kuitenkin vaihtoehdoista selvästi pienin. Tilaa on riittävästi sisälogistiikan tarpeisiin, mutta oppimisympäristön tarpeisiin tila on liian pieni. Koulutalon kaikki työsalitilat, jotka tilojen ja kulkuyhteyksien puolesta soveltuisivat varastotilaksi, ovat opetuskäytössä. Puuosaston

työsalien käyttöaste on kaikkein alhaisin ja työsalin C044 toiminnot on mahdollista siirtää tilaan C045. Tilaselvityksen perusteella mahdollisiksi vaihtoehtoisiksi jäivät tilat B001 ja B002 yhdistettynä sekä C044. Näistä vaihtoehtoista puuosaston tila C044 valittiin tarkemman suunnittelun lähtökohdaksi suuremman pinta-alan takia. Taulukossa 1 on lueteltu suunnittelun kannalta tärkeimmät mittatiedot tilasta C044.

Taulukko 1. Tilan C044 mitat.

Tilan C044 tiedot	
pituus	28 m
leveys	10 m
korkeus	6 m
kokonaispinta-ala	280 m <sup>2</sup>
lattiapinta-ala, korkea osa	255 m <sup>2</sup>
lattiapinta-ala, matala osa	17,5 m <sup>2</sup>
parven pinta-ala	25 m <sup>2</sup>
työhuoneen pinta-ala	7,5 m <sup>2</sup>

Ennen tarkempaa suunnittelua arvioitiin tilan soveltuvuutta laskemalla kuormalava- ja pientarvikehyllypaikkojen teoreettinen maksimi määrä, joka tilaan mahtuu. Oppimisympäristön osalta tavoitteena oli sijoittaa tilaan mahdollisimman paljon kuormalavahyllyjä kuitenkin siten, että vapaata lattiapintaa jää trukinkäsittelyharjoituksiin.

Varaston mahtuvien kuormalavapaikkojen määrä laskettiin kaavojen (1-7) avulla käyttäen lähtötietoina taulukossa 2 olevia mitoitusarvoja.

Taulukko 2. Mitoitusarvot kuormalavapaikkojen laskentaan.

Lähtötiedot	
pituus	28 m
käytävän leveys	3,50 m
lavan mitat (l x p)	1,20 x 0,80 m

peräkkäisten lavojen lukumäärä hyllyrivillä	2
lavojen lukumäärä hyllyvälissä (EUR)	3
pylväselementin pituus	0,09 m
lavojen välinen- sekä pylväselementin ja lavan väli	0,10 m
peräkkäisten lavojen vapaaväli	0,10 m
vapaaväli lavan yläpuolella	0,10 m
vaakapalkin korkeus	0,10 m
lavakuorman korkeus	1,60 m
varaston korkeus	6,00 m
varaston pituus (korkea osa)	25,60 m
varaston leveys	10,00 m

$$\begin{aligned} \text{Hyllyrivin leveys} &= \\ (3,50 \text{ m} + 2 \times 1,20 \text{ m} + 0,10 \text{ m}) &= 6,00 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{kaava (2)}$$

$$\begin{aligned} \text{Hyllyvälin pituus} &= \\ (0,09 \text{ m} + 4 \times 0,075 \text{ m} + 3 \times 0,80 \text{ m}) &= 2,79 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{kaava (3)}$$

$$\begin{aligned} \text{Hyllyvälin korkeus} &= \\ (1,60 \text{ m} + 0,10 \text{ m} + 0,10 \text{ m}) &= 1,9 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{kaava (4)}$$

$$\begin{aligned} \text{Hyllyrivien lukumäärä} &= \\ \left( \frac{25,60 \text{ m}}{6,00 \text{ m}} \right) &= 4 \end{aligned} \quad \text{kaava (5)}$$

$$\begin{aligned} \text{Hyllyvälien lukumäärä} &= \\ \left( \frac{10,00 \text{ m}}{2,79 \text{ m}} \right) &= 3 \end{aligned} \quad \text{kaava (6)}$$

$$\begin{aligned} \text{Päällekkäisten lavapaikkojen lukumäärä} &= \\ \left( \frac{6,00 \text{ m}}{1,9 \text{ m}} \right) &= 3 \end{aligned} \quad \text{kaava (7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Lavapaikkojen kokonaismäärä} &= \\ (4 \times 2) \times (3 \times 3) \times 3 &= 216 \end{aligned} \quad \text{kaava (1)}$$

Pientarvikehyllyjen tilantarve laskettiin käyttäen kaavoja (10-13) ja taulukossa 3 esitettyjä lähtöarvoja.

Taulukko 3. Mitoitusarvot pientavarahyllyjen tilantarve laskentaan.

Lähtötiedot	
hyllypinon pituus	0,40 m
hyllypaikan leveys	0,25 m
hyllypaikan korkeus	0,30 m
hyllypinon korkeus	2,10 m
käytävän leveys	1,20 m
parven pinta-ala	25 m <sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Hyllypinon pinta - ala} &= \\ 0,4 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} &= 0,10 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad \text{kaava (10)}$$

$$\begin{aligned} \text{Käytävän pinta - ala hyllypinoa kohden} &= \\ \frac{0,25 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}}{2} &= 0,15 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad \text{kaava (11)}$$

$$\begin{aligned} \text{Hyllyjen määrä} &= \\ \frac{2,1 \text{ m}}{0,3 \text{ m}} &= 7 \end{aligned} \quad \text{kaava (12)}$$

$$\begin{aligned} \text{Hyllypaikkojen määrä} &= \\ \frac{25 \text{ m}^2}{(0,10 \text{ m}^2 + 0,15 \text{ m}^2)} \times 7 &= 700 \end{aligned} \quad \text{kaava (13)}$$

Teoreettisesti tilaan voidaan sijoittaa 216 EUR-lavaa ja 700 pientavaralokerikkoa. Laskelmissa ei tässä vaiheessa huomioitu kulkukäytäviä eikä muita tarvittavia tiloja. Varaston tilatarpeen arvioimiseksi kerättiin tietoa hankitsijalta sekä osastojen opettajilta eri tiloissa varastoitavista nimikkeistä. Saatujen tietojen perusteella arvioitiin, että tilaan saadaan riittävästi hyllypaikkoja varastoinnin tarpeisiin. Sisälogistiikan osalta varasto toimii pääasiassa ristiinlastauskeskuksena ja varastopaikkatarve on siten varsin pieni. Trukkityöskentelyn

harjoitteluun vaaditaan vähintään yksi hyllykäytävä, joten myös tämä vaatimus täyttyy.

## 8.2 Varastoitavien nimikkeiden määrä, laatu, säilytys- ja käsittelyvaatimukset

Varastoitavien nimikkeiden määrää ja laatua arvioitiin tutkimalla SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä saatavia ostohistoriatietoja. Järjestelmästä ei saada raportoitua nimikekohtaisia ostotietoja. Nämä tiedot löytyvät ainoastaan järjestelmään tallennetuista toimittajien laskuista, joista tiedot oli haettava manuaalisesti. Tilatarvetta arvioitiin tutkimalla viiden euro-määräisesti suurimman toimittajan laskut vuodelta 2022. Nimiketietoja ei ole saatavilla aikaisemmilta vuosilta, koska toiminnanohjausjärjestelmä vaihtui vuonna 2021 eikä vanhoja tietoja ole siirretty uuteen järjestelmään. Nimikkeiden määrän sekä laadun selvittämisessä haastateltiin hankitsijaa sekä eri osastojen opettajia.

Keskeiset varastoitavat nimikkeet varastotekniikan mukaan on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Varastoitavat nimikkeet varastotekniikan mukaisesti.

Varastotekniikka	Nimike
Kuormalavahylly	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maalit</li> <li>- muurauslaastit</li> <li>- isokokoiset työkalut</li> <li>- Atk-laitteet</li> <li>- kopiopaperit</li> <li>- pakkausmateriaalit</li> <li>- käsipyyhkeet</li> <li>- wc-paperit</li> <li>- pesu- ja puhdistusaineet</li> </ul>
Pientavarahyllyt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- käsityökalut</li> <li>- suojavälineet</li> <li>- varaosat</li> <li>- kiinnitystarvikkeet</li> <li>- liimat</li> <li>- teipit</li> <li>- koulutarvikkeet</li> <li>- Atk-tarvikkeet</li> </ul>
Varastoautomaatti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- autonrenkaiden kausisäilytys</li> </ul>

Suurin osa nimikkeistä toimitetaan suoraan käyttöön osastoille. Toimintavuoden alussa uusien opiskelijoiden työvaatteet ja henkilökohtaiset työkalut ovat määrältään merkittävimmät saapuvat lähetykset. Osastoilla varastoidaan tällä

hetkellä pääasiassa työkaluja sekä kulutustarvikkeita. Atk-laitteet ja -tarvikkeet on varastoitu useisiin tiloihin. Osastoilla varastoitavat nimikkeet on tarkoitus siirtää keskusvarastoon, josta ne toimitetaan käyttöön tarpeen mukaan. Varastoitavat nimikkeet vaativat pääasiassa kuivan ja lämpimän tilan. Varastoitavissa nimikkeissä ei ole erikoisvarastointia vaativia tuotteita. Vaarallisia aineita varastoidaan vain pieniä määriä ja ne voidaan sijoittaa samaan hyllyyn muiden tuotteiden kanssa.

Hankalasti säilytettävät nimikkeet (laudat, kankitavarat ja levyt) varastoidaan osastojen työsalien yhteydessä, niissä valmiina olevissa varastopaikoissa. Näiden nimikkeiden ostoerät ovat yleensä suuria ja tavarantoimittaja toimittaa ne suoraan omille varastopaikoille.

### 8.3 Pääteknologian valinta

Nimikkeet varastoidaan kuormalavoille ja pientarvikehyllyihin. Kuormalavojen varastointiin valitut teknologiat ovat tavanomaiset kuormalavahyllyt, läpivirtaushylly, pushback-hylly ja varastoautomaatti. Pientarvikevarastointiin teknologioiksi valittiin perinteinen pientavarahylly sekä kevyt läpivirtaushylly. Tavarakäsittelylaitteista sähkökäyttöinen vastapainotrukki, tukipyörätrukki ja lavansiirtovaunu ovat jo valmiiksi olemassa. Edellä mainittujen lisäksi ehdotetaan hankittavaksi työntömastotrukki. Varastohallintajärjestelmäksi on aikaisemmin päätetty hankkia Devoca Oy:n Talk'nPick (Devoca Oy, n.d.) järjestelmä. Talk'nPick mahdollistaa äänikeräilyn sekä viiva- ja QR-koodien skannaamisen muun muassa Android puhelimella. Teknologioiden valintaan vaikutti varastoitavien nimikkeiden laadun lisäksi oppimisympäristön tarpeet monipuolisten varastointitekniikoiden käyttöön.

### 8.4 Varaston tarkempi mitoitus ja layout

Tilankäyttö suunniteltiin siten, että käytössä oleva tila saadaan mahdollisimman hyvin vastaamaan sekä opetuksellisia että sisälogistiikan tavoitteita ja tarpeita. Tarkemmassa mitoituksessa tilaa varattiin vastaanotto-, pakkaus- ja

lähetysalueelle, jossa tapahtuu myös ristiinlastaus sekä trukkien käsittelyharjoitukset. Lisäksi varattiin trukeille säilytys- ja akkujenlatausalue. Kuormalavahyllyjen tarkemmassa mitoituslaskennassa huomioitiin varastoautomaatille sekä vastaanotto- ja lähetysalueille varattavat tilat. Varastointitilan leveydestä vähennettiin hyllyjen päähän varattavan käytävän leveys 3 m. Varastoautomaatilla varattiin tilaa 8 m x 3 m suuruinen alue. Trukkien säilytykseen ja -lataukseen varataan varaston matala osa, jonka pinta-ala on  $17,5 \text{ m}^2$ . Käytäväleveytenä mitoituksessa on käytetty 3,5 m, joka on vastapainotrukille soveltuva leveys. Pientarvikehyllyt sijoitetaan parvelle ja hyllypaikkojen maksimi määrä on sama kuin teoreettisessa mitoituksessa, koska parvelle ei tule muita toimintoja. Suunnittelussa ei tarvinnut huomioida sosiaalitiloja, koska ne ovat jo olemassa samassa rakennuksessa. Samaan aikaan käsiteltävien saapuvien ja lähtevien lavojen määrä on hyvin pieni ja siksi vastaanotto- ja lähetysalueelle ei varattu erillisiä tiloja. Varaston materiaalivirrat noudattavat U-virtauksen periaatetta, koska varastoon on ainoastaan yksi kulkuovi.

Oppilaitoksen varastointitarpeita varten arvioitu tilantarve on 24 kuormalavavapaikkaa ja 120 pientarvikehyllypaikkaa. Loput hyllypaikat jäävät harjoituskäyttöön. Kahteen kuormalavahyllyyn sijoitetaan pushback-hylly ja läpivirtaus-hylly. Varastoautomaatti sijoitetaan varaston pitkälle sivulle kuormalavahyllyriivejä vastapäätä.

Kuormalavapaikkojen lukumäärää tarkastettiin laskemalla hyllyrivien ja hyllyvälien lukumäärä ottamalla huomioon päätykäytävä sekä varastoautomaatin tilantarve:

- varaston käytettävissä oleva pituus (korkea osa): 17,60 m
- varaston käytettävissä oleva leveys: 7,00 m

Taulukko 5. Tarkennetut mitoitusarvot kuormalavapaikkojen laskentaan.

Lähtötiedot	
varaston käytettävissä oleva pituus (korkea osa)	17,60 m
varaston käytettävissä oleva leveys	7,00 m



$$\text{Hyllyrivien lukumäärä} = \left( \frac{17,60 \text{ m}}{6,00 \text{ m}} \right) = 2 \quad \text{kaava (5)}$$

$$\text{Hyllyvälien lukumäärä} = \left( \frac{7,00 \text{ m}}{2,79 \text{ m}} \right) = 2 \quad \text{kaava (6)}$$

$$\text{Lavapaikkojen kokonaismäärä} = (2 \times 2) \times (2 \times 2) \times 3 = 48 \quad \text{kaava (1)}$$

Laskennallisesti lavapaikkojen määrä pienenee oleellisesti johtuen varastoautomaatin vaatimasta tilasta, mutta laskelmien mukaan lavapaikkoja on edelleen riittävästi.

Kuormalavahyllyjen ja hyllykäytävien kokonaispinta-ala laskettiin käyttäen taulukon 6 mukaisia lähtöarvoja.

Taulukko 6. Pinta-alalaskennan lähtöarvot.

Lähtötiedot	
2 x hyllyrivin leveys	12,00 m
käytäväleveys hyllyrivin sivulla	3,50 m
hyllyrivin pituus	6,00 m
hyllyrivin päätykäytävä	4,00 m

Kuormalavahyllyjen varaama pinta-ala:

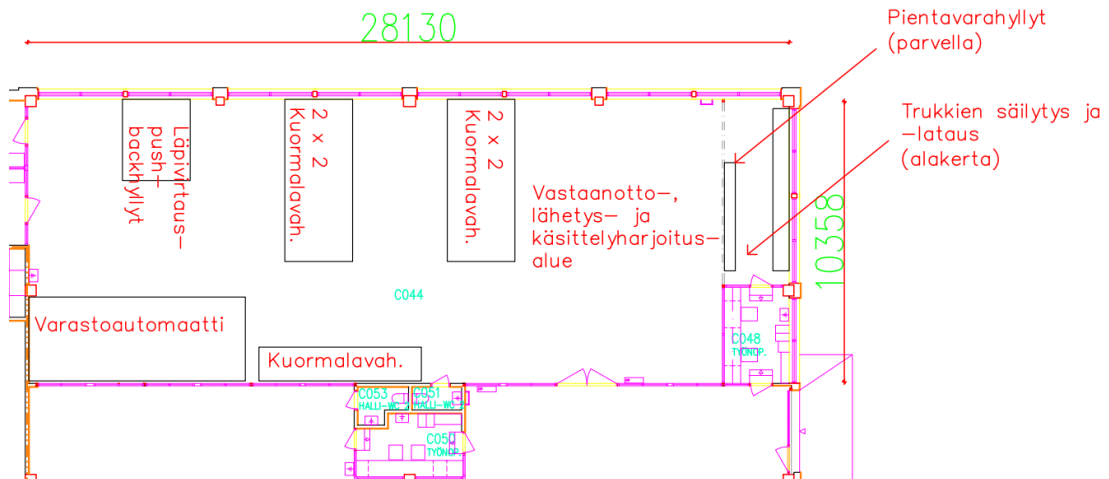
$$(12,0 \text{ m} + 3,5 \text{ m}) \times (6,0 \text{ m} + 4,0 \text{ m}) = 155 \text{ m}^2$$

Varastoautomaatin pinta-ala:  $24 \text{ m}^2$

Korkean osan pinta-ala:  $255 \text{ m}^2$

Laskennallisesti vastaanotto- ja lähetysalueille käyttöön jäävä pinta-ala on  $76 \text{ m}^2$  (korkean osan pinta-ala – kuormalavaosaston pinta-ala – varastoautomaatin pinta-ala). Trukkiharjoitusalueella tarkasteltaessa hyllyrivin sivulla oleva  $3,5 \text{ m}$  käytäväalue voidaan laskea mukaan vastaanotto- ja lähetysalueen pinta-alaan, jolloin harjoitteluun saadaan laskennallisesti  $111 \text{ m}^2$ .

Tarkennettujen mitoituslaskelmien jälkeen suunniteltiin tilaan kuvan (26) mukainen layout. Layout-suunnittelussa tila saatiin hyödynnettyä paremmin verrattuna teoreettisiin laskelmiin ja kuormalavapaikkoja saatiin sijoitettua tilaan enemmän. Vastaanotto-, lähetys- ja käsittelyharjoituksiin soveltuvaa tilaa saatiin käyttöön  $125\text{ m}^2$ .



Kuva 26. Layout ehdotus suunniteltuun Peltolan koulutalon varastoon.

Layout-suunnitelman mukaisesti varastoon saadaan 108 kuormalavapaikkaa sekä parvelle 168 kpl 60 cm leveitä ja 112 kpl 40 cm leveitä pientarvikehyllypaikkoja. Parvelle jää vielä runsaasti laajennus varaa pientarvikepaikoille.

### 8.5 Nimikkeiden sijoittelusuunnittelu ja työmenetelmät

Sijoitussuunnittelun ja työmenetelmien valinta perustuu monipuolisen sekä autenttisen oppimisympäristön tarpeisiin ja siksi valinnat eivät noudata yleisiä tehokkuusvaatimuksiin perustuvia kriteereitä. Varastossa harjoitellaan erilaisten menetelmien soveltamista työkokonaisuuksissa tutkinnon perusteiden ammatitaitovaatimusten mukaisissa työtehtävissä.

Nimikkeiden sijoitus perustuu kahteen pääperiaatteeseen, jossa nimikkeet sijoitetaan käyttötarkoituksen mukaisesti toisistaan erotetuille, selvästi merkityille varastoalueille. Tuotantovarasto eli koulutalon sisäisille asiakkaille

toimitettaville nimikkeille varataan kiinteästi hyllypaikka-alue, jossa nimikkeiden sijoitus perustuu vaihtuvapaikkajärjestelmään. Tuotantonimikkeet halutaan pitää erillään harjoitusnimikkeistä, niin että nimikkeet eivät sekoitu keskenään. Tällä varastoalueella opiskelijat tekevät autenttisia työtehtäviä asiakas-tilausten käsittelyssä. Tämän varaston toiminnassa tehokkuuden kannalta optimaalinen sijoituspaikka ei ole merkittävä, sen sijaan tavoitteena on varastonohjauksen- ja mittaamisen periaatteiden harjoittelu todellisessa ympäristössä, varastohallintajärjestelmästä saatavan aidon raportointidatan avulla.

Harjoitusvaraston nimikkeille sovelletaan sekä vaihtuvapaikka- että kiinteäpaikkajärjestelmää. Osa hyllyistä varataan kappaletavaran keräilyharjoitukseen, joissa aktiivipaikat ovat kiinteitä ja reservipaikat ovat vaihtuvia. Aktiivipaikat sijoitetaan lattiatasolle sekä ensimmäiselle hyllytasolle. Loput hyllypaikat varataan trukeilla tapahtuviin kuormalavakäsittelyharjoituksiin. Näissä hyllypaikoissa ei käytetä varastopaikkajärjestelmää, koska harjoitusten tarkoituksena on lavojen siirto, mutta yksittäisen lavan sijaintitiedolla ei ole merkitystä. Oppilaitoksen ajoneuvojen renkaiden kausisäilytystä varten hankitaan pater-noster varastoautomaatti, johon renkaat sijoitetaan EUR-lavoille.

Työmenetelmiä käytetään mahdollisimman monipuolisesti. Varaston pääteknologia perustuu vastapaino-, tukipyörä- ja työntömastotrukkien käyttöön. Lisäksi käytetään lavansiirtovaunua sekä haarukkavaunuja. Pientavarakeräily tapahtuu varastoparvella käyttäen keräilyvaunua. Lavakuormat suojataan sekä käsikutistekalvolla että automaattikäärintäkoneella. Vastaanotossa ja keräilyssä käytetään perinteisiä paperilistoja, keräilypäättettä ja viivakoodinlukijaa sekä äänikeräilyä. Varastohallintajärjestelmää käytetään kaikissa työvaiheissa tavaran saapumisesta sen toimittamiseen asiakkaalle, inventoinnissa sekä varastonvalvonnassa ja -ohjauksessa.

Tutkinnon perusteiden mukaiset keskeiset ammattitaitovaatimukset, jonka mukaan oppimisympäristössä toimitaan, on lueteltu liitteessä 6 (Opetushallitus, 2023, kohta Tutkinnon muodostuminen).

Esimerkkinä konstruktivisen oppimistilanteen mukaisesta käytännön oppimistilanteesta uudessa tässä työssä suunnitellussa varastotilassa, jossa opiskelijat harjoittelevat hyllytystä työntömastotrukilla. Harjoitus perustuu Goal-based scenario-menetelmään:

1. Opiskelijoilla on taustalla aiemmin suoritettu työntömastotrukin käsitteilyharjoitus vapaalla lattia-alueella.
2. Opettaja kertoo harjoituksen tavoitteet.
  - a. Tehtävänä on hyllyttää EUR-lavoja kuormalavahyllyyn eri hyllytasolle.
  - b. Harjoitus tehdään hyllykäytävässä, jonka leveys on yleisesti varastoissa käytössä oleva 3,5 m (suunnitellun varaston käytävien leveys).
  - c. Lavojen painot on merkitty näkyville.
  - d. Lavat tulee hyllyttää turvallisesti ja tehokkaasti siten, että yhdelle hyllytasolle mahtuu kolme EUR-lavaa ja kuormalavahyllyn kantavuus tulee huomioiduksi.
3. Ryhmän tehtävänä on yhdessä suunnitella toteutus. Tehtävän suoritus vaatii aikaisemmin opittujen kuormalavahyllyjen turvallisuuteen liittyvien asioiden soveltamista yhdistettynä trukinkäytön harjoitteluun.
  - a. Hyllytys voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Ryhmän tehtävänä on myös pohtia näitä vaihtoehtoja. Tila mahdollistaa erilaisten toimintatapojen kokeilemisen.
4. Opettaja seuraa harjoitusta ja varmistaa työturvallisuuden. Opettaja esittää opiskelijoille aiheeseen liittyviä lisäkysymyksiä, esimerkiksi vaarallisten aineiden varastointivaatimuksista.

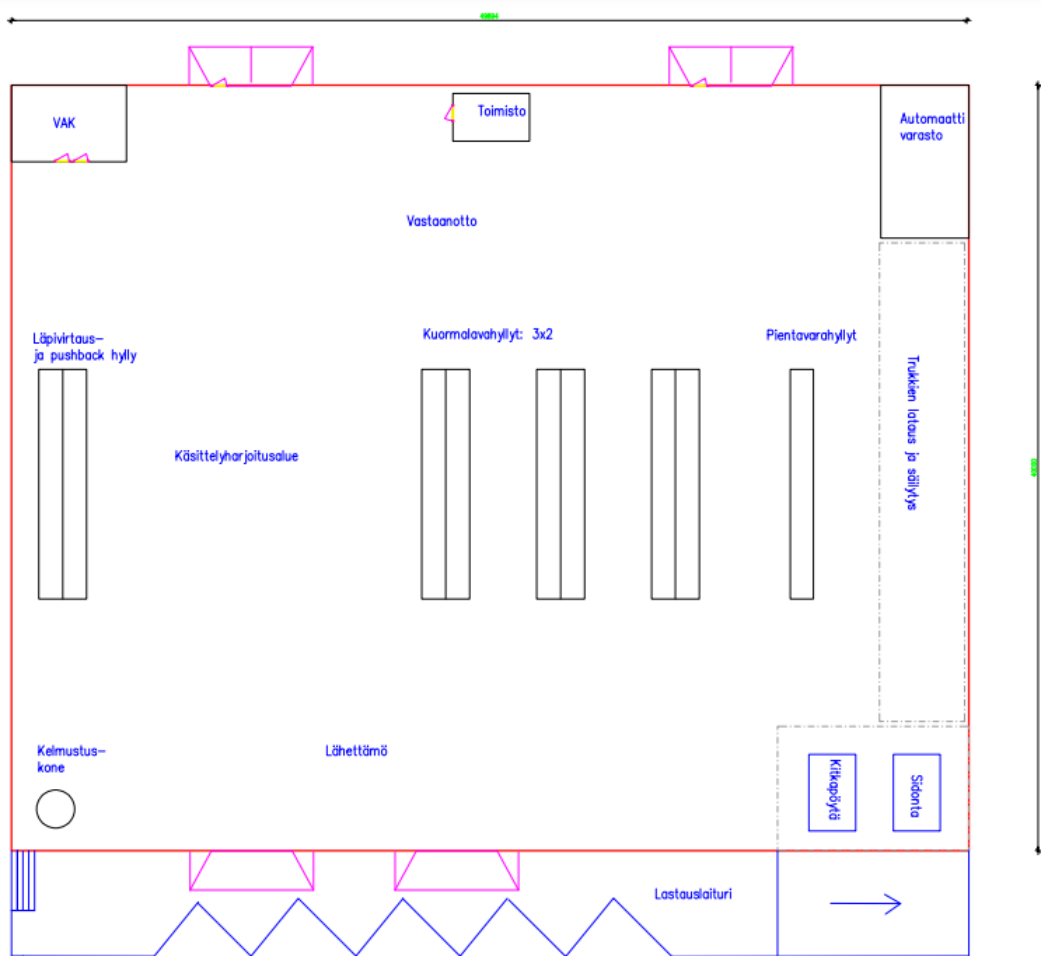
Opetuksen päätteeksi ryhmä keskustelelee suorituksesta ja arvioi oppimistaan.

Sisälogistiikan työtehtävissä varastonhoitajina toimii päivittäin kaksi opiskelijaa opettajan toimiessa ohjaajana. Opiskelijat vastaavat saapuvan tavaran vastaanotosta ja -tarkastuksesta, jakavat saapuneen tavaran varastoitaviin ja suoraan osastoille toimitettaviin lähetyksiin, hyllyttävät varastoitavat nimikkeet, käsittelevät osastoilta saapuvat tilaukset sekä keräilevät ja toimittavat tavarat tilaajille.

## 8.6 Layout-suunnitelma uuteen logistiikkakampukseen

Uuden logistiikkakampuksen hankesuunnitelma on alkukartoitusvaiheessa ja tässä vaiheessa kerätään arvioita pääasiassa pinta-ala tarpeista eri toiminoille. Varastoterminaalien tila-arvion suunnittelurajoituksena tässä vaiheessa oli ainoastaan rakennuksen leveys, joka on 40 m. Pinta-ala arviointia varten logistiikan opettajat esittivät alustavan ehdotuksen tarvittavasta varustuksesta. Tulevaan varastoon halutaan sijoittaa kuusi kuormalavahyllyä, kaksi pientavara-hyllyä, yksi läpivirtaus- ja push-backhylly sekä varastoautomaatti. Lisäksi tilaan tarvitaan toimisto, tila vaarallisten aineiden varastointiin, kitka- ja sidontatestipaikoille sekä trukkien säilytys ja lataus tila. Vapaata lattiapintaa tarvitaan vastaanotto- ja lähetysalueille sekä trukkien käsittelyharjoituksiin. Rakennuksen molempiin päätyihin halutaan kaksi lastausovea kummallekin puolelle.

Yllä mainittujen toiveiden perusteella hahmoteltiin kuvan (27) mukainen layout, käyttämällä luvussa 8.7 esitettyjä hyllyjen mitoituksia. Tilatarpeeksi saatiin 2000 m<sup>2</sup> jolloin oppimisympäristö soveltuu useamman ryhmän samanaikaiseen työskentelyyn tiloissa.



Kuva 27. Uuden logistiikka kampuksen varastoterminaalien layout.

## 9 POHDINTAA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia uuden opetuskäyttöön soveltuvan varastotilan perustamiseen Turun ammatti-instituutin Peltolan koulutalon olemassa oleviin tiloihin. Varaston tarkoitus on toimia autenttisena oppimisympäristönä sisälogistiikan opinnoissa siten, että opiskelijat hoitavat koulutalon hankintojen vastaanoton, varastoinnin ja toimittamisen koulutalon sisäisille asiakkaille. Työssä sovellettiin joustavasti yleistä varaston suunnitteluprosessia, koska varaston tavoitteet ja tarpeet eroavat merkittävästi normaaleista liiketoimintavaatimuksista. Oppimisympäristön tavoitteena on tuoda varastoon mahdollisimman laajasti erilaisia tekniikoita ja välineitä, kun taas vastaavasti yritysmaailmassa pyritään kustannustehokkuuteen kaikissa valinnoissa. Tässä työssä tilatarve- ja kapasiteetilaskelmat tehtiin lähinnä esimerkin vuoksi ja suunnitteluprosessin havainnollistamiseksi, koska suunniteltu varastotila asettaa layoutille rajoituksia muun muassa toisiin tiloihin johtavien ovien takia ja koska varastointikapasiteetti ei ole oppimisympäristön kannalta oleellista. Layout-suunnitelmaa tehtäessä laskelmat osoittivat tulosten olevan oikeaa suuruusluokkaa ja hyllyjen sijoittelulla päästiin lähelle teoreettisia lukuja.

Pedagogiset tavoitteet oppimisympäristö täyttää hyvin, kun opiskelijat saavat mahdollisuuden toimia autenttisessa ympäristössä, jossa yhdistyvät sekä asiakaspalvelu, tietojärjestelmien käyttö, että fyysinen varastotyö. Aitojen työtehtävien yhteydessä opiskelijat saavat monipuolista kokemusta tyypillisistä logistiikka-alan vuorovaikutus- ja ongelmanratkaisutilanteista. Myös fyysisen oppimisympäristön osalta tavoitteet saavutettiin soveltuvan tilan löydyttyä. Ehdotettu varastotila täyttää hyvin koulutalon tämänhetkiset varastointitarpeet, mutta oppimisympäristön kannalta tila saisi olla suurempi. Työn lopussa esitetty ehdotus uuden logistiikkakampuksen varastoterminaalien layoutista täyttää oppimisympäristön vaatimukset hyvin ja lisäksi se mahdollistaa useamman ryhmän samanaikaisen työskentelyn tiloissa.

Tämän opinnäytetyön tulosten reliabiliteetin ja validiteetin arvioidaan olevan hyvä. Samoihin oppimisen ja varaston suunnittelun teorioihin perehtynyt tutkija todennäköisesti päätyisi suosittelemaan tässä työssä suositeltua tilaa C044. Oppimisympäristön vaikutusta ja optimaalisuutta on arvioitu vertaamalla ehdotettua tilaa C044 pedagogisessa kirjallisuudessa ja tässä työssä esitettyihin oppimisen malleihin sekä omakohtaisiin havaintoihin oppimistilanteista erilaisissa ympäristöissä. Oman kokemukseni mukaan teoriaopetuksen lisääminen varasto-ympäristössä perinteisen luokkahuoneen sijaan parantaa oppimista. Vapaamuotoisessa tilassa dialoginen vuorovaikutus toimii paremmin kuin luokkatilassa. Opetettavia aiheita voidaan usein käsitellä laajemmin, niin että käsiteltävät aiheet voidaan liittää paremmin kokonaisuuteen, oppiaine tai kurssirajat ylittäen. Myös opettavien asioiden havainnollistaminen konkreettisella esimerkillä on mahdollista samanaikaisesti, mikä parantaa asioiden ymmärtämistä ja muistamista. Kun opetus tapahtuu työympäristössä, voidaan teoria ja käytännön harjoitukset integroida luontevasti yhteen. Tämän työn tutkimusmenetelmien avulla ei luonnollisesti voida ottaa kantaa siihen, kuinka paljon oppimistulokset tai oppilaiden koettu osaamisen kasvu lisääntyvät uuden oppimisympäristön myötä, vaan tämä vaatisi oman laadullisen tai määrällisen tutkimuksensa. Tämän opinnäytetyön alussa esitettyjen oppimisteorioiden väittämien voidaan kuitenkin olettaa pätevän erittäin hyvin varastoalan oppimisympäristössä. Näkemykseni mukaan tässä opinnäytetyössä on vastattu riittävällä laajuudella alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin (s. 9).

Tätä tutkimusta voisi jatkaa esimerkiksi laatimalla konstruktiviseen oppimiskäsitykseen pohjautuvia, erilaisia pedagogisia malleja hyödyntäviä harjoitustehtäviä toteutettavaksi uudessa tässä työssä esiteltyssä oppimisympäristössä. kokonaisuuksia. Lisäksi olisi hyödyllistä selvittää mahdollisuutta koulutalon sisäisen verkkokaupan perustamiselle, siten että osastojen tekemät hankinnat toteutettaisiin opiskelijatyönä, jolloin myös varaston ostotoiminnot voidaan sisällyttää autenttiseen oppimisympäristöön. Uuden logistiikkakampanjan suunnitteluhankkeen yhteydessä tulisi myös selvittää muiden oppilaitosten mahdollisia keskusvarastotoimintamalleja.



Tämän opinnäytetyön aihe on kypsynyt mielessäni siitä lähtien, kun aloitin opettajan työni ammatti-instituutissa. Työn valmistumisvaiheessa aihe tuli entistä ajankohtaisemmaksi uuden kampuksen hankesuunnittelun lähdettyä liikkeelle. Työn aikana kertynyt oma osaaminen ja tähän työhön kerätty lähdeaineisto tulevat toivottavasti hyödyksi tässä tilahankkeessa.

## LÄHTEET

Alaniska, H., Hurskainen, J., Kähkönen, T., Maikkola, M., Pihlaja, J. & Tauriainen, T-M. (n.d.). Pedagogisia malleja. Haettu 5.1.2023 osoitteesta <https://www.oamk.fi/c5/files/2515/7173/0994/pedagogisiamalleja.pdf>

Baker, P., Croucher, P. & Rushton, A. (2017). The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain (6. edition). Kogan Page.

Burman, A., Koivunen, A., Kuittinen, E., Manninen, J., Passi, S. & Särkkä, H. (2007). Oppimista tukevat ympäristöt: Johdatus oppimisympäristöajatteluun. Opetushallitus.

Devoca Oy. Talk'nPick - Äänikeräily. Haettu 12.2.2023 osoitteesta <https://www.devoca.fi/talknpick/>

Google. (n.d.). [Google maps-Turun Ammatti-instituutti Peltolan koulutalo]. Haettu 30.1.2023 osoitteesta <https://www.google.com/maps/dir/Turun+ammatti-instituutti,+Peltolan+koulutalo,+Hamppu-katu+2,+20740+Turku/@60.4233571,22.298136,383m/data=!3m1!1e3!4m9!4m8!1m5!1m1!1s0x468c7730f8d99117:0x270aa8f7e8f53b27!2m2!1d22.2985965!2d60.4234557!1m0!3e0>

Hokkanen, S. & Virtanen, S. (2021). Varastonhoitajan käsikirja (4. painos). Sho Business Development Oy.

Intolog. (n.d.). Kuormalavahyllyn mitoitus EUR- ja FIN-vaakapalkeille. Haettu 29.1.2023 osoitteesta <https://www.intolog.fi/ohjeet/varasto/kuormalavahyllyn-mitoitus-eur-ja-fin-vaakapalkeille>

Kettunen, J., Kärki, A., Näreaho, S. & Päällysaho, S. (2019). Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Arene ry. Haettu 13.12.2022 osoitteesta [https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTI-KORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTI-SET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?\\_t=1578480382](https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTI-KORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTI-SET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?_t=1578480382)

Kivirauma, J., Lehtinen, E. & Rinne, R. (2005). Johdatus kasvatustieteisiin (5.-6. painos). WSOY.

Koli, H. (2003). Verkko-opetuksen työkalupakki: oppimisaihiosta oppimisprosessiin. Finn Lectura 2003.

Kotila, H. & Mäki, K. (2014). Toimiva oppimisympäristö: Opas kehittelyyn ja arviointiin. HAAGA-HELIA ammattikorkeakoulu.

Laine, K. & Perkiö, T. (2014). Tutkimusviestintä: Osa 1 Tutkimusmenetelmät. Satakunnan ammattikorkeakoulu.

- Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017. Oikeusministeriö. Haettu 3.12.2022 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170531>
- Lukka, K. (2001). Konstruktiivinen tutkimusote. Metodix Oy. Haettu 4.12.2022 osoitteesta <https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>
- Niparmi. (n.d.). Trukin valinta: Niparmi sisälogistiikka Oy. Haettu 30.1.2023 osoitteesta <https://www.niparmi.fi/ratkaisut/lavahyllyt/trukin-valinta/>
- Opetushallitus. (2023). Logistiikan perustutkinto OPH-1807-2021. <https://epe-rusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7675673/>
- Piispanen, M. (2008). Hyvä oppimisympäristö: oppilaiden, vanhempien ja opettajien hyvyyskäsitteiden kohtaaminen peruskoulussa [väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius]. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-4871-9>
- Pouri, R. (1983). Varastojen suunnittelu. Oy Rastor Ab, Helsinki.
- Rauste-von Wright, M., von Wright, J. & Soini, T. (2003). Oppiminen ja koulutus (9. painos). WSOY.
- Reijo Rautaluoman säätiö sr. (2023a). Kirjat ja julkaisut. <https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/kirjat-ja-julkaisut/>
- Reijo Rautaluoman säätiö sr. (2023b). Logistiikan mittaaminen. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikan-mittaaminen/>
- Reijo Rautaluoman säätiö sr. (2023c). Varaston käyttötarpeen vaikutus suunnitteluun. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/kayttotarpeen-vaikutus/>
- Reijo Rautaluoman säätiö sr. (2023d). Varastonohjaus. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/>
- Reijo Rautaluoman säätiö sr. (2023e). Varastohyllyt. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastohyllyt/>
- Reijo Rautaluoman säätiö sr. (2023f). Materiaalien virtaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/materiaalin-virtaus-ja-sijoittelu/>
- Richards, G. (2014). Full details and actions for Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse (6th edition). Kogan Page.
- Ruohotie, P. (2005). Oppiminen ja ammatillinen kasvu (1.-3. painos). WSOY.
- Salakari, H. (2007). Taitojen opetus. Eduskills Consulting.

TAI. (n.d.). Turun ammatti-instituutti. TAI:n koulutalojen vaiheita Turussa [PDF]. TAI kotisivut. [https://www.turkuai.fi/sites/default/files/atoms/files/kooste\\_ammattillisen\\_koul\\_vaiheista.pdf](https://www.turkuai.fi/sites/default/files/atoms/files/kooste_ammattillisen_koul_vaiheista.pdf)

TAI. (2021). Turun ammatti-instituutti lukuina 2021 [PDF]. TAI kotisivut. [https://www.turkuai.fi/sites/default/files/atoms/files/tai\\_lukuina\\_2021\\_fi-sv-en.pdf](https://www.turkuai.fi/sites/default/files/atoms/files/tai_lukuina_2021_fi-sv-en.pdf)

Viitanen, K. (2007). Opas ongelmaperustaiseen oppimiseen (PBL). Eduta-instituutti.

## LIITE 1: VARASTON SUUNNITTELUSSA TYYPILLISESTI TARVITTAVAT TIEDOT

Tiedon tyyppi	Selvitettävä tieto
Nimiketiedot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tuoteryhmät</li> <li>- läpimenomäärät (kappaleet, pakkaukset, lavat)</li> <li>- läpimenoarvot (taloudelliset luvut)</li> <li>- kausiluonteisuus</li> <li>- kiertonopeus</li> <li>- fyysiset ominaisuudet (mitat, paino)</li> <li>- tilausrivien määrä</li> </ul>
Tilausominaisuudet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tilausprofiilit (tilausrivit, yksikkömäärä rivillä)</li> <li>- tilaustiheys (kausi, viikko, päivä ja tunti)</li> <li>- nimikekohtainen tilausrivien määrä</li> <li>- tilausaikaprofiili (viikko, päivä, tunti)</li> <li>- yksikkökuormat ja pakkausvaatimukset</li> <li>- palvelutaso (tilaus- ja toimitusaikataulut)</li> </ul>
Vastaanotto ja säilytys	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ajoneuvojen määrä päivässä ja tunnissa</li> <li>- ajoneuvojen tyypit</li> <li>- yksikkökuormien tyypit ja profiilit (täyslavat, sekalavat)</li> <li>- reittikohtaiset volyymit</li> <li>- oma vai ulkoistettu kuljetus</li> <li>- ristiinlastaus profiilit (määrät, aikataulut, lajittelutarpeet)</li> </ul>
Varastotoiminnot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perustoiminnot</li> <li>- liitännäistoiminnot (pakkaaminen, palautukset, laadunvarmistus, akkujen lataaminen, toimisto, siivous, huolto ja ylläpito)</li> </ul>
Ulkoalueet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvallisuus ja vartiointi</li> <li>- rekkaparkit ja -käsittelyalueet, pysäköintialueet</li> <li>- ajoneuvojen tankkaus ja pesu</li> </ul>
Tilatiedot kun olemassa olevaa tilaa muutetaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rakennuksen piirustukset</li> </ul>
Kustannustiedot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vuokrat</li> <li>- kiinteistön huolto ja ylläpito</li> <li>- lämmitys, sähkö, vesi</li> <li>- palkkakustannukset</li> <li>- laitekustannukset</li> </ul>

## LIITE 2: SOVELTUVAT VARASTOTEKNOLOGIAT NIMIKETYYPPEITTÄIN

Nimiketyyppi	Teknologiat
Kuormalavoilla säilytettävät nimikkeet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pinonta ilman hyllyjä</li> <li>- kuormalavahylly, trukkikäsitteily</li> <li>- korkeavarasto 12–15 metriä, korkeavarastotrukki ja kapeakäytävätrukki</li> <li>- korkeavarasto yli 12–15 metriä, hyllystöhissi</li> <li>- syväkuormaus ilman hyllyjä</li> <li>- syväkuormaushylly</li> <li>- läpivirtaushylly</li> <li>- siirtohylly</li> <li>- karusellit</li> </ul>
Pientavaravarastot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pientavarahylly</li> <li>- korkeavarastohylly, hyllystöhissi</li> <li>- laajatasohylly</li> <li>- läpivirtaushylly</li> <li>- siirtohylly</li> <li>- karusellit</li> <li>- puolilavahyllyt</li> </ul>
Pitkän tavaran varastointi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nippuina alustojen päällä</li> <li>- oksahylly</li> <li>- siirtohylly</li> <li>- karusellit</li> <li>- lokerikkohylly</li> </ul>

**LIITE 3: A-RAKENNUKSEN POHJAPIIRROS**

**LUOTTAMUKSELLINEN**

**LIITE 4: B-RAKENNUKSEN POHJAPIIRROS**

**LUOTTAMUKSELLINEN**



**LIITE 5: C-RAKENNUKSEN POHJAPIIRROS**

**LUOTTAMUKSELLINEN**

## LIITE 6: KESKEISET AMMATTITAITOVAATIMUKSET

Tutkinnon osa	Keskeiset ammattitaitovaatimukset
Tavaran vastaanotto ja säilyttäminen	<p>Opiskelija</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suunnittelee saapuvan lähetyksen turvallisen vastaanoton</li> <li>- käyttää tavaran vastaanotossa ja säilytyksessä digitaalisia tiedonsiirron välineitä</li> <li>- tarkistaa saapuvaan lähetyksen sisältämät tavaroihin liittyvät asiakirjat</li> <li>- tarkistaa saapuvan tavaran kunnon</li> <li>- varmistaa ohjeistuksen mukaisen paikan saapuvalla tavaralla</li> <li>- laskee saapuvan tavaran yksiköt oikein</li> <li>- tunnistaa kuljetuspakkaukset sekä kuljetus- ja varastointiyksiköt</li> <li>- vertaa saapuvaa lähetystä dokumentteihin ja ostotilaukseen</li> <li>- tekee muistutuksen rahtikirjaan havaittavissa olevasta vauriosta</li> <li>- toimii vuorovaikutustilanteissa asiakkaiden kanssa</li> </ul>
Tavaran keräily ja pakkaaminen	<p>Opiskelija</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttää keräilyssä digitaalisia tiedonsiirron välineitä</li> <li>- etsii tilauksen järjestelmästä tai verkkokaupan alustasta</li> <li>- tarkistaa tilauksen saatavuuden</li> <li>- järjestele keräilydokumentit</li> <li>- suunnittelee keräilyn</li> <li>- käyttää keräilyssä tarvittavia lähetykskohtaisia peruslaitteita ja työvälineitä</li> <li>- käyttää keräilydokumentteja</li> <li>- suorittaa keräilyn tavarankäsittelylaitteilla tai trukilla</li> <li>- työskentelee yhteistyössä asiakkaiden ja työpaikan muiden henkilöiden kanssa</li> <li>- suorittaa keräilyn</li> <li>- hallitsee oikeanlaisen pakkaustavan</li> <li>- käyttää oikeita pakkaus- ja kuljetusmerkintöjä</li> </ul>
Tavaran lähettäminen	<p>Opiskelija</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttää tavaran lähettämässä digitaalisia tiedonsiirron välineitä</li> <li>- järjestelee lähtevään tavarahan liittyvät asiakirjat</li> <li>- suunnittelee lähtevän tavaran lähetyksen</li> <li>- varmistaa toimitusajan ja -tavan</li> <li>- käyttää lähettämässä peruslaitteita ja työvälineitä</li> <li>- suorittaa lähtevän tavaran käsittelyn tavarankäsittelylaitteilla tai trukilla</li> <li>- hallitsee tavaran käsittelyn</li> <li>- varmistaa pakkausmerkinnät käsitellessään lähtevää tavaraa</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- työskentelee yhteistyössä asiakkaiden ja työpaikan muiden henkilöiden kanssa</li> <li>- tekee kirjaukset järjestelmään</li> <li>- laatii rahtikirjan tai lähetysasiakirjan</li> </ul>
<p>Tavarankäsittelylaitteiden käyttö ja trukinkuljettajana työskentely</p>	<p>Opiskelija</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tarkistaa arvioi tavarankäsittelylaitteiden työturvallisuuden ja toimivuuden</li> <li>- tuntee käyttämänsä tavarankäsittelylaitteen käyttöön liittyvän teknisen ohjeistuksen</li> <li>- arvioi tavarankäsittelylaitteen käyttökunnon ja informoi esimiestä vioista ja toimintapuutteista</li> <li>- pukeutuu työtehtävän ja työturvallisuusvaatimusten edellyttämällä tavalla</li> <li>- tunnistaa työn riskitekijät ja toimii työpaikan ohjeiden sekä työturvallisuusvaatimusten mukaisesti</li> <li>- tunnistaa omaan tilaansa liittyvät riskit sekä niiden vaikutukset työturvallisuuteen</li> <li>- työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti</li> <li>- käyttää tavarankäsittelylaitteita tavarankäsittelyssä oikein</li> <li>- noudattaa tavarankäsittelylaitteen käyttöön liittyviä ohjeita</li> <li>- selvittää tavarankäsittelylaitteen käyttöön liittyvät vastuunsa ja velvollisuutensa</li> <li>- suorittaa tavarankäsittelyn siirtämisen</li> <li>- varmistaa käyttämänsä tavarankäsittelylaitteen käyttövoiman riittävyyden suunniteltuun työtehtävään</li> <li>- työskentelee kustannustehokkaasti</li> <li>- sijoittaa tavarankäsittelylaitteen sallittuun paikkaan</li> <li>- tarkistaa ja arvioi trukin työturvallisuuden ja toimivuuden</li> <li>- varmistaa trukin käyttövoiman riittävyyden suunniteltuun työtehtävään</li> <li>- varmistaa trukin nostokapasiteetin ja painopiste-etäisyyden muutoksen vaikutuksen taakan nostoon</li> <li>- selvittää trukin määräaikaistarkastuksen käytännön</li> <li>- käyttää digitaalisia tiedonsiirron välineitä</li> <li>- selvittää trukille sallitut reitit ja reiteillä liikkuvat muut laitteet</li> <li>- säätää ergonomisen ajoasennon ennen tavarankäsittelyn aloittamista</li> <li>- noudattaa trukin käyttöön liittyviä ohjeita</li> <li>- selvittää trukin kuljettajana toimimiseensa liittyvät vastuunsa ja velvollisuutensa</li> <li>- työskentelee korkeakeräilijä-, vastapaino-, tukipyörä- tai työntömastotrukilla turvallisesti</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pinoaa käsiteltävät tavarat trukilla</li> <li>- suorittaa tavarahan hyllytyksen trukilla</li> <li>- suorittaa ajoneuvon kuormatilan lastauksen tai purkauksen</li> <li>- työskentelee turvallisesti ja kustannustehokkaasti</li> <li>- huolehtii toimintakunnosta, siisteydestä sekä käyttövoiman riittävydestä ja tekee täydennykset sekä vikailmoitukset</li> <li>- jättää trukin ohjeiden mukaiseen ja turvalliseen paikkaan</li> </ul>
Inventointi	<p>Opiskelija</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- järjesteleee inventointidokumentit</li> <li>- suunnittelee inventoinnin</li> <li>- käyttää inventoinnissa digitaalisia tiedonsiirron välineitä</li> <li>- hakee tuotteen nimiketiedon perusteella järjestelmästä</li> <li>- varmistaa toimitusaikaa ja tilausmääriä</li> <li>- tarkastelee varaston valvonnan ja ohjauksen raportteja</li> <li>- etsii tuotteen saldon järjestelmästä</li> <li>- selvittää tuotteen historiatiedon järjestelmässä olevan tiedon avulla</li> <li>- selvittää tuotteen tulossa olevat ja poistumisesta kertovat tilaustiedot</li> <li>- tekee tarvittavat toimenpiteet tuotteen saldon korjaamiseksi</li> </ul>