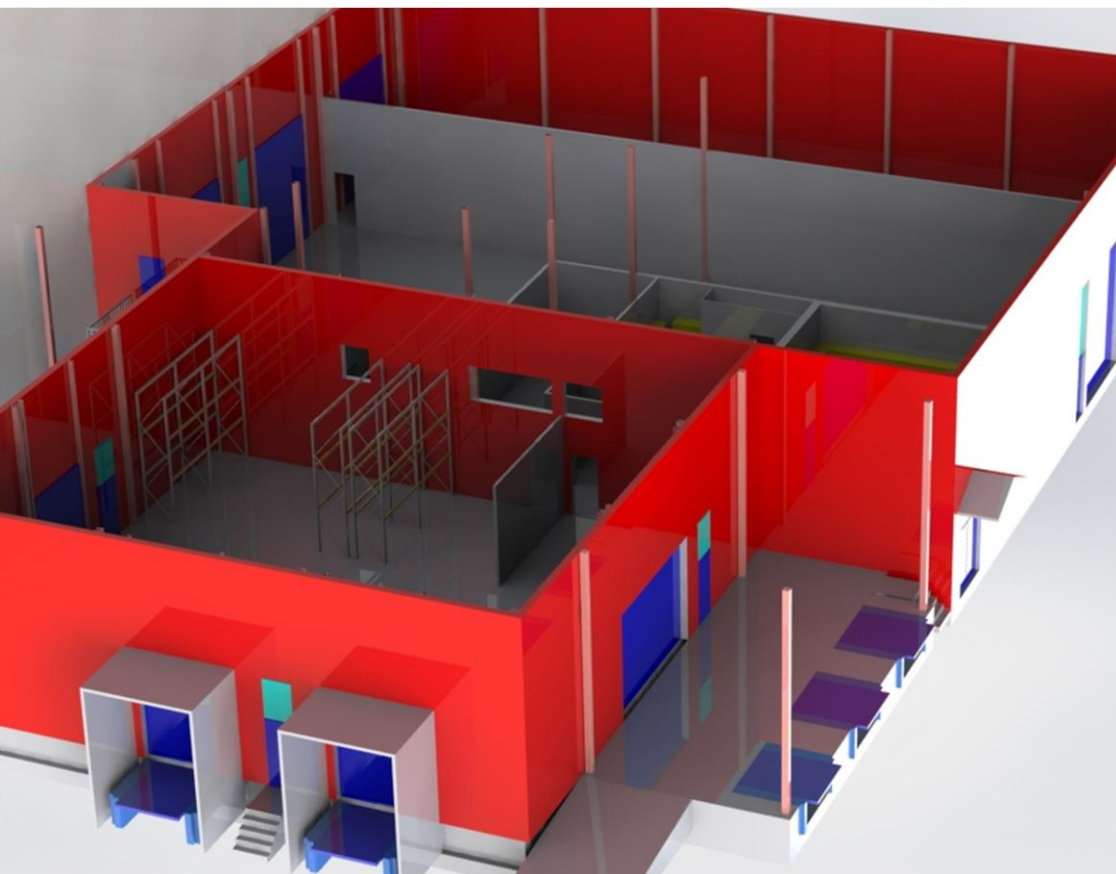


Pekka Huttunen

KAINUUN AMMATTIOPISTON LOGISTIIKKA-ALAN OPETUSTILOJEN SUUNNITTELU



Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotanto-
tekniikka

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Pekka Huttunen

Työn nimi: Kainuun ammattiopiston logistiikka-alan opetustilojen suunnittelu

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikka

Asiasanat: Mallinnus, SolidWorks, simulointi, Quest

Kajaanin kaupunki rakentaa uuden kiinteistön, jonka käyttäjäksi tulee Kainuun ammattiopiston logistiikka-ala. Logistiikkahallin suunnittelussa on ollut mukana rakentajan ja käyttäjän edustajien lisäksi arkkitehtisuunnittelu, rakennesuunnittelu, liikennesuunnittelu sekä maankäyttö ja kaavoitus. Tämän insinööriyön tarkoituksena on ollut vaikuttaa käyttäjän kannalta tärkeisiin asioihin suunnitteluvaiheessa. Tämän työn tekijä on ollut suunnitteluryhmässä käyttäjän edustajana.

Suunnittelukokousten ja hankesuunnitelman pohjalta arkkitehtitoimisto laati pohjapiirroksen ja julkisivujen kuvaukset AutoCAD 2D-mallina. Korjaamoon ja pesuhalliin otettiin mallia vastaavasta Jyväskylän aikuisopiston Lievestuoreen uudisrakennuksesta. Terminaali suunniteltiin neljän malliseksi, ja siihen lisättiin tilava ulkolaituri. Korjaamoa ja terminaalia pienentämällä saatiin järjestettyä opiskelijoille oleskelutilat alakertaan. Yläkerran monitoimitila on lähinnä opettajien käyttöön, ja sieltä on hyvä näkyvyys sekä korjaamoon että terminaaliin.

Logistiikkahallista ja hallin seinistä luotiin 3D-mallit SolidWorks-ohjelmalla. Kolmeulotteisesta mallista on helpompi hahmottaa tiloja ja vaikuttaa suunnittelun lopputulokseen. Seinien 3D-malli tuotiin Quest-simulointiohjelmaan, jossa tutkittiin tilojen toimivuutta virtuaalisesti lisäämällä sinne opiskelijat ja tarvittavat laitteet.

Terminaalin, korjaamon ja pesuhallin tilat ovat riittävät opetuskäyttöön, mutta opiskelijoiden oleskelutiloissa ja yläkerran monitoimitilassa olisi saanut olla enemmän tilaa. Logistiikkahallin 3D-mallia ja simuloinnin tuloksia voidaan käyttää tulevan toiminnan suunnittelun apuna. Tiloihin voidaan perehdyttää opettajia ja opiskelijoita jo ennen hallin valmistumista.

Quest-ohjelmalla toteutetun simuloinnin tuloksia on mahdollista käydä katsomassa Kajaanin ammattikorkeakoulun tiloissa. Simuloinnin avulla nähdään, kuinka monta luokkaa hallin alueella voi työskennellä turvallisesti. Simuloinnista on tehty erillisenä projektina filmi, joka liitetään Kainuun ammattiopiston sivuille esittelemään logistiikan opetusta. Tässä työssä otettiin myös kantaa alueen liikennöintiin ja rakennusvaiheessa olevaan harjoittelualueeseen.

ABSTRACT

Author: Pekka Huttunen

Title of the Publication: Planning of Logistical Facilities for Kainuu Vocational College

Degree Title: Bachelor of Engineering, Mechanical and Production Engineering

Keywords: Modeling, SolidWorks, simulation, Quest

The municipal engineering department of the city of Kajaani is constructing a new logistic hall for the logistic department of Kainuu Vocational College KAO. The purpose of this Thesis was to design this building for the purpose of education. The logistic hall has been designed on collaboration with constructors and users along with the representatives of architectural design, structural drafting and the community planning departments of the city of Kajaani. Pekka Huttunen has been working as a member of the designing group of KAO.

By the outlines determined on the project and design meetings the architectural firm JVK drew AutoCAD 2D versions of the façade and the layout of the hall. Some ideas for the car repair shop and wash line were taken from Jyväskylän Educational Consortium, Lievestuore. The freight terminal was designed as a square form with addition of a spacious load pier outside. Multifunctional upstairs which has good views to the terminal and the work shop is mainly addressed to the teachers and there is a parlour for the students in the downstairs.

The entire logistic hall complex was modelled by Pekka Huttunen with SolidWorks software. The 3D-model is a convenient tool for understanding the outlines of the building project. The practicality of this design was examined with Quest simulating software by adding students and needed installations to the model. The terminal, work shop and the wash line is adequate for the purpose of education but the parlour downstairs and the room upstairs should have been more spacious. The results of these examinations can be used when planning the forthcoming operation.

This simulation is a handy tool for e.g. introducing the facilities or for planning how many classes can safely work simultaneously. A film about this simulation has been done and it introduces the education of logistics.

In addition this thesis takes a look at a separate area where students practice loading cargo and handling vehicles. This area is being built in the vicinity of the logistic hall.

Sisällys

1 JOHDANTO.....	1
2 LOGISTIIKAN OPETUSTA KAJAANISSA.....	3
3 NYKYTILANNE KOMILASSA.....	5
4 LOGISTIIKAN TILOJEN SUUNNITTELU	8
4.1 Yleistä	8
4.2 Uusi kiinteistö	9
4.3 Monitoimitila	10
4.4 Sosiaalityilat	12
4.5 Terminaali	13
4.6 Korjaamo	19
4.7 Pesuhalli.....	22
5 KIIINTEISTÖN JA TOIMINNAN MALLINTAMINEN.....	25
5.1 Rakennusten mallintaminen	25
5.2 Käytetyt ohjelmistot	27
5.3 Logistiikkahallin mallintaminen	30
5.4 Toiminnan mallintaminen	35
6 HARJOITTELUALUE.....	44
7 LIIKENNÖINTI ALUEELLA.....	48
8 TURVALLISUUS	50
9 TULOKSET	53
10 YHTEENVETO	56
LÄHTEET	58
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Kajaanin kaupunki rakentaa uuden logistiikkahallin Kirkkoahontielle Seppälään. Samalla alueella toimii Seppälän perinteikäs koulutila ja siellä tapahtuu luonnonvara-alan opetus. Käyttäjiksi uuteen halliin ja hallin ympäristöön tulevat Kainuun ammattiopiston logistiikka- ja maanrakennusala. Kainuun ammattiopisto on tämän insinööriyön tilaaja. Uudet toimitilat otetaan käyttöön syksyllä 2015. Alueelle rakennetaan kiinteistö, jossa on opetustila, sosiaalitytöt, terminaali, korjaamo ja pesuhalli. Samalle alueelle rakennetaan ammattiopiston maanrakennusalan toimesta harjoittelualuetta. Kiinteistö- ja harjoittelualue tulevat sijaitsemaan suljetulla alueella. Liikennesuunnitelma valmistuu samanaikaisesti rakennushankkeen toteutuksen kanssa. Alueen liikennöinti täytyy sovittaa yhteen Seppälän olemassa olevan liikenteen kanssa.

Logistiikka-alan uusien tilojen suunnittelu on alkanut hankesuunnitelmana, jossa on kuvattu nykyinen toiminta pääpiirteissään ja määritelty tulevan hallin tarve. Hankesuunnittelua varten on perustettu työryhmä, johon kuuluu henkilöitä sekä Kajaanin kaupungilta että Kainuun ammattiopistolta. Hankesuunnittelun jälkeen käynnistettiin tiloja koskeva suunnittelu. Mukaan tuli hankesuunnittelussa olleiden lisäksi arkkitehtisuunnittelu, rakennesuunnittelu, liikennesuunnittelu sekä maankäyttö ja kaavoitus. Arkkitehtisuunnittelu laati useita pohjaratkaisuja hankesuunnitelman, käyttäjien toivomusten ja rakenne- ja laitesuunnittelun pohjalta.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on ollut vaikuttaa käyttäjän kannalta tärkeisiin asioihin jo suunnitteluvaiheessa. Tämän työn tekijä on ollut suunnitteluryhmässä käyttäjän edustajana. Opinnäytetyötä on tehty samanaikaisesti hankkeen etene-
misen kanssa. Logistiikkahallin pohjapiirroksen AutoCAD 2D-versiosta on mallinnettu kolmiulotteinen malli SolidWorks-ohjelmistolla. Lisäksi rakennuksesta on luotu 3D-seinämalli ja sitä on simuloitu Quest-tuotannonsimulointiohjelmalla. Mallinnuksen avulla saadaan kuva siitä, kuinka monta ryhmää voisi toimia hallin alueella samanaikaisesti. Ohjelman avulla opiskelijat, trukit ja ajoneuvot laitetaan liikumaan kiinteistössä, jotta saataisiin luotua mahdollisimman todentuntainen toimintaympäristö. Lisäksi hahmotellaan harjoittelualueen toimintaa piirroksen muo-

dossa. Tärkeänä osana on erilaisten harjoittelualueiden sijoittaminen logistiikkahallin läheisyyteen. Puutavara- ja kappaletavaranostureilla tehtävät harjoitukset, lavanvaihtoharjoitukset ja erilaiset autonkäsittelyharjoitukset vaativat riittävästi tilaa. Lisäksi ajoharjoittelu tarvitsee oman tilan, jossa voidaan harjoitella jarrutusta, kaarreajoa ja liukkaan kelin vaikutusta auton käyttäytymiseen.

Tätä opinnäytetyötä ja sen tuloksia voidaan käyttää apuna suunniteltaessa toimintaa uusissa tiloissa ja harjoittelualueella. Mallinnuksesta on liitetty tarvittavat kuvat tekstin yhteyteen. Mallinnuksessa ja simuloinnissa käytettyihin ohjelmiin Kainuun ammattiopistolla ei ole lisenssiä, mutta on mahdollista vierailla Kajaanin ammattikorkeakoululla tutustumassa simulointiin tarkemmin.

2 LOGISTIIKAN OPETUSTA KAJAANISSA

Kainuun keskusammattikoulussa aloitettiin kuljetustekniikan opetus vuonna 1984. Vuosikymmenen alun keskiasteen uudistuksen myötä linjat muuttuivat osastoiksi ja Kajaaniin perustettiin auto- ja kuljetustekniikan osasto. Tällöin koulutukset olivat pääsääntöisesti kaksivuotisia. Opiskelijoille ensimmäinen lukuvuosi oli yhteinen, josta keväällä pyrittiin suuntaaviin opintoihin. Valittavia opintosuuntia olivat autoasentaja, koriasentaja sekä kuljetustekniikka. Kuljetustekniikkaan erikoistuvat opiskelijat suorittivat toisena opiskeluvuotena mm. kuorma-auton kuljettamiseen tarvittavan ajoluvan.

Kuljetustekniikan opetustiloina toimi Opintiellä nykyinen autotiimin tila, joka sijaitsee Oppi 5:ssa (kuva 1). Kuorma-autot säilytettiin ahtaalla välipihalla Oppi 2:n seinustalla, joka valokuvassa on vasemmalla. Ajo- ja lastausharjoituksia tehtiin aluksi Vimpelin hiekkakentällä ja myöhemmin Kieronmäen alueella, ennen Kivimäen liittymää. Trukin käsittelyharjoituksia tehtiin lähinnä pesuhallissa vanhalla kaasulla toimivalla trukilla (kuva 2). Autojen huolto- ja korjausharjoituksia tehtiin autoasentajien kanssa samassa hallissa.



Kuva 1. Kuljetustekniikan opetustilat sijaitsivat Opintiellä vuoteen 2002 asti



Kuva 2. Trukin käsittelyä harjoiteltiin yhteiskäytössä olleella vanhalla kaasutrukilla.

Kuljetustekniikan opiskelu muuttui kolmivuotiseksi vuonna 2000, jolloin myös nimi muuttui logistiikan perustutkinnoksi. Opiskelijamäärän lisääntyessä tilat kävivät ahtaiksi. Opintien tilat eivät enää soveltuneet logistiikan opiskeluun, jolloin päätettiin etsimään uutta toimipistettä.

Tilat löytyivät Komilasta, entisestä TVH:n korjaamo- ja varastorakennuksesta, joka saneerattiin opetuskäyttöön soveltuvaksi. Tiloihin rakennettiin kaksi opetusluokkaa, lämmin harjoitustila, kylmä terminaali ja puolilämmin korjaamo sekä kaksi opettajien huonetta. Logistiikan opetus siirtyi Komilaan syksyllä 2003, jolloin myös ajo- ja lastausharjoittelupaikkaa alettiin siirtää Seppälän alueelle. Samana vuonna opiskelijamäärän sisäänotto kaksinkertaistui ja sen jälkeen on pääsääntöisesti ollut kaksi aloittavaa luokkaa vuosittain.

Yhdistelmäajoneuvon kuljettajan koulutus alkoi nuorisopuolella vuonna 2005 ja aikuisopiskelijoille 2006. Tämä merkitsi opetuskaluston määrän voimakasta kasvattamista lyhyellä aikavälillä lähes kaksinkertaiseksi. Logistiikan perustutkinnon aikuispuolen yhdistelmäajoneuvon kuljettajat aloittivat vuonna 2008, ja heille saneerattiin tilat vanhaan toimistorakennukseen samaiselta piha-alueelta. Lisäksi aikuisopiskelijoille aloitettiin vuonna 2010 linja-autonkuljettajan koulutus. Nuoriso- ja aikuispuoli yhdistettiin vuonna 2011, ja kaikki toiminta siirtyi ”saman katon” alle. Nykyisin ammattiopiston logistiikka-ala järjestää myös paljon talon ulkopuolelle suunnattua koulutusta, kuten ADR-koulutusta ja kuljettajan ammattipätevyyskoulutusta.

3 NYKYTILANNE KOMILASSA

Nykyisin Kainuun ammattiopiston logistiikka-ala toimii Komiaholla osoitteessa Kirkkoahonkatu 3 (kuva 3). Opetuskäytössä on kaikkiaan 2138 m². Toimitilojen alueella toimii lisäksi useita ulkopuolisia yrityksiä. Yrityksiä Komilan alueella on kaikkiaan 15 kpl ja lisäksi yhden kerrostalon asukkaat. Toiminta on laajentunut tasaisesti koko 12 vuoden Komilassa olon aikana. Toiminnan laajentuessa ovat Komilan toimipisteen piha-alueet käyneet liian pieniksi. Ahtaus näkyy päivittäisissä harjoituksissa ja parkkialueiden vähyytenä sekä vaaratilanteiden lisääntymisenä. Oppilaat eivät voi tehdä turvallisesti erilaisia harjoituksia piha-alueella ajoneuvojen kanssa, koska piha on ahdas ja alueella on paljon muutakin kuin oppilaitoksen toimintaa. Nykyisin oppilaiden ruokailu tapahtuu Seppälän toimipisteessä, jonne heidät kuljetetaan logistiikka-alan omilla autoilla.



Kuva 3. Logistiikka-alan tilat sijaitsevat rakennus 4:ssä, ulkolaituri etualalla.

Tulevalla Seppälän alueella on tarkoitus saada toiminta väljemmälle alueelle ja uuden hallin alue eristettyä yleiseltä liikenteeltä. Lisäksi nyt jo rakenteilla oleva ajoharjoittelualue mahdollistaa turvallisen harjoittelun oppilaille, myös ajokorttitoimille. Jatkossa toiminta on keskitetty yhdelle alueelle, ruokailut ja muut toiminnot ovat samalla alueella. Seppälän alue mahdollistaa myös riittävästi pysäköintitilaa.

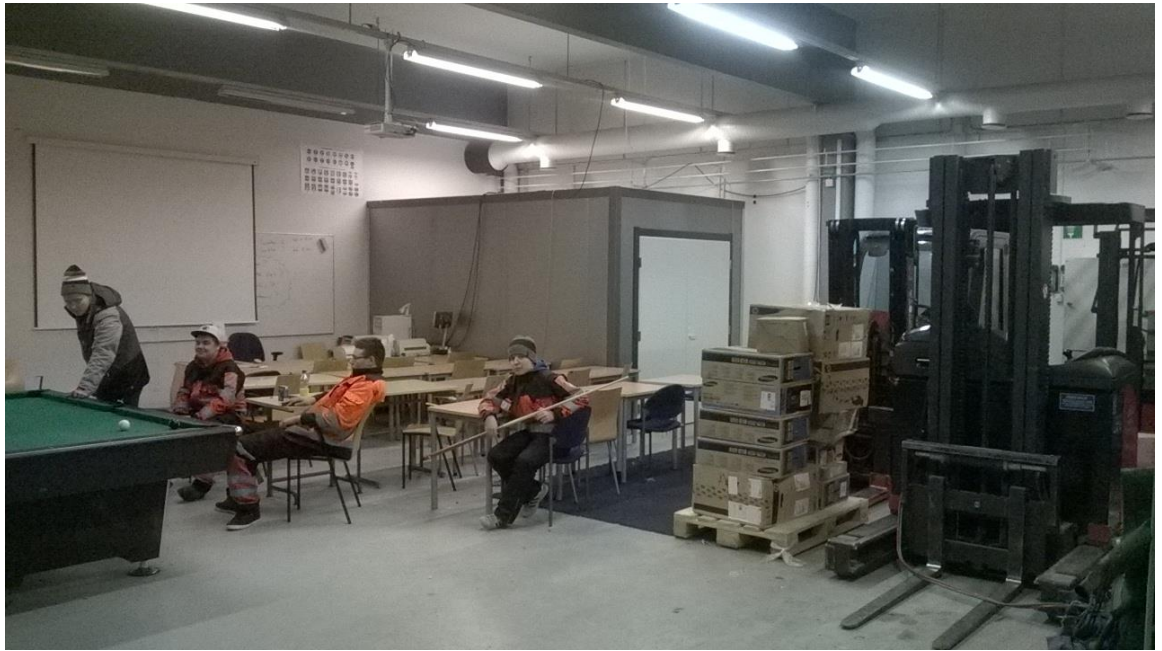
Nykyinen tila on rakennettu vanhaan kiinteistöön. Tiloja on laajennettu vuosien saatossa tilatarpeen kasvaessa. Samalla on muodostunut paljon epäkäytännöllisiä hukkatiloja, lähinnä käytävä-, halli-, tauko- ja toimistotiloina. Korjaamon halli,

joka on varustettu ajoneuvonosturilla, ei palvele kunnolla raskaan kaluston huoltotilana ja öljynerotuskaivot ovat riittämättömät. Korjaamoon sisääntulo on hankalaa isommilla yhdistelmillä, koska se ei ole läpiajettava ja ovi sijaitsee yksityisen korjaamon viereisessä nurkkauksessa. Terminaali on riittävän kokoinen, mutta kylmä ja epäkäytännöllinen lastausharjoituksissa (kuva 4). Terminaalissa on myös ulkolaituri, joka on varustettu sähkötoimisella kuormaussillalla.



Kuva 4. Terminaalissa on tilaa työskennellä ja siellä on paljon hyllypaikkoja.

Trukkien säilytyspaikka on epäkäytännöllinen, koska samaa tilaa käytetään myös opetustilana. Jatkuva kulkeminen poikien pukuhuoneisiin sekä trukkien siirtäminen terminaaliin häiritsee muuta opetustoimintaa. Lisäksi tämä sama tila on varattu taukojen aikana opiskelijoiden biljardin pelaamiseen (kuva 5). Toimistotilat on alun perin mitoitettu kahdeksalle opettajalle ja niitä on lisätty toiminnan kasvaessa yläkertaan, joka työsuojelullisesti ei täytä nykypäivän vaatimuksia. Opetusluokkia on kaksi, ja ne ovat olleet toimivia viimeisimmän uudistuksen jälkeen. Opettajilla on taukotila, josta opiskelijat kulkevat läpi korjaamoon siirtyessään. Opiskelijoilla on pieni taukotila, jossa sijaitsee kaksi ajosimulaattoria. Lisäksi käytävällä on kaksi tietokonetta opiskelijoiden käyttöön. Sosiaalitalat kiinteistössä ovat olemattomat, käytännössä niitä ei ole.



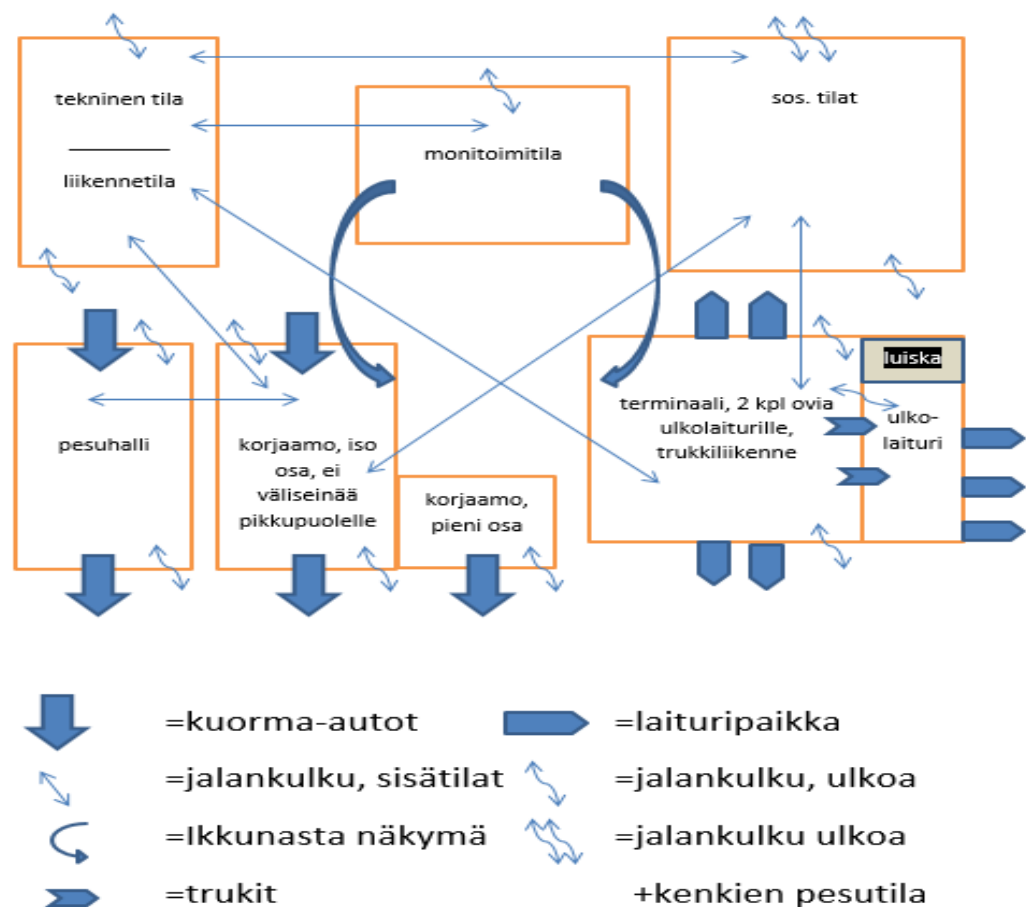
Kuva 5. Trukkeja säilytetään sisätiloissa. Samassa tilassa on opetusta, biljardi-pöytä ja pimeänajon simulaattori.

Ajoneuvokantaa on voimakkaasti lisätty kuluneen 12 vuoden aikana. Autoja on hankittu sekä uusina että käytettyinä. Vanhimmat autot ovat 80-luvulta ja kaipaivat jo uudistamista. Kuorma-autoja on kaikkiaan 14 kpl, ja niistä perävaunun vetoon sopii kaikkiaan kahdeksan autoa. Autoja on eri käyttötarkoituksiin: puutavara- ja kappaletavaranosturilla varustetut autot, koukku- ja vaijerivaihtolava-autot sekä jalkalavalaitteilla varustetut konttiautot. Pikkubusseja (1+8 henkilöä) on neljä, yksi pakettiauto ja kaksi henkilöautoa. Trukkeja on kolme, joista yksi dieseltoiminen ja kaksi sähkökäyttöistä. Pyöräkuormaajia on kolme ja yksi kaivinkone. Maanrakennusalalla on neljä kaivinkonetta, yksi pyöräkuormaajaa, yksi traktori sekä yksi dumperi.

4 LOGISTIIKAN TILOJEN SUUNNITTELU

4.1 Yleistä

Logistiikka-alan uusien tilojen suunnittelu alkoi hankesuunnitteluna, jossa kuvattiin nykyinen toiminta ja luotiin pohja uuden suunnittelulle. Hankesuunnittelussa oli mukana henkilöitä sekä Kajaanin kaupungilta että Kainuun ammattiopistolta. Hankesuunnittelun jälkeen käynnistettiin logistiikan tiloja koskeva suunnittelu. Mukaan suunnitteluun tuli edellisten lisäksi JVK-Arkkitehdit Ky, Suunnittelutoimisto Määttä Oy, liikennesuunnittelu sekä maankäyttö ja kaavoitus. Suunnittelukokoukset toteutettiin tiiviillä aikataululla syksyllä 2014 ja alkutalvesta 2015. Suunnittelukokouksia oli kaikkiaan seitsemän Kajaanin kaupungintalolla. Suunnittelun alussa laadittiin käyttäjien puolesta eri tilojen välistä liikennettä kuvaava kaavio (kuva 6).



Kuva 6. Tilojen välistä liikennettä kuvaava kaavio.

Arkkitehtisuunnittelu pyysi saada selostuksen toiminnasta uusissa tiloissa. Toiminta on kuvattu seuraavien otsikoiden alla erillisinä. Näiden dokumenttien ja hankesuunnitelman pohjalta arkkitehtisuunnittelu laati pohjapiirroksen logistiikan tulevasta hallista. Hallin paikkaa mietittäessä on huomioitu Seppälän alueen nykyinen toiminta. Liikennesuunnittelusta ja hallin sijoittumisesta alueelle on kuvattu enemmän oman otsikon ”Liikennöinti alueella” alla.

4.2 Uusi kiinteistö

Suunnittelun pohjana olleessa hankesuunnitelmassa oli määritelty logistiikkahallin kooksi 1375 m², mutta ei ollut huomioitu lainkaan opiskelijoiden taukotiloja, eikä myöskään terminaalin ulkolaituria. Opiskelijoiden taukotilojen sovittaminen pohjakuvaan ei ollut helppoa annetun tilaohjelman pohjalta. Terminaalin ulkolaiturin lisääminen onnistui helpommin. Teknisten tilojen ja rakenteiden sijoittelu oli myös haastavaa arkkitehtitoimistolle. Lopulta usean kokouksen jälkeen löydettiin rakentajaa ja käyttäjiä tyydyttävä ratkaisu.

Logistiikkahallin alueella työskentelisi korkeintaan kaksi luokkaa samanaikaisesti. Yksi ryhmä työskentelisi korjaamotiloissa ja toinen terminaalin alueella. Terminaalialue voidaan jakaa kahteen harjoitusalueeseen siten, että toinen osa ryhmästä työskentelee kokonaan sisätiloissa ja toinen ulkolaiturilla ja asfaltoidulla piha-alueella. Tämä siksi, että terminaalissa on paljon trukkiliikennettä, joka vaatii paljon tilaa. Logistiikkahallin läheisyydessä olevalla harjoittelualueella voi työskennellä yksi ryhmä ja osa työvuorossa olevista opiskelijoista. Työvuorossa oleva ryhmä lähtee suorittamaan tehtäviään heti kahdeksan jälkeen ja osa jää harjoittelemaan ajoharjoitteluradan yhteydessä oleviin harjoituspisteisiin. Tällöin koko alue mahdollistaisi enintään neljän ryhmän työskentelyn samanaikaisesti. Toisin sanoen kaksi ryhmää työskentelisi logistiikkahallin alueella, yksi ryhmä harjoittelualueella ajo- ja lastausharjoitusten parissa sekä yksi ryhmä työtehtävien parissa.

Harjoittelualueella työskentely on syksyisin ja keväisin likaista työtä. Harjoitusalue on osittain savikkoaluetta, ja savi tarttuu märkinä aikoina kenkiin ja vaatteisiin.

Tämän vuoksi sisääntuloaulaulan läheisyyteen järjestetään pesupaikka kengille ja muille varusteille kuvan 7 mukaisesti.



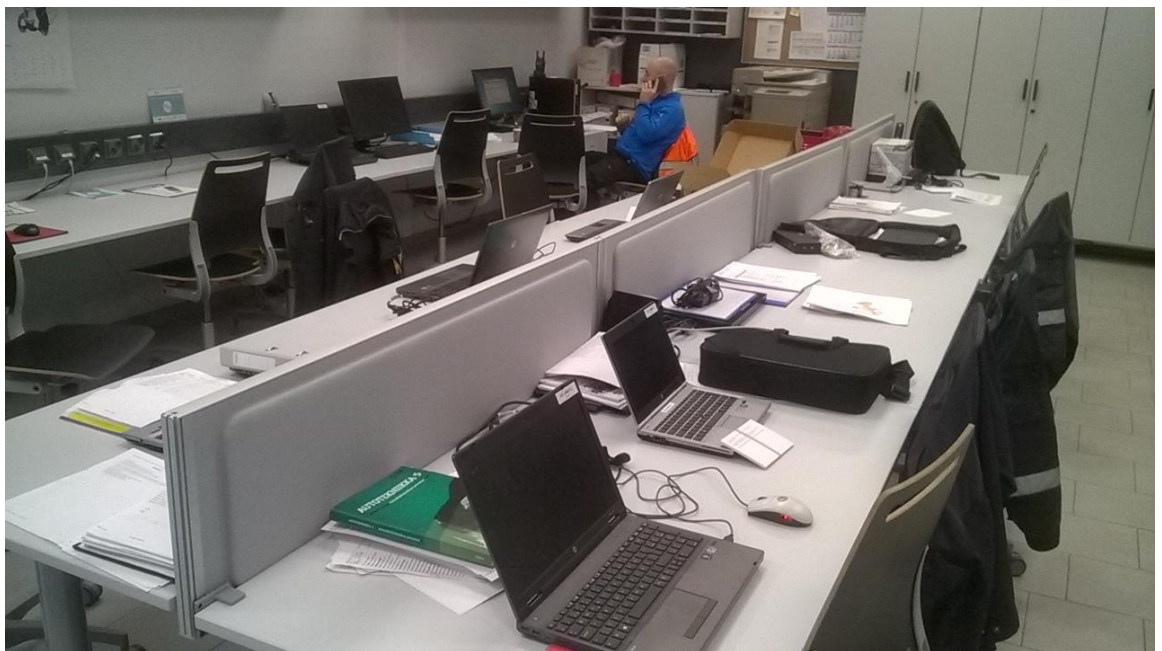
Kuva 7. Kenkien ja muiden varusteiden pesupaikka on järjestetty sisääntulon yhteyteen (Jyväskylän aikuisopisto).

Opiskelijoilla tulee olla virikkeellistä tekemistä taukojen ajaksi. Tietokoneille ja ajosimulaattoreille on varattu tilat alakerran käytävän yhteyteen. Opiskelijoiden taukotilat sijoitetaan hallin keskivaiheille, jonne myös tulee nykyinen biljardipöytä. Näitä tiloja voidaan myös hyödyntää aamulla työvuorossa olevan luokan jakamisessa eri tehtäviin. Työpäivä alkaa kahdeksalta, ja opiskelijat on jaettu eri tehtäviin ennen ensimmäistä taukoa. Tällöin taukotilat ovat taas opiskelijoiden käytössä jo klo 8.45 välitunnilla. Työvuorossa oleva luokka kokoontuu iltapäivällä klo 15.30 päättämään työpäivän samaisiin tiloihin.

4.3 Monitoimitila

Monitoimitilassa sijaitsevat opettajien sosiaalityilat ja taukotila. Lisäksi sinne sijoitetaan tyttöjen sosiaalityilat. Luonnonvaloa tiloihin saadaan melko vähän, ainoastaan yhdestä ikkunasta ja varauloskäynnin ovesta. Pöytätilaa on varattu tietokoneita varten, ja säilytystilaa on seinähyllyissä jonkin verran. Lisäksi sinne on varattu

pieni erillinen huone, jossa voidaan käydä kahdenkeskisiä keskusteluja. Huonetta voidaan myös hyödyntää opettajien työtilana. Erillisiä opettajien huoneita ei enää ole, ja se on iso muutos nykyiseen käytäntöön. Tämä aiheuttanee ainakin alkuvaiheessa hieman ongelmia. Jyväskylän ammattiopistolla toteutettiin samanlainen ratkaisu vuosi sitten. Yhteisessä tilassa työskentelee parikymmentä opettajaa, joten meteli on aika kova (kuva 8). Rauhallisiin puhelinkeskusteluihin sekä keskittymistä vaativiin suunnittelutehtäviin tässä tilassa ei ole mahdollisuutta. Opettajille tarkoitetut lukolliset kaapit ovat tilanjakajana. Kaappien takana sijaitsee taukotila varustettuna keittiönurkkauksella.



Kuva 8. Jyväskylässä opettajilla on yhteinen työskentelytila (Jyväskylän ammattiopisto).

Pimeän ajon ajosimulaattori on sijoitettu monitoimitilaan, koska se vaatii opettajan läsnäolon. Simulaattoria käyttävät myös ulkopuoliset kouluttajat. Monitoimitilasta on näkymä korjaamolle ja terminaaliin useiden ikkunoiden kautta (kuva 9). Näköyhteys säilyy siis myös taukojen aikana. Tilassa voidaan järjestää koulutusta yhdelle ryhmälle kerrallaan. Tarkoitus on järjestää siellä lähinnä talon ulkopuolelle suunnattua koulutusta, kuten ADR-koulutusta ja kuljettajan ammattipätevyyskoulutusta. Käytössä on langaton nettiyhteys, monitoimitaulu ja videotykki.



Kuva 9. Monitoimitilasta on näkymä korjaamolle ja terminaaliin (Jyväskylän aikuisopisto).

Opetustilat ammatillisille teoria-aineille tulevat sijaitsemaan pääosin Seppälän nykyisissä tiloissa. Toiveena on, että sieltä varattaisiin kaksi riittävän isoa ja toimivaa tilaa kokonaan logistiikka-alan käyttöön. Samojen tilojen käytön etuna on se, että luokkiin voidaan tuoda pysyvästi opetusmateriaalia ja havainnollistamiseen tarkoitettua välineistöä. Yleis- eli attoaineet opetetaan nykyisin Opintien toimipisteessä. Siirtyminen Opintielle vie paljon aikaa, joten attoaineet tultaneen opettamaan Seppälässä. Yleisaineita integroidaan enenevässä määrin ammattiaineiden opetuksen yhteyteen. Matemaattisten aineiden opetus tullaan siirtämään kokonaan logistiikan opettajille. Monitoimitila mahdollistaa yhden ryhmän opettamisen, silloin kun siellä ei ole ulkopuolista koulutusta. Tosin on huomattava, että myös opettajat tarvitsevat tilaa työskentelyyn varsinkin aamusta ja illasta.

4.4 Sosiaalitilat

Poikien sosiaalitilat rakennetaan alakertaan. Sosiaalitilojen yhteydessä sijaitsee väestösuoja. Kaikkiaan lukittuja pukukaappeja tulee 130 opiskelijalle. Kaapit ovat kaksiosaisia, puhtaille ja likaisille asusteille (kuva 10). Pukukaappien edustalla on

penkki vaatteiden vaihdon helpottamiseksi. Yhteiskäyttöön tarkoitettu pyykinpesukone sijoitetaan poikien sosiaalityötilojen edustalle. Tyttöjen pukukaapit sijaitsevat yläkerrassa ja niitä on varattu 17 opiskelijalle. Kaikkiin sosiaalityötiloihin tulee suihkuja, käsienpesualtaita sekä WC:t. Käytävälle tulee lisäksi yksi inva-WC.



Kuva 10. Kaksiosaisien pukukaappien malli (Jyväskylän ammattiopisto)

Opettajien sosiaalityötilat sijoittuvat yläkertaan taukotilan läheisyyteen. Miehillä tulee 20 ja naisilla kuusi pukukaappia. Opiskelijoiden taukotilojen ja poikien sosiaalityötilojen sijoittaminen alakertaan rauhoittaa yläkerran monitoimitilan opetuskäyttöön soveltuvaksi. Tämä takaa myös opettajille rauhallisen taukotilan.

4.5 Terminaali

Terminaalit ovat tavarankäsittelypaikkoja, jotka sijaitsevat logistiikan kannalta tärkeissä solmukohtissa. Siellä kootaan ja puretaan yksikkökuormia ja pyritään mahdollisimman hyvään täyttöasteeseen. Terminaalien yhteydessä sijaitsee usein myös erilaisia varastoja, jonne asiakkaiden tavaroita otetaan vastaan ja lähetetään eteenpäin sovitun ajan kuluttua. Logistiikan koulutuksen tulisi niin opetuksen kuin tilojenkin suhteen kyetä vastaamaan näihin työelämän tarpeisiin.

Oppimisympäristönä terminaali on haastava, koska siellä työskentelee useita opiskelijoita samanaikaisesti. Terminaaliin tulisi voida sijoittaa mahdollisimman

monta työelämälähtöistä harjoituspistettä, jotta kaikille opiskelijoille saadaan mielekästä tekemistä. Harjoituspisteiden tulisi olla hieman erillään toisistaan, mutta kuitenkin opettajan kontrolloitavissa. Terminaalin varastohyllyissä säilytetään Kainuun ammattiopiston käyttöön tarkoitettua wc- ja käsipyyhepaperia sekä kopiopaperia. Opiskelijat jakavat paperit eri toimipisteisiin tilausten mukaisesti. Trukkiliikenne sekä sähköllä toimiva lavansiirtovaunu tarvitsevat riittävästi tilaa, jotta turvallisuusnäkökohdat tulisi huomioida (kuva 11). Tällöin on tärkeää sijoittaa osa oppimistehtävistä terminaalin ulkopuolelle kuten ulkosillalle ja piha-alueelle, jolloin ruuhkaantuminen sisätiloissa vähenee ja tällöin myös turvallisuus paranee. Trukkien työskentelyalueet tulee erottaa jalankulkureiteistä esimerkiksi maalaamalla ne keltaisella värillä lattiaan.



Kuva 11. Sähköllä toimiva lavansiirtovaunu.

Terminaaliin tulee kahdelle sivulle lastausovia (taskuja), kaksi kummallekin sivulle. Tämä on tärkeää, koska toiselle sivustalle voidaan harjoitella peruuttamista, kun taas toisen sivun ovia käytetään kuormien lastaus- ja purkuharjoituksiin. Ovien tulisi olla kuvan 12 mukaisesti ikkunallisia. Kahdella ovella voisi olla jatkuvasti jalkalavakontti ja perävaunu lastausharjoituksia varten. Lastaussillat ja nosto-ovet ovat sähkötoimisia. Ovien edustalle rakennetaan taskut, jotta talvella lastausharjoituksia voidaan tehdä tuiskulta ja viimalta suojassa. Taskujen tulee olla riittävän kaukana toisistaan, jotta vaaratilanteita ei syntyisi. Sisäpuolelle oviin tulee ovipuhaltimet, joka estää kylmän ilman pääsyn sisätiloihin.



Kuva 12. Kuvassa olevat Crawfordin ovimallit on varustettu sähköisillä kuormaus-silloilla. [1]

Terminaalissa tulee olla riittävä määrä varastohyllyjä ja niiden tulee sijaita sillä seinustalla, jolla ei ole lastausovia (liite 1 1/4). Ensimmäisen hyllykokonaisuuden tosin voisi sijoittaa sille seinustalle, jossa harjoitellaan lähinnä konttiin tai perävau-nuun lastaamista. Hyllykokonaisuuksia tulee kolme, jotta hyllyjen välissä työskente-lyä voidaan harjoitella. Hyllyt lähtevät seinästä kohti terminaalin keskustaa, ja niiden väliin pitää jäädä riittävästi tilaa trukilla liikumiseen. Tilaa trukkiyöskente-lyyn tulisi olla vähintään kolme metriä, jolloin seinätilaa kolmelle hyllykokonaisuudelle tarvitaan noin kymmenen metriä. Hyllykokonaisuudet on suunniteltu siten, että yhteen hyllyväliin menee kolme eurolavaa. Hyllyvälejä tulee kaksi, jolloin ne vievät tilaa syvyys suunnassa hieman yli viisi metriä. Hyllyihin tulee riittävät suo-juukset kolhiintumisen ehkäisemiseksi (kuva 13).



Kuva 13. Hexaplan toimittaa kuvan mukaisia varastohyllyjä. [2]

Hyllyjen kohdalla ei katossa tule sijaita helposti särkyviä laitteita. Hyllykorkeuden ollessa riittävä kolmelle päällekkäiselle lavalle, mahdollistaa se 54 eurolavapaikkaa. Trukkien säilytystilana tulee toimimaan sisääntulon vasemmalla puolella oleva nurkkaus, johon ohjataan 16 ampeerin latausvirta (liite 1 1/4). Trukit eivät tarvitse erillistä lataushuonetta, koska niitä on vähän ja terminaalissa on hyvä ilmanvaihto. Tiloja voidaan rajata värein ja määritellä trukkien liikkuma-alueet. Terminaalin sisä- ja ulkopuolelle rakennetaan putkesta suoja-aidoitus, jotta trukit eivät kolhi seiniä ja ovia (kuva 14).



Kuva 14. Terminaalin seinät ja ovet suojattiin putkirakenteella Kajaanin Kaukokii-
don terminaalissa.

Pakkaustekniikan harjoitteille ja välineistölle voisi varata terminaalista lastaustas-
kujen välisen kulmauksen (liite 1 1/4). Tämä alue rajattaisiin lattiaan maalattavin
väriivoin. Seinustalle asetetaan hyllykkö ja kaappi, jossa säilytetään harjoituk-
sissa tarvittavaa välineistöä (kuva 15). Lisäksi siihen varataan tilaa työpöytä varten.



Kuva 15. Pakkaustekniikan ja kuormankäsittelyn apuvälineiden säilytys (Jyväskylän aikuisopisto)

Ulkolaiturille tulee trukkiliikennettä, joten sen tulee olla riittävän tilava. Sinne sijoitetaan kolme sähkötoimista kuormaussiltaa, mikä mahdollistaa turvallisen lastauksen trukilla. Ulkolaituria käytetään autojen ja perävaunujen kuorman lastaamiseen ja purkamiseen. Lisäksi trukkiluiskaa hyväksikäyttäen trukilla päästään työskentelemään myös piha-alueelle. Tämä on tärkeää, jotta voidaan opetella kuormien lastausta ja purkamista kuormatilan sivulta käsin. Trukkiluiska on lämmitettävä, jotta sitä voidaan hyödyntää myös talvella. Nykyinen dieselkäyttöinen vastapainotrukki ei sovellu sisätiloihin. Mikäli dieseltrukkia käytettäisiin sisällä, tulisi ilmanvaihdon olla huomattavasti tehokkaampi. Dieseltrukki vaihdetaan vastaavanlaiseen sähköllä toimivaan. Trukilla voi tehdä harjoituksia sekä ulkolaiturilla että asfaltoidulla pihamaalla (kuva 16). Talvella sähkötrukki ei ole hyvä liikkumaan jäisellä pihalla, vaan sellaiseen tarvittaisiin kokoluokkaa suurempi dieseltrukki.



Kuva 16. Logistiikan valtakunnallisessa taitajakisassa oli kuvan mukainen trukinkäsittelytehtävä.

Sivulta aukeaviin kuormatiloihin harjoitellaan lastaamaan pitkää tai muuten hankalaa tavaraa, jonka käsittely ei onnistu sisätiloissa. Avonaisia ja kapellikuormatiloja voidaan käsitellä lastausharjoituksissa kummaltakin sivulta sekä koko sivun aukeavia kuormatiloja toiselta puolelta. Ulkolaituria ja piha-aluetta voidaan hyödyntää myös trukkipiikeillä varustetun pyöräkuormaajan harjoituksissa kuvan 17 mukaisesti.



Kuva 17. Kuormankäsittely trukkipiikeillä varustetulla pyöräkoneella vaatii paljon harjoittelua.

Pyöräkuormaajat ovat käytössä lähes kaikissa työelämän terminaaliympäristöissä sekä kuormien nouto- ja jakelupaikoissa. Pyöräkuormaajalla voidaan lastata ja purkaa kuormatiloja sivusta ja noutaa tavaraa lastauslaiturilta.

4.6 Korjaamo

Ajoneuvotekniikkaa opetetaan logistiikan opetussuunnitelman mukaisesti sekä nuoriso- että aikuispuolella. Lisäksi korjaamotiloissa opetetaan raskaskoneasentajia sekä maanrakennusalan opiskelijoita. Ajoneuvojen korjaamiseen ja huoltamiseen liittyvällä osaamisella on tärkeä osa logistiikan koulutuksessa. Opiskelijan tulee oppia ymmärtämään käyttämänsä ajoneuvon tekniikkaa ja suoritua perushuoltotoimista sekä erinäisistä korjaustoimista.

Läpiajettavassa korjaamon osassa voidaan ottaa sisälle kerralla täyspitkä yhdistelmäajoneuvo. Ajoneuvon sivuille täytyy jäädä riittävästi tilaa, jotta työskentely on turvallista ja tarkoituksenmukaista. Nosto- ja kevennyspuomi tulee asentaa huoltohallien välimaastoon. Nostokyvyn tulisi olla vähintään 1000 kg. Kuvassa 18 nähdään vastaavanlainen nostin 500 kg:n nostokyvyllä. Korjaamotoiminnan opettaminen ilman nostomahdollisuutta ei täytä opetussuunnitelman vaatimuksia.



Kuva 18. Nostopuomi Jyväskylän aikuisopiston korjaamotiloissa.

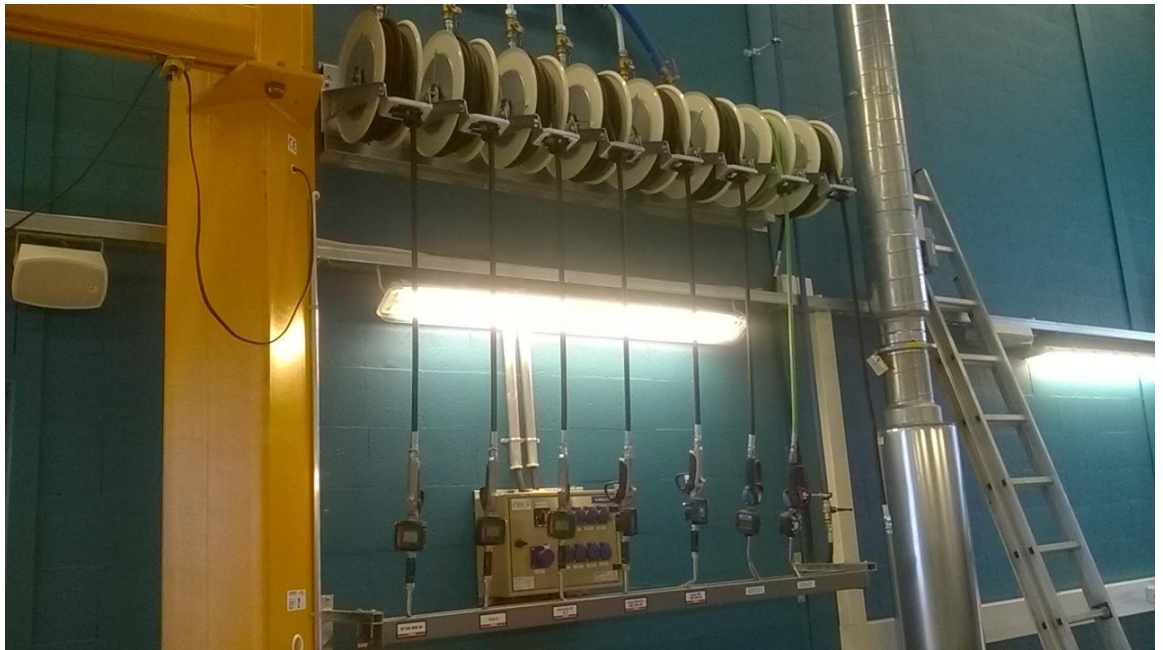
Huoltokuilu auttaa korjaamotoimintaan liittyvissä huolto ja harjoitustehtävissä. Huoltokuiluun asennetaan myös akselinnostin (kuva 19). Akselinnostin on liikuteltavaa mallia, joten sen saa aina oikeaan paikkaan. Akselinnostin nostaa ajoneuvoa noin 20–30 cm. Ajoneuvon alustaan liittyviä tarkasteluja voidaan tehdä huoltokuilusta käsin, joten ajoneuvoa ei aina tarvitse nostaa ylös. Huoltokuilun päälle tulee paineilmatoiminen rolo-kansi. Kansi on automaattinen, ja se voidaan ajaa kahdessa osassa pinkkaan huoltokuilun kumpaankin pätyyn. Kansi lisää työturvallisuutta silloin, kun huoltokuilu ei ole käytössä. Valaistus tulee olla riittävä sekä huoltokuilussa että korjaamossa. Valaistus huoltokuiluun tulee kuvan 19 mukaisesti. Valaistuksen tulee olla aina päällä, mikäli huoltokuilu ei ole peitetty rolo-kannella.

Toivomuksena oli, että ovet olisivat läpikuultavat (kuva 22). Tässä mallissa ovet menevät ylhäällä siistiin nippuun, mutta toiminnassa on ollut parantamisen varaa. Luonnonvaloa antava oviratkaisu oli huomattavasti kalliimpi, joten päädyttiin hankkimaan tavanomaiset ikkunalliset nosto-ovet. Korkeutta huoltohallin ovilla on viisi metriä. Lisäksi tutkittiin jarrudynamometrin asennusvalmiuden varaamista rakenteisiin. Asiasta luovuttiin käytön vähäisyyden vuoksi.



Kuva 19. Huoltokuilu läpiajettavassa hallissa, taustalla liikuteltava akselinnostin, etualalla nesteille tarkoitettut kelat (Jyväskylän aikuisopisto).

Moottori- ja hydraulioöljylle, jäähdytysnesteelle ja puhtaalle vedelle tulee kelat huoltohallin keskivaiheille (kuva 20) sekä huoltokuiluun (kuva 19). Jäteöljyn keräysjärjestelmä rakennetaan huoltokuilun keskikohdalle. Lisäksi tulee lattiakaivot öljyn erotuksella. Ajoneuvoissa on talvella paljon lumikuormaa, joten tarvitaan hyvät laskut vesien ohjaamiseen lattiakaivoihin. Pakokaasun keräysjärjestelmä asennetaan kaikkiin tiloihin. Korjaamoon tulee keskuspölyimuri autojen ja tilojen siivousta varten.



Kuva 20. Moottori- ja hydraulioöljyn sekä jäähdytysnesteen kelat (Jyväskylän aikuisopisto)

Korjaamon pienemmän osan takaseinälle jätetään riittävästi tilaa työskentelypöytää varten, jossa on esimerkiksi ruuvipenkki, porakone ja työkalujen sijoituspaikka. Lisäksi tavaroille varataan seinätilaa, jossa työkaluja ja pienkoneita voidaan säilyttää. Korjaamolle tulee nykyisin käytössä olevat pilarinostimet vuosimallia 1994, joilla kuorma-auto voidaan nostaa ylös. Pilarinostimien nostokyky on 6500 kg per nostin. Kuorma-autojen nostoon tulisi hankkia uudet, esimerkiksi kuvan 21 mukaiset Tecalemitin siirrettävät pilarinostimet. Vanhempia pilarinostimia voisi käyttää kevyempien, kuten pakettiautojen nostoon.



Kuva 21. Kuvassa Tecalemitin siirrettävät pilarinostimet, joiden nostokyky on 6500 kg per nostin. [3]

Logistiikka-alan kaluston kunnan ylläpitäminen vaatii riittävästi tilaa. Pituutta ja leveyttä korjaamo-osilla on riittävästi. Jyväskylän ammattiopiston korjaamo on noin kahdeksan metriä leveä ja Kajaanissa 6,76 metriä. Vastaavasti Kajaanissa lisätilaa tuo korjaamon pienempi puoli. Läpiajettavalla osuudella auton molemmalle sivulle jää noin kaksi metriä työskentelytilaa. Tämä ei ole liikaa ja tarkoittaa sitä, että sinne ei pidä varastoida mitään ylimääräistä tavaraa. Huoltohallissa voidaan huoltaa lisäksi myös maanrakennusalan ja Seppälän luonnonvara-alan koneita ja laitteita. Huoltohalli voi toimia myös ajoneuvojen säilytyspaikkana, mikäli sille ilmenee tarvetta.

4.7 Pesuhalli

Opiskelijoiden on tärkeää oppia pitämään ajoneuvot puhtaina ja siisteinä. Kaluston puhtaana pito on ollut hankalaa pesuhallin pienuuden takia. Läpiajettava pesuhalli mahdollistaa täyspitkän yhdistelmän pesun yhdellä kertaa. Pesuhalliin tulee ikkunalliset nosto-ovet. Ovien korkeus on viisi metriä. Jyväskylässä päädyttiin rakentamaan hallin päätyseinä läpikuultavaksi ja valittiin läpikuultavat ovet (kuva 22). Ovien rakenteena läpikuultavuus lisää huomattavasti hallin valaistusta.



Kuva 22. Pesuhallin kävelyramppi vie paljon tilaa hallin leveyssuunnassa (Jyväskylän aikuisopisto).

Pesuhallin toiselle sivustalle voisi rakentaa kävelysillan, josta autojen kattojen pesu on mahdollista (kuva 22). Kävelysillan alle olisi mahdollisuus tehdä säilytystilaa, jossa säilytetään pesutarvikkeita ja pesuaineita. Kävelysillan rakentamisesta kuitenkin luovuttiin, koska se veisi liikaa tilaa. Jyväskylän aikuisopiston kokemukset olivat, että kävelysillan käyttö on vähäistä. Kattojen pesu voidaan tarvittaessa suorittaa pyörillä varustetulla siirrettävällä telineellä.

Pesuhallin ja korjaamon osalle tulee keskuspölyimuri, jonka laitteisto sijoitetaan pesuhalliin. Suunnittelussa oli myös mukana huomattavasti tehokkaampi keskuspölyimuri. Tällöin se olisi ulottunut myös terminaaliin asti. Laitteisto ei olisi sopinut pesuhalliin, jolloin se olisi pitänyt sijoittaa terminaaliin. Suunnitelmasta luovuttiin, koska se olisi vienyt terminaalista liikaa lattiapinta-alaa ja olisi pitänyt kovaa ääntä. Imurin käyttö terminaalissa on vähäistä, joten sinne riittää normaali imuri.

Samassa pesuhallissa voidaan pestä myös Seppälän maatalouskoneet ja maanrakennusalan koneet ja laitteet. Pesuhalliin tulee rakentaa riittävä ilmanvaihto, myös pesutilanteita varten. Lisäksi asennetaan pakokaasun keräysjärjestelmä. Pesuhallin painepesu ja liuotinlinjastot rakennetaan molemmiin puolin. Pesulaitteeksi valitaan käsin ohjattava pesukone harjalla (kuva 23).



Kuva 23. Käsin ohjattava moottorikäyttöinen pesuharja (Jyväskylän aikuisopisto)

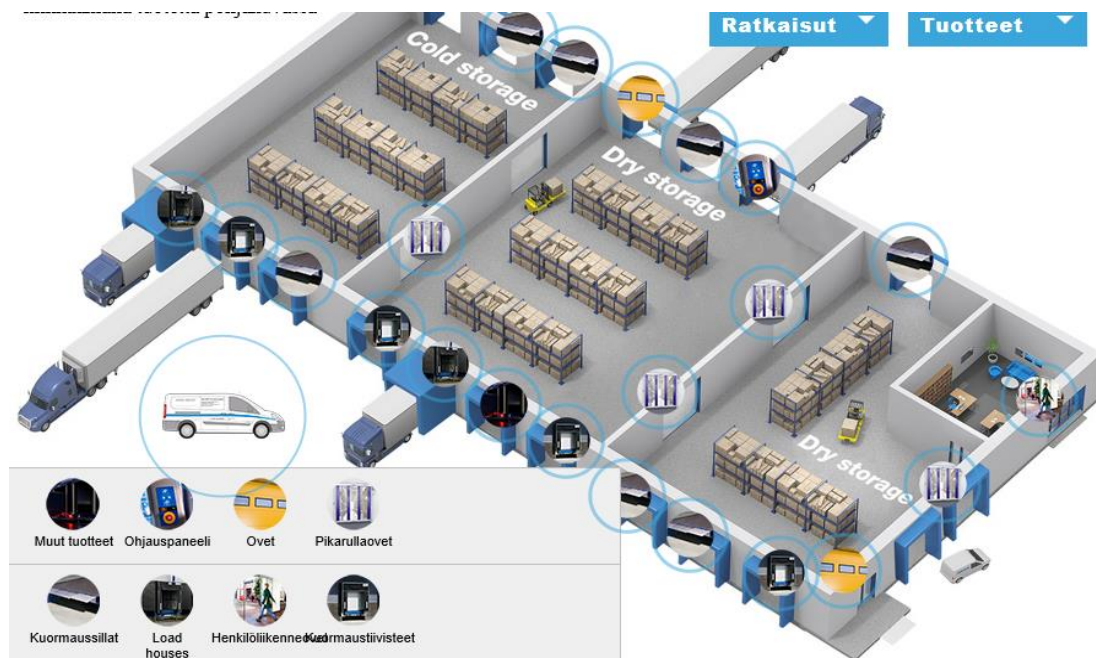
Pesuhallin ulkopuolelle suunniteltiin aluetta, jossa koneista pestään irtonainen multa ja savi. Tämä voitaisiin toteuttaa esimerkiksi siten, että montun päällä on ritilä, jonka alusta tyhjennetään pyöräkuormaajalla. Ulkopesualue voitaisiin sijoittaa hallin päätyyn, pesuhallin seinän taakse. Tällöin letkut olisi helppo vetää suoraan pesuhallista. Päätyyn tulisi ovi henkilöiden liikkumisen helpottamiseksi. Suunnitelmasta kuitenkin luovuttiin sen korkean hinnan vuoksi. Hintaa olisi nostanut mm. katoksen rakentaminen sadevesien takia. Ilman katosta taas olisi tarvittu massiiviset öljynerotuskaivot. Päädyttiin ratkaisuun, jossa pesuhallin viemäroinnit mitoitettiin järeämmiksi, jotta erillistä ulkopesupaikkaa ei tarvita.

Talvella pesuhalli toimii myös ajoneuvojen sulatuspaikkana ja siellä voidaan säilyttää avolavallisia kuorma-autoja. Lisäksi siellä täytynee säilyttää jätteiden keruukuljetukseen käytettyä ajoneuvoa, koska sen hallintalaitteet jäätyvät helposti.

5 KIIINTEISTÖN JA TOIMINNAN MALLINTAMINEN

5.1 Rakennusten mallintaminen

3D-mallinnus tarjoaa rakennusprojektissa 2D-piirustuksia paremman ja tarkemman apuvälineen suunnittelijoille ja käyttäjille. Rakennuksen ja siihen liittyvien laitteiden todellisten mittojen mukainen mallintaminen mahdollistaa sopivuuden tarkastelun jo suunnitteluvaiheessa. Mallintaminen auttaa hahmottamaan rakennuksen sekä tilavaatimusten että teknisen toimivuuden kannalta. Suunnittelussa tehtyjen ratkaisujen toimivuus pystytään testaamaan ennen kuin varsinainen rakentaminen ja asennukset alkavat, jolloin rakennusvaiheessa säästytään korjaavilta toimenpiteiltä. Mallintamista käytetään myös tuotantolaitosten ja rakennusten toiminnan virtuaaliseen tutkimiseen. Tällöin löydetään ”pullonkaulat” jo ennen rakennusten ja tuotantolinjojen valmistumista. Mallintamalla pyritään mahdollisimman lähelle todellista toimintaa. Kuvassa 24 on mallinnettu varastoterminaali, josta on hyvä tarkastella tilojen fyysistä riittävyttä. Rakentamalla varastoterminaaliin virtuaaliympäristö voidaan lisäksi tarkastella toiminnan sujuvuutta.



Kuva 24. Ovivalmistaja Crawfordin näkemyksenä varastoterminaalin mallintamisesta (www sivuilta löytyvät ovimallit ja lastaussillat varusteineen). [4]

Nykyään rakennusten suunnittelussa käytetään paljon tietomallinnusta (kuva 25). Tietomallinnuksen tarjoamien parempien yhteistyö- ja tiedonjakomahdollisuuksien myötä myös rakennesuunnittelun mahdollisesti asettamat rajoitteet ja eri järjestelmien väliset törmäykset pystytään ottamaan huomioon ja ratkaisemaan jo suunnitteluvaiheessa. Tietomalli palvelee arvokkaana tietopankkina läpi rakennuksen koko elinkaaren varhaisesta konseptoinnista ja rakennusvaiheesta taloteknisiin asennuksiin ja rakennuksen kunnossapitoon. [5.]



Kuva 25. Tietomallinnus on hyvin yksityiskohtainen, johon tässä hallin mallintamisessa ei ole katsottu olevan tarvetta. [5]

Tietomallinnus on lähestymistapa rakennusten suunnitteluun, piirtämiseen ja mallintamiseen, eikä se näin ollen rajoitu mihinkään tiettyyn teknologiaan. Esimerkiksi MagiCAD-käyttäjät ovat tehneet tietomallinnusta jo vuodesta 1998 lähtien, jolloin MagiCAD for AutoCAD julkaistiin ensimmäistä kertaa. MagiCAD for AutoCAD tarjosi asiakkaille uudenlaiset työkalut rakennuksen taloteknisten järjestelmien toiminnalliseen 3D-mallintamiseen käyttäen tarkasti mallinnettuja, markkinoilta löytyviä tuotteita. Kyse oli tietomalleista, sillä jokainen MagiCADiin mallinnettu tuote piti jo tuolloin sisällään myös tarkat mitat ja kaiken tarvittavan teknisen tuotetiedon. Tätä nykyä MagiCAD mahdollistaa AutoCAD- ja Revit-pohjaisen taloteknisen suunnittelun käyttäen Euroopan laajinta tuotemallitietokantaa, johon kuuluu satoja tuhansia tuotteita maailman johtavilta laitevalmistajilta. [5.]

Keskeinen ero Revit- ja AutoCAD-pohjaisen suunnittelun välillä on, että Revit tallentaa projektidatan perinteisten pohjapiirrosten sijasta tietokantamuotoon. Revit-tietokanta mahdollistaa projektin jakamisen arkkitehtien, rakennesuunnittelijoiden,

talotekniikkasuunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä kunnossapidon kesken. Projekti voidaan joko pitää yhtenäisenä, jolloin kaikki suunnittelualat löytyvät yhdestä tietokannasta, tai erottaa esim. rakennesuunnittelu, ilmastointi, lämmitys ja sähköasennukset omiksi tietokannoikseen. [5.]

Tässä työssä on mallinnettu kiinteistö sekä tutkittu virtuaalisesti toimintaa hallin sisällä ja lähiympäristössä. Tarkkaan tietomallinnukseen ei ollut syytä, koska tilat eivät ole kovin suuret. Liian yksityiskohtainen mallintaminen olisi turhaan kasvattanut tiedostojen kokoa ja niiden hallinta olisi vaikeutunut. Perinteisten 2D-piirrustusten pohjalta olisi monta seikkaa jäänyt huomioimatta. 3D-mallista oli helpompi hahmottaa puutteet ja vaikuttaa lopulliseen tulokseen. Rakentamalla logistiikka-halliin virtuaaliympäristö voitiin tarkastella toiminnan sujuvuutta suunnitelluissa tiloissa.

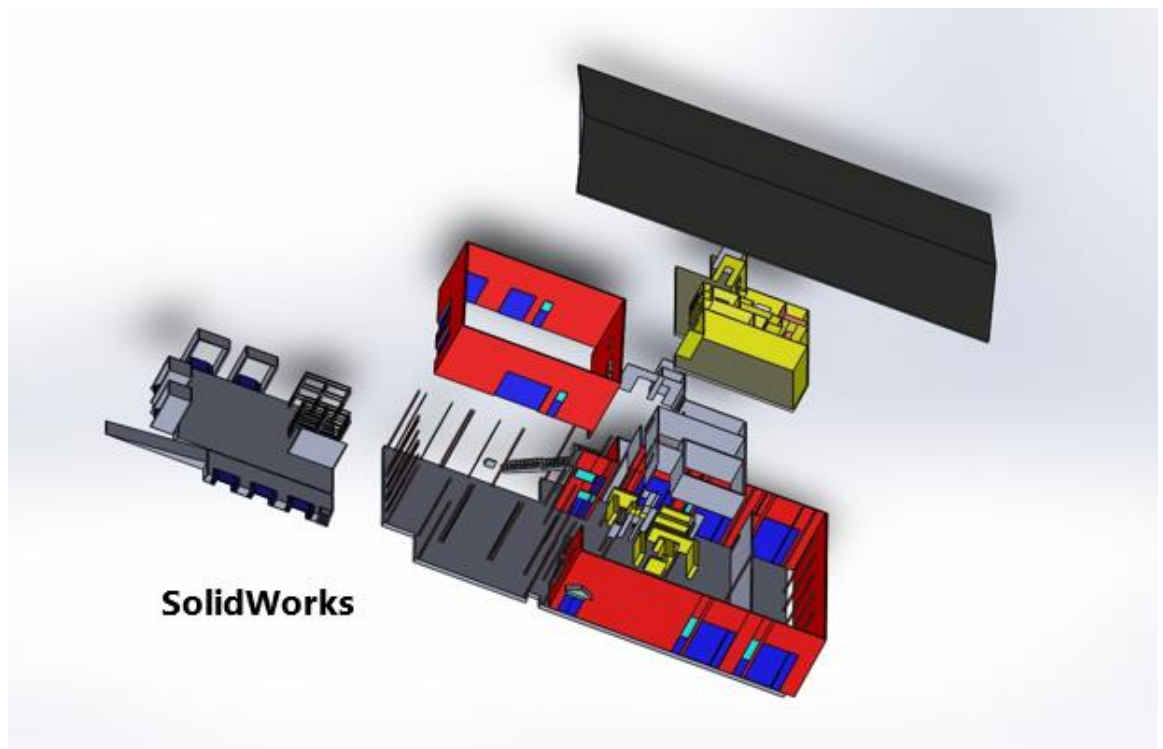
5.2 Käytetyt ohjelmistot

AutoCAD on vektorigrafiikkaohjelma, jonka tiedon käsittely perustuu graafisiin objekteihin, kuten viivoihin, murtoviivoihin, ympyröihin, kaariin ja teksteihin. Uusimpiin Autocad-versioihin on lisätty myös muun muassa pintatyökaluja, solidimallinnuksen perusmuodot ja korkealaatuinen renderöintimoottori. Autocad on kuitenkin omimmillaan viivapiirtoon perustuvassa 2D- tai 3D-suunnittelussa, eikä siitä löydy esimerkiksi nykyaikaisten 3D-mallinnusohjelmien piirrepohjaisuutta. Autodesk onkin liittänyt Autocadin useisiin Suite-ohjelmistopaketteihinsa piirtotyökaluksi mallintavan ohjelmiston rinnalle. Ohjelmasta on kymmeniä kieliversioita. [6.]

Arkkitehtitoimisto laati hankesuunnitelman ja suunnittelukokousten pohjalta kaksiulotteisen pohjapiirroksen tiloista ja julkisivujen kuvaukset (liite 1). Opinnäytetyötä varten saatiin 2D AutoCAD-versio, joka oli pohjana 3D-mallinnukseen. Mallinnus toteutettiin SolidWorks-mallinnusohjelmalla. SolidWorks 3D on monipuolinen mallinnusohjelma, jolla mallinnetaan esineitä ja kokoonpanoja. Kolmiulotteisten kappaleiden avulla voidaan jäljittää mahdolliset virheet, jotka aiheuttaisivat osien yhteensopimattomuutta fyysisessä kokoonpanossa [7, s. 23]. Rakennusten mallinta-

miseen ohjelmaa käytetään harvemmin, mutta sekin kyllä onnistuu. Mallintamisessa pyrittiin luomaan riittävän tarkka kuva hallista, jotta eri tilat on helppo hahmottaa. Yksityiskohtaiseen mallintamiseen ei tässä työssä katsottu olevan tarvetta.

Mallinnettu logistiikkahalli on koottu useista erillisistä osista, joten sen esitteleminen on helppoa. Kaikkiaan kokoonpanossa on kymmenen eri tiedostoa, kuten kuvasta 26 voidaan nähdä. Tiedostot ovat lattia, pylväät, portaat, alakerran pukukäpät, alakerran väliseinät, yläkerta, terminaalin seinät, korjaamon seinät, terminaalin lattia, ja katto. Ohjelmalla voidaan piilottaa yksi tai useampi osa, jolloin alla olevat tilat tulevat esiin.



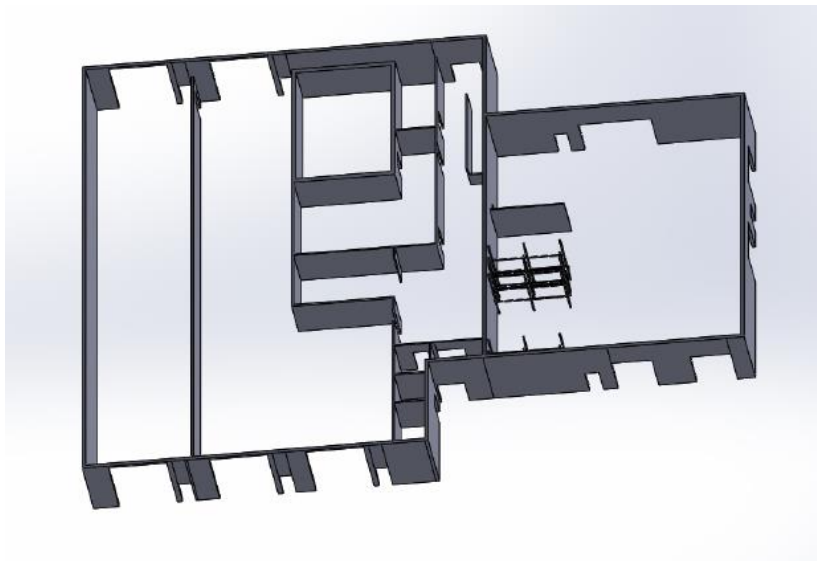
Kuva 26. SolidWorks-ohjelmalla mallinnetun logistiikkahallin räjäytyskuva

Quest on tuotannon mallinnusohjelma. Quest tulee sanoista Queuing Event Simulation Tool. Ohjelmaa käytetään tehtaiden ja prosessien mallintamiseen. Tavoitteena on saada kustannustehokas suunnitelma, tunnistus ja ymmärrys prosessin ongelmista ja saada helposti arvio prosessiin tulevista muutoksista. [8.]

Quest-malli muodostuu erilaisista elementeistä, kuten koneet, varastot ja kuljettimet, jotka on kytketty toisiinsa. Elementtien käyttäytymistä voidaan säädellä erilaisilla sisäänrakennetuilla logiikoilla tai tarvittaessa kokonaan omalla logiikalla. Materiaalivirta kulkee elementistä toiseen määrättyjen kytkentöjen kautta logiikan ohjaamana. [9.]

Tässä työssä on sovellettu Questin 3D-mallinnusta terminaali- ja korjaamoympäristöön. 3D-simulointimalli antaa tarkan kuvan logistiikkahallin toiminnasta.

AutoCAD 2D-pohjapiirroksesta tehtiin mallinnus, jossa on pelkästään seinät ja ovi-
aukot (kuva 27). SolidWorksilla tehty mallinnus tallennetaan VRML-tiedostomuotona itse luodun kansiorakenteen VRML-kansioon. VRML-tiedosto avataan Questin CAD-DATA-VRML-input-polusta [8]. Ohjelmaan tuodun seinämallin sisä- ja ulkopuolelle toteutettiin toiminnan mallintaminen.



Kuva 27. SolidWorks-ohjelmistolla mallinnettu logistiikkahalli, pelkät seinät.

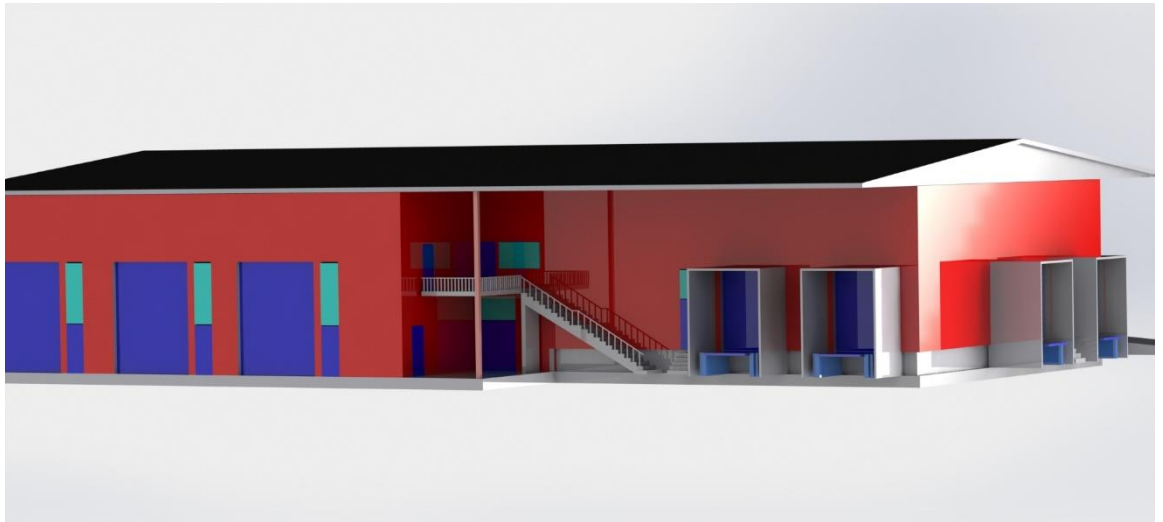
5.3 Logistiikkahallin mallintaminen

Mallinnuksen pohjana on käytetty AutoCAD-pohjapiirrosta, joka on tuotu SolidWorks-mallinnusohjelmaan. Tarkoitus on ollut käyttää mallinnuksen tuotosta mm. suunnitteluryhmän apuna. Kolmiulotteisesta mallista on helpompi hahmottaa epäkohdat ja pyrkiä vielä vaikuttamaan lopputulokseen. Mallintamisen aste on pidetty maltillisena tiedostokokojen hallitsemisen takia. Mallinnetuista logistiikkahallin osista ei ole tehty liian yksityiskohtaisia, koska se olisi kuormittanut kokoonpantua mallia kohtuuttomasti.

Logistiikkahallin mallinnusta on esitelty logistiikka-alan opiskelijoille Kajaanin ammattikorkeakoulun tiloissa, ja se sai osakseen paljon mielenkiintoa. Lisäksi hallista tehtyjä kuvia on esitelty opiskelijoille ja opettajille. Mallintamisesta on ollut paljon hyötyä suunnitteluryhmän työskentelylle. Kuvien pohjalta uudet tilat ovat tuttuja opettajille ja muille sidosryhmille jo ennen hallin valmistumista.

Logistiikkahallin SolidWorks-mallinnuksesta on useita kuvia, joiden avulla rakennuksen eri tilat pystyy hahmottamaan. Kuva 28 on otettu pääsisäänkäynnin puolelta. Terminaali on oikealla puolella, ja siinä on neljä lastaustaskua kahdella sivulla. Lastaustaskut on varustettu sähköllä toimivilla kuormaussilloilla. Taskujen vieressä on molemmilla sivuilla sisäänkäynnit henkilöiden liikkumista varten. Vasemmalla on pesuhallin ovi ja kaksi korjaamon ovea. Isojen ovien vieressä olevat pienemmät ovet ovat henkilöiden liikkumista varten.

Kaikkien sisäänkäyntiovien päälle tulee ikkunat, jotta saadaan luonnonvaloa sisälle. Keskellä olevasta alaovesta kuljetaan hallin keskikäytävään, jossa sijaitsevat opiskelijoiden oleskelu- ja sosiaalityilat. Portaita pitkin päästään yläkerran monitoimitilaan, jossa sijaitsevat mm. opettajien sosiaalityilat ja opetustilaa. Pääsisäänkäynnin vasemmalla puolen olevista ovista on käynti teknisiin tiloihin. Rakennuksen väri on tummanpunainen (liite 1 4/4).

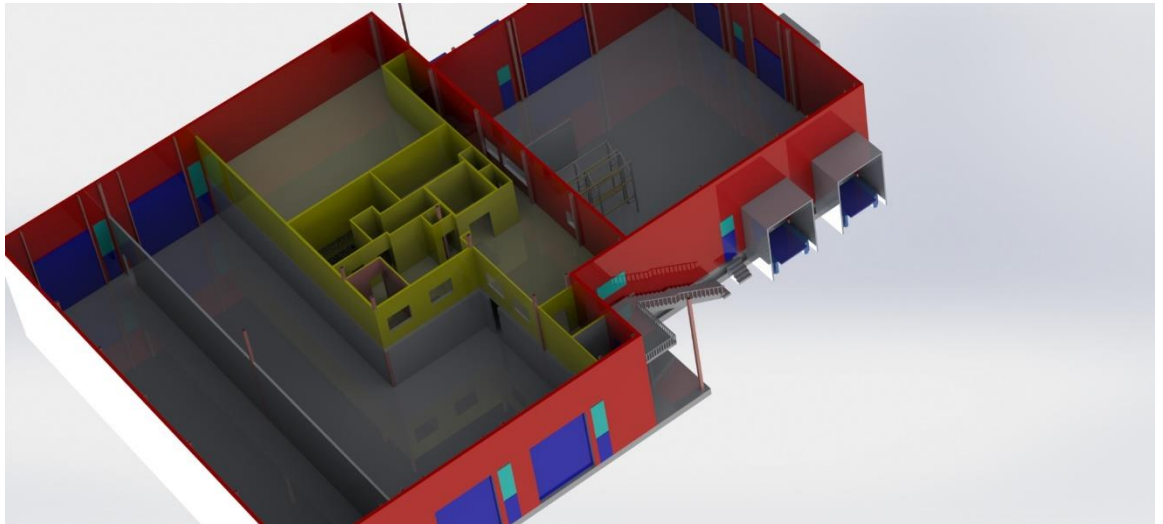


Kuva 28. Kuva pääsisäänkäynnin suunnalta

Kuten kuvasta 29 nähdään, niin yläkerran tilat eivät ole kovin suuret. Tultaessa ulko-ovesta sisään saavutaan opetustilaan, jossa voidaan antaa opetusta lähinnä viikonloppuisin. Viikolla tämä tila on opettajien käytössä, koska erillisiä opettajien huoneita ei ole. Opettajia on kuusitoista, ja heille täytyy varata tarpeeksi työtilaa.

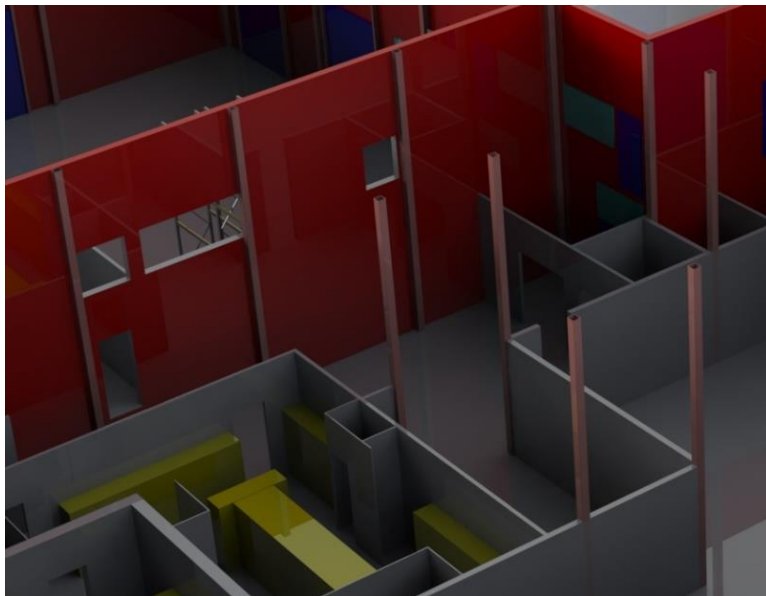
Tiloista avautuvat ikkunat sekä korjaamon että terminaalin puolelle. Tiloista löytyvät opettajien sosiaalityötilojen lisäksi tyttöjen pukukaapit. Sosiaalityötilojen kokoa muokattiin useaan kertaan ja saatiin lopulta tyydyttävä loppuratkaisu. Keskellä on opettajille tarkoitettu pieni keittiönurkkaus sekä pieni huone esimerkiksi opettajan ja oppilaan kahdenkeskisiä keskusteluja varten. Äänieristettyyn pimeään ajon simulaattorihuoneeseen pääsee suoraan opetustilasta. Keittiönurkkauksen vieressä on pieni siivouskomero.

Oikealta menevät portaat alakerran käytävään, josta myös kuljetaan tyttöjen sosiaalityötiloihin. Matkan varrella on myös kaksi wc-tilaa varattuna vierailijoiden käyttöön. Yläkerrassa oleva iso tila on varattu kiinteistöön sijoitettaville laitteistoille, kuten IV-koneet. Mikäli koko yläkerta olisi ollut monitoimitilan käytössä, olisi sinne saanut kaksi isoa luokkaopetustilaa. Lisäksi tiloihin olisi saatu huomattavasti enemmän luonnonvaloa.



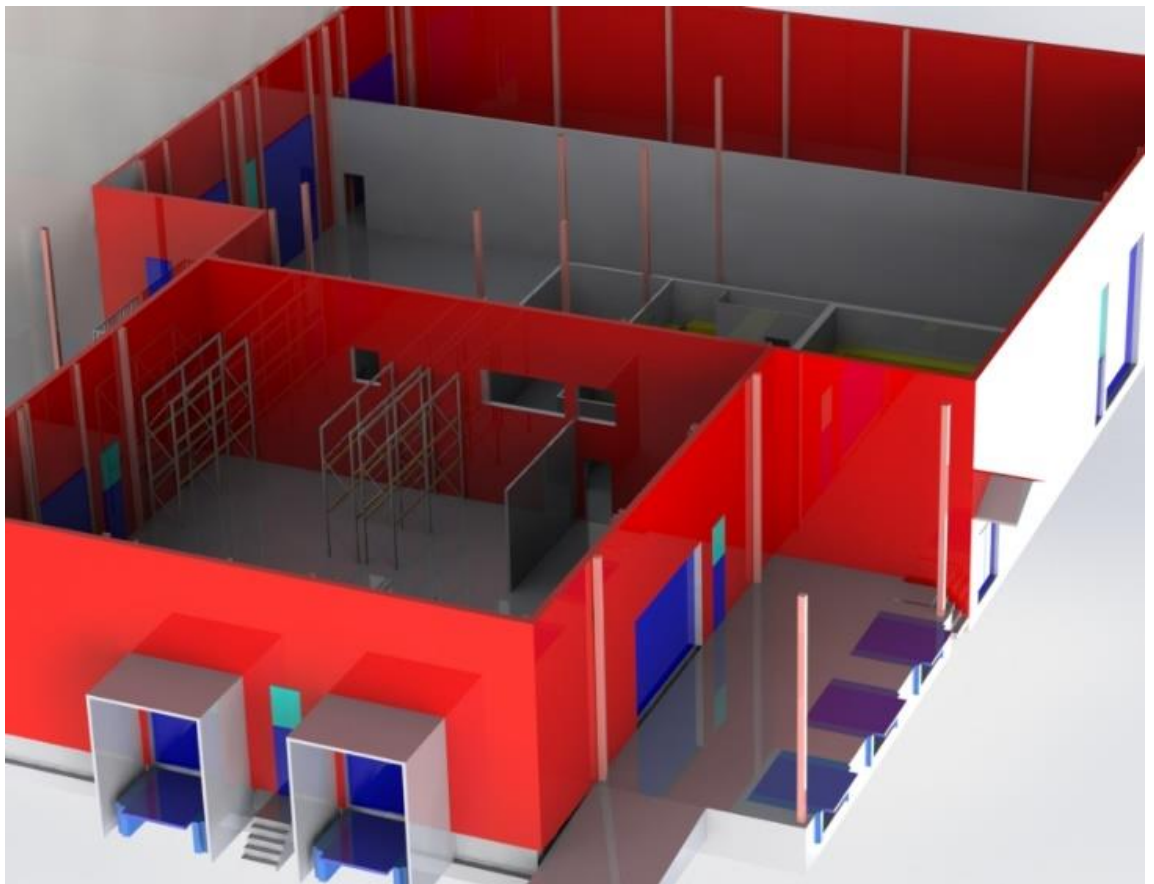
Kuva 29. Yläkerran sijoittuminen

Opiskelijoiden oleskelutilat sijaitsevat alakerrassa keskellä hallia. Tiloihin on kulku sekä etu- että takapihalta. Kuvasta 30 poikien sosiaalitilat näkyvät vasemmalla, vihreät pukukaapit. Terminaalin puoleiselle seinustalle sijoitetaan ajosimulaattoreita ja tietokoneita opiskelijoiden käyttöön. Keskellä olevaan pieneen huoneeseen sijoitetaan logistiikan käytössä oleva biljardipöytä. Huoneen edessä vasemmalla on opiskelijoiden käyttöön jääkaappi, mikroaaltouuni ja kahvinkeitin. Alakerasta on kulkuyhteys terminaaliin ja korjaamotiloihin. Lisäksi sieltä johtavat portaat yläkertaan. Tilassa on myös inva-wc, siivoushuone ja varasto.



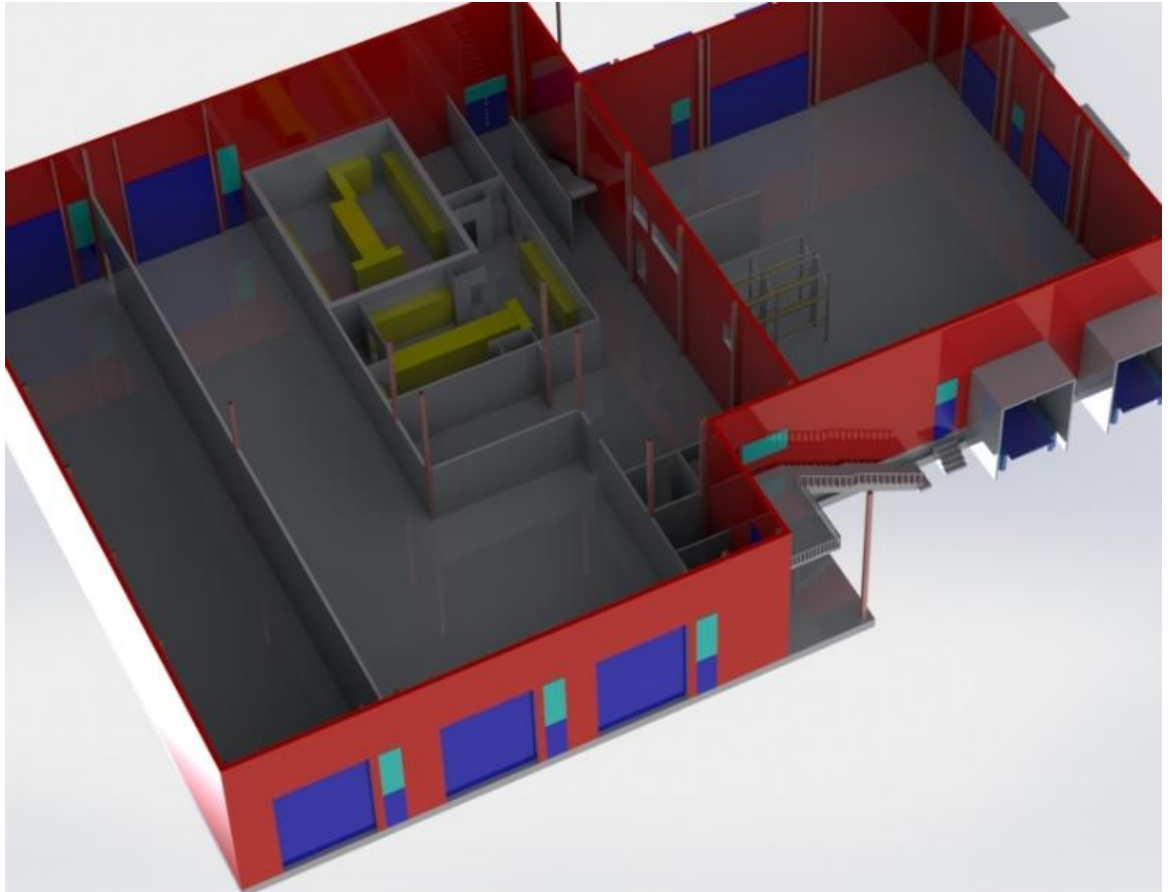
Kuva 30. Alakerta, kulkuovet sekä terminaaliin että korjaamolle

Terminaali on neliön muotoinen ja noin 18 metriä suuntaansa (kuva 31). Isosta ovesta päästään ulkolaiturille, jossa on kolme sähköllä toimivaa kuormaussiltaa ja ajoluiska pihalle. Ulkolaiturilla on pienempi ovi henkilöliikennettä varten. Terminaalissa on kolme kuormalavahyllystää, joihin mahtuu 54 eurolavaa. Sähkötrukkien latauspiste sijoittuu oleskelutiloista saavuttaessa sisääntulo-oven vasemmalle puolelle. Hallin keskellä on hyvin tilaa liikkumiseen. Kaikkien henkilöliikenteeseen tarkoitettujen ovien päällä on ikkuna tuomassa luonnonvaloa tiloihin.



Kuva 31. Terminaali ja ulkolaituri

Kuvasta 32 voidaan hahmottaa alakerta kokonaisuudessaan. Kuvassa ylhäällä keskellä on sisäpihan puoleinen sisäänkäynti opiskelijoiden oleskelutilaan. Lisäksi siitä kuljetaan portaita pitkin yläkerran monitoimitilaan.



Kuva 32. Korjaamo ja pesuhalli

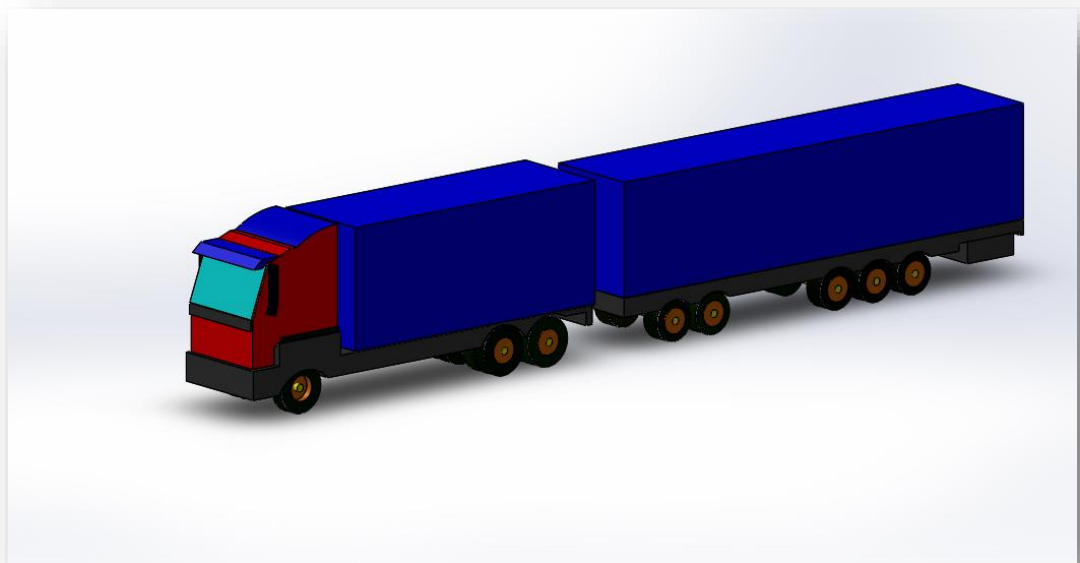
Poikien sosiaalityötiloissa on 130 pukukaappia, joten ne vievät ison osan alakerran tiloista. Pesuhalli ja korjaamo ovat läpiajettavia, ja sinne sopii täyspitkä ajoneuvoyhdistelmä kokonaisuudessaan sisälle. Pituutta tiloilla on noin 32 metriä. Läpiajettavan korjaamon vieressä on pienempi korjaamon osa, jossa voidaan huoltaa kuorma-autoja, pakettiautoja sekä esimerkiksi kaivinkonetta. Pienempi osa on tarpeen, koska siellä jokin kone voi olla levällään pidemmän aikaa haittaamatta muuta toimintaa. Läpiajettavassa huoltohallissa on 25 metriä pitkä huoltokuilu, joka voidaan peittää rolo-kannella.

5.4 Toiminnan mallintaminen

Kajaanin ammattikorkeakoulussa on käytössä tuotannon simulointi- ja mallinnusohjelma Quest. Ohjelmalla voidaan mallintaa virtuaalisia tuotantojärjestelmiä, niiden periaatteita, osia ja laitteita sekä analysoida niiden toimintaa. Ohjelman avulla voidaan tehostaa toimintaa ja ennakoida tuotantoympäristöjen hallintaa tuotannon eri tasoilla. Simuloinnin yhteydessä voidaan arvioida myös eri tuotannontekijöiden kustannusvaikutuksia. Kajaanin ammattikorkeakoulu järjestää Quest-ohjelmiston ohjelmointi- ja käyttökoulutusta suunnittelijoille sekä tuotekehitys- ja tuotantohenkilöille. [10.]

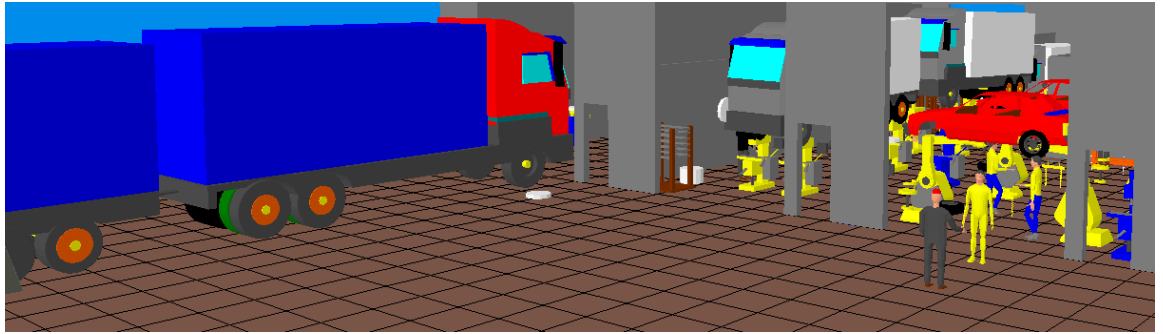
Kajaanin ammattikorkeakoulun www-sivuilla löytyy kaksi esimerkkiä Questilla toteutetuista simulaatioista.

Quest-ohjelmassa on CAD-ominaisuudet, joiden avulla SolidWorks-tiedosto tuodaan malliin. Logistiikkahallin seinärakenteet mallinnettiin SolidWorksillä. Seinien lisäksi mallinnettiin ajoneuvoyhdistelmä, joka on täyspitkä eli 25,25 m (kuva 33). Mallinnus tehtiin lähinnä sen takia, jotta saadaan kokonaiskuva hallin pituudesta vertailuajoneuvon kautta. Kuvassa 34 nähdään tämä samainen ajoneuvoyhdistelmä sijoitettuna Quest-simulointiohjelmaan.



Kuva 33. SolidWorksillä mallinnettiin täyspitkä ajoneuvoyhdistelmä.

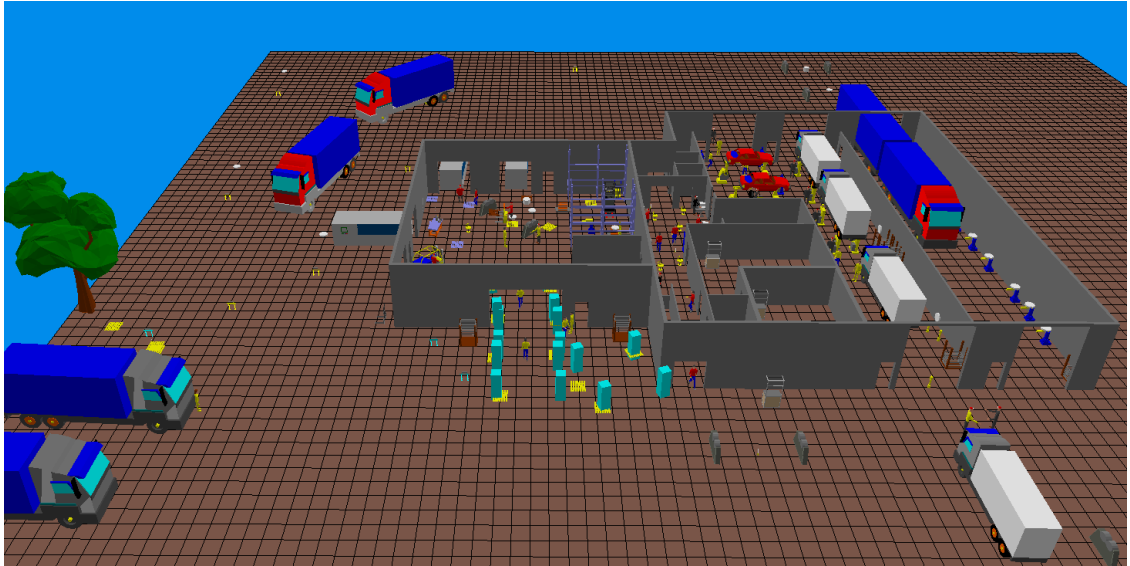
Kun malli on valmis, se täytyy tallentaa erikseen VRML-tiedostomuotona itse luodun kansiorakenteen VRML-kansioon. VRML-tiedosto avataan Questin CAD-Data-VRML-Input-polusta. Tässä muodossa osaa voidaan muokata Questin omilla työkaluilla. Yleisin muutos on koordinaatiston siirtäminen oikeaan kohtaan viimeistään tässä vaiheessa. Kaikki uuden osatiedoston paikoituspaikat Questiin tuotaessa ovat sen kappaleen origossa eli koordinaatiston keskipisteessä. [8.]



Kuva 34. SolidWorks-ohjelmalla mallinnettu ajoneuvoyhdistelmä on tuotu Quest-mallinnusohjelmaan. Värit usein muuttuvat kulkiessaan prosessista toiseen.

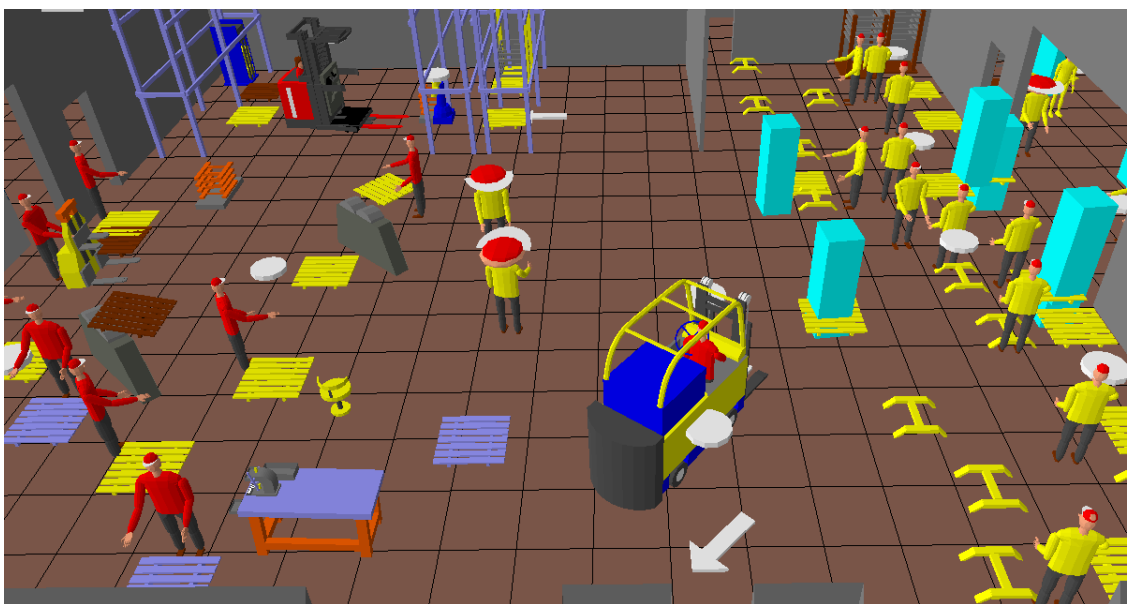
Koordinaatiston muutos tehdään polussa CAD-AUX. Kun koordinaatisto on saatu siirrettyä oikealle kohdalle, se täytyy määrittää kappaleen uudeksi pääkoordinaatistiksi. Se tehdään CAD-Modify-osiossa New Org -komennolla. New Org -komenton valinnan jälkeen täytyy valita kappale, jolle uusi pääkoordinaatisto määritetään, sekä koordinaatisto, joka muuttuu uudeksi pääkoordinaatistiksi. Kun koordinaatisto on määritetty, täytyy kappale kääntää CAD-maailman koordinaatiston kanssa samansuuntaiseksi. Tämä saadaan aikaan Trn Obj- ja Rot Obj -komentojen avulla asettamalla kaikki arvot nolaksi. Kappaleesta riippuen mallin väriä täytyy muuttaa tarvittaessa. [8.]

Rakennukseen sijoitettiin kaksi ryhmää työskentelemään (kuva 35). Ryhmässä on enimmillään kahdeksantoista opiskelijaa. Yksi ryhmä työskentelee korjaamon puolella ja toinen ryhmä terminaalisissa. Lisäksi pari autoa voisi harjoitella peruuttamista ulkolaituriin tai kuormaustaskuihin. Opiskelijat voisivat myös välillä käyttää pesuhallia käytössään olevan laitteen tai ajoneuvon pesuun. Osa opiskelijoista voi myös hyödyntää oleskelutilojen tietokoneita. Tällöin tilat riittävät tarkoituksenmukaiseen opiskeluun.

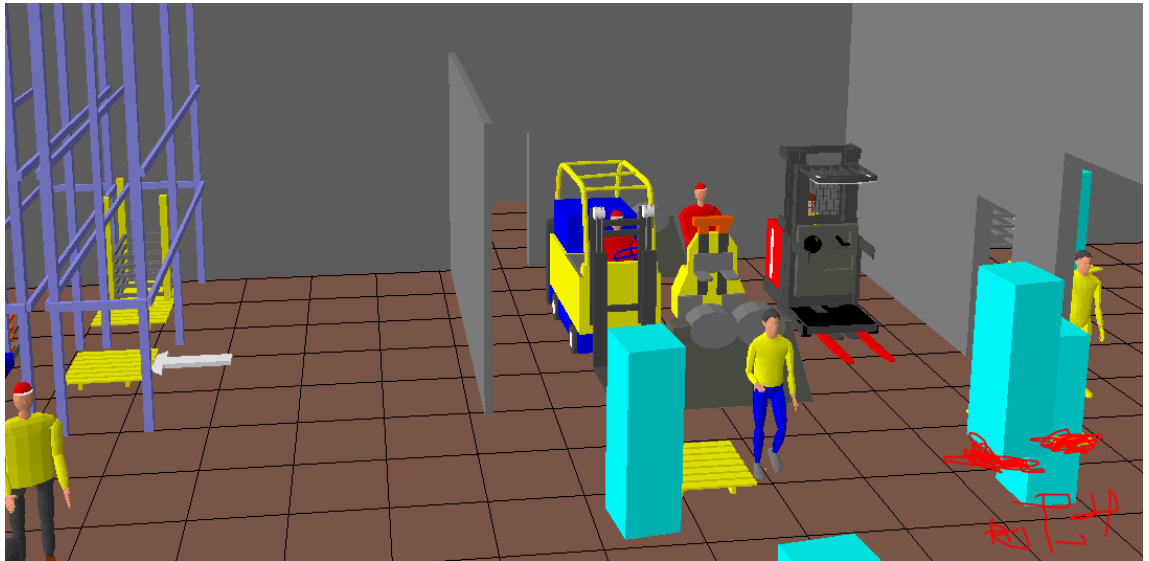


Kuva 35. Logistiikkahallin alueella työskentelee kaksi ryhmää

Logistiikkahalliin sijoitettiin myös kolme ryhmää siten, että korjaamolla on edelleen yksi ryhmä, mutta terminaalin alueella on kaksi ryhmää. Simuloinnista nähdään selvästi se, että kolme ryhmää olisi liikaa, jotta kaikille voitaisiin järjestää mielekkäitä harjoituksia. Lisäksi opiskelijoiden turvallisuus vaarantuu liian lähekkäisten toimintojen takia (kuva 36). Turhautumista taas tulee siitä, kun joutuu liian kauan odottamaan omaa vuoroaan esimerkiksi trukkiharjoituksiin. Tällainen vaikuttaa opiskelijoiden motivaatioon ja voi johtaa häiriköintiin tai jopa opintojen keskeyttämiseen.

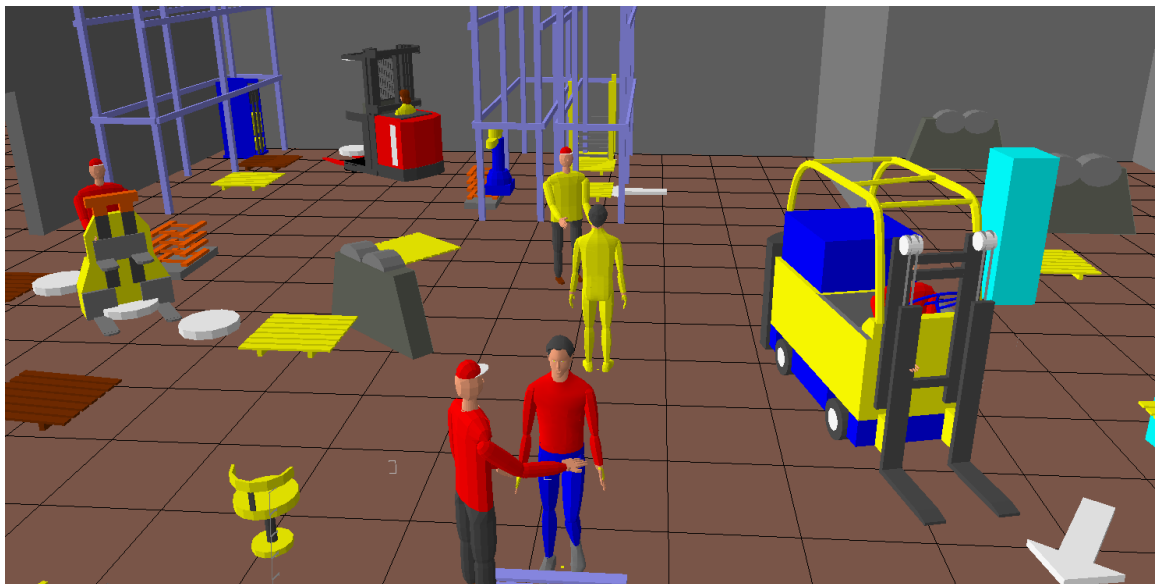


Kuva 36. Terminaalin alueella työskentelee kaksi ryhmää



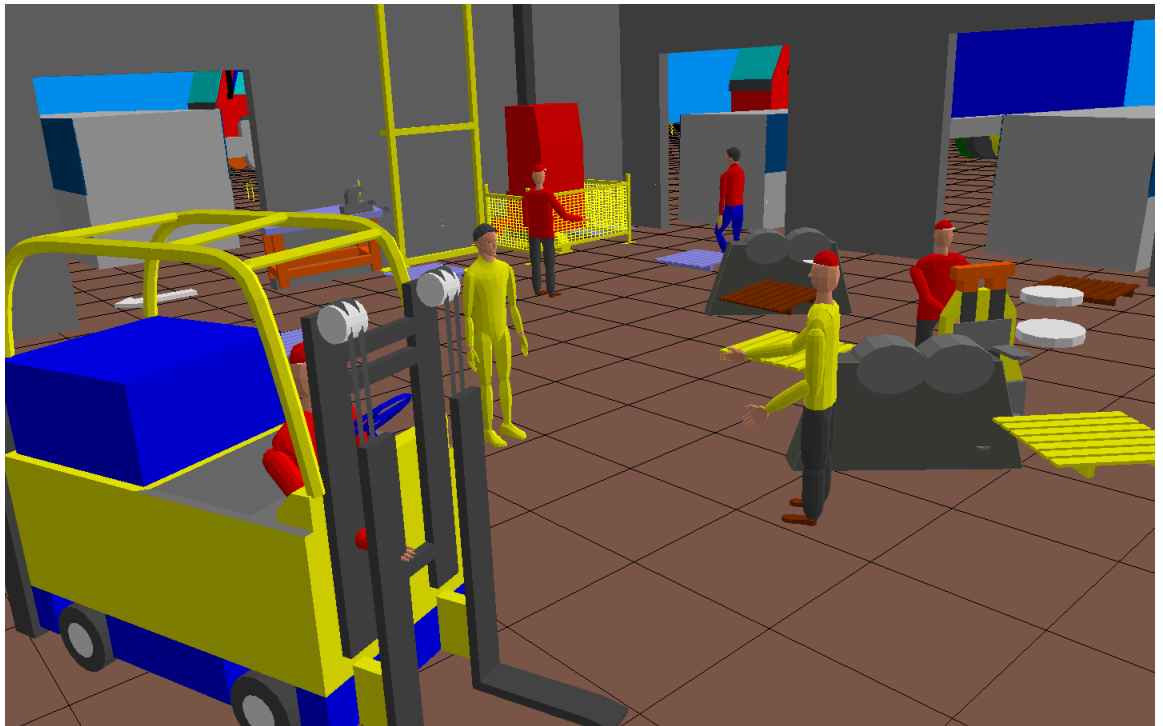
Kuva 37. Trukkien säilytyspaikka, johon tulee 16 ampeerin latausvirta.

Trukkeja säilytetään kuvan 37 mukaisesti sisääntulo-oven vieressä. Tilasta löytyy latausvirta akuille sekä tislattua vettä akkujen täyttöön. Terminaaliin sijoitettiin kolme opiskelijaa ajamaan sähköllä toimivilla laitteilla (kuva 38). Nämä laitteet ovat sähkötrukki, lavansiirtovaunu ja työntömastotrukki. Sähkötrukilla ja lavansiirtovau- nulla kuormataan konttia tai perävaunua. Työntömastotrukki harjoittelee siirtele- mällä varastohyllystä toiseen lavakuormia.



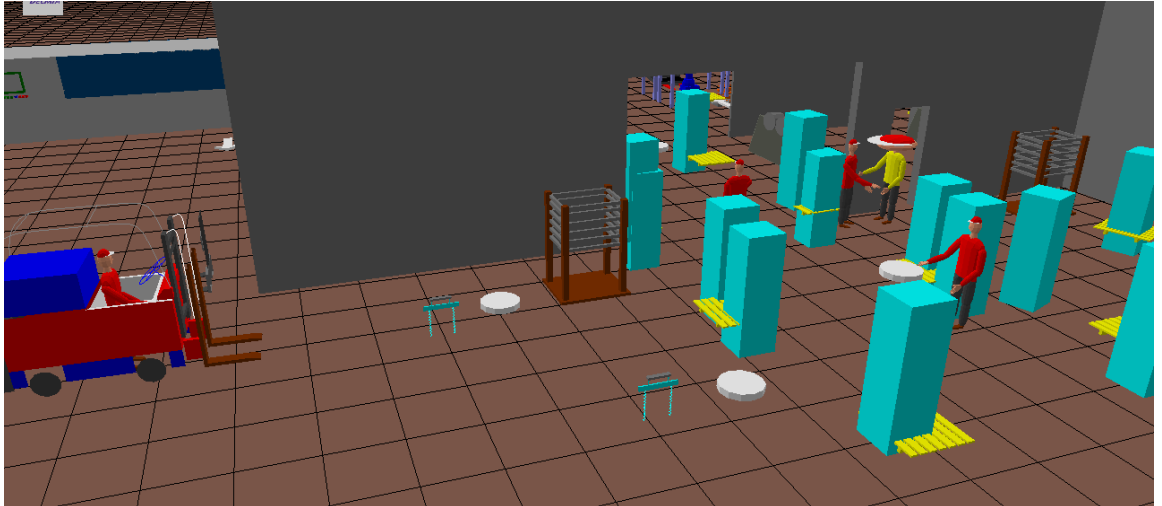
Kuva 38. Sähkötoimiset vastapainotrukki, työntömastotrukki ja lavansiirtovaunu ovat harjoitusten parissa opettajan ohjauksessa.

Konttia kuormaa kolme opiskelijaa esimerkiksi pumppukärriä apuna käyttäen. Samalla tulee myös kuorman sidontaan liittyvää harjoitusta. Pakkaustekniikan ja kuormansidonnan välineistö on keskitetty taskujen väliseen nurkkaukseen (kuva 39). Seinällä on kaappi, jossa voidaan säilyttää kuormansidonnassa tarvittavaa välineistöä, kuten sidontavöitä ja vantteja riimuineen. Siellä sijaitsee myös työpöytä, jonka päällä on pakkaustekniikan välineistöä, kuten suojakelmua, teippiä ja sidontavannetta.



Kuva 39. Pakkaustekniikan välineistö sijoitetaan taskujen väliseen nurkkaukseen. Nurkan oikeanpuoleisissa taskuissa on kontti tai perävaunu lastausharjoituksia varten.

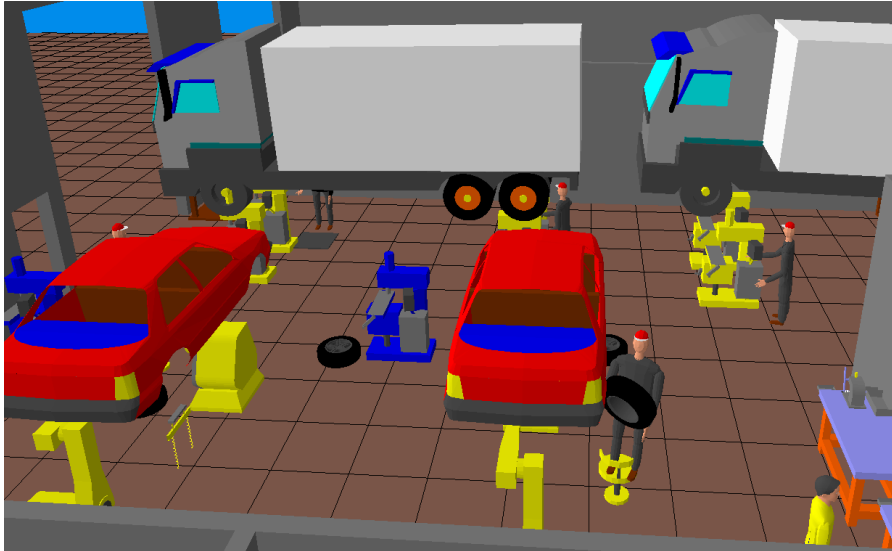
Pakkaustekniikan harjoituksia tekee kolme opiskelijaa osittain terminaalin, mutta enimmäkseen ulkolaiturin alueella. Puhvelitavoista kootaan lavakuormia ja esimerkiksi trukki siirtää lavan perävaunuun. Yksi opiskelija voi ajaa trukilla myös ulkona (kuva 40). Trukilla voi tehdä ajoharjoituksia tai kuorman lastaus- ja purkuharjoituksia. Ulkolaiturissa voi olla perävaunu, johon harjoitellaan kappaletavaran lastaamista. Kaikki kuormaussillat ovat sähkötoimisia, joten trukilla ja lavansiirtovau- nulla työskentely on turvallista.



Kuva 40. Ajoluiskan kautta trukki pääsee työskentelemään myös piha-alueelle.

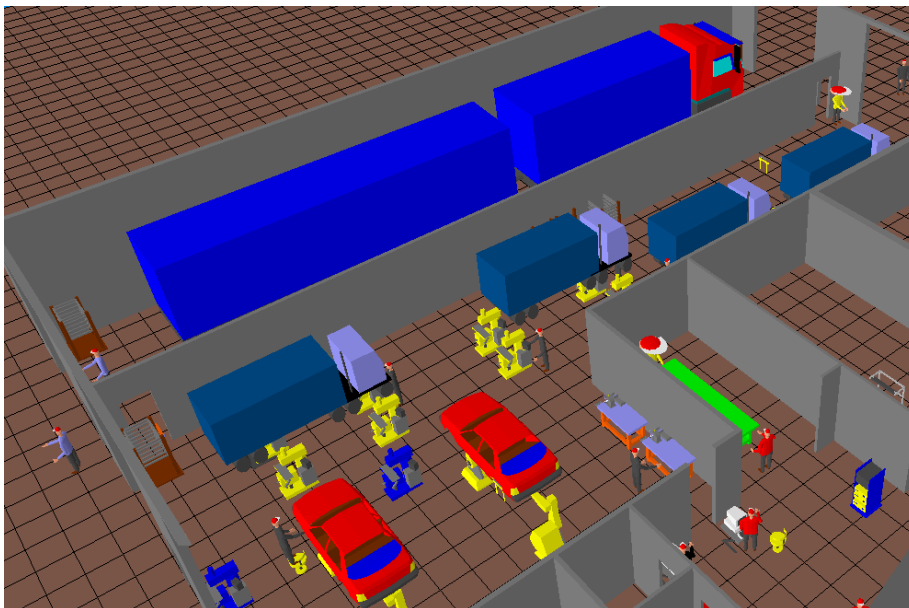
Ryhmän loput opiskelijat joko odottavat vuoroaan tai ovat tietokoneilla tekemässä aiheeseen liittyviä harjoituksia. Kaikkien oppilaiden on päästävä riittävästi harjoittelemaan. Toiset opiskelijat tarvitsevat enemmän aikaa saavuttaakseen tavoitellun tason. Tavoitellun tason saavuttamisen jälkeen opiskelija voidaan ohjata työssäoppimaan tai toiselle rinnakkain etenevälle kurssille. Vaikeusasteen tulisi kasvaa opintojen edetessä. Ensimmäisellä vuosikurssilla opetetaan perusteet, kuten trukikortti. Toisella vuosikurssilla edetään vaativampien lastausharjoitusten parissa apulaitteita apuna käyttäen. Kolmannelle vuosikurssille sijoittuvat valinnaiset ammatilliset aineet ja lopuksi työssäoppimassa harjaannutaan kohti alan ammattilaisuutta.

Korjaamossa työskentelee neljä opiskelijaa pienellä puolella huoltamassa logistiikan ajoneuvoja (kuva 41). Siellä huolletaan myös Seppälän luonnonvara-alan ja maanrakennusalan kalustoa, mutta aikataulut on syytä käydä läpi hyvissä ajoin. Autot voidaan nostaa ylös siirrettävillä pilarinostureilla. Pilarinostimia tulisi olla vähintään kaksi sarjaa, jotta useampia autoja voidaan nostaa samanaikaisesti ylös. Seinän vierustalle tulee mahtua työpöydät, ja tilaa tarvitaan myös esimerkiksi porakoneelle. Työkalujen säilytys tulee suunnitella huolella, jotta ne löytyvät helposti ja ovat tallessa. Auton asentajilla on lukittavat työkalukärryt, joka sopisi sovelletuna myös logistiikka-alalle. Työkaluja ja laitteita voisi säilyttää esimerkiksi pienemmän korjaamo-osan seinustalla. Työkalun malli olisi piirretty säilytyspaikkaan, jotta ko. laite olisi helpompaa palauttaa oikealle paikalle.



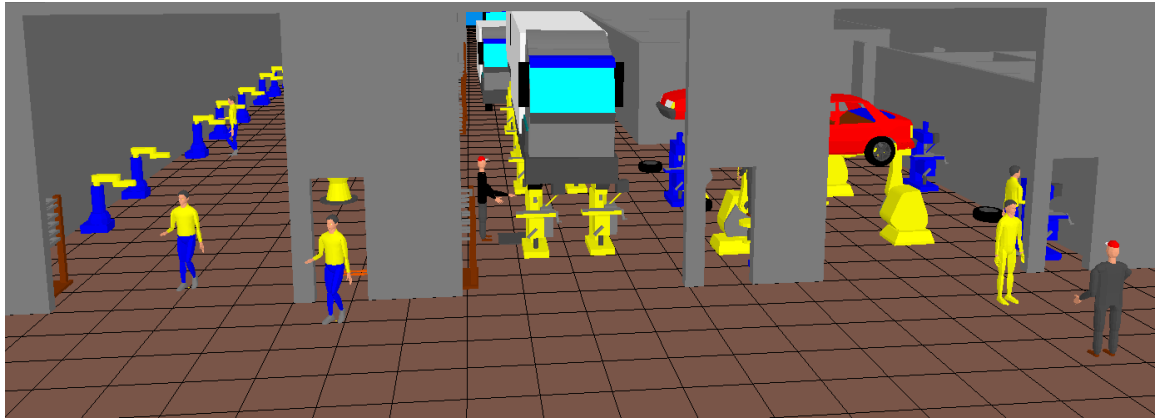
Kuva 41. Korjaamossa voidaan autoja nostaa ylös siirrettävillä pilarinostimilla. Työpöydät on sijoitettu pienen korjaamo-osan ehjälle seinustalle.

Läpiajettavan korjaamohallin osalla työskentelisi kahdeksan opiskelijaa. Halliin sopii kokopitkä yhdistelmä (kuva 42) tai vaihtoehtoisesti jopa neljä kuorma-autoa tai pakettiautoa. Siirrettävillä pilarinostimilla autoja voidaan tarvittaessa nostaa ylös kuvan mukaisesti. Harjoittelun monipuolisuutta lisää huoltokuilu läpiajettavan hallin osalla. Huoltokuilussa on siirrettävä akselinnostin, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi renkaiden vaihdossa.



Kuva 42. Läpiajettavan huolto- ja pesuhallin sisälle sopii kokopitkä ajoneuvoyhdistelmä tai vastaavasti useampi pienempi kuorma- tai pakettiauto.

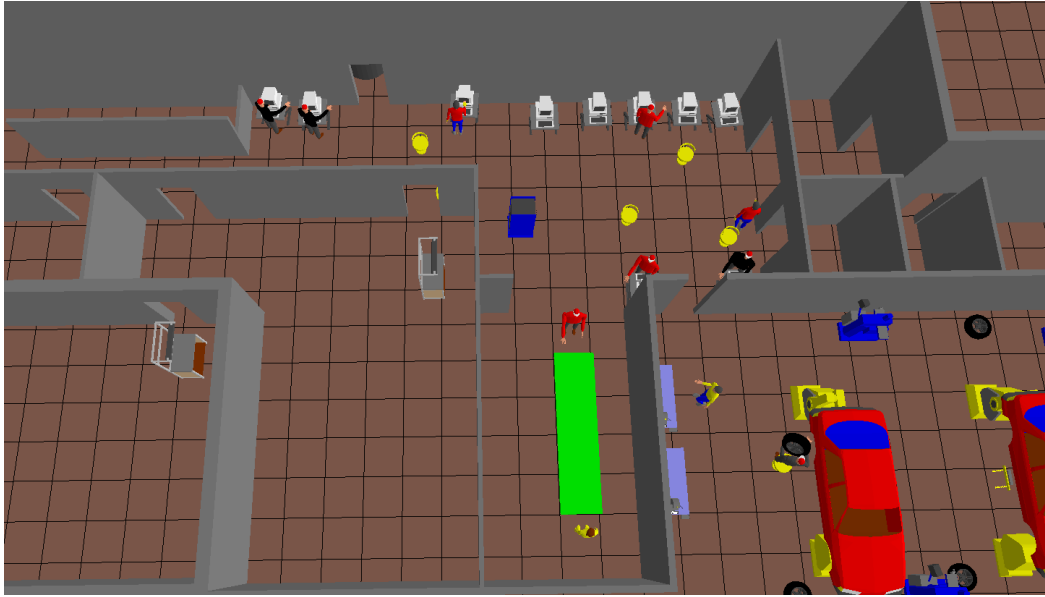
Pesuhallin puolella työskentelisi kahdesta neljään opiskelijaa kerrallaan (kuva 43). Talvisin pesuhallin käyttö on vähäisempää, joten hallia voidaan käyttää myös autojen huoltamiseen. Kainuun ammattiopisto voisi myös tarjota pesupalveluja paikallisille raskaan kaluston yrityksille.



Kuva 43. Pesuhalli tarjoaa mielekästä tekemistä muutamalle opiskelijalle.

Eri kurssien yhteydessä tulisi olla mielekkäitä kirjallisia harjoituksia. Muutama opiskelijaa voisi käyttää tietokoneita asiaan liittyvien harjoitusten tekoon. Tietokoneet ovat korjaamon välittömässä läheisyydessä. Tällöin ryhmää saadaan jaettua pienempiin osiin. Opettajalle jäisi enemmän aikaa yksilölliseen opettamiseen.

Opiskelijoiden oleskelutilat sijaitsivat keskeisellä paikalla rakennusta (kuva 44). Tauoille siirtyminen on helppoa, koska terminaali ja korjaamo ovat samassa rakennuksessa. Opiskelijoiden ruoka- ja välitaukoja tulisi porrastaa. Tällöin kaikki opiskelijat eivät olisi yhtä aikaa oleskelutiloissa. Tilojen ruuhkaantuminen aiheuttaa yleensä ongelmia. Opettajien taukotila on lähellä, joten järjestyshäiriöitä ei pääse syntymään. Seppälän ruokalarakennuksessa on myös kahvio, jossa opiskelijat ja opettajat voivat käydä kahvilla.



Kuva 44. Opiskelijoiden oleskelutiloissa on biljardipöytä, kymmenkunta tietokoneetta ja pari ajosimulaattoria (tiloista käyntiovi korjaamolle ja terminaaliin).

Simuloinnissa tulee selvästi esille, että logistiikkahallin alueella voisi työskennellä kaksi ryhmää samanaikaisesti. Korjaamolla riittää mielekästä tekemistä yhdelle ryhmälle ja terminaalissa toiselle. Opiskelijoiden taukutiloissa olisi yksi ryhmä kerrallaan, jottei tule liian ahdasta. Tämä onnistuu sopivalla aikataulutuksella.

Tähän työhön liitetyt kuvat kertovat paljon tulevasta toiminnasta. Liikkuva kuva kertoo kuitenkin enemmän, mutta Kainuun ammattiopistolla ei ole Quest-ohjelman lisenssiä. Simulointia voidaan kyllä käydä katsomassa Kajaanin ammattikorkeakoulun tiloissa. Tästä simuloinnista on tehty filmi erillisenä projektina.

6 HARJOITTELUALUE

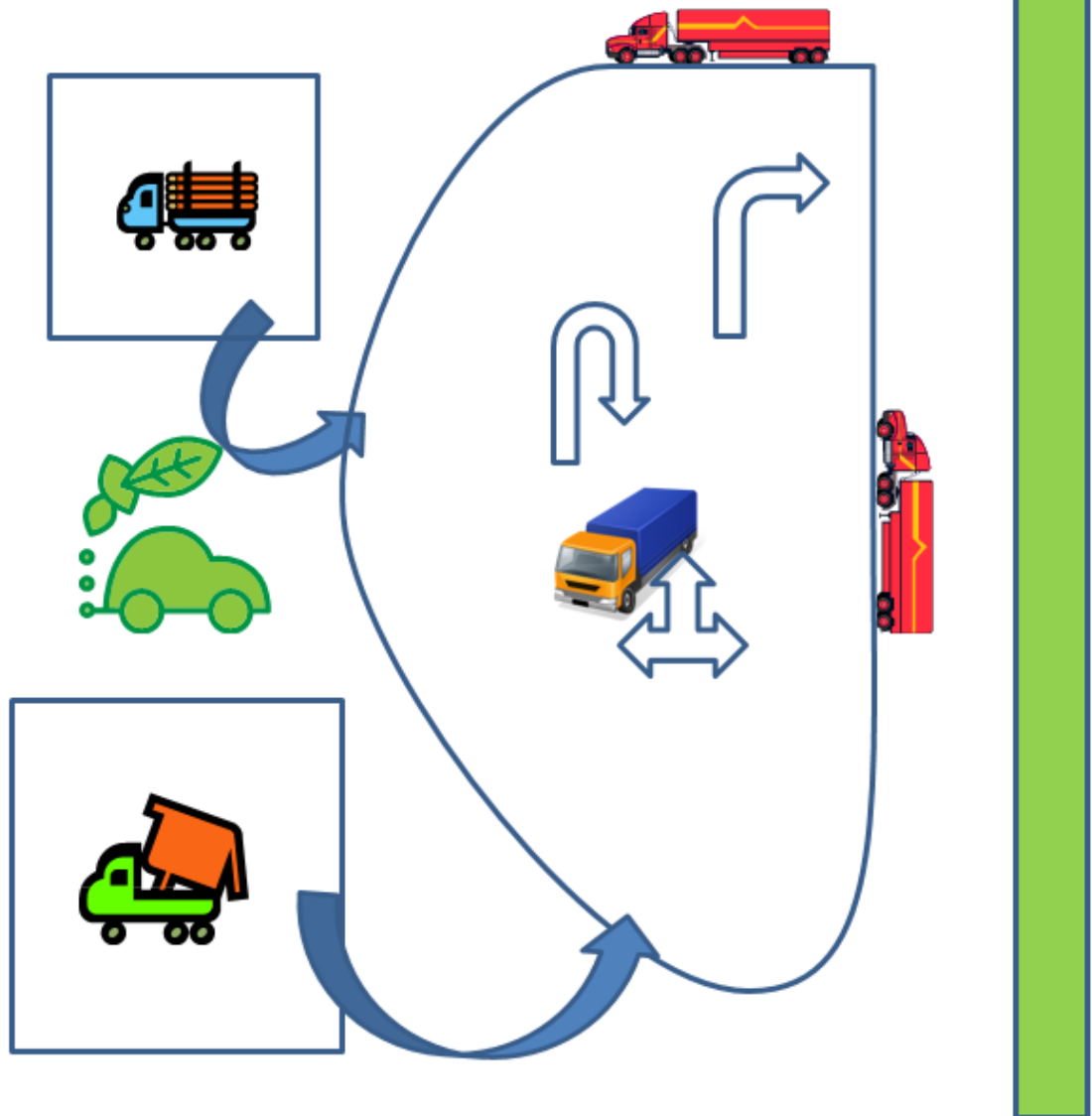
Nykyisin Seppälässä on luonnonesteillä rajattu alue varattu harjoittelualueeksi. Kulku sinne tapahtuu aukaistavan puomin kautta (kuva 45). Liikennöinti tapahtuu Seppälän koulualueen läpi. Alueella harjoittelevat logistiikan, Seppälän ja maanrakennusalan opiskelijat. Seppälän opiskelijat harjoittelevat heti puomin jälkeen avautuvalla alueella. Logistiikan opiskelijat keskivaiheilla ja maanrakennuspuolen opiskelijat alueen perällä, jonne myös rakennetaan uutta harjoittelualuetta. Seppälän maalaismarkkinoiden aikana alue toimii parkkialueena.



Kuva 45. Puomin jälkeen alkaa nykyinen harjoittelualue, johon uusi halli sijoittuu.

Uutta ajoharjoittelurataa on alettu rakentamaan maanrakennusalan toimesta pari vuotta sitten. Alue tulee suljetuksi, joten sinne ei ole ulkopuolisilla asiaa. Suljettu alue erotetaan yleisesti liikennöitävästä alueesta puomilla, aidalla tai esimerkiksi luonnonesteillä, kuten kivillä tai ojituksella. Erityistä suunnitelmaa ajoharjoitteluradan koosta ja muodosta ei ole tehty. Kuvassa 46 on hahmoteltu uuden ajoharjoitteluradan muotoa. Jatkosuunnittelussa täytyy harjoittelualueet ja ajoharjoittelurata mitoittaa tarvetta vastaavaksi.

Harjoittelualue, "lay out"



Kuva 46. Harjoittelualan periaatteellinen hahmotelma

Nykyisin kolmannen vuosikurssin opiskelijat käyvät Hyrynsalmen ajoharjoittelualueella suorittamassa raskaan kaluston ennakoivan ajon REAK-koulutuspäivän. Tällä hetkellä vastaavanlaisen toiminnan harjoitteluun Kajaanissa ei ole sopivaa

tilaa. Rakennettavalla ajoharjoittelualueella tulisi olla yksi pitempi suora, jossa voidaan harjoitella jarruttamista ja esteen väistöä. Kaarreajon harjoitukseen tarvitaan yksi loivempi ja toinen tiukempi kaarre.

Alueen keskelle tulisi tehdä alue auton käsittelyä, kuten peruuttamista varten. Lisäksi siellä voitaisiin harjoitella lavanvaihtoa koukku-, vaijeri- ja jalkalavakonteilla. Alueen vasemmalle reunalle rakennetaan kaksi erillistä aluetta, joissa toisessa toimivat nosturiautot ja toisessa maansiirtokalusto. Puunkuljetusautoa varten alueella olisi puupino, jossa kuorman lastausta ja purkua voisi turvallisesti harjoitella. Lisäksi samalle alueelle sijoitettaisiin harjoituspainoja nosturiautoa varten (kuva 47). Sopivilla apuvälineillä harjoituksista saadaan mielekkäitä.



Kuva 47. Nosturiautolla harjoitellaan betonipainojen kuormaamista.

Toisella alueella olisi erilaisia harjoitteita maansiirtokalustoa varten. Maa-aineskasoja lastattaisiin pyöräkoneella yhdestä paikasta ja kipattaisiin toiseen. Kuvassa 48 nähdään lastausharjoituksia suunnilleen tulevan logistiikkahallin kohdalla. Autot voisivat ajaa ajoharjoitteluradalla kuorma päällä ja tulla sitten kippaamaan, mikäli rata ei olisi toisten opiskelijoiden käytössä



Kuva 48. Maansiirtokalusto harjoituksissa

Toisen asteen ammatillisen koulutuksen opetussuunnitelmia uudistetaan parhailaan. Uudet opetussuunnitelmat otetaan käyttöön syksyllä 2015. Opintoviikot vaihtuvat osaamispisteisiin, ja tämän vaihdoksen yhteydessä on tarkoitus tarkastella kriittisesti, mitä opetetaan ja millaisina kokonaisuuksina. Tarkoitus olisi selventää nykyistä käytäntöä siitä, mitä eri opintokokonaisuuksien alle sisältyy. Aloittavan vuosikurssin opiskelijat ovat logistiikkahallin alueella ensimmäisen vuoden. Tällöin heillä on kuorma-auton tavarakuljetusten hallinnan kurssi, jossa pääpaino on korjaamon ja terminaalin harjoituksilla. Toisen vuosikurssin opiskelijoilla pääpaino on ajoneuvon kuljettamisella, johon kuuluu myös laaja kuormankäsittelyn osuus. Suurin osa opiskelusta tapahtuu siten harjoittelualueella ja liikenteessä, ajo-opetuksen parissa. Kolmannelle vuodelle tulevat ammatilliset valinnaiset, kuten massatavaran kuljettaminen tai ympäristöhuollon kuljetukset. Harjoituksia voidaan tehdä harjoituspisteissä, ja lisäksi voidaan hoitaa monenlaisia kuljetuksia, koska opiskelijoilla on jo ajo-oikeus. Aikuisopiskelijat ovat tällä hetkellä omana ryhmänä. Ammatillisten valinnaisten aikana olisi mahdollista yhdistää heitä nuorisopuolen kanssa sopivien ryhmäkokojen aikaansaamiseksi. Ryhmien koko ja kurssien ajallinen sijoittuminen on tiedettävä hyvissä ajoin. Turvallisuusnäkökohdat huomioiden määritellään, kuinka monta opiskelijaa tai opiskelijaryhmää voi samanaikaisesti harjoitella alueella.

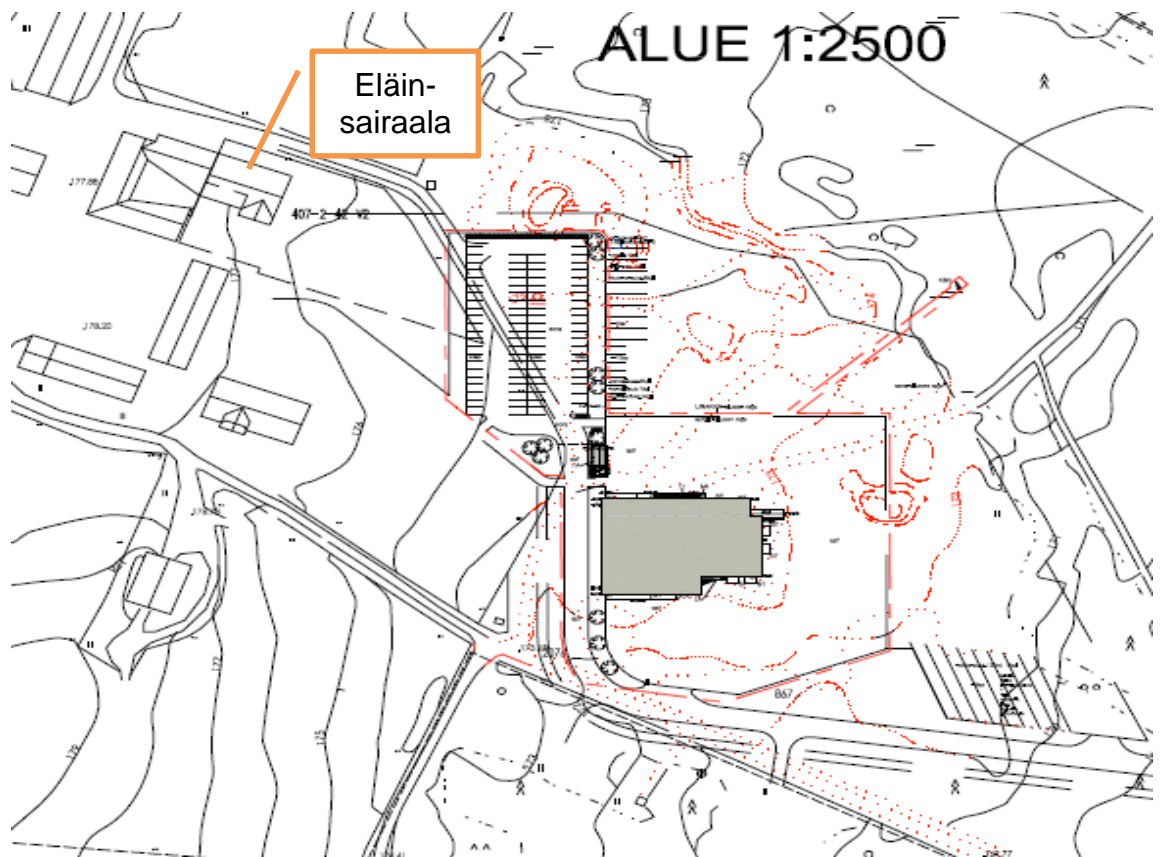
7 LIIKENNÖINTI ALUEELLA

Liikennesuunnitelma valmistuu samanaikaisesti rakennushankkeen toteutuksen kanssa. Alueen liikennöinti sovitetaan yhteen Seppälän olemassa olevan liikenteen kanssa. Seppälän alueella on paljon ulkopuolista liikennettä, koska siellä toimii eläinsairaala, puutarha ja koiratarha. Parkkialueista on jo nyt pulaa. Seppälässä koulutetaan mm pieneläinhoitajia ja maatalousalaan liittyviä tutkintoja. Tästä johtuen alueella liikkuu myös paljon eläimiä ja on vilkas traktoriliikenne (kuva 49).

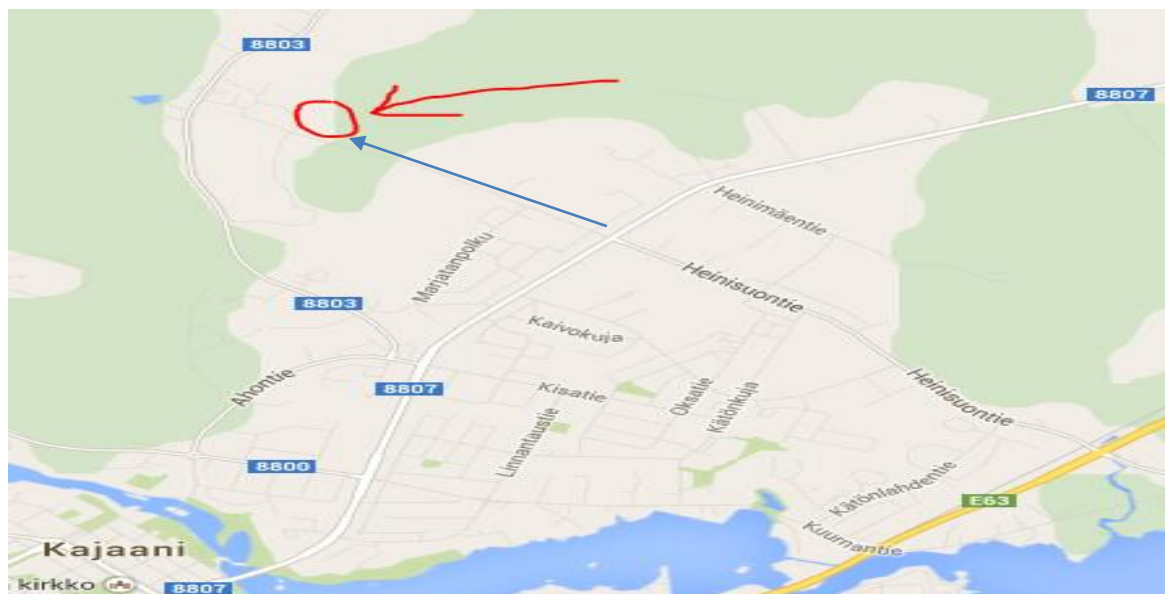


Kuva 49. Seppälän alueella on vilkas liikenne.

Raskaan kaluston liikennöinti logistiikkahallin alueelle ohjataan Heinisuon kautta. Myös logistiikkahallin paikoitusalueelle päästään vain Heinisuon kautta. Kuorma-autojen läpikulkuliikenne Seppälän kiinteistöjen ohi kielletään liikennemerkillä. Logistiikkahalli tulee sijaitsemaan kokonaan suljetulla alueella (kuva 50). Liikenneyhteydet ovat Heinisuon kautta hyvät (kuva 51). Suoraa tietä pääsee ohitustielle, jonka risteyksessä sijaitsee logistiikka-alan opiskelijoiden käyttämä Teboilin kylmäasema. Heinisuolta on myös hyvät yhteydet keskustaan vanhaa viitostietä pitkin (nykyisin Puutavaratie 8807).



Kuva 50. Hallin sijoittuminen tontille (vasemman yläreunan kiinteistössä sijaitsee eläinsairaala). Kuvassa 51 on hallin paikka ympyröity punaisella.



Kuva 51. Raskaan kaluston liikennöinti alueelle ohjataan tulevaisuudessa Heini-suon kautta. Polttoaineen tankkaus tapahtuu E63-tien liittymässä. Sininen nuoli osoittaa ajoreitin.

8 TURVALLISUUS

Nykyisin liikenne on vilkasta Seppälän tilojen läpi harjoittelualueelle. Raskas kalusto liikennöi alueella, jossa on paljon eläimiä. Lisäksi on Seppälän oma liikenne. Liikenteen pullonkaula on nykyisen ruokalarakennuksen takaa menevä osuus, joka kääntyy jyrkästi eläinsairaalan eteen (kuva 52). Tässä autoliikenne ei sovi kohtaamaan, vaan toisen on jäätävä odottamaan.



Kuva 52. Liikenne harjoittelualueelle ohjautuu nykyisin ahtaasta väliköistä päära-
kennuksen takaa.

Logistiikka-alan toiminta tulee sijoittumaan suljetulle alueelle, jonne on asiaa vain ammattipiston ajoneuvoilla. Ulkopuolisen liikenteen saapuminen alueelle voidaan estää lukittavien puomien avulla. Suljetusta alueesta voidaan puhua vain siinä tapauksessa, että puomia myös pidetään suljettuna.

Logistiikka-ala on toiminut Seppälän alueella pitkään. Teitä on rakenneltu ja jätteid-
den kuljetuksesta huolehdittu. Maa-aines- ja tavarankuljetuksia on ollut paljon. Lo-
gistiikka-ala on hoitanut myös Seppälän alueen lumenkuljetuksia (kuva 53). Yh-
teistä harjoittelualueita on käytetty kohta kymmenen vuotta. Yhteistyö on ollut tii-
vistä. Tästä on hyvä jatkaa uusien yhteistyökuvioiden kehittelyä.

Liikuttaessa alueella täytyy ajonopeus olla alhainen ja varautua pysähtymään lyhyellä varoitusajalla. Merkinantolaitteiden, kuten varoitusvilkkujen käyttö on välttämätöntä. Vaaratilanteet ovat olleet vähäisiä, mutta aina on riskinsä, koska alueella on paljon liikennettä. Vastaisuudessa liikennöinti tapahtuu pääosin Heini-suon kautta, joten turvallisuustilanne paranee.



Kuva 53. Logistiikan opiskelijat ajavat lunta Seppälän kiinteistöjen alueelta.

Kaikki opiskelijat käyttävät heijastavaa väriä omaavia työvaatteita. Tämä on tärkeää varsinkin pimeän aikaan ja liikuttaessa logistiikkahallista Seppälän ruokalaan. Ruokalaan johtavan reitin täytyy olla mielekäs ja turvallinen, mielellään merkitty. Autoilla kulku logistiikkahallin alueelta ruokailemaan täytyy estää.

Valaistus alueelle täytyy olla riittävä sekä terminaalin ympäristöön että kulkureitien varrelle. Lisäksi parkkialueet tulee valaista hyvin. Turvakamerat asetetaan rakennuksen ulkopuolelle sekä autojen säilytyspaikkaan. Vaarana on lähinnä autojen vahingoittaminen ja polttoainevarkaudet.

Kestävä kehitys on huomioitava kaikissa rakennushankkeissa. Varsinkin korjaamon toiminta ja autojen pesu ovat tarkasti lailla säädeltyjä, jotta ympäristön pilaa miselta vältytään. Opiskelijoita tulee perehdyttää ymmärtämään mm. jätteiden lajittelun merkitys, joka korostuu varsinkin öljyisten jätteiden lajittelussa korjaamolla. Autojen siisteydestä ja puhtaudesta huolehtiminen on tärkeää opetuksellista toimintaa. Uusissa tiloissa niihin tarjoutuu nyt hyvät mahdollisuudet. Seppälän toimipisteellä on kestävän kehityksen sertifikaatti. Myös logistiikka tulee hakemaan sertifikaatin jossain vaiheessa.

Polttoaineen tankkauspisteen rakentaminen alueelle ei ole tarkoituksenmukaista, mikäli kaikki alueella toimivat eivät sitä käyttäisi. Tämän vuoksi on päädytty rakentamaan polttoöljyn tankkauspiste, jota kaikki alueen toimijat tarvitsevat. Dieselin logistiikka-ala on tankannut tällä hetkellä Takkarannassa Teboilin kylmäasemalla ja Purolassa Teboil-huoltoasemalla. Sama käytäntö jatkuu myös tästä eteenpäin.

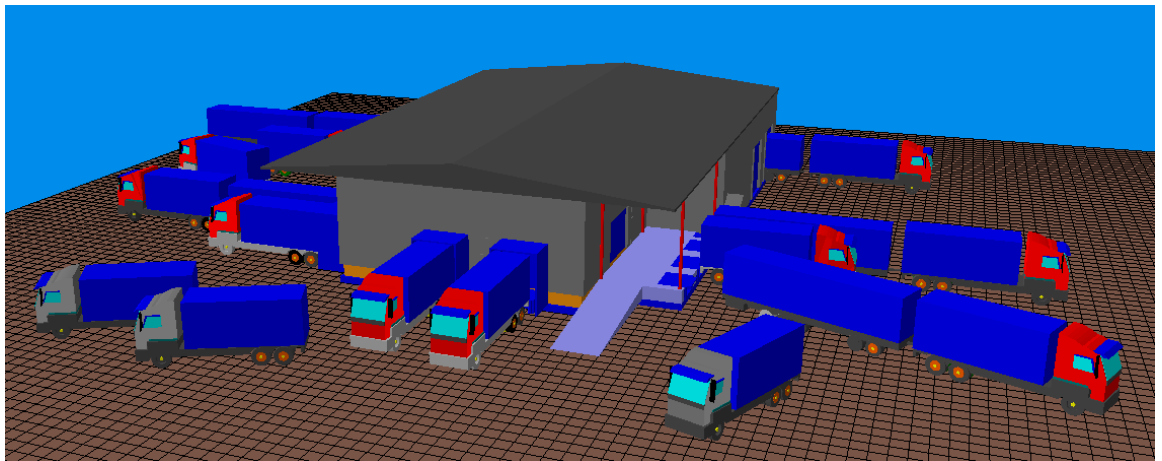
Jätteiden lajittelu tapahtuu katoksessa logistiikkahallin parkkialueen vieressä. Lajittelun katsotaan olevan tarpeellista vain energijätteen ja sekajätteen osalta. Pahvin ja biojätteen määrä on niin pieni, että sen lajittelu ei ole tarkoituksenmukaista. Samaan yhteyteen rakennetaan polkupyörille ja mopoille katos (liite 1 4/4).

Kainuun ammattiopisto on savuton oppilaitos, joten tupakointi on kiellettyä koulun alueella. Tupakointi kuitenkin ei ole loppunut, vaan tupakointi tapahtuu koulun alueen ulkopuolella Kirkkoahontien vieressä. Logistiikkahallista on pitkä matka koulun rajojen ulkopuolelle. Uuden hallin valmistuttua ja sen käyttöönotossa on syytä olla tarkkana, että oikeat, kestävät käytänteet saadaan heti iskostettua kaikkien mieleen.

9 TULOKSET

Logistiikka-alan uusien tilojen suunnittelu on alkanut hankesuunnitelmana, jossa oli kuvattu nykyinen toiminta pääpiirteissään ja määritelty tulevan hallin tarve. Suunnitelman tilaohjelmassa oli määritelty hallin enimmäiskooksi 1375 m², mutta jätetty huomioimatta opiskelijoiden oleskelutilat ja terminaalin ulkolaituri. Lisäksi ilmanvaihtolaitteet tarvitsivat tilaa ennakoitua enemmän. Tästä johtuen suunnitteluryhmän alku oli jokseenkin haasteellinen.

Terminaalista suunniteltiin neliön mallinen, jolloin hyllyjen sijoittaminen ehjälle seinälle lisää toimintatilaa hallin keskelle. Ajoluiskalla varustettu ulkolaituri voitiin näin sijoittaa samalle tasalle muun rakennuksen kanssa, joten kattorakenteet voivat olla yhtenäiset koko rakennuksen alueella kuvan 54 mukaisesti. Kahdelle sivulle sijoitettiin lastaustaskut ja niihin sähköllä toimivat lastaussillat. Lisäksi ulkolaiturille sijoitettiin kolme sähkötoimista lastaussiltaa. Kaikki ovet ovat sähköllä toimivia ikkunallisia nosto-ovia.

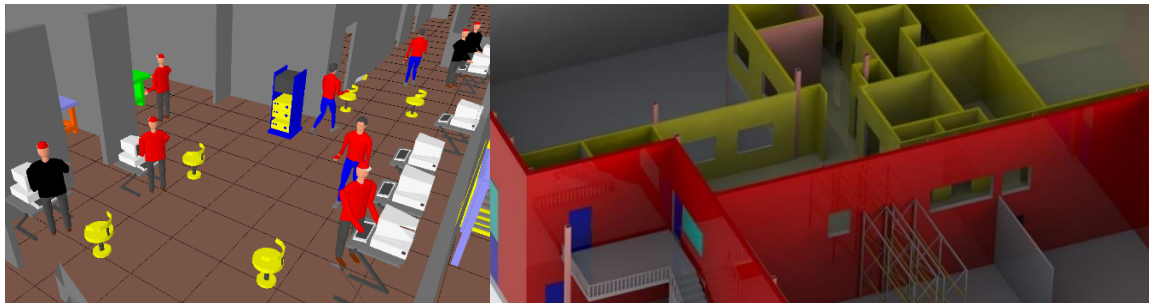


Kuva 54. Terminaali on toimiva ja mahdollistaa monipuolisen harjoittelun. Korjaamo ja pesuhalli ovat hyvin varustettuja sekä läpiajettavia.

Suunnitteluryhmän ensimmäisten kokousten pohjalta tehdyssä pohjakuvassa oli reilusti yli 100 neliömetriä enemmän kuin hankesuunnitelmassa oli määritelty enimmäiskooksi. Siinä suunnitelmassa yläkerran monitoimitila oli paljon tilavampi ja siellä oli tilaa myös opiskelijoille. Parin suunnittelukokouksen jälkeen palattiin

hankesuunnitelmassa määriteltyyn tilaohjelmaan. Opiskelijoiden oleskelutiloja soviteltiin useampaan paikkaan, ja lopulta ne sijoitettiin alakertaan. Oleskelutilojen järjestäminen alakertaan ei ollut helppoa, koska niitä ei ollut huomioitu tilaohjelmassa. Pesuhallia, korjaamo ja terminaalia pienennettiin jonkin verran, ja siitä saatiin tiloja järjestymään. Oleskelutiloihin sopii nykyinen biljardipöytä, käytävälle pari ajosimulaattoria ja kymmenkunta tietokonetta (kuva 55). Lisäksi välitilaan mahtuu kokoontumispöytä ja pieni keittonurkkaus.

Yläkerran monitoimitila oli aluksi niin tilava, että sinne olisi järjestynyt jopa kaksi opetustilaa. Ilmanvaihtolaitteiden tarvitseman tilan vuoksi yläkerta jouduttiin pienentämään huomattavasti. Välillä käytiin keskustelua jopa siitä, että monitoimitila siirretään alakertaan. Suunnitelmasta kuitenkin luovuttiin, koska alakerta olisi ollut liian rauhaton työtila opettajille ja luokkatilan hyödyntämiseen. Kuvassa 55 nähdään yläkerran sijoittuminen. Tilat ovat ahtaan oloiset, mutta niistä on hyvä näköyhteys korjaamoon ja terminaaliin. Opettajilla ei ole omia työhuoneita, joten se vaatii ainakin alkuvaiheessa totuttelua.



Kuva 55. Opiskelijoiden oleskelutilat ja monitoimitila eivät ole kovin tilavat.

Korjaamo on hyvin varusteltu ja riittävän tilava usealle autolle samanaikaisesti. Läpiajettavuus lisää käytännöllisyyttä. Ulkopesupaikasta luovuttiin, mutta pesuhallin viemäroinnit mitoitettiin järeämmiksi. Tämä on tarpeen, koska traktorit ja kaivinkoneet työskentelevät olosuhteissa, joissa mm. savea kertyy paljon rakenteisiin.

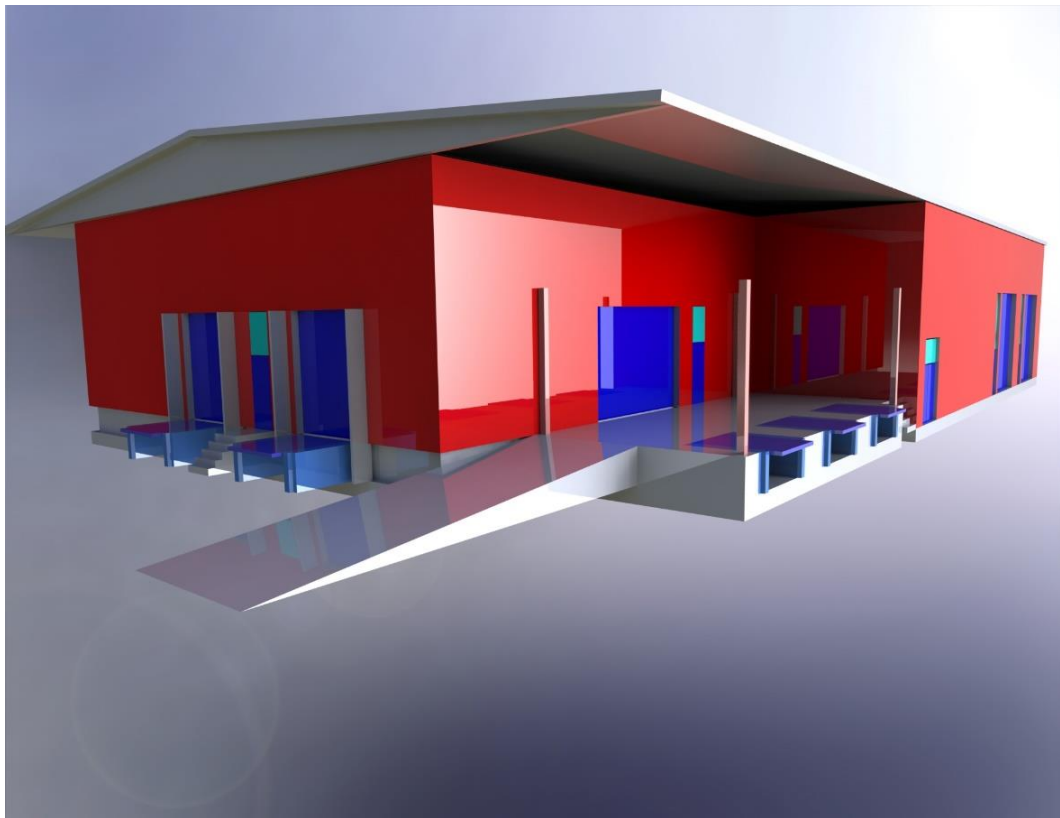
Ajoharjoittelurataa on rakennettu pari vuotta ilman suunnitelmaa lopputuloksesta. Tässä työssä otetaan kantaa siihen, mitä toimintoja harjoittelualueelle tulisi sijoittaa. Tarkoituksena ei ole ollut metrimäärien asettaminen, vaan keskustelun herättäminen. Ajoharjoittelualueelle ympäristöineen on nyt toteuttamiskelpoinen perusmalli olemassa. Tästä on hyvä lähteä kehittämään alueen toimintaa eteenpäin.

Logistiikkahallin 3D-pohjalta on hyvä miettiä käytännön järjestelyjä ja laitehankintoja edeltä käsin. Tällöin vältetään ikäviltä yllätyksiltä jälkeensä. Kiinteistön ja toiminnan mallintaminen on hyvä apuväline suunniteltaessa alueen tulevaa toimintaa. Toiminnan mallintamisen tulosten pohjalta on hyvä lähteä keskustelemaan siitä, kuinka monta ryhmää voi hallin alueella turvallisesti ja tehokkaasti harjoitella. Kajaanin ammattikorkeakoululla vierailaan toukokuussa tutustumassa simuloinnin tuloksiin.

Suunnitteluryhmän työ valmistui tammikuun puolivälissä 2015. Suunnittelupalaveria oli syksyn 2014 aikana kaikkiaan viisi ja alkuvuodesta 2015 vielä kaksi kokousta. Viimeisen palaverin jälkeen hiottiin vielä joitakin yksityiskohtia, lähinnä rakennuksen tekniseen puoleen liittyen. Suunnitelmat menivät urakkalaskentaan helmikuun puolivälissä ja urakoitsija valittiin maaliskuussa. Työt alkoivat huhtikuussa ja valmiin logistiikkahallin avajaisia vietetään 1.11.2015.

10 YHTEENVETO

Logistiikan hallin suunnittelu ja rakentaminen ajoittui sopivasti, koska siten mahdollistui tämän opinnäytetyön tekeminen. Opinnäytetyön tekeminen oli todella mielenkiintoista, koska aihe oli hyvä ja siinä saatiin yhdistettyä opiskelu ja työympäristö. Tämän työn tekijällä oli mahdollisuus suunnitella osana suunnitteluryhmää omaa tulevaa työpistettään. Toimimalla mukana suunnitteluryhmässä päästiin vaikuttamaan käyttäjän kannalta tärkeisiin tilaratkaisuihin. Opinnäytetyössä hyödynnettiin mallintamista ja simulointia, jotka ovat tekijän suuntaavia ammatillisia aiheita (kuva 56). 3D-mallin ja simuloinnin tuloksilla oli tärkeä merkitys hallin toimivuutta määriteltäessä. Esimerkiksi 3D-malliin piirretyt ikkunat käyntiovien yläpuolella siirtyivät tästä mallista arkkitehdin pöydälle ja siitä lopulliseen malliin.



Kuva 56. Opinnäytetyössä hyödynnettiin SolidWorks-osaamista.

Terminaalin, korjaamon ja pesuhallin tilat ovat riittävät opetuskäyttöön, mutta opiskelijoiden oleskelutilat ja yläkerta olisivat saaneet olla isompia. Ensimmäisissä versioissa yläkerta oli suurempi ja toimivampi. Laajuutta suunnitelmassa oli kuitenkin reilusti liikaa. Logistiikkahallin kokonaislaajuus sai mennä hankesuunnitelman lähtötiedoista vain 5 % yli, nyt toteutunut ylitys oli 4,7 %. Kokonaisylytys oli siis lopulta 65 m² enemmän kuin hankesuunnitelman tilaohjelmassa. Mikäli ylitystä olisi tullut enemmän kuin 5 %, olisi koko hanke vaatinut kaupungin ja ammattiopiston hallitusten uudelleenkäsittelyyn. Siihen ei katsottu olevan varaa tässä taloustilanteessa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitteluryhmän jäsenenä suunnitella uutta logistiikkahallia. Suunnitteluprosessi kesti kaikkiaan puoli vuotta. Suunnitteluryhmän työt alkoivat hankesuunnitelman pohjalta, jossa oli kuvattu hallin tarve ja kokonaislaajuus. Tulevan logistiikkahallin käyttäjiä pyydettiin aluksi kuvaamaan halliin sijoittuvaa toimintaa sekä tekemään kaavion tilojen välisestä liikenteestä. Monien vaiheiden kautta on päädytty tässä työssä kuvattuun loppuratkaisuun. Mallia otettiin korjaamon ja pesuhallin osalta Jyväskylän aikuisopiston vuosi sitten valmistuneista tiloista. Terminaali suunniteltiin mahdollistamaan monipuolinen harjoittelu silmälläpitäen työelämän tarpeita. Liitteenä olevien pohjapiirrosten sekä työssä mallinnettujen ja simuloitujen tuotosten kautta tulevasta logistiikkahallista saa riittävän hyvän kuvan. Lisäksi simuloinnista on tehty erillisenä projektina filmi, joka esittelee toimintaa uudessa logistiikkahallissa. Filmi liitettäneen jossain vaiheessa Kainuun ammattiopiston www-sivuille esittelemään logistiikan opetusta. Suunnittelutyön lopputulokseen voi olla erittäin tyytyväinen. Pienistä puutteista huolimatta logistiikan opetus saa nykyaikaiset, hyvin varustellut ja toimivat opetus-tilat. Tästä on hyvä lähteä kehittämään logistiikan opetusta eteenpäin kohti uusia haasteita.

LÄHTEET

1. Crawford, tuotteet ja ratkaisut. Kuva on haettu www osoitteesta:
<http://www.crawfordsolutions.fi/fi/aaes/crawfordsolutionsfi/Ratkaisut/?groupId=1268106&productId=1268123>
2. Hexaplan, varastokalusteet. Kuva on haettu www osoitteesta:
http://www.hexaplan.fi/index.php?article_id=1826&product_group=5613
3. Tecalemit, siirrettävät autonostimet. Kuva on haettu www osoitteesta:
<http://www.tecalemit.fi/tuotteet/autonostimet/siirrettavat-nostopilarisarjat/maha-slash-hetra-siirrettavat-nostopilarisarjat/rge-siirrettava-pilarinostin>
4. Crawford, Jakelu ja logistiikka. Kuva on haettu www osoitteesta:
<http://www.crawfordsolutions.fi/fi/aaes/crawfordsolutionsfi/Ratkaisut/?groupId=1268106>
5. Rakennusten tietomallinnus. Kuva on haettu www osoitteesta:
<http://www.magicad.com/fi/content/valitse-bim-sovellus-johon-voit-luottaa-myos-tulevaisuudessa>
6. AutoCAD on vektorigrafiikkaohjelma
<http://fi.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>
7. Hietikko, Esa. SOLIDWORKS tietokoneavusteinen suunnittelu 2014
8. Karhu Leo. CLT-tehtaan tuotannon mallinnus ja simulointi Quest-ohjelmistolla. Opinnäytetyö 2011. Kajaanin ammattikorkeakoulu.
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/76895/Leo_Karhu.pdf

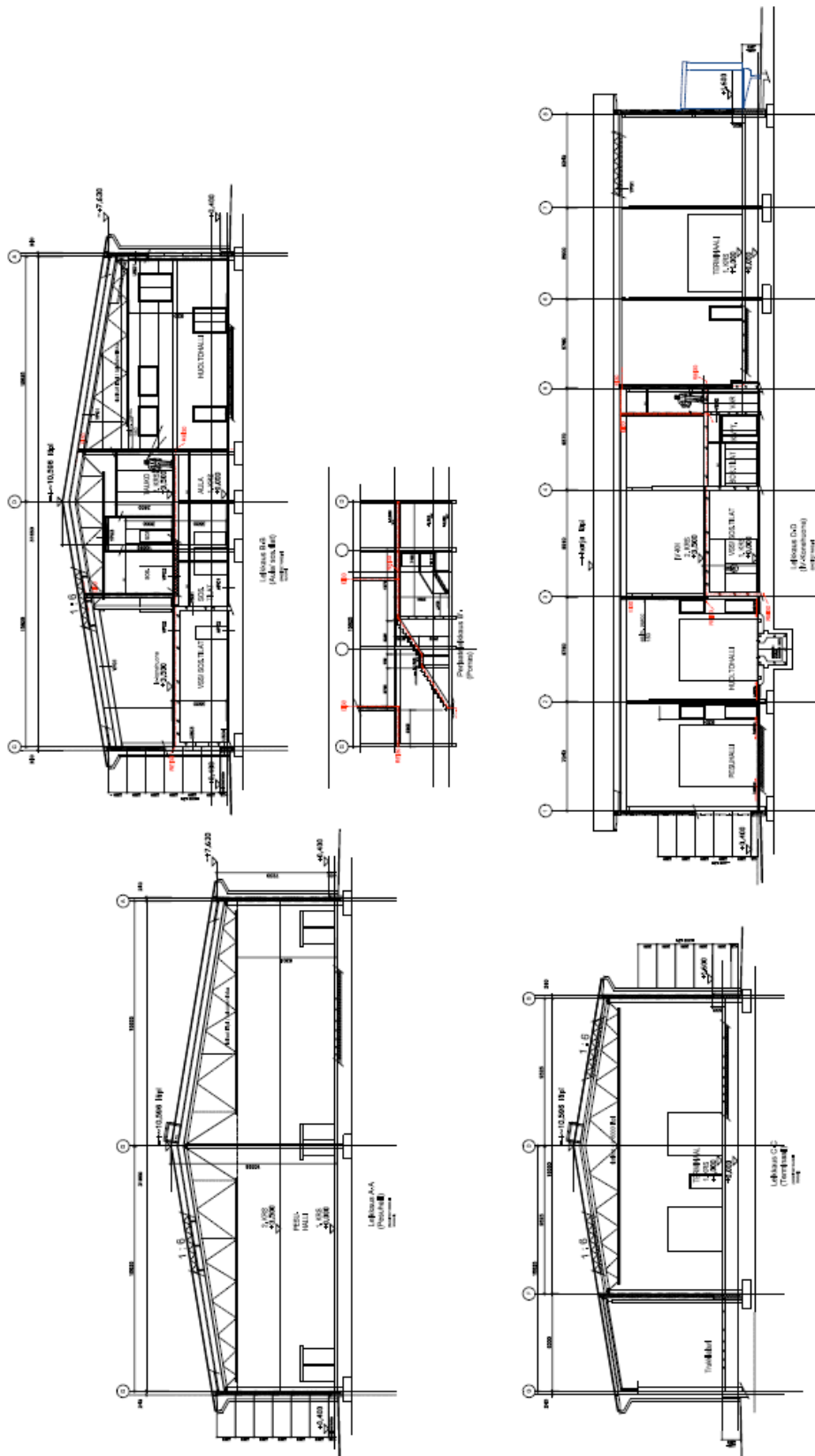
9. Keränen Jyrki. Kainuun ammattiopiston auto-osaston suunnittelu. Opinnäytetyö 2007. Kajaanin ammattikorkeakoulu.

<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7985/TKO4JyrkiK.pdf?sequence=1>.

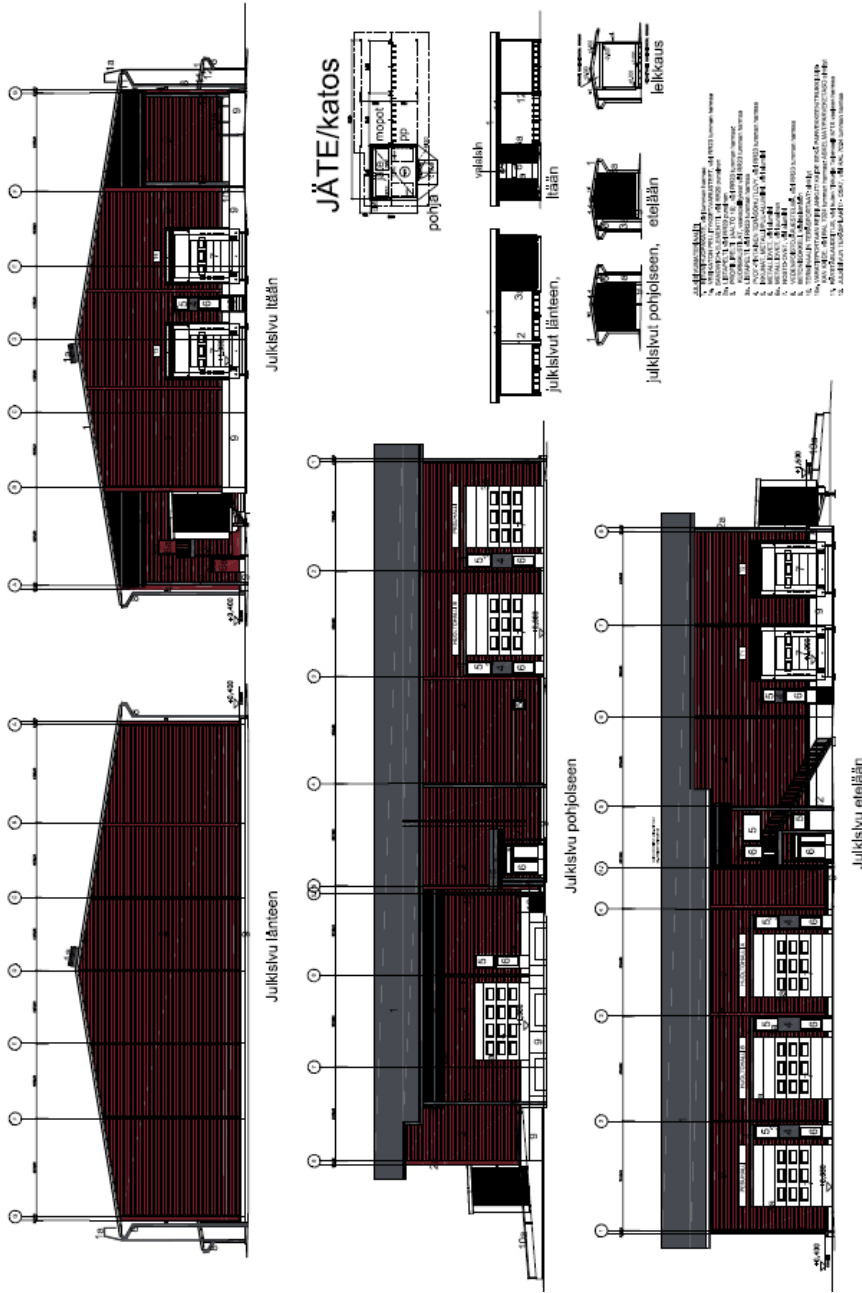
10. Kajaanin ammattikorkeakoulu.

<http://www.kamk.fi/fi/Palvelut-tyoelamalle/Teknologiapalvelut/Tuotantoteknikan-palvelut/Tuotannon-simulointi>

JULKISIVUT, MITOITUKSET



JULKISIVUT JA JÄTEKATOS



KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS

ALUEKATUKUVAUS
1. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
2. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
3. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
4. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
5. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
6. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
7. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
8. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
9. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS
10. KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS

PAULUOKKA P2

PROJEKTI	NUMERO	TYÖN NIMI	TEHTÄVÄ
KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS	1000000000	JULKISIVUT JA JÄTEKATOS	ARHITTEURI
KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS	1000000000	JULKISIVUT JA JÄTEKATOS	ARHITTEURI

JVK-ARKKITEHDIT KY
KAINUUN AMMATTIOPISTO LOGISTIIKKAKESKUS

