

METSÄKONESIMULAATIOKOULUTUKSEN KEHITTÄMI-
NEN LAPIN KOULUTUSKESKUS REDU:SSA

Mikkola Juha
Vähärautio Jyrki

Opinnäytetyö

Luonnonvarojen älykäs johtaminen
Metsätalousinsinööri (ylempi AMK)

2024

Luonnonvarojen älykäs johtaminen
Metsätalousinsinööri (ylempi AMK)

Tekijät	Juha Mikkola Jyrki Vähärautio	Vuosi	2024
Ohjaaja	Jussi Soppela		
Toimeksiantaja	Lapin koulutuskeskus REDU		
Työn nimi	Metsäkonesimulaatiokoulutuksen kehittäminen Lapin koulutuskeskus REDU:ssa		
Sivu- ja liitesivumäärä	68 + 10		

Opinnäytetyön taustana oli Lapin Koulutuskeskus REDU:n metsäopetuksen tarve selvittää, auttaako simulaattoriharjoittelu metsäkoneenkuljettajiksi opiskelevia oppimaan tehokkaammin kuormaimen käyttöä. Tutkimuksessa selvitettiin metsäkonesimulaattorilla tehtävän kuormaimenkäytön harjoittelun hyötyjä verrattuna oikealla metsäkoneella tehtävään harjoitteluun. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tietoa, joka auttaa metsäkonesimulaatiokoulutuksen kehittämisessä.

Tutkimusmenetelmänä on määrällinen tutkimus. Tutkimusaineiston muodostavat puunkorjuutyömailla videoidut ja arvioidut kuormaimen käytön harjoitukset. Harjoituksista arvioitiin kuormaimen käytön nopeus sekä kuorman laatu. Tärkeimpänä tutkimuskysymyksenä oli, parantavatko metsäkonesimulaattoreilla tehtävät kuomainharjoitteet valmiuksia siirryttäessä oikean metsätraktorin kuormaimen käyttöön. Samalla tutkittiin, missä määrin metsäkonesimulaattorilla tehdyt harjoitteet lisäävät oikean metsätraktorin kuormaimen käytön valmiuksia. Tutkimukseen osallistui kaksi ryhmää. Molemmista ryhmissä oli 12 opiskelijaa. Ensimmäisen ryhmän opiskelijat eivät olleet suorittaneet pakollisia metsätraktorin käytön simulaattoriharjoitteita ennen siirtymistään metsäkoneella suoritettavaan harjoitteluun. Toisen ryhmän opiskelijat olivat suorittaneet kaikki pakolliset simulaattoriharjoitteet ennen käytännön koneharjoittelua.

Tutkimustulokset osoittivat, että niillä opiskelijoilla, jotka harjoittelivat kuormaimen käyttöä simulaattorilla, oli merkittävästi paremmat valmiudet kuormaimen käyttöön siirryttäessä harjoittelemaan oikealla metsätraktorilla. Opinnäytteessä saatuja tuloksia voidaan hyödyntää ammatillisella toisella asteella metsäkoneen kuljettajien simulaatiokoulutuksessa sekä koulutuksen kehittämisessä.

Asiasanat metsäkoneopetus, metsäkoneet, metsäkoneenkuljettaja, simulaatio, simulaattorit

Smart Management of Natural Resources
Master of Natural Management

Authors	Juha Mikkola Jyrki Vähärautio	Vuosi	2024
Supervisor	Jussi Soppela		
Commissioned by	Lapland Education Center REDU		
Subject of thesis	Developing forest machine simulation training at Lapland Education center REDU		
Number of pages	67 + 10		

The background of this thesis was the need of Lapland Education Center REDU's forestry education program to determine whether simulator training helps students studying to become forest machine operators to learn crane operation more effectively. The study examined the benefits of practicing crane operation using a forest machine simulator compared to training with a real forest machine. The aim of the thesis was to produce information that would aid in the development of forest machine simulator training.

The research method used was quantitative research. The research data consisted of video-recorded and evaluated crane operation exercises conducted at logging sites. The exercises were assessed based on the speed of crane operation and the quality of the load. The main research question was whether crane operation exercises performed on forest machine simulators improve readiness when transitioning to operating the crane of a real forest tractor. Additionally, the study explored to what extent exercises conducted on a forest machine simulator enhance the readiness to operate the crane of a real forest tractor. Two groups participated in the study, each consisting of 12 students. The students in the first group had not completed the mandatory simulator exercises for forest tractor operation before transitioning to practical machine training. In contrast, the students in the second group had completed all the mandatory simulator exercises before starting practical machine training.

The research results showed that the students who practiced crane operation on a simulator had significantly better readiness for crane operation when transitioning to training with a real forest tractor. The results obtained in the thesis can be utilized in the simulation training of forest machine operators at the vocational secondary education level, as well as in the development of such training.

Keywords: forest machine education, forest machines, forest machine operator, simulation, simulator

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	11
2. METSÄKONEENKULJETTAJAKOULUTUKSEN KEHITYS	14
2.1 Metsätyön koneellistumisen aika	14
2.2 Metsäkoneenkuljettajakoulutuksen alku	15
2.3 Metsäkonekoulutus Rovaniemellä	16
3 AMMATILLISEN PERUSTUTKINNON RAKENNE	18
3.1 Ammatillisten perustutkintojen tutkinnon perusteet ja koulutuksen rahoitus.....	18
3.2 Metsäalan perustutkinto	20
3.3 Metsäkoneenkuljetuksen osaamisalan pakolliset ammatilliset opinnot	23
3.4 Metsätraktorin käytön ammattitaito- ja osaamisvaatimukset ja arviointi..	23
4. SIMULAATIOT JA SIMULAATIOKOULUTUS LAPIN KOULUTUSKESKUS REDU:SSA.....	27
4.1 Simulaatiot	27
4.2 Simulaatiokoulutuksen etuja ja haasteita	32
4.3 Simulaatiokoulutuksen pedagogiikka.....	34
4.4 Simulaattorikoulutuksen historia REDU:n metsäkoneopetuksessa	37
4.5 Simulaatiokoulutuksen nykytilanne Lapin koulutuskeskus REDU:n metsäkoneen kuljettajakoulutuksessa	40
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TUTKIMUSMENETELMÄT	46
5.1 Tutkimuksen toteutus	46
5.2 Tutkimusongelmat ja tutkimuksen tavoitteet	46
5.3 Tutkimusmenetelmät	47
5.4 Tutkimusaineisto	48
6 TUTKIMUKSEN MITTARIT JA TULOKSET.....	51
6.1 Tutkimuksen mittarit ja tulosten analysointi.....	51
6.2 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi.....	54
7 POHDINTA	56
LÄHTEET	61

LIITTEET.....	67
---------------	----

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Metsäalan perustutkinnon osaamisalat ja tutkintonimikkeet	10
Taulukko 2. Metsäalan perustutkinto, pakolliset ammatilliset tutkinnon osat	12
Taulukko 3. Metsäalan perustutkinto, ammatilliset suuntautumisvaihtoehdot	12
Taulukko 4. Metsäalan perustutkinto, Metsätraktorin käyttö, ammattitaitovaatimukset	13
Taulukko 5. Metsätraktorin ja puutavarakuormaimen osat	14
Taulukko 6. Simulaatio opetuksen käyttömahdollisuuksia	16
Taulukko 7. Simulaation ongelmia	
Taulukko 8. Simulaatio pedagogisessa mielessä	
Taulukko 9. Simulaattoriopetuksen suunnittelussa huomioitavia seikkoja	
Taulukko 7. Kuormaukseen käytetty aika ryhmittäin	39
Taulukko 8. Pöllien ladonnan arviointikriteerit	40
Taulukko 9. Pöllien ladonnan laatu ryhmittäin (T1, H2, K3)	40
Taulukko 10. Pöllien etäisyys sermistä ryhmittäin (cm)	41

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmä	9
Kuvio 2. Metsäalan perustutkinnon osaamisalat 1.1.2024	11
Kuvio 3. Metsätraktorin ja puutavaran kuormaimen osat	14
Kuvio 4. Puutavaran kuormaimen puomin hallintavivut ja toiminnot	15
Kuvio 5. Simulaattorioppimisen pedagoginen runko	18
Kuvio 6. Pienois kuormainsimulaattoreita Hirvaalla 1970	20
Kuvio 7. Simulaattoreita simulaattoriluokassa 2009	21
Kuvio 8. Pienois kuormainsimulaattorit opetushallissa	26
Kuvio 9. John Deere ja Creanexin puutavara-autosimulaattorit	26
Kuvio 10. Virtuaalinen huolto- ja kunnossapidon simulaattori	27
Kuvio 11. Uusi simulaattoristudio 2022	28
Kuvio 12. Opinnäytetyöprosessin eteneminen vaiheittain	30
Kuvio 13. Harjoitteen alkutilanne ennen suorituksen aloittamista	32
Kuvio 14. Kuvaesimerkki kiitettävästä (K3) pöllien ladonnasta	36
Kuvio 15. Koehenkilön harjoitesuorituksen maastoarviointi, huhtikuu 2023 Ylä-Huiskuselkä Rovaniemi. Kuormattujen pöllien etäisyys sermistä.	37

ALKUSANAT

Olemme saaneet tutkimuksen tekemisessä korvaamatonta apua henkilökohtaisissa keskusteluissa seuraavilta metsäkone- ja simulaatiokoulutuksen asiantuntijoilta. Nöyrät kiitoksemme seuraaville henkilöille:

Kari Illikainen, metsäkoneopetus, lehtori (eläkkeellä)

Ilkka Rantahalvari, metsäkoneopetus, simulaatioasiantuntija, lehtori. Lapin koulutuskeskus REDU

Keijo Kantola, kokenut metsäkoneurakoitsija, metsäkoneopetus, tuntiopettaja (päätoiminen). Lapin koulutuskeskus REDU.

Kyösti Paloniemi, toimialapäällikkö, metsäala. Lapin koulutuskeskus REDU.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Ammatillinen näyttö

Ensisijainen ammattitaidon osoittamistapa ammatillisissa tutkinnon osissa. Näytössä opiskelija tekee käytännön työtehtäviä aidoissa työelämän työtilanteissa ja työprosesseissa työpaikalla.

Creanex Oy

2003 perustettu Suomalainen, Pirkkalassa sijaitseva osakeyhtiö, jonka pääasiallinen toimiala on konsultointipalvelut.

Henkilökohtainen osaamisen kehittämissuunnitelma (HOKS), henkilökohtaistaminen

Jokaiselle opiskelijalle opintojen alussa suunniteltava ja opintojen aikana toteutettava sekä opintojen aikana tarvittaessa päivitettävä ja opiskelijan tarpeita vastaava opintopolku. Henkilökohtaistamisessa tunnistetaan ja tunnustetaan opiskelijan aiempi osaaminen ja suunnitellaan, miten ja mitä uutta osaamista hän hankkii, miten osaaminen osoitetaan sekä mitä ohjausta, tukea tai mahdollisia erityisen tuen toimia opiskelija tarvitsee hänen elämäntilanteensa huomioiden.

Henkilökohtaistamisesta vastaa koulutuksen järjestäjä ja se toteutetaan opiskelijan, koulutuksen järjestäjän ja työpaikan toimijoiden yhteistyötä (Opetushallitus 2023c).

Immersio

Immersiolla tarkoitetaan uppoutumista toiseen todellisuuteen tai ympäristöön. Se syntyy siitä, että voi elää hetken toisessa ympäristössä ja sen yksityiskohdat luovat realistisen kokemuksen. Ero vaikkapa elokuvaan on, että ei vain katsota vaan ollaan sisällä kohtauksessa. (Haaga-Helia 2024.)

John Deere Forestry Oy Finland

Suomalainen, Joensuussa sijaitseva metsäkonevalmistaja. John Deere Forestry Finland valmistaa, myy ja huoltaa tavaralajimenetelmään perustuvia metsäkoneita ja tekee niihin tietojärjestelmiä.

Juontokone/-traktori

Kokorunko puunkorjuumenetelmässä esimerkiksi Pohjois-Amerikassa käytettävä metsäkone, jolla kuljetetaan, eli juonnetaan kokorungot hakkuutyömaalta varastopaikalle. Käytettyjä malleja ovat esimerkiksi vaijerijuontokone ja erilaiset kourajuontokoneet.

Komatsu Forest Oy

Ruotsalainen, Uumajassa sijaitseva metsäkonevalmistaja. Komatsu Forest valmistaa, myy ja huoltaa tavaralajimenetelmään perustuvia metsäkoneita ja tekee niihin tietojärjestelmiä.

Kuormatraktori

Metsäkone, jolla puutavarapölkyt kuljetetaan välivarastolle. Kuormatraktorista käytetään myös nimitystä metsätraktori tai ajokone (Kokkarinen 2017).

Osaamispiste

Osaamisen laajuusyksikkö ammatillisessa peruskoulutuksessa, joka kuvaa ammatillisen tutkinnon, valmentavan koulutuksen tai niiden osan laajuutta ja syvyyttä (Termipankki 22.11.2022). Ammatillisessa perustutkintokoulutuksessa tutkinnon osan tai yhteisen tutkinnon osan osa-alueen suorittamiseksi tarvittavan opetuksen ja ohjauksen määrä on vähintään 12 tuntia osaamispistettä kohti. (Asetus ammatillisesta koulutuksesta 23.6.2021/583 § 10a.)

Pienkuormaaja, pienkuormain, minikuormaaja

Metsätraktorin kuormaimen peruskäytön, kuormaimen liikeratojen käytön ja puutavaran kuormaamisen sekä puutavarapinon teon harjoitteluun valmistettu kiinteä sisäkäyttöön tarkoitettu opetusväline, jonka voimayksikkönä toimii sähkömoottori/hydraulipumppu yhdistelmä.

Ponsse Oyj

Suomalainen, Vieremällä sijaitseva metsäkonevalmistaja. Ponsse valmistaa, myy ja huoltaa tavaralajimenetelmään perustuvia metsäkoneita ja tekee niihin tietojärjestelmiä.

SimTrainer

SimTrainer on Creanex Oy:n kehittämä simulaatio opetuksen käyttöliittymä. Käyttöliittymästä löytyy oppilaan oppimisympäristö sekä opettajan koulutuksen hallintaohjelmisto. Opettaja voi käyttöliittymän kautta hallinnoida käyttäjiä, kursseja ja seurata oppilaiden edistymistä. Sen avulla simulaattoriharjoituksille saadaan luotua selkeä rakenne ja järjestys. Käyttöliittymä mahdollistaa simulaatiokoulutuksen vuorovaikutteisuuden, suunnitelmallisuuden ja hallinnoinnin.

Simulaatio

Malli tai menetelmä, jolla jäljennetään todellisen tilanteen tai ilmiön toiminta. (Terminipankki 2022).

Simulaattori

Laite tai väline, jolla simulaatio toteutetaan.

TimberSkills

Metsäkonesimulaattorikoulutuksen oppimisympäristö.

Trimble Forestry

1985 perustettu suomalainen Jyväskylässä sijaitseva mm. metsäkoneiden ohjelmistojen suunnittelu ja valmistus yhtiö.

WoodForce

Metsätoimialalle suunniteltu ja toteutettu suunnittelu- ja ohjauspalveluohjelmisto.

Workseed

Digitaalinen tietojen ja taitojen opettamiseen sekä oppimiseen suunniteltu selainpohjainen oppimisympäristö ja oppimisen hallintajärjestelmä (LMS, Learning Management System).

1. JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan metsätraktorin kuormaimen käytön perustaitojen kehittymistä metsäkonesimulaattoreilla tehtävän simulaatio-oppimisen kautta. Tutkimuksen kohderyhminä on Lapin koulutuskeskus REDU:n metsäalan ammatillisen peruskoulutuksen ensimmäisen vuoden metsäkoneenkuljettaja opiskelijoita sekä Lapin ammattikorkeakoulun kolmannen vuoden metsätalousinsinööriopiskelijoita, jotka suorittavat ammattikorkeakoulun valinnaista tutkinnon osaa Puunkorjuun operatiivinen suunnittelu Lapin koulutuskeskus REDU:ssa. Molempien kohderyhmien koko oli 12 henkilöä.

Tutkimus sijoittuu tutkimusryhmien metsätraktorin käytön opintovaiheeseen, jossa opiskelijat harjoittelevat ensimmäistä kertaa metsätraktorin kuormaimen käyttöä. Tutkimuksessa vertaillaan kahden lähtökohdiltaan erilaisen ryhmän taitojen kehittymistä. Tutkimusryhmä yksi kokeilee simulaattoreita ainoastaan yhden päivän tutustuakseen käsiohjainten perusliikeratojen käyttöön ja aloittaa varsinaisen kuormaimen käytön harjoittelun heti oikealla metsätraktorilla. Tutkimusryhmä kaksi aloittaa ennen ensimmäistä varsinaista oikean metsätraktorin kuormaimen käyttöä harjoittelun metsäkonesimulaattorilla. Ryhmä suorittaa simulaattorilla kaikki metsätraktorin käytön tutkinnon osaan tehdyt simulaattoriharjoitteet, jotka pitää olla tehtynä ennen oikealle metsäkoneelle siirtymistä. Molemmat ryhmät pääsevät kokeilemaan oikealla metsätraktorilla tutkimuksessa tehtävää perusharjoitetta ennen varsinaista tutkimuskoettamme.

Opinnäytetyön aihe liittyy kiinteästi opinnäytetyön tekijöiden ammatillisiin tehtäviin metsäkoneopetuksessa Lapin koulutuskeskus REDU:ssa. Tekijät opettavat ja ohjaavat metsäkoneenkuljettajaopiskelijoita ensimmäisen ja toisen vuoden opinnoissa. Opetus ja ohjaus tapahtuu sekä simulaattoriopinnoissa, että puunkorjuutyömaalla. Metsäsektorilla on sekä Lapin maakunnan alueella, että valtakunnallisesti jatkuva tarve uusille metsäkoneenkuljettajille. Esimerkiksi vuoden 2023 kolmannella kvartaalilla Metsä Groupin Kemin yksikössä käynnistynyt uusi biotuotetehdas lisäsi entisestään uusien metsäkoneenkuljettajien tarvetta (Saarela 2022). Uusien kuljettajien koulutuksessa on tärkeää mahdollistaa mahdollisimman sujuva väylä metsäkoneenkuljettajan ammattiin.

Opinnäytetyössä tarkastellaan metsäalan perustutkinnon pakollista tutkinnon osaa Metsätraktorin käyttö sekä tutkinnon osassa määriteltyjä ammattitaitovaatimuksia. Kyseiset tutkinnon perusteet on otettu käyttöön 1.8.2022. Metsätraktorin käyttö on metsäkoneenkuljettaja opiskelijoille ensimmäinen koneelliseen puunkorjuuseen keskittyvä ammatillinen tutkinnon osa.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat: 1. lisäävätkö simulaattoreilla tehtävät harjoitukset opiskelijan metsätraktorin kuormaimen käytön valmiuksia siirryttäessä ensimmäistä kertaa puunkorjuutyömaalle käytännön harjoitteluun. 2. Miten metsäkonesimulaattorilla tehdyt harjoitukset lisäävät valmiuksia metsätraktorin kuormaimen käyttöön metsätyömaalla. Tutkimuksen tuloksena saamme tietoa simulaattoriopiskelun tehokkuudesta perinteiseen metsätraktorilla tapahtuvaan harjoitteluun verrattuna.

2. METSÄKONEENKULJETTAJAKOULUTUKSEN KEHITYS

2.1 Metsätyön koneellistumisen aika

Metsätyön koneellistuminen alkoi 1940-luvun loppupuolella. Tuohon aikaan maataloustraktoreita otettiin töihin puunkorjuusavotoille. Niiden tehtävänä oli kuljettaa hevosten metsäpalstalta välivarastoon ajama puutavara tienvarteen kaukokuljetuksen lähtövarastolle. 1950-luvun aikana maataloustraktoreiden määrä puunkorjuusavotoilla lisääntyi nousen 1940-luvun loppupuolen 6000 kappaleesta yli 50 000 kappaleeseen vuoteen 1957 mennessä. (Lassila 2006, 251.)

1960-luvun alkupuoliskolla alkoivat varsinaiset puunkuljetukseen rakennetut metsätraktorit vähitellen syrjäyttämään perinteiset maataloustraktorit puutavaran metsäkuljetuksessa. Ensimmäiset oikeat metsätraktorit olivat pääasiassa yrittäjien omistamia. (Lassila 2006, 251–252.) Tällöin metsätyön koneellistuminen sai alkunsa. 1970-luvulla puutavaran metsä- eli lähikuljetus hakkuupalstoilta tienvarsivarastoihin jatkokuljetusta varten tapahtui jo pääosin oikeilla metsätraktoreilla. 1970-luvulla metsätraktoreiden kehitystyö jatkui varsin kiivaana ja niihin syntyi erilaisia työn tehokkuutta ja kannattavuutta edistäviä tekijöitä. Tällaisia olivat esimerkiksi erilaiset teli- ja akselistorakenteet, jotka paransivat metsätraktoreiden maastoajo-ominaisuuksia muun muassa traktorin kuorman kantavuutta ja ajopitoa lisäämällä. 1970-luvulla metsätyömaille ilmestyi myös ensimmäisiä varsinaista hakkuutyötä helpottavia metsäkoneita, joita kutsuttiin prosessoreiksi. Prosessorit karsivat ja katkoivat metsureiden kaatamat puunrungot jo hakkuupalstalla puutavaralajeittain kouraisukasoihin, jotka sitten metsätraktorit kuljettivat puutavaravarastoihin kaukokuljetusta varten. (Skyttä, 2021.)

Voimakkaimmin metsätyön koneellistuminen alkoi näkyä metsätyömaille 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alussa, kun varsinaiset hakkuukoneet, niin kutsutut harvesterit eli monitoimikoneet, alkoivat syrjäyttämään perinteiset metsurin tekemät puutavaran kaato-, karsinta- ja katkontatyöt. Miestyönä tehtävä puunkorjuu siirtyikin lopullisesti metsäkoneiden tehtäväksi 1990-luvulla, kun metsäkoneiden kehitys jatkui ja hakkuukoneiden valmistaman puutavaran määrän mittaustark-

kuus virallistettiin. (Skyttä, 2021.) Vuosituhannen vaihteen jälkeen metsäkoneiden kehitystyö on edennyt hurjaa vauhtia mm. metsäkoneiden automatisoinnin ja tiedonsiirron suhteen, kuten myös koneiden tekniikan suhteen.

2.2 Metsäkoneenkuljettajakoulutuksen alku

Metsätöiden voimakkaasti koneellistuessa 1960-luvulla syntyi myös tarve kouluttaa ammattitaitoisia työvoimaa metsäkoneiden kuljettajiksi sekä korjaajiksi. Metsätraktorit olivat kalliita hankkia ja täten myös puunkorjuutyön pääomakustannukset kasvoivat ja niiden kuoletus vaati tehokkuutta metsätöiden tuottavuuden lisäämiseksi. Puunkorjuussa työnteko oli urakkaluontoista vuorotyötä ja hakkuut pääosin avohakkuuta. Metsätraktoreiden kuljettajiksi ja käyttäjiksi tarvittiin ammattitaitoisia työntekijöitä, jotta työn tehokkuus kasvaisi ja konekalusto pysyisi kunnossa. (Lassila 2006, 251–252.)

Ensimmäisiä koneteknillisiä perus- ja jatkokursseja alettiin järjestämään metsäammattimiehille jo 1950-luvun alussa Työtehoseuran Rajamäellä sijaitsevassa maa- ja metsätalouden koneopetuskeskuksessa. Esimerkiksi 1957–1961 luvuilla järjestettiin metsäteknikoille vuosittain kuuden kuukauden kestäviä konekursseja ja 10–12 kuukauden mittaisia metsä- ja maatalouskoneiden huoltoasentajakursseja. (Lassila 2006, 252.)

Vuonna 1962 metsätalouden oppilaitoskomitea valmisteli metsäoppilaitoksia koskevan lakiehdotuksen. Varsinaisia metsäkonekouluja ei vielä laissa eikä perusteluissa mainita. Tosin koulutustarve koneenkuljettajille ja -korjaajille oli tiedostettu, sillä perusteissa mainitaan ensimmäisessä pykälässä mm. näin, ”Metsäkouluissa voitaisiin antaa kurssimuotoista opetusta myös metsätöidenjohtajille sekä metsätyökoneiden kuljettajille ja korjaajille”. Metsätalouden oppilaitoskomitea julkaisi toisen osamietintönsä vuonna 1964 sisältäen ehdotuksen asetuksesta, joka koski kaikkia metsäoppilaitoksia ja erikseen asetuksen koskien metsäopistoja, metsäkouluja ja puutalousopistoja. Asetus annettiin vuoden 1965 alussa. Asetuksen mukaisesti koulujen tarkoituksena oli antaa koulumuotoista opetusta kaikille metsäalan työntekijöille sekä metsänomistajille, metsä- ja uittotyöjohtajille ja tasavertaisena antaa opetusta myös metsätyökoneiden ja puutavaran kuljetuksessa käytettävien koneiden käytössä, huollossa ja korjauksissa.

Tarkoituksena oli saada koulutuksen saaneista ammattitaitoisia koneiden käyttäjiä tai korjaajia. (Lassila 2006, 252.) Näin metsäkonekoulujen perustamiselle syntyi vankka pohja.

2.3 Metsäkonekoulutus Rovaniemellä

Metsäalan koulutuksessa Rovaniemen Hirvaalla on pitkät perinteet. Vuonna 1905 avattiin Hirvaalla Lapin ensimmäinen metsäalan koulu, Rovaniemen metsänvartijakoulu. Vuonna 1922 annettu metsäopetusta koskeva laki muutti metsänvartijakoulut metsäkouluiksi ja näin syntyi Rovaniemen metsäkoulu, josta alkaen eri muotoista ja asteista metsäkoulutusta on annettu Rovaniemellä. (Lassila 2006, 65, 109.)

Hirvaan metsäkonekoulun toiminta käynnistyi Rovaniemellä 1.1.1966 Hirvaan Kalliokummussa. Metsähallituksen alainen konekoulu oli maan ja luultavasti maailman ensimmäinen pääasiassa nuorille tarkoitettu konekoulu. Koululla annettiin myös paljon metsäaiheisia kurssimuotoisia koulutuksia eri ryhmille. Koulussa koulutettiin aluksi metsäkoneenkuljettajia ja vuodesta 1968 alkaen myös metsäkoneenkorjaajia/-asentajia. (Lassila 2006. 254.)

Vuonna 1989 yhdistyivät Hirvaan metsäkonekoulu, Rovaniemen metsäopisto sekä Lapin metsäkoulu ja perustettiin Rovaniemen metsäoppilaitos, konekoulutus jatkui edelleen Hirvaalla Kalliokummun oppilaitoksessa. 1.7.1995 Rovaniemen metsäoppilaitos siirtyi valtion omistuksesta Rovaniemen ammattikoulutuksen kuntayhtymän alaiseksi oppilaitokseksi toimien omalla nimellään. Kuntayhtymään kuului aluksi Rovaniemen kaupunki, Rovaniemen maalaiskunta, Ranua ja pian myös Kittilä. (Lassila 2006, 312.)

Lyhyen aikaa vuosina 1998–1999 metsäkonekoulutus toimi Rovaniemen ammattikoulutuksen kuntayhtymässä Rovaniemen luonnonvara-alan oppilaitoksen alla. Vuonna 1999 kuntayhtymän oppilaitoksia yhdistettiin ja niiden nimet muuttuvat. Oppilaitoksen toimivat kuitenkin edelleen erillisinä oppilaitoksina. Metsäkoneopetusta annettiin tuolloin Rovaniemen teknisen ammattioppilaitoksen alaisuudessa Hirvaalla. 1.1.2002 Rovaniemen ammattikoulutuksen kuntayhtymän nimi muuttui muotoon Rovaniemen koulutuskuntayhtymä. (Lapin koulutuskeskus REDU 2024.)

Rovaniemen koulutuskuntayhtymässä tapahtui muutoksia osana valtakunnallista Opetus- ja kulttuuriministeriön ammattiopistostrategiaa ja 1.1.2006 Lapin ammattiopisto, johon myös metsäkonekoulutus kuului, aloitti toimintansa. Rovaniemen koulutuskuntayhtymässä tapahtui vuosien aikana koulutuksen toiminnan organisoimista ja 1.1.2018 Lapin ammattiopisto aloitti toimintansa uudella Lapin koulutuskeskus REDU nimellä, jossa metsäkonekoulutusta annetaan nykyisin omana toimialana, metsäalana. (Lapin koulutuskeskus REDU 2024.)

Vuonna 2008 Hirvaan metsäkonekoulutus siirtyi kokonaisuudessaan Rovaniemelle entisen Rovaniemen aikuiskoulutuskeskuksen tiloihin Jänkätielle. Nykyisin metsäkonekoulutusta annetaan Rovaniemen koulutuskuntayhtymän tulosalueyksikkönä, Lapin koulutuskeskus REDU:n, Jänkätien ja Kemijärven toimipisteissä. (Lapin koulutuskeskus REDU 2024.) Lapin koulutuskeskus REDU:n metsäalan perustutkinto-opiskelijoiden määrä Rovaniemen ja Kemijärven toimintayksiköissä oli vuoden 2023 marraskuussa 193 opiskelijaa (Lapin koulutuskeskus REDU 2023b). Rovaniemen koulutuskuntayhtymän jäsenkuntia ovat Rovaniemen kaupungin lisäksi, Kemijärven kaupunki, Kittilän kunta, Kolarin kunta, Rannan kunta sekä Sodankylän kunta.

3 AMMATILLISEN PERUSTUTKINNON RAKENNE

3.1 Ammatillisten perustutkintojen tutkinnon perusteet ja koulutuksen rahoitus

Ammatillisten perustutkintojen tutkinnon perusteet ohjaavat ammatillisen koulutuksen järjestämistä sekä opiskelijoiden henkilökohtaisten opintopolkujen suunnittelua ja toteuttamista (Opetushallitus 2023a). Ammatillisten perustutkintojen perusteiden valmistelutyöstä vastaa Opetushallitus. Valmistelutyössä ovat mukana myös työ- ja elinkeinoelämä, koulutuksen järjestäjät sekä muut alakohtaiset sidosryhmät. Edellä kuvattujen ryhmien tekemän valmistelutyön pohjalta tutkinnon perusteista päättää Opetushallitus. Tutkinnon perusteissa kuvataan laajalaisesti jokaisella ammattialalla vaadittavat ammatilliset perusvalmiudet sekä alojen erikoistuneempi osaaminen työelämän eri osa-alueilla (Opetushallitus 2023a).

Ammatillista koulutusta rahoittaa opetus- ja kulttuuriministeriö. Ammattikoulutuksen rahoitus kuuluu opetus- ja kulttuuritoimen rahoitusjärjestelmään. Rahoitus myönnetään koulutuksen järjestäjälle, joka päättää tarkemmin rahoituksen käytöstä koulutuksen järjestämiseen (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023b). Koulutuksen järjestäjät saavat rahoitusta opetus- ja kulttuuritoimen rahoituksesta annetun lain (957/2017) ja opetus- ja kulttuuriministeriön asetuksen (682/2017) mukaisesti.

Opetus- ja kulttuuriministeriö myöntää ammatilliselle koulutukselle rahoitusta valtion talousarvion määrärahan ja kuntien rahoitusosuuden rajoissa. Rahoitus määräytyy pääasiassa laskennallisin perustein ja se myönnetään suoraan koulutuksen järjestäjille (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023). Koulutuksen järjestäjät itsenäisesti päättävät, kuinka kohdentavat opetus- ja kulttuuriministeriön myöntämän rahoituksen

Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmä huomioi myös keskeisimmät koulutuksien kustannuksiin vaikuttavat seikat, kuten tutkintokohtaiset kustannuserot, eri tutkintotyytit, koulutuksen toteuttamismuodot, erityisen tuen ja opiskelijoiden opinnoissaan tarvitseman majoituksen (oppilaitosasuntolat). Ammatillisen koulutuksen kustannuksiin vaikuttavat seikat huomioidaan painottamalla rahoituksen

perusteena käytettäviä suoritemääriä erilaisilla kustannuserot huomioivilla kertoimilla. Esimerkiksi metsäalan perustutkinto koulutus on kallista koulutuksen järjestäjälle arvokkaiden metsäkone-, simulaattori- ja laiteinvestointien vuoksi. Tämän vuoksi metsäalan perustutkinto kuuluu korkeimpaan kustannusryhmään, eli ryhmään viisi. Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmä huomioi tämän korkeammalla rahoituskertoimella. Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmä sekä rahoituksen jakautuminen (%) on esitetty kuviossa 1. Metsäalan perustutkinnossa painokerroin on 2,25.

Opetus- ja kulttuuriministeriön koulutuksen järjestäjille myöntämä rahoitus jakautuu seuraavasti:

- **Perusrahoitus**, joka perustuu ministeriön koulutuksen järjestäjälle asetamiin tavoitteellisiin opiskelijavuosiin
- **Suoritusrahoitus**, joka perustuu suoritettuihin tutkintoihin ja tutkinnon osien osaamispisteisiin
- **Vaikuttavuusrahoitus**, joka perustuu opiskelijoiden työllistymiseen ja jatko-opintoihin siirtymiseen sekä opiskelija- ja työelämäpalautteeseen

Lisäksi koulutuksen järjestäjät voivat erillisestä hakemuksesta saada strategia-rahoitusta, jota ministeriö myöntää harkintaan perustuen (OKM 2023). Vuodelle 2023 valtion talousarviossa opetus- ja kulttuuriministeriölle varattu ja ammatilliselle koulutukselle suunnattu määräraha oli 2062,9 miljoonaa euroa (Opetushallitus 2023b).

AMMATILLISEN KOULUTUKSEN RAHOITUSJÄRJESTELMÄ



OPETUS- JA KULTTUURIMINISTERIÖ
UNDERVISNINGS- OCH KULTURMINISTERIET

Kuvio 1. Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmä (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023)

Ammatillisia perustutkintoja on mahdollista opiskella hakeutumalla opiskelijaksi joko yhteishaussa tai jatkuvan haun kautta. Yhteishaku on tarkoitettu perusopetuksen päättävälle tai sen jo päättäneille hakijoille, jotka eivät ole perusopetuksen jälkeen suorittaneet ammatillista tutkintoa, lukion oppimäärää tai korkeakoulututkintoa (Opintopolku 2024). Jatkuvan haun hakeutumisväylä on tarkoitettu sellaisille hakijoille, jotka ovat jo aiemmin suorittaneet jonkin toisen asteen tutkinnon, korkeakoulututkinnon tai hakijalla on alalta työelämässä hankittua osaamista. Tietyissä tapauksissa jatkuvan haun kautta voi hakeutua opiskelijaksi myös silloin, kun hakija ei ole saanut opiskelupaikkaa yhteishaun kautta (Opintopolku 2024).

3.2 Metsäalan perustutkinto

Nykyisin käytössä olevat metsäalan perustutkinnon (OPH-4845-2021) tutkinnon perusteet ovat tulleet voimaan 1.8.2022. Kyseisissä tutkinnon perusteissa uudistettiin muuan muassa yhteisiä tutkinnon osia ja kaikille ammatillisille perustutkinnoille yhteisiä ammatillisia valinnaisia tutkinnon osia. Lisäksi tutkinnon perusteisiin päivitettiin ja tarkennettiin arviointia ja lupia- ja pätevyyskriteerejä sekä valinnaisten osien kuvauksia. (Opetushallitus 2022.)

Myös nykyisin voimassa olevat metsäalan perustutkinnon tutkinnon perusteet ovat olleet uudistustyön alla ja uudistetut tutkinnonperusteet (OPH-2882-2023) ovat astuneet voimaan 1.1.2024. Vuoden 2024 alusta voimaan tulleissa tutkinnon perusteissa uudistettiin muun muassa ammatillisten tutkinnon osien nimiä ja sisältöjä sekä lisättiin metsäkoneenkuljetuksen osaamisalan alle kokonaan uusi erikoistumisala, terminaalikoneenkuljettaja. 1.1.2024 voimaan tulleet metsäalan perustutkinnon tutkinnon perusteet otetaan asteittain käyttöön siten, että tammi-kuusta 2024 lähtien aloittavat jatkuvan haun kautta opintoihin hakeutuneet opiskelijat ottavat uudet perusteet käyttöön vuoden 2024 aikana. Elokuussa 2024 opintonsa aloittavat, yhteishaun kautta hakeutuneet opiskelijat ottavat perusteet käyttöön elokuusta lähtien.

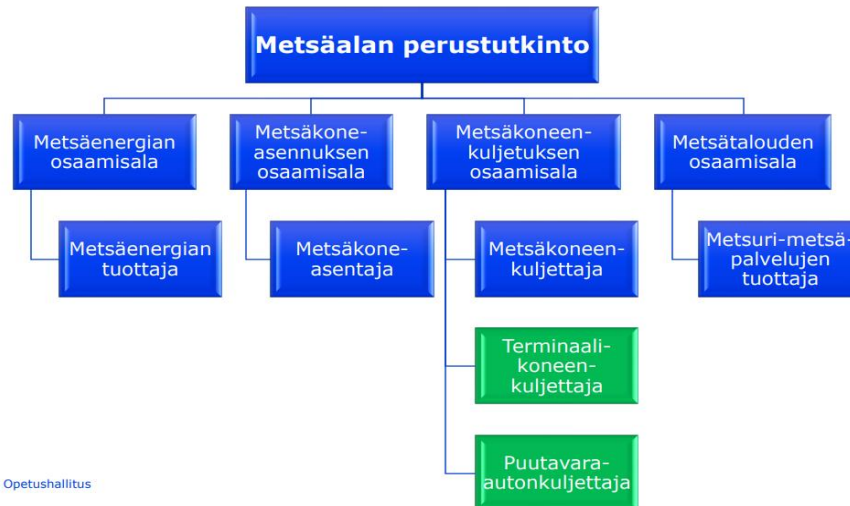
Tutkinnon perusteet ovat voimassa siihen saakka, kunnes ne jälleen päivitetään vastaamaan paremmin muuttuvan työelämän keskeisiä vaatimuksia. Ammatilliset perustutkinnot ovat laajuudeltaan 180 osaamispistettä (osp) ja opintojen suoritus aika on noin kolme vuotta. Edistyneimmät opiskelijat Lapin Koulutuskeskus REDU:ssa suorittavat esimerkiksi metsäalan perustutkinnon noin 2,5:ssa vuodessa.

Ammatilliset perustutkinnot koostuvat 145 osp:n laajuisista pakollisista ja valinnaisista ammatillisista tutkinnon osista sekä 35 osp:n laajuisista pakollisista ja valinnaisista yhteisistä tutkinnon osista, eli YTO-opinnoista. Ammatilliset opinnot arvioidaan asteikolla T1 (tyytyttävä) – K5 (kiitettävä). Ammatillisessa perustutkintokoulutuksessa opiskelija voi yksilöllisesti sisällyttää perustutkintoonsa enemmän tutkinnon osia, jos se on tarpeellista, työelämän alakohtaisten tai paikallisten ammattitaitovaatimusten tai opiskelijan ammattitaidon syventämisen kannalta (Opintopolku 2023c). Metsäalan perustutkinto sisältää neljä osaamisalaa. Osaamisalat sekä tutkintonumerot ja -nimikkeet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Metsäalan perustutkinnon osaamisalat ja tutkintonimikkeet (Opintopolku 2023)

OSAAMISALA	TUTKINTONUMERO JA -NIMIKE
Metsäenergian tuotannon osaamisala	1771, metsäenergian tuottaja
Metsäkoneasennuksen osaamisala	1772, metsäkoneasentaja
Metsäkoneenkuljetuksen osaamisala	1773, metsäkoneenkuljettaja
Metsätalouden osaamisala 1774	1774, metsuri-metsäpalvelujen tuottaja

Kuviossa 2 (opetushallitus 2023d). on esitetty 1.1.2024 alkaen käyttöön otettujen Metsäalan perustutkinnon tutkintoperusteiden muutokset osaamisaloittain. Vihreällä laatikolla on esitetty osaamisaloihin uusissa tutkinnon perusteissa tulleet muutokset.



6

Kuvio 2. Metsäalan perustutkinnon osaamisalat (OPH 2023)

Opintopolku.fi palvelussa kuvataan metsäalan perustutkinnon suorittaneen opiskelijan osaaminen seuraavasti: ”Metsäalan perustutkinnon suorittaneella on laaja-alaiset ammatilliset perusvalmiudet metsäalan eri tehtäviin sekä jatko-opintoihin. Lisäksi hänellä on erikoistuneempi osaaminen ja työelämän edellyttämä ammattitaito yhdellä tutkinnon osa-alueella. Ammatteja, joihin metsäalan perustutkinto tarjoaa pätevyyden, ovat esimerkiksi metsäkoneenkuljettaja (kuorma-traktorin- tai hakkuukoneen kuljettaja), metsäkoneasentaja, puutavara-auton kuljettaja, metsänparannuskoneenkuljettaja, metsuri-metsäpalvelutuottaja ja bioenergia-alan työntekijä. Edellä kuvatuissa tehtävissä voidaan toimia myös yrittäjänä. Lisäksi metsäalan perustutkinto avaa jatkokoulutusmahdollisuudet metsäalan ammattikorkeakoulu- ja korkeakouluopintoihin. Ammattikorkeakouluissa voi jatko kouluttautua esimerkiksi metsätalousinsinööriksi ja yliopistossa metsänhoitajaksi”. (Opintopolku 2022.)

Keskitymme tässä opinnäytetyössä tarkemmin metsäkoneenkuljetuksen osaamisalaan. Osaamisalan opintojen sisältöön puutavaran lähikuljetukseen ja koneellisen puutavaran valmistukseen painottuvien ammatillisten tutkinnon osien osalta.

3.3 Metsäkoneenkuljetuksen osaamisalan pakolliset ammatilliset opinnot

Metsäkoneenkuljetuksen osaamisala (1.8.2022 voimaan tulleet tutkinnon perusteet) muodostuu kolmesta pakollisesta ammatillisesta tutkinnon osasta sekä kahdesta kolmeen valinnaisesta ammatillisesta tutkinnon osasta. Pakolliset ammatilliset tutkinnon osat ovat laajuudeltaan yhteensä 60 osaamispistettä ja valinnaiset ammatilliset opinnot 85 osaamispistettä. Lisäksi opiskellaan pakollisia yhteisiä tutkinnon osia yhteensä 26 osaamispistettä sekä valinnaisia yhteisiä tutkinnon osia yhdeksän osaamispistettä. Metsäalan perustutkinnon pakolliset ammatilliset opinnot koostuvat taulukossa 2 esitetyistä tutkinnon osista.

Taulukko 2. Metsäalan perustutkinto, pakolliset ammatilliset tutkinnon osat

Tutkinnon osa	Tutkinnon osan laajuus
4 Metsän hoito ja hyödyntäminen	20 osp
5 Metsätraktorin käyttö	20 osp
6 Metsäkoneiden kunnossapito	20 osp

Metsäalan perustutkinnon/metsäkoneenkuljetuksen osaamisalan muodostuminen on esitetty liitteessä 1. Taulukossa 3. on esitelty metsäalan perustutkinnon ammatilliset suuntautumisvaihtoehdot.

Taulukko 3. Metsäalan perustutkinto, ammatilliset suuntautumisvaihtoehdot.

Tutkinnon osa	Tutkinnon osan laajuus
7 Puutavaran lähikuljetus, kuormatraktori	65 osp
8 Koneellinen puutavaran valmistus, harvesteri	65 osp
9 Puutavaran autokuljetus, kaukokuljetus	65 osp
10 Koneelliset maanmuokkaus- ja metsänhoitotyöt	65 osp

3.4 Metsätraktorin käytön ammattitaito- ja osaamisvaatimukset ja arviointi

Pakollisten ammatillisten tutkinnon osien opiskelu aloitetaan ensimmäisenä lukuvuonna ja niitä opiskellaan ensimmäisen ja toisen lukuvuoden aikana siten, että toisen opiskeluvuoden keväällä opiskelijoilla on kaikki pakolliset ammatilliset

tutkinnon osat metsäalan perustutkinnosta suoritettuina. Ammatillinen osaaminen osoitetaan ja arvioidaan tutkinnon osittain ensisijaisesti näytöissä. Näytössä opiskelija tekee käytännön työtehtäviä aidoissa työtilanteissa ja työprosesseissa työpaikalla (Opetushallitus 2024).

Pakollisen Metsätraktorin käyttö -tutkinnon osan opiskelu Lapin koulutuskeskus REDU:n metsäopetuksessa aloitetaan ensimmäisen opintovuoden alussa ja ammattitaidon osaaminen kyseisestä tutkinnon osasta pyritään arvioimaan viimeistään toisen lukuvuoden syyslukukauden loppuun mennessä (Lapin koulutuskeskus REDU 2023a). Metsätraktorin käytön ammattitaitovaatimukset, jotka opiskelija tutkinnon osan hyväksytysti suorittuaan hallitsee tasolla TI-K5 on esitetty taulukossa 4. Tutkinnon osan osaamisen arviointi on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 4. Metsäalan perustutkinto, Metsätraktorin käytön ammattitaitovaatimukset

Opiskelija osaa:
<ul style="list-style-type: none"> • Tehdä usein toistuvat huoltotyöt ja koneen kunnon ylläpitoon liittyvät toimenpiteet
<ul style="list-style-type: none"> • Metsäkoneiden tekniikan ja rakenteiden perusteet
<ul style="list-style-type: none"> • Työskennellä huoltotehtävissä työturvallisuuden ja ympäristön huomioiden.

Kuormatraktorin perusrakenne ja kuormatilan sekä puutavarakuormaimen osat on esitetty kuviossa 3. Taulukossa 5 on esitetty numeroiden selitykset. Kuvassa on Ponsse Buffalo kuormatraktori (Koneellinen puunkorjuu, Metsäteho 2024).



Kuvio 3. Metsätraktorin ja puutavarakuormaimen osat (Metsäteho 2024)

Taulukko 5. Metsätraktorin ja puutavarakuormaimen osat (Metsäteho, 2024)

Metsätraktori		
1 eturunko	2 takarunko	3 etuteli
4 takateli	5 ohjaamo	6 keskinivel
7a-e kuormain		
7a jalusta	7b nostopilari	7c nostopuomi
7d siirtopuomi	7e jatkopuomi	8 riipuke
9 kouran kääntäjä	10 koura/kahmari	11 sermi
12 tolppa	13 pankko	

Metsätraktorin kuormainta hallitaan puominhallintavivulla, jotka sijaitsevat metsätraktorin vasemmassa ja oikeassa käsipaneelissa. Kuormaimen puomin hallinta ja liikkeet on esitetty kuviossa 4.

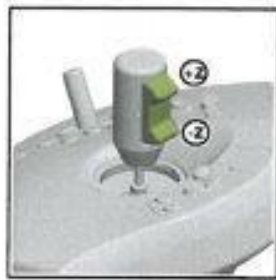
PUOMIN HALLINTA

Vasen puominhallintavipu

- +Y Taittopuomi ulos
- -Y Taittopuomi sisään
- -X Puomin kääntö vastapäivään
- +X Puomin kääntö myötäpäivään
- +Z Jatke ulos
- -Z Jatke sisään

Oikea puominhallintavipu

- +Y Nostopuomi alas
- -Y Nostopuomi ylös
- -X Rotaattori vastapäivään
- +X Rotaattori myötäpäivään
- +Z Harvesteripää/koura auki
- -Z Harvesteripää/koura kiinni



Kuvio 4. Puutavarakuormaimen puomin hallintavivut ja toiminnot (John Deere 2023)

4. SIMULAATIOT JA SIMULAATIOKOULUTUS LAPIN KOULUTUSKESKUS REDU:SSA

4.1 Simulaatiot

Simulaatiosta voidaan puhua tilanteessa, jossa se on riittävän tarkka jäljitelmä todellisuudesta asetetun päämäärän saavuttamiseksi. Asetettu päämäärä voi olla jonkin asian tai työkokonaisuuden perusteellisempi ymmärtäminen, työntekijöiden harjoittelu työkokonaisuuden hallitsemiseksi tai heidän työkykynsä testaaminen (Gaba, Dieckmann, Eich & Rall 2010, 167). Onnistunut simulaatio kytkee toisiinsa abstraktin ja konkreettisen, helpottaen oppimisprosessia ja parantaen aikanaan oikeaa suoritusta. Simulaatiota hyödyntäen voidaan harjoitella epätodennäköisiä tilanteita, jolloin tosipaikassa on toimintamalli valmiina (Blomgren 2015, 39).

Simulaatiossa ei siis ole kysymys todellisuudesta, vaan todellisuuden jäljittelystä mahdollisimman hyvin. Simulaatio oppimis- ja opetusmenetelmänä on yksi työkalu, jolla voidaan muuntaa saatu tieto selkeäksi, tietoiseksi informaatioksi (Poikela 2017, 27). Hyvän mallintamisen myötä opiskelija tuntee olevansa osa todellista tilannetta ja osaa päätellä tämän perusteella vastaavalla tavalla, kuin aidossa tilanteessa. (Hoffren, Karppinen, Laakkonen, Lång, Mattila, Miinalainen, Pirttilä & Räsänen, 2004, 22–23.). Perusajatuksena simuloinnissa on todellisten tapahtumien matemaattinen tai looginen mallintaminen. Simuloinnin avulla päästään lähelle todellista käyttäytymistä, mutta monissa tilanteissa mallintaminen on joltakin osin kompromissien tekoa (Räsänen 2004, 3).

Simulaatiota käytetään erilaisten työskentelyprosessien opetuksessa esimerkiksi sosiaali- ja terveysalalla, lääketieteessä, merenkulussa, ilmailussa, avaruusteknologiassa sekä erilaisissa liikenteen kuljettajakoulutuksissa, kuten erilaiset ajoneuvosimulaattorit. Esimerkiksi sosiaali- ja terveysalalla tietokone palvelee simulaatio opetusta ja -oppimista monin tavoin tarjoamalla yksilöille mahdollisuuden oppia ja harjoitella diskreettejä taitoja. Edistynyt simulaatioympäristö tukee myös ryhmäopetusta (Poikela 2017, 32). Taulukossa 6 on kuvattu muutamia Rallin (2013) esittämiä simulaation käyttömahdollisuuksia.

Taulukko 6: Simulaatio opetuksen käyttömahdollisuuksia (Gaba, Dieckmann, Eich & Rall 2010)

Simulaatiolla voidaan:
<ul style="list-style-type: none"> • Esittää tiettyjä toimenpiteitä aidontuntuisissa olosuhteissa
<ul style="list-style-type: none"> • Oppia toimenpiteiden tekemistä ja ryhmätyöskentelyä
<ul style="list-style-type: none"> • Arvioida toimenpiteitä
<ul style="list-style-type: none"> • Harjoittaa vähentämään toimintavirheitä, tulla tehokkaammiksi ja suorituskykyisemmiksi

Oppimisen ohjaaminen on tärkeää kaikenlaisessa simulaatioharjoittelussa, sillä sen avulla voidaan ehkäistä virheellisten toimintamallien vakiintuminen. Oppijan on tärkeää saada ohjaavaa palautetta, joka suuntaa harjoittelua ja tukee oppijan omaa kehittymistä sekä oman taitotason arviointia. Wiklund (1999) selvitti tutkimuksessaan simulaattorin käyttöä harvesterin peruskäytön opiskelussa. Tutkimuksen mukaan suurimman hyödyn simulaatioharjoittelusta saivat sellaiset opiskelijat, jotka olivat epävarmoja koneen käsittelytaidoistaan. Wiklund korosti myös simulaatiokoulutuksen huolellista suunnittelua, jotta opiskelijoiden mielenkiinto simulaatioharjoitteisiin säilyy. Tietokonepohjaisten simulaattoreiden palautejärjestelmät ovat hyödyllisiä esimerkiksi vahvistaessaan oppijan motivaatiota ja antaessaan tukea itsenäisiin harjoittelujaksoihin koulutusohjelman sisällä. Palautteen tulisi antaa oppijalle käsitys hänen taitotasostaan ja taidon kehittymisestä sekä mahdollistaa itsearviointia ja edesauttaa sitä (Eteläpelto, Collin & Silvennoinen 2013, 44). Simulaatioharjoitteluun täytyy aina palautteen annon yhteyteen kytkeä myös opiskelijan henkilökohtaista ohjausta.

Simulaatio-opetus on vaativaa, koska opettajalla on oltava vahva kompetenssi opetettaviin sisältöihin ja simulaatiopedagogiikkaan (Hallikainen & Väisänen 2007, 437). Simulaation tehokkuus riippuu simulaattorista itsestään, käytetyistä opetusmenetelmistä ja -materiaaleista sekä ohjaukseen resursoidusta työajasta (Ranta 2004, 2). Simulaation ohjaajalta vaaditaan myös kykyä luoda simulaatiosta ilmapiiriltään positiivinen sekä sellainen, että opiskelijat kokevat olevansa

oppimistilanteeseen tervetulleita (Dieckmann 2011, 1). Nykyaikaiset simulaattorit mahdollistavat monipuolisen, vuorovaikutteisen sekä reaaliaikaista ja helposti ymmärrettävää palautetta antavan oppimisjärjestelmän. Toimiakseen tämä järjestelmä tarvitsee oppimistilanteen ohjaajan, eli opettajan. Opettajan rooli ennen simulaatioharjoitusta on valmistella opiskelijoita simuloituun oppimistilanteeseen. Opettaja nostaa esiin simulaation kannalta tärkeät periaatteet sekä toimintamallit (Peltola 2023). Simulaation aikana opettaja on tarkkailija tai sivustaseuraaja ja simulaatioharjoituksen jälkeen opettaja on reflektiokeskustelun vetäjä ja palautteen antaja (Kivinen 2008, 54–55). Opettajan rooli on vahvistaa päätöksentekoa vastuunottotaitoa sekä kriittistä ajattelua (Dillström & Ruotsalainen 2014, 20). Harjoitusten myöhempi läpikäynti on oleellinen ja tärkeä osa simulaatioharjoitusta, sillä se edistää oppimista (Shinnick ym. 2011, 109). Harjoituksen läpikäynti on syytä tehdä mahdollisimman pian itse simulaatioharjoitteen suorittamisen jälkeen, jotta sillä saavutetaan paras mahdollinen vaikutus opiskelijan taidon kehittymiseen. Kupiaisen (2013) mukaan opiskelijat kokivat simulaatioharjoituksen läpikäynnin tärkeäksi ja kokemukset siitä olivat hyviä. Simulaatioharjoitusta läpikäyvältä ohjaavalta opettajalta vaaditaan taitoa antaa palautetta; tulee osata arvioida kriittisesti samalla välttämättä negatiivisten tunteiden syntymistä ja kasvojen menetystä. Erityisesti terveydenhuollon simulaatioissa on harjoitteen lopuksi käytössä jälkipuinti. Jälkipuinti tarkoittaa harjoitteen jäsenneltyä reflektiota, palautteen antoa sekä simulaatiotilanteesta keskustelua (Dieckmann, Lippert & Østergaard 2013, 195).

Alfes (2011, 89–93) on tutkimuksessaan selvittänyt, että opiskelijoiden luottamus omiin kykyihin simulaatioharjoitusten jälkeen on merkittävästi parempi kuin vertailuryhmän, joka ei käyttänyt oppimisessaan simulaatioharjoituksia. Simulaatioissa opiskelevat ovat myös tyytyväisempiä opiskeluunsa.

Hallikaisen ja Väisäsen (2007, 437) mukaan simulaatioharjoitusten, kuten muidenkin oppimismenetelmien kulmakivenä on uuden tiedon suhteuttaminen jo aiemmin hankittuun osaamiseen. Tämä näkyy metsäkoneopetuksessa esimerkiksi opintojen suuntautumisvaiheessa toisena opiskeluvuonna, kun osa opiskelijoista lähtee suuntautumaan hakkuukoneelle. Opiskelijat ovat jo aiemmin opiskelleet perustiedot metsänkäsittelystä, metsänarvioinnista ja -mittauksesta sekä

kuormatraktorin ja kuormaajan käytöstä. Suuntautumisvaiheessa hakkuukoneenkuljettaja opiskelijat opiskelevat aiemmin opitun lisäksi esimerkiksi lainsäädännön asettamia vaatimuksia metsänkäsittelylle, hakkuun työskentelymalleja, harvennusmalleja, hakkukoneen toimintoja ja -tekniikkaa sekä harjoittelevat harvesterin käyttöä ja hakkuutekniikkaa simulaatioharjoituksissa metsäkonesimulaattoreilla. Vasta edellä kuvatun perusharjoittelun kautta opiskelijalla on olemassa valmiuksia lähteä oikealle puunkorjuutyömaalle käytännön koneharjoitukseen.

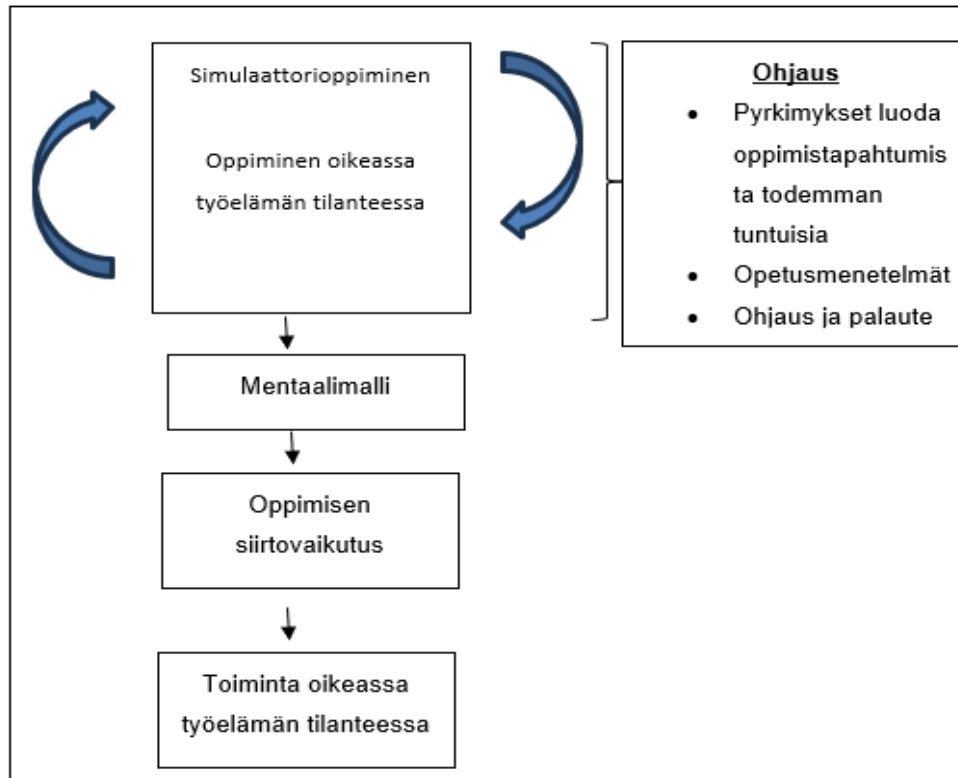
Simulaatio-opetus vaatii taloudellisten resurssien (oppimisympäristöt, simulaattorit, ohjelmistot sekä edellä kuvattujen tekijöiden ylläpito) lisäksi myös aikaresursseja opettajille simulaatio-opetuksen suunnitteluun ja toteutukseen (Dillström & Ruotsalainen 2014, 33). Resursointi täytyy suunnitella yhteistyössä esihenkilöiden kanssa säännöllisesti ja hyvissä ajoin ennen simulaatio-opetuksen toteuttamista.

Salakari (2009, 84) näkee oppimissimulaatiot ikään kuin siltana luokkahuoneen ja reaali maailman välillä, jolloin luokkahuoneessa tapahtuvassa simulaatiossa opitaan erilaisia työelämässä tarvittavia taitoja. Salakarin mukaan (2004, 40) simuloimalla käyttöön perustuvan opetuksen perusajatus on seuraava: Kun joudutaan ensimmäistä kertaa käytännön tilanteeseen, jossa on päätettävä nopeasti miten toimia, oikeanlaisen toimintatavan valinta on usein vaikeaa. Ensimmäisellä kerralla toimitaan usein virheellisesti. Sen sijaan, jos tilannetta on harjoiteltu esimerkiksi simuloimalla tilanne ja harjoittelemalla toimintaa etukäteen, aidossa tilanteessa todennäköisesti toimitaan oikein. Oppimisen siirtovaikutus on simulaattoriharjoittelussa tärkeimpiä harjoiteltavissa olevia taitoja. Etenkin se, että osaa oppimistilanteessa hyödyntää oppimaansa taitoa ja soveltaa sitä siihen, mitä on metsäkoneella oikeasti tekemässä (Kivimäki & Roivainen 2014, 26). Opiskelijan ja ohjaajan vuorovaikutusta ja myös oppimisen siirtovaikutusta on mahdollista kehittää simulaattoripohjaisella koulutuksella, koska se palvelee turvallista, muokattavaa, toistettavissa olevaa ja joustavaa oppimisympäristöä (Ranta 2004, 5). Useiden tutkimusten mukaan simulaatio oppimisella ja sitä kautta oppimisen siirtovaikutuksella on arvioitu olevan positiivinen vaikutus opiskelijan taitoihin (Standon & Cromby 1995, Rose, Attree, Brooks, Parslow, Penn

& Ambihapahan, 1998). Simulaatiokoulutusprosessi tarjoaa opiskelijalle mahdollisuuden hankkia uusia taitoja, säilöä niitä muistiinsa ja siirtää niitä oikeisiin työelämä tilanteisiin (Gonzalez 2002, 23). Simulaattoripohjainen koulutus linkitettyä opetussuunnitelmaan ja oppimateriaaliin kehittää oppimisen siirtovaikutusta paremmin kuin perinteinen, oikealla koneella tapahtuva koulutus (Ranta 2004, 5). Toisaalta ainakin aiemmin on ollut mahdollista, että simulaation siirtovaikutus on ollut jopa negatiivinen. Tämä on voinut johtua esimerkiksi tilanteesta, jossa simulaattorille rakennettu harjoitus harjoittaa väriä ja ammattitaidon kannalta jopa haitallisia työskentelymalleja (Juola 2001). Tämä ongelma on nykyään pääsääntöisesti poistunut, koska simulaattoriharjoitteet suunnitellaan huolellisesti metsäkonealan ammattilaisten toimesta ja harjoitteet perustuvat todellisiin työelämän tilanteisiin sekä metsäalan tutkinnonperusteisiin.

Holding (1987) näkee oppimisen siirtovaikutusta arvioitaessa mahdolliseksi saavuttaa kolmenlaisia tuloksia: Positiivinen siirtovaikutus silloin, kun simulaatioharjoitteluvaiheessa saavutetut oppimisen tulokset pystytään siirtämään esimerkiksi oikealla koneella tapahtuvaan työskentelyyn. Negatiivinen siirtovaikutus tilanteessa, jossa simulaatioharjoittelu heikentää suoritusta oikeassa työelämän tilanteessa. Lisäksi siirtovaikutus voi olla nolla tilanteessa, jossa simulaatioharjoittelulla ei ole lainkaan vaikutusta oikeaan työelämän tilanteeseen. Hyvä esimerkki positiivisesta siirtovaikutuksesta on tilanne, jossa opiskelija käyttää aitoa konetta tai järjestelmää simulointiin perustuvan koulutuksen jälkeen tehokkaammin ja paremmin (Flexman & Stark 1987, 1018).

Simulaatio opetus yhdistettynä metsässä, oikealla hakkuutyömaalla tapahtuvaan opetukseen, parantaa kuormatraktorin ja harvesterin kuljettajien koulutusta (Ovaskainen 2005, 100). Simulaattorioppimisen pedagoginen runko on esitelty kuviossa 5. Simulaatiotilanteessa harjoiteltu ja opittu taito tai työkokonaisuus kyetään ottamaan käyttöön oikeassa työelämän tilanteessa.



Kuvio 5. Simulaattorioppimisen pedagoginen runko (Salakari 2009, 83)

4.2 Simulaatiokoulutuksen etuja ja haasteita

Kehittyvän simulaatiotekniikan ansiosta on mahdollista toteuttaa opetusta entistä monipuolisemmin, mutta tämä luo haasteita opettajien pedagogiselle osaamiselle (Kujansuu & Säynäjoki 2008, 2). Simulaation ohjaajalla, eli opettajalla on oltava myös ajantasainen tieto metsäkoneenkuljettajan ammatin vaatimuksista ja metsäalan tutkinnonperusteista. Myös yleisluonteisesta tietämyksestä simulaattoreiden tietojärjestelmien toiminnasta on etua. Lisäksi koulutusorganisaatiossa täytyy olla ainakin yksi vastuuhenkilö, joka tuntee simulaattorit syvällisemmin ja vastaa esimerkiksi simulaattoreiden järjestelmäpäivityksistä ja teknisestä kunnossapidosta.

Yhtenä simulaation käytön näkökulmana nähdään sen kustannustehokkuus, Monet oikeasti toteutettavat tilanteet voivat olla suuruusluokaltaan hankalia tai suorastaan mahdottomia toteuttaa (Talonen 2004, 4). Laitesimulaattoreiden avulla mahdollistetaan laitteen käytön harjoittelu, joka ei kaikissa tilanteissa ole oikealla koneella tai laitteella mahdollista turvallista tai järkevää (Räsänen 2004, 10). Tämä korostuu esimerkiksi merenkulun tai ilmailualan simulaatiokoulutuksissa.

Käytännössä on mahdotonta toteuttaa opintojen alkuvaiheessa käyttöharjoittelua esimerkiksi oikealla lentokoneella tai rahtilaivalla. Toinen näkökulma on aika. Aikaa säästyy, kun simulaatiossa keskitytään olennaiseen toimintaan esimerkiksi ilman ennakkovalmisteluja (Talonen 2004, 4.). Aikaa säästyy metsäalan simulaatio opetuksessa myös puunkorjuutyömaalle siirtymisen osalta. Simulaatioharjoitusten aloittaminen on nopeaa oikealle työmaalle siirtymiseen verrattuna. Simulaatio opetuksessa päästään harjoitusten alkuoheistuksen jälkeen nopeasti tekemään harjoitteita. Työmaalle siirtyminen taas edellyttää aina oppilaitoksen autoilla toimipisteestä korjuutyömaalle siirtymistä, usein varaosien ja tarvikkeiden hakua esimerkiksi konevalmistajien huoltopisteistä, metsätraktoreiden ajoonlähötarkastuksia, mahdollisia öljyjen ja nesteiden täyttöjä ja muita huolto- ja korjaustoimia sekä talvella pakkaskaudella koneiden lämmityskäyttöä.

Simulaatio opetuksen etuja ovat lisäksi harjoitteen toistettavuus ja varioitavuus. Samaa harjoitetta on mahdollista harjoitella ja opiskella yhä uudestaan ja kokeilla esimerkiksi erilaisia ratkaisumalleja (Talonen 2004, 4.). Harjoitteen toistamisella ja erilaisten ratkaisumallien kokeilulla opiskelija oppii samalla ongelmanratkaisuja päätöksentekotaitoja ja pääsee haastavissa tilanteissa etenemään. Tähän tarvitaan tietysti usein myös reflektointia ja keskustelua simulaatio ohjaajan kanssa. Metsäkoneenkuljettajan ammatissa pärjäämisen kannalta juuri kuljettajan ongelmanratkaisutaitojen merkitys on ensiarvoisen tärkeää. Yksi tärkeimmistä simulaatio opetuksen eduista on turvallisuus. Simulaattorilla metsäkoneen käytön perusteiden opiskelu on huomattavasti riskittömämpää kuin aidolla koneella oikealla puunkorjuutyömaalla tapahtuva harjoittelu ja myös opiskelijalla on mahdollisuus toistaa samaa työtehtävää tai harjoitella erityistaitoja useita kertoja peräkkäin (Salakari 2010, 15).

Simulaatioympäristössä opiskeltaessa on tärkeää aluksi tiedostaa se, kuinka simulaattori eroaa aidosta puunkorjuutyömaasta. Simulaattorilla opittaessa löytyy useita eroja oikeaan työmaaympäristöön verrattuna. Oppija mieltä helpoimmin sen, että on kyse harjoituksesta, eikä mukana ole välttämättä kaikkia toimijoita, kuin aidossa tilanteessa. Esimerkiksi metsäkoneen melu ja tärinä puuttuvat (Talonen 2004, 6.). Myös maastonmuotojen, maaston rakenteen ja kantavuuden, pimeyden, lumipeitteen ja sateen sekä tuulen aiheuttamat vaikutukset puuttuvat. Nykyisellä simulaattoritekniikalla edellä mainittuja tekijöitä on vielä haastavaa

mallintaa. Simulaattorilla saattaa tulla tunne, että työnteko on helppoa ja vaarantonta, koska simulaattorilla väärin tehty toimenpide ei lopeta harjoitusta kuin hetkeksi, toisin kuin oikealla koneella saman virheen tehdessä saattaa olla edessä useiden tuntien mittainen korjaustoimenpide (Kivimäki & Roivainen 2014, 11). Simulaatio sisältää myös muutamia muita ongelmakohtia, jotka ovat syytä simulaatio opetuksessa huomioida. Räsänen (2004) on määritellyt mahdolliset ongelmat taulukossa 7.

Taulukko 7. Simulaation ongelmia (Räsänen 2004)

simulaatiomalli ei vastaa riittävän hyvin todellisuutta
simulaatiosovelluksen käyttö vaatii tietoteknisiä- ja sovelluksen käyttötaitoja, jolloin opiskeltava asia saattaa jäädä taka-alalle
simulaation yksipuolinen käyttö ei annakaan opiskelijalle laajaa kuvaa opiskeltavasta aiheesta eli opiskelijalta saattaa jäädä huomaamatta joitain olennaisia asioita
laadukkaan simulaation tekeminen vaatii tekijöitä ja joihinkin spesiaaleihin asiakokonaisuuksiin ei ole riittävää markkinaa, jotta tuotetta kannattaa rakentaa

4.3 Simulaatiokoulutuksen pedagogiikka

Jos tavoitteenamme on oppia tarvitsemiamme taitoja perusteellisesti ja tulla niissä hyväksi, ei tavoitteeseemme yleensä ole oikoreittejä. Päämääräämme on vain yksi tie, nimittäin riittävä harjoittelun määrä (Salakari 2009, 24). Taitojen kehittymisen kannalta riittävää harjoittelua voidaan toteuttaa käytännön harjoittelulla oikeissa työelämän tilanteissa sekä erilaisilla, todellisia työelämän tilanteita mallintavilla simulaatioilla. Simulaatiokoulutuksessa jäljitellään, eli simuloidaan tiettyä toimintaa tai tapahtumaa (Salakari 2010, 12). Simulaation avulla tapahtuvassa opiskelussa painottuvat konkreettiset tapahtumat, missä käsitteet tukevat toimintaa. Toiminta auttaa opiskelijaa paremmin ymmärtämään opiskeltavan aihepiirin. Simulaatio antaa mahdollisuuden havainnollistamiseen ja tuo opiskeleluun enemmän kokemuksellisuutta (Jalava, Keskinen, Keskinen & Tiuraniemi 2001, 13.)

Simulaatiokoulutusta hyödynnetään ja käytetään yhtenä oppimisen muotona esimerkiksi terveydenhuoltoalan koulutuksissa. Terveystenhoito-alan simulaatio-opetuksessa jäljitellään käytännön tilanteita, joiden harjoittelu ja toisto voisi muuten olla lähes mahdotonta. Tällaisia ovat esimerkiksi vaara- ja poikkeustilanteet ja muut harvinaiset hoitotilanteet. (Lapin ammattikorkeakoulu 2015.).

Räsänen (2004, 16) toteaa simulaation toimivan opetuksessa ja opiskelussa monissa eri vaiheissa. Tällaisia vaiheita voivat olla esimerkiksi motivointi, harjoittelu, uuden oppiminen ja -testaaminen. Räsänen mukaan Opiskelutapahtuma voi jatkua seuraavan simulaation orientoinnilla, osaamista testaavalla simulaatiolla tai oikeassa tilanteessa toimimisella.

Taulukossa 8. on esitetty simulaation sisältö pedagogisessa mielessä (Räsänen 2004, 16).

Taulukko 8. Simulaatio pedagogisessa mielessä (Räsänen 2004)

soveltaa menetelmiä, jotka aktivoivat oppijaa toimimaan
tukee toiminnoiltaan ongelmakeskeistä (PBL) -opetusta
soveltuu eri käyttötapauksiin
soveltuu yhdessä oppimiseen
jäljittelee realistista toimintamallia
on yleistettävissä
aktivoi tiedonhankintaan
antaa opiskelijalle välitöntä tai viivästettyä palautetta
kerää tietoa oppijan toiminnasta
soveltuu tenttikäyttöön

Terveystenhoito-alan simulaatio-opetus on laajentunut pelkästään simulaattori-keskeisestä akuuttihoitosta myös vuorovaikutustaitojen ja eettisen osaamisen vahvistamiseen, psykiatrisen potilaan kohtaamiseen, potilaan tai asiakkaan ohjaukseen eri menetelmin sekä omaisten huomioimiseen hoitoprosessin aikana (Lapin Ammattikorkeakoulu 2015).

Yksi tapa toteuttaa simulaatiokoulutusta on toteuttaa simulaatio hyödyntäen simulaattoria. Esimerkkejä erilaisista simulaattoreista ovat esimerkiksi lentosimulaattori, erilaiset ajoneuvosimulaattorit sekä merenkulun sekä sotateknologian simulaattorit. Kaikkea taitojen kehittymisen kannalta ensisijaisen tärkeää harjoittelua on mahdotonta tehdä oikeissa työelämän tilanteissa tai oikeilla välineillä tai esimerkiksi ajoneuvoilla. Tähän simulaatiot ja simulaattoriharjoittelu tarjoaa hyvän menetelmän.

Simulaatioharjoitteen pohjana on oltava Salmen (2021) mukaan.

1. Tieto, mitä harjoituksessa tehdään ja mihin sillä pyritään.
2. Miten simulaatioharjoitus tehdään.
3. Miten suoritusta mitataan, eli mitkä ovat esimerkiksi hyväksytyyn suorituksen kriteerit.

Simulaattoriopetuksen suunnittelussa on tärkeää suunnitella opiskelu osaksi muuta opetusta ja sillä tulee olla selkeät tavoitteet. Seuraavat seikat, joita tulisi suunnittelussa huomioida Talosen (2004, 7) mukaan kuvataan taulukossa 9.

Taulukko 9. Simulaattoriopetuksen suunnittelussa huomioitavia seikkoja (Talonen 2004)

Selkeät oppimistavoitteet
Opittava aines sidottava oppijoiden kokemusmaailmaan
Oppijoiden henkilökohtainen kiinnostus
Monipuoliset työskentelytavat
Asiantuntevat kouluttajat
Tauotus
Oppijoiden itse tekeminen
Aidonkaltainen ympäristö
Riittävä harjoittelu

Simulaattorin käyttöön perustuvan opetuksen tavoitteena on se, että tehtävät osataan myös aidossa toimintaympäristössä. Oppimistilanteet simulaattorilla voidaan saada ainakin osittain aitoa toimintaympäristöä muistuttavaksi. Siksi osa opetuksesta on järjestettävä siten, että oppija oppii myös ne asiat, joita ei simulaattorin avulla voida oppia (Salakari 2005, 45.). Kujansuun ja Säynäjoen (2008) Tampereen AMK:n ammatilliseen opettajankoulutukseen tekemässä kehittämissankkeessa selvitettiin simulaattoreiden käyttöä metsäoppilaitoksissa sekä tekijöitä, jotka vaikuttavat simulaattoriopetuksen tehokkuuteen. Simulaatiopedagogiikan parissa työskenteleville metsäalan opettajille tehtiin kysely. Kyselyssä selvisi, että simulaatiossa tapahtuvan oppimisen tehokkuudessa tärkeiksi seikoiksi nousivat oppimistehtävät ja tehtävien on oltava ainakin simulaatioharjoittelun alussa lyhyitä, koska opiskelijan motivaatio voi loppua liian pitkäkestoisissa tehtävissä (Kujansuu & Säynäjoki, 2). Lisäksi vastaajat painottivat riittävän yksinkertaisia tehtävänantoja sekä sitä, että oppijalle on tultava tehtävänannon kautta selkeä kuva tehtävän tavoitteesta ja siitä mitä tehtäväsuorituksen aikana on tarkoitus oppia.

4.4 Simulaattorikoulutuksen historia REDU:n metsäkoneopetuksessa

Hirvaan metsäkonekoulun työnopetuksessa oli jo varhain havaittu, että riittävää koneharjoittelua häiritsi konekaluston vähyys ja hydraulikalla toimivan kuormaajan käyttöharjoituksia oli liian vähän. (Lassila 2006, 254) Raimo Lehto kirjoitti 1970 Silva Fennican artikkelissaan, että metsäkoneenkuljettajien työnopetuksessa minimitekijänä voidaan pitää kourakuormaajan käyttöä ja kourakuormaajan käyttöharjoitukset tulee olla täysin itsenäisenä harjoitteluna. Perusteellisen oppimisen kannalta kuormausharjoittelu tulisi aloittaa mahdollisimman varhain koulutuksen alussa. Tätä varten Hirvaan metsäkonekoulu oli hankkinut kolme kiinteätä pienoiskuormainsimulaattoria kuljettajakoulutusta tukemaan. Kuviossa 6 uudet pienoiskuormainsimulaattorit ovat Hirvaan metsäkonekoulun pihalla vuonna 1970. Aikaa simulaattoriharjoitteluun oli tuolloin varattu noin 90 tuntia opiskelijaa kohden. (Lehto 1970, 42–43)



Kuvio 6. Pienoiskuormainsimulaattorit Hirvaalla 1970 (REDU:n kokoelmat 2024)

Kuljettajakoulutuksen opetussuunnitelmaan varatun opiskeluajan lisäksi opiskelijoilla oli mahdollisuus vapaa-ajallaan harjoitella itsenäisesti kuormainsimulaattoreilla, jotka olivat sijoitettuna oppilaitoksen hitsaushalliin. Iso harppaus metsäkoneenkuljettaja koulutuksessa oli, kun pienoiskuormainsimulaattoreihin asennettiin 1990-luvun lopulla uudenaikaiset ohjainkahvat, joihin voitiin tehdä erinäisiä kahvojen liikeratojen säätöjä, jotka vaikuttivat kuormaimen eri työvaiheiden liikeratoihin ja etenkin niiden liikenopeuteen. Tuolloin pystyttiin kiinteän IPS-ohjainyksikön ja näytön avulla tekemään myös pienimuotoista kuormaimen toiminnan viaretsintää. (Illikainen 2023)

2000-luvun alussa Hirvaan metsäkonekoululle tuli ensimmäiset isoilla tietokonenäyttöillä ja oikeilla metsätraktorin käsikahvoilla sekä istuimilla varustetut tietokonepohjaiset metsäkonesimulaattorit, joilla voitiin tehdä tietokoneelle simuloituja eriasteisia kuormaajan käytön harjoitustehtäviä. Vuosituhannen vaihtuessa koululla oli kiinteiden pienoiskuormainsimulaattoreiden lisäksi jo kolmen eri konevalmistajan toimittamaa tietokonesimulaattoria, joissa oli oikeita metsätraktoreita vastaavat käsiohjaimet. Aloite simulaattorien hankkimiseksi tulikin nimenomaan juuri laitevalmistajilta. Tuolloin simulaattorilla tehtävien harjoitteiden antama palaute kuormaimen tehokkaasta käytöstä oli opiskelijalle vielä hyvin vähäistä ja tehtävien pääasiallinen tarkoitus olikin opettaa oppijaa käyttämään käsiohjaimia oikein ja harjoittaa täten myös oppijan ns. lihasmuistia kuormaimen käyttöä ajatellen ennen oikealle metsäkoneelle siirtymistä. (Rantahalvari 2023)

2008 Hirvaalla sijainnut metsäkoneenkuljettajakoulutus siirtyi Rovaniemelle Jänkätien toimintayksikköön. Jänkätiellä pinoiskuormainsimulaattorit saivat oman opetustilan, jonka yhteydessä erillisessä huoneessa sijaisivat myös tietokonesimulaattorit, joita oli jo kolme kappaletta. Kuviossa 7 metsäkonesimulaattorit ovat niille varatussa opetustilassa Jänkätien toimipisteessä.



Kuvio 7. Simulaattoreita simulaattoriluokassa 2009 (REDU:n kokoelmat 2024)

Simulaattoriharjoittelu kuului jo olennaisesti opetusohjelmaan ja sille oli varattu oma aika myös opiskelijan lukujärjestykseen. Näillä simulaattoreilla voitiin harjoitella sekä metsätraktorin että myös harvesterin eli monitoimikoneen käyttöä eri asteisilla simuloituilla harjoitetehtävillä. Simulaattoriharjoittelun päätarkoituksena oli edelleen harjoittaa opiskelijaa tuntemaan metsäkoneiden kuormaimen käyttöön kuuluvien käsiohjainten sekä käsiohjaimiin kuuluvien ohjainnäppäinten käyttö sekä oikeaoppinen kuormaimen liikuttaminen/käsittely erilaisissa simuloituissa harjoitustilanteissa. (Illikainen 2023)

4.5 Simulaatiokoulutuksen nykytilanne Lapin koulutuskeskus REDU:n metsäkoneen kuljettajakoulutuksessa

Lapin koulutuskeskus REDU:ssa toteutettiin 3.8.2020-31.12.2022 ”Metsäkonesimulaatio-oppimis- ja tutkimusympäristön kehittämis- ja investointihanke”, MESOT-hanke. Hanke toteutettiin yhteistyössä Lapin ammattikorkeakoulun kanssa ja hankkeessa oli yhteistyökumppaneina muita metsäalan oppilaitoksia, metsäkoneyrittäjiä sekä metsäkonevalmistajia. Hankkeen yhtenä tavoitteena oli kehittää metsäkonekoulutuksen simulaatiokoulutusta ja hankkia metsäkonekoulutuksen käyttöön uusimpia simulaatio-opetuksen sovelluksia ja menetelmiä palveleva fyysinen oppimisympäristö uusine metsäkonesimulaattoreineen, jotka ovat ohjausjärjestelmiltään, hallintalaitteiltaan sekä ohjaamotuntumaltaan verrattavissa oikeaan metsäkoneeseen. Hankkeen toimesta Lapin koulutuskeskus REDU:lle hankittiin yhteistyössä metsäkonevalmistaja Ponsse Oyj:n sekä innovaatio ja kehitysyritys Creanex Oy:n kanssa 10 eri tasoista metsäkonesimulaattoria ja 1 Ponsse huolto- ja kunnossapidon simulaattori sekä uudistettiin koko simulaattorioppimisympäristö. (MESOT-hanke 2022.)

Samanaikaisesti MESOT-hankeen kanssa Lapin koulutuskeskus REDU:ssa oli käynnissä toinen kehittämis- ja investointihanke ”Koneellinen puunkorjuu ja kaukokuljetus ilmastomuutoksen haasteissa”, jonka toimenpiteinä hankittiin kuljettajakoulutuksen tueksi 2 metsäkonesimulaattoria lisää, Komatsu Forest Oy ja John Deere Forestry Oy metsäkonevalmistajilta sekä yksi Creanexin valmistama puutavara-autosimulaattori. Lapin koulutuskeskus REDU:n metsäkoneenkuljettajakoulutuksen simulaattorikoulutus nykyaikaistui merkittävästi vastaamaan paremmin työelämän tarpeita.

Uusi simulaatio-oppimisympäristö mahdollistaa useampien opiskelijoiden samanaikaisen työskentelyn yhteisessä opetustilassa ja antaa opettajalle mahdollisuuden seurata reaaliaikaisesti useamman opiskelijan itsenäistä suoriutumista tehtävissään, myös oppija saa välittömän palautteen tehtävissään suoriutumisesta. Uudet simulaattorit ja ohjelmistot mahdollistavat oppijan suoritusten, oppimisen ja aktiivisuuden seuraamisen nykyaikaisten analysointimenetelmien avulla. (MESOT-hanke 2022.)

Lapin koulutuskeskus REDU:ssa käytössä olevat Ponsse Oyj:n Simtrainer -koulutusjärjestelmällä Ponssen simulaattoreille luodut simulaattoritehtävät sekä tehtävien automaattiset analysointimenetelmät yhdessä Workseed -oppimisympäristössä olevan tehtävien hallintajärjestelmän kanssa edistävät ja tehostavat palautteen antamista oppijalle hänen simulaattorilla suorittamistaan tehtävistä. John Deere-simulaattoreissa käytössä oleva TimberSkills -simulaatio-oppimisympäristö sekä Komatsu Forest Oy:n Komatsu-simulaattori omalla koulutusohjelmistollaan ovat vastaavanlaisia työkaluja oppijan edistymisen seuraamiseksi ja tueksi. Ne toimivat itsenäisinä erillään Workseed oppimisympäristöstä. Simulaattoreiden ja ohjelmistojen avulla kyetään oppijan osaamistasoa nostamaan ja täten myös helpottamaan hänen siirtymistään oikean metsätraktorin käyttöön.

Uuden simulaatio-oppimisympäristön ansiosta voidaan simulaatio-opetusta toteuttaa entistä laajemmin oppimispolun eri aikoina ja oppijan opintopolkuun on lisätty simulaatio-opetukseen käytettävää opetusaikaa. Simulaattorilla harjoittelu on turvallinen, halpa ja helppo tapa harjoitella metsäkoneen käyttöä. Simulaattoreilla pystyy harjoittelemaan koko korjuuprosessin eri vaiheita puunkorjuun suunnittelusta sen toteutukseen erilaisissa virtuaalisissa metsäympäristöissä, joihin on luotu eritasoisia puunkorjuuseen kuuluvia tehtäviä. Oppija ja opettaja seuraavat reaaliaikaisesti tehtävien etenemistä Workseed, Timber Skills ja Komatsu-koulutusohjelmistojen oppimisympäristöissä ja palaute suoritteesta tulee oppijalle välittömästi suoritteen jälkeen.

Workseed oppimisalustalle tehtävät on rakennettu siten, että ne alkavat teoriapainotteisella osuudella ja etenevät vähitellen kuormaimen käytön harjoittelun kautta aina vaativimpiin virtuaalimetsässä tapahtuviin metsätraktorin ja harvesterin käytön harjoitteisiin. Jotta oppimisprosessi etenisi on oppijan suoritettava jokainen testi hyväksytysti ennen kuin hän pääsee etenemään seuraavaan astetta vaikeampaan tehtävään. Tehtävien osa-alueet ovat sijoitettu oppijan opintopolun eri vaiheisiin oppijan koulutuksen edetessä. Aluksi kaikki suorittavat kaikki perusharjoitteet ja myöhemmin suuntautumisopinoissaan keskittyvä joko metsätraktorin, harvesterin tai puutavara-auton käytön harjoitustehtäviin. Isona etuna voidaan nähdä myös se, että opettajat voivat itse luoda simulaattoreille uusia eriasteisia tehtäviä Simtrainer ja Timber Skills ohjelmistoilla. Simulaatio-

reilla suoritettavat tehtävät perustuvat Lapin koulutuskeskus REDU:ssa aina metsäalan perustutkinnon perusteisiin sekä perusteissa mainittuihin ammattitaitovaatimuksiin.

Creanex -yhtiön yhteistyössä Ponsse Oyj:n kanssa kehittämien simulaattoreiden avulla voidaan oppijalle opettaa myös WoodForce -ohjelmiston käyttö. WoodForce on työkalu metsätöiden suunnitteluun- ja ohjauspalveluun, jonka avulla voidaan esimerkiksi resursoida eri urakanantajille hakkuukohteen puunkorjuussa käytettävän kaluston tarve. Ohjelmiston palvelut soveltuvat puunkorjuun lisäksi myös metsänhoitoon ja metsän parannukseen käytettäväksi töiden suunnittelu- ja ohjaustyökaluksi. (Puuhuolto 2024.)

Metsäkoneenkuljettajille WoodForce -ohjelmiston käyttö tulee vastaan puunkorjuun toteutuksen suunnittelussa, korjuuresurssien kohdentamisessa korjuukohteille, korjuuohjeiden, kartta- ja lohkotietojen vastaanottamisessa koneille sekä koneiden lähettämien korjuutietojen toimittamisessa urakanantajille. Käytännössä urakanantaja toimittaa korjuukohteen tiedot urakoitsijalle, joka puolestaan resursoi oikean kaluston kohteelle ja lähettää korjuuohjeet korjuussa käytettävän korjuukaluston tietokoneille WoodForce-ohjelmistoon. Korjuun edetessä harvesterikuljettajan hakkaama puumäärä näkyy reaaliaikaisesti metsätraktoreiden tietokoneissa WoodForce -ohjelmassa metsävarantona. Metsätraktorin kuljettajan ajettua hakattu puutavara metsästä tienvarsivarastoon, lähettää hän ajamansa puumäärätiedot määrävälein urakanantajalle tiedoksi tienvarsivaraston puumäärästä. Korjuun loputtua korjuulohkon lopetustiedot lähetetään urakanantajalle. Ohjelmisto toimii näin rajapintana metsäyhtiöiden järjestelmien kanssa. (Puuhuolto 2024.)

WoodForce -ohjelman omistaa Trimble Forestry, joka myös tarjoaa ohjelmistoa asiakkaiden käyttöön. Asiakkaina on metsäalan yrittäjiä, urakanantajia ja metsähoitoyhdistyksiä. Woodforce on käytössä muun muassa Metsähallituksella, Stora Ensolla ja Metsä Groupilla ja täten on tarpeellista sisällyttää myös metsäkoneenkuljettaja koulutukseen. (Puuhuolto 2024.)

Ponsse simulaattoreilla voidaan opettaa myös muita ammattia tukevia opintoja, kuten metsätraktoreiden vian etsintää metsätraktorin tietokoneilla, kuormaimen liikeratojen nopeuksien, käsikahvojen liikkeiden ja istuimen säätämistä, jotta

työskentely metsätraktorilla olisi mahdollisimman ergonomista, sujuvaa ja tuottavaa. Sekä opettaa erityisesti harvesterinkuljettajaksi suuntautuville opiskelijoille harvesterin mittalaitteen tarkkuuden kontrollimittausta ja siihen liittyviä mahdollisia mittalaitteen ohjelmiston korjaussäätöjä mittaustulosten oikeellisuuden varmistamiseksi. Lapin koulutuskeskus REDU:n hanketoiminnan ja niissä tehtyjen toimenpiteiden sekä investointien ansiosta Lapin koulutuskeskus REDU:n metsäkonekoulutus uudistui ja nykyaikaistui merkittävästi.

4.6 REDU:n nykyinen simulaattorikoulutustila

Lapin koulutuskeskus REDU:n simulaattorikoulutustilassa on erillisessä opetushallissa 3 kiinteää sähkövirralla toimivaa hydraulista pienoiskuormainsimulaattoria, joilla pystytään harjoittelemaan harjoittelutukkien avulla kuormaimen peruskäyttöä, itse kuormausta ja kuorman purkua. Näillä kuormainsimulaattoreilla voidaan harjoitella myös kuormaimen liikeratojen säätöä kuormaimien IPS-ohjausjärjestelmillä. Kuviossa 8 pienoiskuormainsimulaattorit ovat niille varatussa opetushallissa.



Kuvio 8. Pienoiskuormainsimulaattorit opetushallissa (REDU:n kokoelmat 2024)

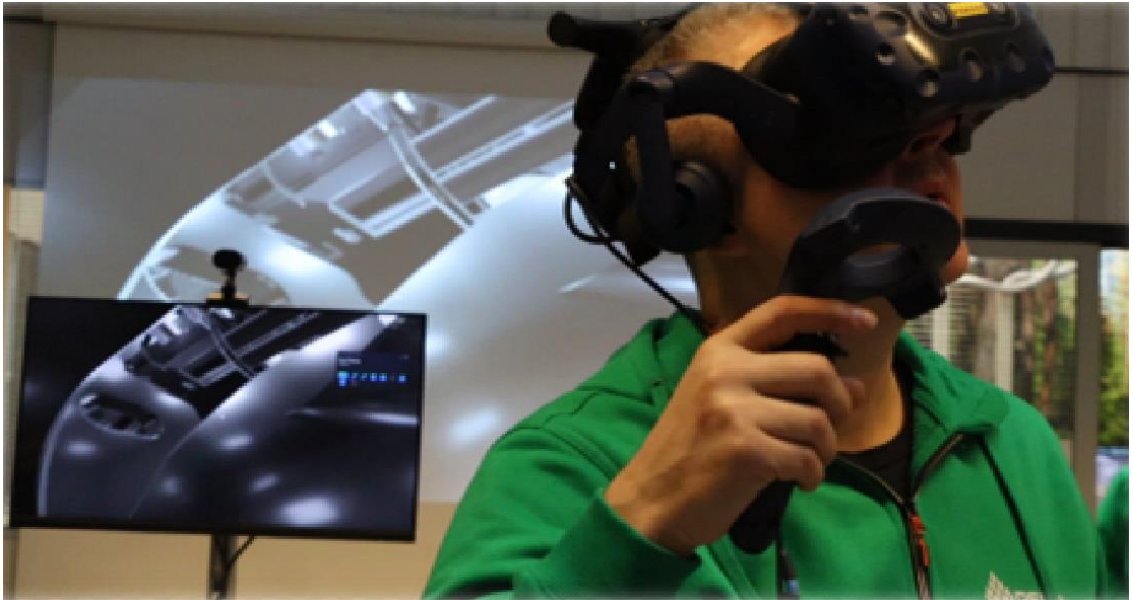
Mesot-hankeen myötä muokattiin Redu:n metsäkoneopetuksen tueksi oma nykyaikaiseen simulaattorikoulutukseen soveltuva luokkatila, erillinen simulaattoristudio sekä pieni teoriaopetustila. Luokkatilassa sijaitsee 2 John Deere kuor-

mainsimulaattoria, joilla voidaan tehdä sekä metsätraktorille, kuin myös harvesterierille räätälöityjä harjoitteita. Kyseisessä tilassa on myös puutavara-autosimulaattori omine tehtävineen opiskelijoille, jotka suuntautuvat perusopintojensa jälkeen puutavara-auton kuljettajiksi. Näillä simulaattoreilla on mahdollista käyttää harjoittelun tukena VR-laseja luomaan aitoa tuntua koneen käytöstä virtuaalisessa metsäympäristössä.



Kuvio 9. John Deere ja Creanexin puutavara-autosimulaattorit (REDU:n kokoelmat 2024)

Tilassa on lisäksi erillinen Ponssin simulaattoritietokone yhdistettynä VR-tekniikkaan. VR teknologiaa hyödyntäen voidaan tutkia esimerkiksi metsäkoneen komponentteja tai ohjaamossa sijaitsevia hallintalaitteita immersivisessä virtuaalitalassa ja liikkua teleporttaamalla VR-laseja käyttäen 360 astetta metsäkoneen ympärillä ja nousta myös sisälle koneeseen. Kuviossa 9 opettaja tutkii metsäkoneen rakennetta virtuaalisesti VR-laseilla immersivisessä tilassa. Koneesta voi virtuaalisesti irrottaa osia ja tukiä koneen rakennetta syvällisemmin. Tästä on apua metsäkoneenkuljettaja koulutuksen tutkintorakenteeseen kuuluvassa metsäkoneiden kunnossapidon ja huollon koulutuksessa.



Kuvio 10. Virtuaalinen huolto- ja kunnossapidon simulaattori. (REDU:n kokoelmat 2024)

Varsinaisessa simulaattoristudiossa on 11 metsäkonesimulaattoria, 1 Komatsu ja 10 Ponsse merkkistä metsäkonesimulaattoria. Tilassa on myös ohjaavan opettajan työpiste sekä projektori, jolla oppijoille voidaan opetustilanteessa heijastaa isolle seinänäytölle, joko opettajan tietokoneen näyttö, tai jonkin metsäkonesimulaattorin näyttö opetustilanteen mukaisesti. Kuviossa 10 opiskelijat harjoittelevat uudessa simulaattoristudiossa.



Kuvio 11. Uusi simulaattoristudio 2022. (REDU:n kokoelmat 2024)

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin kevätlukukaudella 2023 Lapin koulutuskeskus REDU:n hakuuömaalla Ylä-Huiskuselässä sekä Aita-Merkkivaarassa syyslukukaudella 2023. Molemmat alueet sijaitsevat Hirvaan alueella, Rovaniemellä. Aita-Merkkivaarassa sijaitsee Lapin koulutuskeskus REDU:n metsätraktorin käytön ajoharjoittelualue eri vaikeusasteisine maastoratoineen. Harjoittelualueella metsäalan opiskelijat suorittavat pääsääntöisesti ensimmäiset puutavarakuormaimen käyttöharjoitukset oikealla kuormatraktorilla sekä myös ensimmäiset maastoajoharjoitukset. Tutkimuksessa käytetyissä kuormatraktoreissa puutavarakuormaimen nopeudet oli säädetty riittävän hitaiksi ja aloittelijoille soveltuviksi.

5.2 Tutkimusongelmat ja tutkimuksen tavoitteet

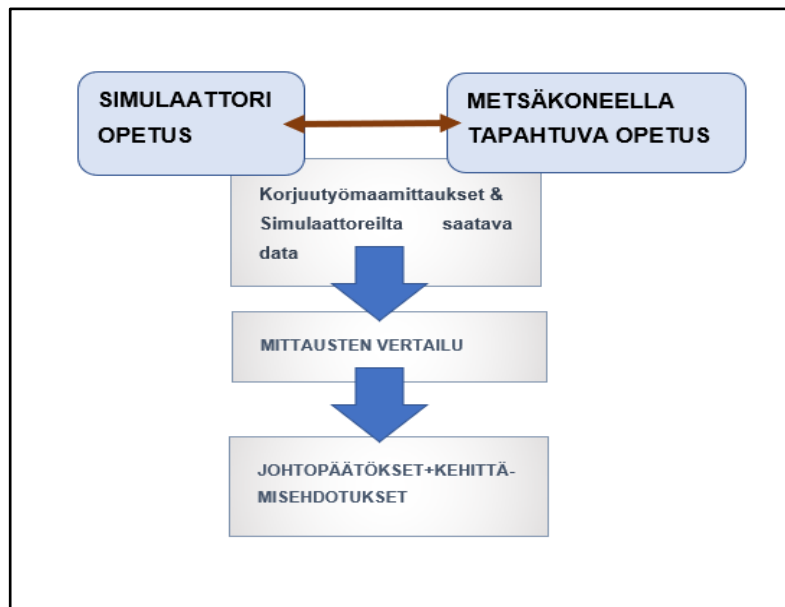
Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia metsätraktorin kuormaimen käytön perustaitojen kehittymistä metsäkonesimulaattoreilla tehtävän simulaatio-oppimisen kautta. Opinnäytetyössä tarkastellaan metsäalan perustutkinnon pakollista tutkinnon osaa Metsätraktorin käyttö sekä tutkinnon osassa määriteltyjä ammatitaitovaatimuksia. Metsätraktorin käyttö on metsäkoneenkuljettaja opiskelijoille ensimmäinen koneelliseen puunkorjuuseen keskittyvä ammatillinen tutkinnon osa.

Opinnäytetyötutkimuksemme tarkoituksena on tutkia GoPro- ja Drone-kuvauksia hyödyntäen, missä määrin metsäkonesimulaattoreilla tehtävät kuormaimen käytön harjoitteet lisäävät opiskelijan valmiuksia siirryttäessä ensimmäistä kertaa käyttämään metsätraktorin kuormainta puunkorjuuömaalla aidossa ympäristössä.

Tutkimuskysymys on, kuinka simulaattoreilla tapahtuva metsätraktorin käytön harjoittelu verrattuna oikealla metsätraktorilla tapahtuvaan harjoitteluun lisää opiskelijan kuormaimen käytön valmiuksia siirryttäessä ensimmäistä kertaa oikealle korjuuömaalle oikealla metsätraktorilla tapahtuvaan harjoitteluun.

5.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä on määrällinen, eli kvantitatiivinen tutkimus. Kvantitatiivinen tutkimus on menetelmä, joka antaa yleisen kuvan muuttujien välisistä suhteista ja eroista (Vilkkä 2007, 13). Tutkimuksessa vertaillaan simulaatio opetuksella sekä työmaalla tapahtuvalla opetuksella saavutettavien metsätraktorin kuormaimen käytön taitotasojen eroja. Vilkan mukaan (2015, 114) määrällisessä tutkimusprosessissa painottuvat aineiston järjestäminen tilastolliseen muotoon (esimerkiksi taulukoiksi), päätelmien tekeminen kyseiseen tilastolliseen aineistoon perustuen sekä päätelmien suhteuttaminen laajempaan keskusteluun. Tutkimuksen lähestymistapa on konstrukttiivinen, eli tutkimuksen avulla pyritään tuottamaan uusia ideoita ja menetelmiä simulaattoriopetuksen ja opiskelijan oppimisen kehittämiseksi. Kuviossa 12 esitetään tutkimuksen ja tulosten analysoinnin eri vaiheet sekä opinnäytetyön vaiheittainen eteneminen.



Kuvio 12. Opinnäytetyöprosessin eteneminen vaiheittain

Tutkimuksen tuloksina saadaan selville opiskelijoiden metsätraktorin kuormaimen käytön perustaitojen hallinnan taso ja voidaan verrata kahden lähtökohdiltaan erilaisen tutkimusryhmän taitotasojen kehittymisen eroavaisuuksia. Samalla saadaan selville metsätraktorisimulaattoriharjoittelun hyödyt verrattuna pelkästään metsätraktorilla tapahtuvaan harjoitteluun.

5.4 Tutkimusaineisto

Tutkimuksen koejoukoiksi valittiin kaksi metsäalan opintoja suorittavaa ryhmää ja jotka kumpikin opiskelivat Metsätraktorin käytön ammatilliseen tutkinnon osaan kuuluvaa metsätraktorin kuormaimen käytön perusosiota. Molempien tutkimusryhmien koko oli 12 opiskelijaa. Toinen koejoukko, ryhmä yksi muodostui Lapin ammattikorkeakoulun kolmannen vuoden metsätalousinsinööri opiskelijoista, jotka olivat valinneet opintojensa valinnaiseksi tutkinnon osakseen Lapin koulutuskeskus REDU:ssa toteutettavan puunkorjuun operatiivisen suunnittelun. Toinen koejoukko, ryhmä kaksi oli aloittanut metsäalan perustutkinnon metsäkoneenkuljettaja opintonsa Lapin koulutuskeskus REDU:ssa elokuussa 2023. Opiskelijat olivat ensimmäisen vuoden opiskelijoita. Lapin ammattikorkeakoulun opiskelijaryhmän valinnaiseen tutkinnon osaan sisältyy samat metsätraktorin kuormaimen käyttöharjoitteet, kuin Lapin koulutuskeskus REDU:n opiskelijoiden metsätraktorin käytön tutkinnon osaan. Metsätraktorin käytön tutkinnon osa on ensimmäinen koneelliseen puunkorjuuseen painottuva tutkinnon osa metsäalan perustutkinnossa ja sen opinnot alkavat heti ensimmäisen opintovuoden alussa.

Koejoukoille tehtiin ennen tutkimukseen osallistumista liitteen 3 mukainen lupa- ja esitietokysely, jossa selvitettiin opiskelijan halukkuus osallistua tutkimukseen, mahdollinen aiempi kokemus puutavaran lähikuljetuksesta sekä muut tarvittavat taustatiedot. Opiskelijat, joilla oli puutavaran lähikuljetuksesta kuormatraktorilla aiempaa kokemusta rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle.

Tavoitteena oli muodostaa kaksi mahdollisimman eritasoista homogeenista koejoukkoa. Koejoukot muodostettiin siten, että ryhmän yksi opiskelijat olivat harjoitelleet metsäkonesimulaattoreilla puunkorjuutyömaalla maasto-olosuhteissa arvioitavaa tehtävää varten vain vähän. Ryhmä oli tutustunut lähinnä itsenäisesti simulaattoreihin sekä hiukan kuormaimen käsittelyyn niihin liittyvillä yksinkertaisilla perustehtävillä. Opiskelijat eivät olleet ennen maastoarviointia suorittaneet ensimmäistä metsätraktorin käytön simulaattoriharjoituspaketin harjoitustehtävää hyväksytysti. Simulaattoriharjoitusten tavoitteena ryhmällä yksi oli oppia perusteet kuormaimen liikeradoista sekä näppäintoiminnoista. Ryhmän yksi osalta simulaattoriharjoittelu oli maksimissaan yhden opiskelupäivän mittainen. Tutki-

musryhmässä kaksi simulaattoreilla tapahtuvaa harjoittelua oli ennen maastoarviointia ollut yhden viikon ja kaikki opiskelijat olivat tehneet metsätraktorin käytön ensimmäisen simulaattoriharjoituspaketin harjoitustehtävät hyväksytysti.

Tutkimuksessa käytettiin arvioitavana tehtävänä Simtrainer -simulaatio-oppimisympäristössä olevaa metsätraktorin käytön simulaattoritehtävää (Harjoitus 1 +). Tehtävässä harjoiteltiin yksittäisen pöllin nostoa (liite 4). Tehtävä on vaikeustaltaan helppo. Harjoituksen tehtävänanto sekä tehtäväsuorituksen eteneminen käytiin molempien ryhmien kanssa läpi ennen metsätraktorilla tehtävää harjoitusta. Harjoitteessa nostetaan molemmin puolin kuormatraktoria olevat 6 pöllä yksitellen kuormatraktorin kuormatilaan. Tavoitteena on tehdä harjoite mahdollisimman sujuvasti ja ilman, että kuormaajalla kolhitaan traktoria tai traktorin kuormatilaa. Tehtävän sisältö on esitetty liitteessä 2. Molempien koejoukkojen opiskelijat tekivät oikealla kuormatraktorilla saman harjoitteen, joka kuvattiin dronella sekä Gopro -kameralla. Puunkorjuutyömaalla arvioitiin silmämääräisesti sekä mittaamalla harjoituksessa tehdyn puutavaran kuorman laatu. Videomateriaaleista mitattiin ja arvioitiin jälkeenpäin jokaisen opiskelijan kuormaajan käytön suoritus. Kuormausharjoitusten mittaustulokset on esitetty liitteessä 5.

Koejärjestelyissä kuormatraktori sijoitettiin hakkuutyömaalla sellaiseen kohtaan, että kasvavaa puustoa ei ollut kuormatraktorin työskentelysektorilla. Samoin varmistettiin työsuorituksen arvioijien sekä muiden hakkuutyömaalla toimivien henkilöiden työturvallisuus riittävillä turvaväleillä. Kuormatraktoria ei tarvinnut liikuttaa harjoitteen suorittamisen aikana. Kuormattavat pöllit sijoitettiin 150 cm:n etäisyydelle kuormatraktorin takarungosta, oikealle ja vasemmalle puolelle. Pöllit sijoitettiin kuormatraktorin ohjaamosta katsoen siten, että ensimmäiset kaksi pöllä sijoitettiin traktorin kuormatilan ja takarungon oikealle ja vasemmalle puolelle takimmaisesta pyöräparin kohdalle. Seuraavat kaksi pöllä sijoitettiin takarungon etummaisesta pyöräparin kohdalle. Kolmannet pöllit sijoitettiin kuormatraktorin keskinivelen kohdalle. Pöllien sijainnit merkittiin maastoon merkkusmaalilla, jotta harjoitteen suorittajan oli helppo purkaa kuorma takaisin harjoitteen lähtötilanteeseen. Kuormausharjoitteen päätteeksi harjoitteen suorittaja purki pöllit kuormasta maalimerkintöjen kohdalle ja seuraavalle harjoitteen tekijälle harjoitteen alkutilanne oli aina valmiina.



Kuvio 13. Harjoitteen lähtötilanne ennen harjoitteen aloittamista.

6 TUTKIMUKSEN MITTARIT JA TULOKSET

6.1 Tutkimuksen mittarit ja tulosten analysointi

Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimusaineiston analyysi perustuu aineiston kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla (Koppa 2022). Välittömästi harjoitesuorituksen jälkeen mitattiin kuormattujen pölliin sijoittelu kuormatilassa. Kuormatuista pölleistä mitattiin rullamitalla pölliin päiden etäisyys kuormatilan sermistä yhden senttimetrin tarkkuudella (cm) sekä arvioitiin pölliin ladonta. Tutkimusaineistosta (videotallenteista) laskettiin tehtävän suorittamiseen käytetty aika jokaisen koehenkilön osalta. Opiskelijakohtaiset tulokset taulukoitiin Excel -muodossa. Taulukkumuodossa oleva aineisto analysoitiin Excelin analyysityökaluilla. Opiskelijoiden suorittamien kuormausharjoitusten (harjoitus 1+) verrokiksi mittasimme yhden harjoituksen ammattikuljettajan suorittamana kevättalvella 2024. Ammattikuljettajan koesuorite kesti 1.55 minuuttia, pöllit olivat sermiä vasten, ladonta kiitettävä (K3) eikä koneeseen tai kuormatilaan tullut kuormaajalla kolhuja. Tutkimuksen mittarit olivat kuormaukseen käytetty aika (minuuttia, sekuntia), kuormattujen pölliin ladonnan laatu kuormatilassa (T1-K3) sekä kuormattujen pölliin etäisyys sermistä (cm)

Tutkimusryhmällä yksi, joka oli ainoastaan kokeillut kuormainsimulaattoria, harjoitukseen käytetty aika vaihteli välillä 5:41–13:51 min. Tutkimusryhmä kaksi, joka puolestaan oli suorittanut kaikki metsätraktorin käytön ensimmäisen tehtäväpaketin simulaattoriharjoitteet hyväksytysti, vaihteluväli oli selkeästi pienempi 3:03–7:27 min. Tutkimusryhmän yksi suoritukseen käytetty mediaaniaika oli 7:25 min ja ryhmällä kaksi 5:11 min. Taulukosta 7 nähdään, että ryhmän yksi harjoitukseen käyttämä mediaaniaika on 43,1 % suurempi, kuin ryhmän kaksi käyttämä mediaaniaika. Keskiarvolla tarkasteltuna ryhmän yksi käyttämä aika on 68,46 % suurempi ryhmään kaksi verrattuna. Harjoitteen suorittamiseen käytetyn ajan suhteen tarkasteltuna näkyy kuormaimen käytön simulaatioharjoittelun hyöty selkeästi ryhmän kaksi tuloksissa. Kuormaimen käyttö oli kokonaisuutena jouhevampaa sekä työskentely varmempaa verrattuna ryhmään yksi.

Taulukko 7. Kuormaukseen käytetty aika ryhmittäin

	Ryhmä 1	Ryhmä 2
Mediaaniaika (min, s)	7:25	5:11
Keskiarvoaika (min, s)	8:22	4:58
Minimi (min, s)	5:41	3:03
Maksimi (min, s)	13:51	7:27

Mittarin 2 kohdalla pöllien ladonta arvioitiin taulukon 8 mukaisesti. Kiitettävä arviointi tarkoitti sitä, että kaikki pöllit on kuormattu kuormatilaan samansuuntaisesti (kuormatilan suuntaisesti), eivätkä yksittäiset pöllit ole toistensa kanssa ristikkäin. Hyvä arviointi tarkoitti sitä, että kuormaus on suoritettu pääosin tasaisesti, mutta 1–2 pöllä voi olla osittain ristikkäin. Tyydyttävässä ladonnassa useampi kuin kaksi pöllä oli ristikkäin.

Taulukko 8. Pöllien ladonnan arviointikriteerit

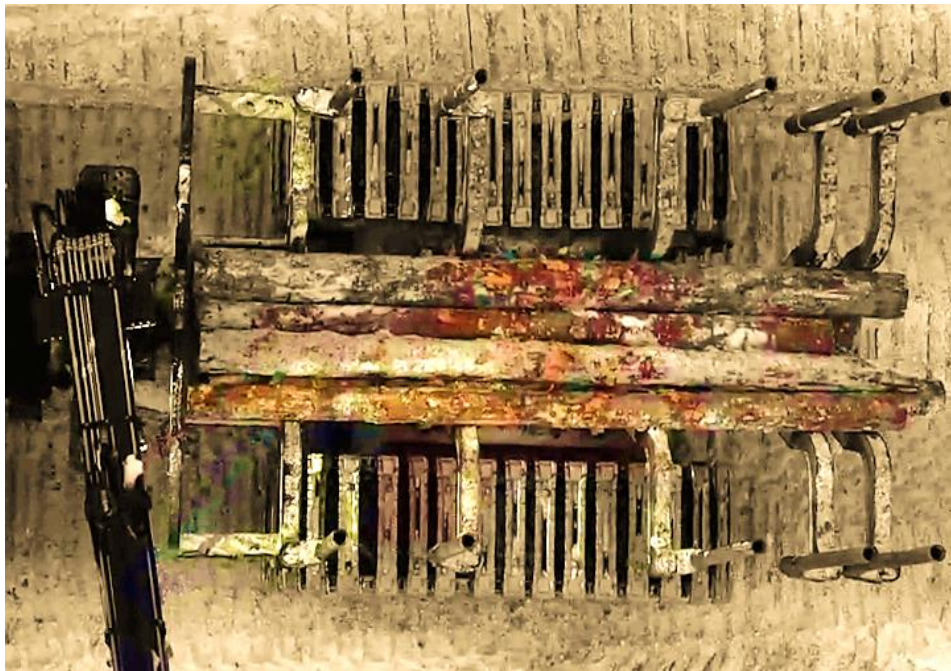
K3	Pöllien ladonta tasainen, pöllit eivät ole ristikkäin
H2	Pöllien ladonta pääosin tasainen, 1–2 osittain ristikkäin kuormattu
T1	Pöllit ladottu epätasaisesti, useampi kuin 2 pöllä osittain ristikkäin

Pöllien ladonnan laatu (T1, H2, K3) ryhmittäin on esitetty taulukossa 9. Ryhmässä yksi ladonta oli kiitettävä viidellä koehenkilöllä ja ryhmässä kaksi kahdeksalla koehenkilöllä. Ladonta oli hyvä ryhmässä yksi seitsemällä koehenkilöllä ja ryhmässä kaksi kahdella koehenkilöllä. Tyydyttäviä ladontoja oli ryhmässä kaksi kahdella koehenkilöllä, ryhmässä yksi ei yhdelläkään. Pöllien ladonnan laatua ryhmässä yksi selitti todennäköisesti harjoitesuoritteeseen käytetyn ajan korrelaatio kuormaimen käytön hitauteen, jolloin kuormain työskentely on ollut ajallisesti hitaampaa sekä keskittyneempää ja pöllit ladottiin rauhallisesti kuormatilaan. Ryhmä kaksi teki suoritteen huomattavasti nopeammin, jolloin syntyy herkemmin virheitä ja myös pöllien ladonta on näin ollut hiukan huolimattomampaa. Toki ryhmässä kaksi ladonta oli kiitettävällä tasolla kahdeksalla koehenkilöllä ja hyvällä tasolla kahdella koehenkilöllä. Ryhmässä kaksi oli kylläkin kaksi tyydyttävää ladonta tulosta, kun puolestaan ryhmässä yksi tyydyttävää tulosta ei tehnyt kukaan. Kokonaisuutena voidaan kuitenkin todeta, että ladonta oli pääosin hyvälaatuista molemmilla ryhmillä. Tämän laatuksen kokonaistuloksen selittää ryhmän

yksi hitaampi ja keskittyneempi kuormain työskentely ja ryhmässä kaksi simulaatioharjoittelun tuoman kokemuksen aikaan saama nopeampi, sujuvampi ja varmempi kuormaimen käsittely tehdyssä kuormausharjoitteessa.

Taulukko 9. Pölliön ladonnan laatu ryhmittäin (T1, H2, K3)

	Ryhmä 1	Ryhmä 2
Mediaani	H2	K3
Keskiarvo	2,42 (H)	2,50 (H)
Minimi	H2	T1
Maksimi	K3	K3



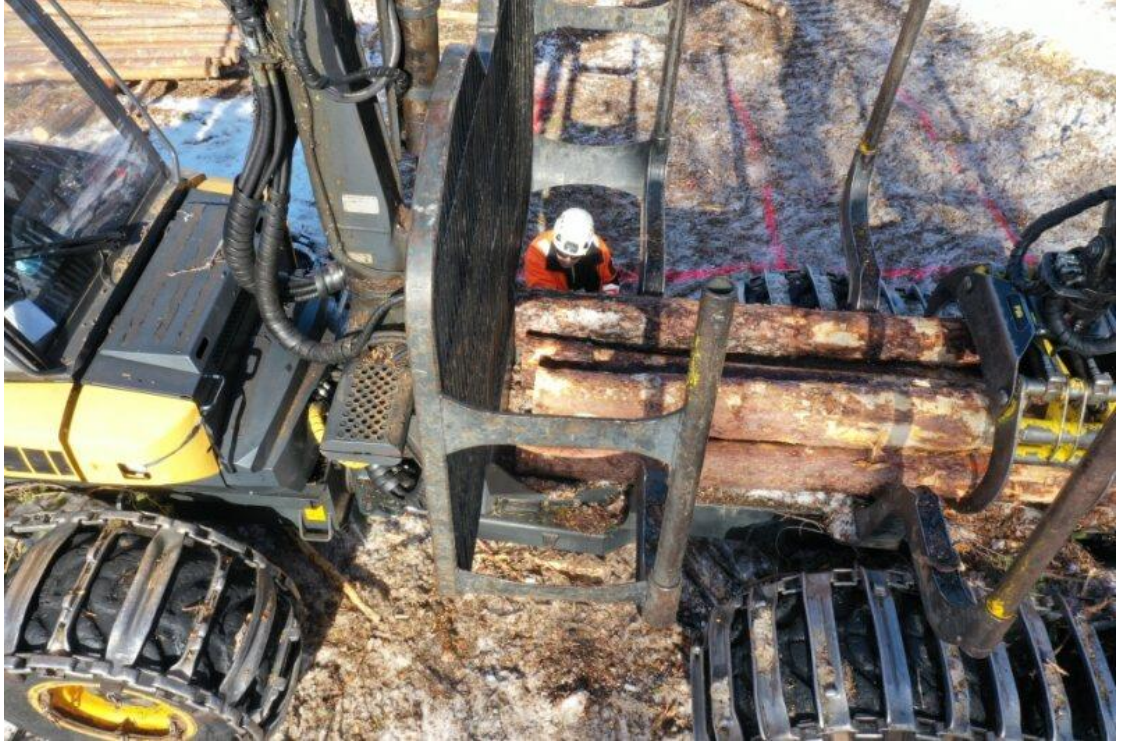
Kuvio 14. Kuvaesimerkki kiitettävästä (K3) pölliön ladonnasta

Harjoitesuorituksen jälkeen mitattiin jokaisen koehenkilön kuormaamien pölliön päiden etäisyys kuormatilan sermistä. Etäisyys mitattiin kuormatuista pölliöstä rullamitalla yhden senttimetrin tarkkuudella (cm). Jokaiselle koehenkilölle laskettiin mittaustuloksista etäisyyden keskiarvo sekä koko ryhmälle mediaanietäisyys. Ryhmällä yksi vaihteluväli oli 1,5–39,5 cm. Ryhmällä kaksi 0,0–8,3 cm.

Taulukosta 10 ilmenee, että ryhmän yksi tekemässä harjoitteessa pölliön mediaanietäisyys sermistä on noin 4,5 kertaa suurempi, kuin ryhmällä kaksi. Keskiarvolla tarkasteltuna ryhmän yksi tekemän harjoitteen pölliön etäisyys sermistä on noin kaksinkertainen ryhmään kaksi verrattuna.

Taulukko 10. Pölliäen etäisyys sermistä ryhmittäin (cm)

	Ryhmä 1	Ryhmä 2
Mediaanietäisyys (cm)	8,2	1,8
Keskiarvoetäisyys (cm)	11,3	5,0
Minimietäisyys (cm)	1,5	0,0
Maksimietäisyys (cm)	39,5	18,3



Kuvio 15. Koehenkilön harjoitesuorituksen maastoarviointi, huhtikuu 2023 Ylä-Huiskuselkä Rovaniemi. Kuormattujen pölliäen etäisyys sermistä.

6.2 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Tutkimuksen ennakkokyselyllä saimme rajattua tutkimusryhmistä ulkopuolelle ne opiskelijat, joilla oli aiempaa kokemusta puutavaran lähikuljetuksesta joko metsä- tai maataloustraktorilla.

Tutkimusryhmä yhden opiskelijat eivät olleet todennäköisesti niin motivoituneita oppimaan kuormaimen hallintaa hyvin kuin simulaattoreilla harjoitelleet ryhmän kaksi opiskelijat. Tämä johtuu luultavasti siitä, että ryhmässä yksi on tarkoitus

saada vain lyhyt tuntuma ja kokemusta oikeasta kuormatraktorityöstä ja kuormaimen käytöstä. Pääpainotus ryhmän yksi opinnoissa on operatiivinen puunkorjuun suunnittelu, jossa varsinainen kuormatraktorin ja puutavarakuormaimen käyttö ei ole kokonaisuuden kannalta olennaista. Ryhmän kaksi opiskelijat opiskelevat metsäkoneenkuljettajiksi ja heillä kuormaimen käytön taidot ovat olennainen osa metsäkoneenkuljettajan ammattitaitoa.

Tutkimuksemme luotettavuutta arvioitaessa tulee huomioida, että opiskelijaryhmät olivat kooltaan suhteellisen pieniä. Isompi otantajoukko on aina luotettavampi. Lisäksi ryhmien erilaiset lähtötilanteet metsätraktorin käytön opettelemisen suhteen poikkesivat toisistaan. Toinen tutkimusryhmä muodostui metsäalan perustutkinnon metsäkoneenkuljettaja tutkinnon suorittajista ja toinen ryhmä puolestaan oli Lapin ammattikorkeakoulun metsätalousinsinööriopiskelijoista. Tämä saattoi vaikuttaa opiskelijan motivaatioon suorittaa tutkimuksessa käytettyä tehtävää ja täten osittain heikentää varsinaista tehtävän suoritusta. Tutkimus-tilanne itsessään jo saattoi olla joillekin koehenkilölle kuormittava. On vaikea todentaa, häiritsikö tutkimus-tilanne opiskelijan suoritusta aiheuttaen esimerkiksi suorituspainetta, tilanteessa jännittämistä tai keskittymisen ongelmia.

7 POHDINTA

Metsäkoneenkuljettajakoulutuksessa on jo varhaisessa vaiheessa ymmärretty pienoiskuormainsimulaattoreilla tehtävien simulaatioharjoitteiden merkitys metsätraktorin kuormaimen käytön opettelussa. 1970-luvulla Hirvaan metsäkonekoulun alkumetreillä hankittiin ensimmäiset pienoiskuormainsimulaattorit kuormaimen käytön opetuksen tueksi. Jo tuolloin todettiin simulaatiokoulutuksesta saatava oppimisen kehittyminen. Kuormainsimulaattorit vapauttivat oikeiden metsätraktoreiden opetuskäyttöaikaa metsätyömailla sekä myös lisäsivät taloudellisia hyötyjä, koska simulaattoriharjoittelulla voitiin osittain korvata kalliiden metsätraktoreiden käyttöä kuormaimen peruskäytön opettelussa. Lapin koulutuskeskus REDU:n uuden nykyaikaisen metsäkonesimulaatiostudion myötä simulaattoriharjoittelu on noussut merkittävään rooliin osana metsäkoneenkuljettaja koulutusta.

Tutkimuksessa havaittiin, että simulaattoriharjoittelu paransi merkittävästi tutkimusryhmä kahden kuormaimen käsittelyä. Etenkin kuormainharjoitukseen käytetty aika oli nopeampaa verrattuna tutkimusryhmä yhden käyttämään aikaan. Tutkimusryhmä yhden harjoitukseen käyttämä mediaaniaika oli 43,1 % suurempi ja verrattaessa keskiarvoaikaan jopa 68,5 % suurempi kuin simulaattoriharjoitteet tehneellä tutkimusryhmä kahdella. Myös kuormaimen käsittely oli tutkimusryhmä kahdella varmempaa ja joustavampaa kuin tutkimusryhmä yhdellä.

Tämä havainto poikkeaa Arizonan Yliopistossa vuonna 2016 tehdyssä tutkimuksessa (Burk, Han, Smidt & Fox, 2016) saaduista tuloksista. Edellä kuvatussa tutkimuksessa tutkittiin metsäkoneenkuljettajiksi koulutettavien henkilöiden metsäkoneen peruskäyttötaitojen kehittymistä. Henkilöt opiskelivat juontokoneen tai kuormatraktorin peruskäyttöä joko simulaattoriperusteisesti tai suoraan oikealla koneella. Jokaiselle koehenkilölle oli varattu neljä kuuden tunnin työpäivää harjoittelua varten ja harjoitesuoritusta mitattiin jokaiselta henkilöltä joka päivä. Tutkimuksessa selvisi, että kahdella koeryhmällä ei taitotasoissa ollut merkittävää eroa riippumatta siitä, oliko metsäkoneen peruskäyttöä opiskeltu oikealla koneella vaiko simulaattorilla. Harjoittelun simulaattoreilla suorittaneet suoriutuivat

koejakson aluksi hieman oikeilla koneilla harjoitelleita nopeammin perustehtävistä, mutta harjoittelupäivien lisääntyessä erot tasoittuivat.

Samansuuntaisia tuloksia on saatu selville myös kaivinkoneen peruskäytön harjoitteluun suunnatussa tutkimuksessa (Dunston, Goodney, Macrowski, Procton & So, 2016). Oikealla kaivinkoneella harjoitelleet koehenkilöt oppivat perustaidot sekä saavuttivat korkeamman työn tuottavuuden hieman nopeammin, kuin simulaattoreilla harjoitelleet koehenkilöt. Kuitenkaan tutkimuksessa ei löytynyt tilastollisesti merkittäviä eroja näiden kahden koeryhmän välillä.

Freedman (1998) selvitti tutkimuksessaan kahden harvesterin käyttöä opiskelleen ryhmän eroa. Toinen ryhmä oli harjoitellut harvesterin käyttöä simulaattorilla ennen oikealle koneelle siirtymistä ja toinen ryhmä aloitti harjoittelun oikealla harvesterilla, ilman simulaattoriharjoittelua. Ryhmien taitotasoa verrattiin lopuksi oikealla harvesterilla työskennellessä. Ryhmien erot olivat selkeät, simulaattorilla harjoitelleiden ryhmä oli 15 % nopeampi harvesterin käytössä verrattuna harvesteriryhmään ja lisäksi huolto- ja korjauskustannukset olivat simulaattoriryhmällä 30 % pienemmät.

Kanadassa 1990-luvun lopulla kokeiltiin harvesterinkuljettajien koulutuksessa yhdistää simulaatioharjoittelun ohessa oikealla tela-alustaisella kaivinkoneella suoritettu harjoittelu sekä lopuksi oikealla harvesterilla tapahtuva harjoittelu (Yates 2000, 4). Ensin suoritettiin noin 30 tunnin harjoittelujakso simulaattoreilla sekä jatkoksi saman mittainen harjoittelujakso tela-alustaisella kaivinkoneella hakkuutyömaalla. Tämän jälkeen seurasi kuuden viikon harjoittelujakso oikealla harvesterilla hakkuutyömaalla. Tässä kokeilussa saatiin todella hyviä tuloksia ja opiskelijat, joiden oletettiin kykenevän prosessoimaan 20 runkoa/tunti ensimmäisellä harjoitteluviikolla pystyivät heti alkuun prosessoimaan 40 runkoa/tunti. Kuuden viikon harvesteri harjoittelujakson jälkeen keskimääräinen tuntituotos oli 80 runkoa.

Kivimäki & Roivainen (2014) havainnoivat kyselytutkimuksessaan metsäkoneenkuljettaja opiskelijoiden kokemuksia simulaattoriopetuksen hyödyistä metsäko-

neopetuksen tukena. Tutkimuksessa selvitettiin, ovatko opiskelijat osanneet hyödyntää simulaattorilla oppimaansa aidoissa tilanteissa oikealla koneella korjuutyömaalla työskenneltäessä (Kivimäki & Roivainen 2014, 17). Tutkimuksen mukaan lähes 84 prosenttia tutkimukseen osallistuneista koki, että he ovat hyötöneet metsäkonesimulaattorin käytöstä. Vastaajista 16 prosentin mielestä he eivät olleet hyötöneet simulaattoriharjoittelusta. Myös oma tutkimuksemme tukee tätä näkemystä, koska simulaattoreilla harjoitelleet opiskelijat suoriutuivat maastoharjoitteesta kaikilla arviointikohteilla tarkastellen selkeästi paremmin verrokki-ryhmään verrattuna. Mielenkiintoista Kivimäen & Roivaisen (2014, 19) tutkimuksessa oli se, että kysyttäessä opiskelijoilta mielipidettä simulaattoriharjoituksen ohjauksesta, vain kolmasosa olisi halunnut suorittaa simulaattoriharjoitteet ohjatuna. Lähes 73 prosenttia olisi halunnut tehdä harjoitteet omatoimisesti.

Tarkasteltaessa kuorman ladonnan laatua erot tutkimusryhmien välillä olivat tasaaisempia, joskin simulaattoreilla harjoitelleella tutkimusryhmä kahdella kiitettäviä suorituksia oli kahdeksalla koehenkilöllä ja tutkimusryhmä yhdellä viidellä koehenkilöllä. Toisaalta tutkimusryhmä kahden kahdella koehenkilöllä ladonta oli tyydyttävällä tasolla, kun tutkimusryhmä yhdellä tyydyttävää tasoa ei ollut kenelläkään ryhmän jäsenistä. Tämän laatuinen tasainen tulos selittynee tutkimusryhmä yhden kuormainharjoituksessa koepuiden kuormaamiseen käytetyllä pidemmällä ajalla ja siten myös ryhmän rauhallisella ja huolellisella kuormaimen käytöllä.

Verrattaessa tutkimusryhmien välisiä eroja kuormattujen pöllien etäisyyksistä kuormatilan sermistä, voitiin havaita, että tutkimusryhmä yhden mediaanietäisyys oli selkeästi suurempi kuin tutkimusryhmä kahdella. Myös keskiarvolla verrattuna oli tutkimusryhmä yhden pöllien etäisyydet kaksinkertaiset kuin tutkimusryhmällä kaksi.

Kokonaisvaltaisesti tehtyä tutkimusta ja sen tuloksia tarkasteltaessa voidaan selkeästi todeta simulaattoriharjoittelulla saavutettu hyöty ennen siirtymistä käyttämään oikean metsätraktorin kuormainta. Simulaattoriharjoitteilla on merkittävä etu kuormaimen käytön oppimisen kannalta ja vastaavia simulaattoriharjoitteita

onkin syytä jatkossa tehdä enemmän. Simulaattoriharjoitteiden eteneminen, nostaan vaikeusastetta aina tehtyä tehtävää kohden parantaa merkittävästi siirtymistä työskentelemään oikealla metsätraktorilla oikealle puunkorjuutyömaalle.

Simulaattoriharjoitteita tulee kehittää ja luoda lisää eriasteisia sekä monipuolisia tehtäviä, jolloin myös metsätraktorin peruskäytön oppiminen sekä kuormauksen suunnittelu ja metsästä puutavaravarastolle ajo sekä puutavarapinon tekeminen kehittyvät. Tällaisella harjoittelulla saavutetaan useita etuja oppijaa ajatellen. Opiskelijan varmuus kuormaimen käyttöön paranee ja opiskelija oppii kuormaimisen sekä puutavaran lähikuljetuksen perusteet etukäteen ennen oikean metsätraktorin käyttöä puunkorjuutyömaalla. Samalla voidaan lisätä oikeiden metsätraktoreiden käyttöresursseja työmaalla ja näin myös saada oppijoille lisää aikaa puunkorjuutyömaalla työskentelylle.

Metsätraktorin peruskäytön opettelu, joka aikaisemmin tehtiin pääasiassa oikeilla metsätraktoreilla, lisäksi polttoaineiden ja koneiden kulumista. Näin ajatellen voidaan todeta, että simulaattoreilla tehtävät perusharjoitteet ovat myös kustannustehokkaampi tapa hankkia metsätraktorin käytön perustaidot ja samalla myös ympäristöystävällisempi tapa, koska simulaattoriharjoittelu vähentää koneiden päästöjä. Simulaatio oppiminen vaatii aina ennen harjoitteen aloittamista selkeän tavoitteiden määrittelyn ja opettajan sekä simulaattoriohjelmiston antaman palautteen simulaatioharjoitteen etenemisestä ja opiskelijan taitojen kehittymisestä.

Jatkotutkimuksia on hyvä kohdentaa harvesterin käytön perustaitojen opetteluun simulaatioiden avulla. Jatkotutkimuksella voidaan selvittää, millaisilla harjoitteilla harvesterin kuljettajiksi opiskelevat saavat simulaatioharjoittelusta parhaan hyödyn. REDU:ssa ollaan rakentamassa ja pilotoimassa metsäkoneiden huoltoon ja kunnossapitoon keskittyvää simulaatioympäristöä. Myös huollon ja kunnossapidon simulaatioympäristön rakentamisessa on tarjolla jatkotutkimukselle mielenkiintoisia tutkimusnäkökulmia.

Ennen opinnäytteen kirjoitusprosessin alkua perehdyimme riittäväällä tarkkuudella opinnäytetyön aiheeseen, tutkimuseettisiin ohjeisiin, henkilötietojen käsitteely- ja tietosuojaan liittyviin periaatteisiin. Opinnäytteemme ei vaadi eettistä ennakkoarviointia. Lapin koulutuskeskus REDU:n tietosuojavastaava on antanut opinnäytetyötutkimuksesta lausunnon tammikuussa 2023. Tietosuojavastaavan kommentit on huomioitu tutkimusta tehtäessä. Tutkimuslupa on haettu Lapin koulutuskeskus REDU:n rehtorilta tammikuussa 2023. Olemme myös huomioineet työssämme Lapin ammattikorkeakoulun opinnäytetyö- ja tutkimusohjeet. Toteutimme opinnäytetyömme hyvän tieteellisen käytännön periaatteita noudattaen.

Huomioimme opinnäytetyössä tutkittaviin opiskelijoihin liittyvät eettiset lähtökohdat. Kaikilta osallistujilta pyydettiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Samalla kerroimme myös tutkimuksen sisällöstä, toteutuksesta sekä henkilötietojen ja tutkimusaineistojen käsittelystä ja säilytyksestä. Suostumuslomakkeet säilytettiin lukollisessa arkistokaapissa, johon vain tutkimuksen tekijöillä on pääsy. Konetyömaalla tehdyt drone- ja videokuvaukset toteutettiin niin, että yksittäistä opiskelijaa ei voi drone- ja kamerakuvauksista tunnistaa.

Toteutimme tutkimuksen siten, että siitä ei aiheutunut mukana oleville opiskelijoille riskejä, vahinkoa tai haittaa. Tutkittavien opiskelijoiden nimitiedot poistettiin aineistosta, kun simulaattoreilla ja metsätraktoreilla tehdyt työsuoritukset oli dokumentoitu. Täten lopullisesta tutkimusraportista ei ole mahdollista selvittää tutkimukseen osallistuneiden opiskelijoiden henkilöllisyyttä. Tutkimuksessa tarvittavat dokumentit säilytetään salasanalla suojatussa verkkokansiossa, johon vain tutkimuksen tekijöillä oli pääsy. Dokumentit hävitetään, kun opinnäytetyö on hyväksytty.

LÄHTEET

- Alaniska, H., Hurskainen J., Kähkönen, T., Maikkola, M., Pihlaja, J. & Tauriainen, T-M. Pedagogisia malleja – verkkojulkaisu. Viitattu 9.11.2022
<https://www.oamk.fi/emateriaalit/wp-content/uploads/pedagogisiamalleja.pdf>
- Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto ry. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset 2022. Viitattu 23.11.2022
https://www.arene.fi/wpcontent/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?_t=1578480382
- Asetus ammatillisesta koulutuksesta 23.6.2021/583. Viitattu 1.12.2022
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170673#L3P10a>
- Blomgren, K. 2015. Simulaatiot – melkein leikkiä, melkein totta. Duodecim 2015;131:22 39–44. Viitattu 12.11.2023
<https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo12860.pdf>
- Burk, E., Han, H.-S., Smidt, M., Fox, B. 2023. Effectiveness of simulator training compared to machine training for equipment operators in the logging industry. International Journal of Forest Engineering, volume 34, Issue 3, 2023, 373-384. Viitattu 17.6.2024
https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/2023/ja_2023_smidt_001.pdf
- Creanex. Tuotteet ja palvelut. Koulutusympäristöt oppilaitoksille. Viitattu 28.2.2024 <https://creanex.fi/koulutusymparistot/>
- Dieckmann, P. 2011. Simulation is more than Technology – The Simulation Setting. Laerdal. Viitattu 9.11.2022 http://www.laerdaltraining.com/sun/enable/PDF/dieckman_article.pdf
- Dieckmann, P., Lippert, A. & Østergaard, D. 2013. Jälkipuinti. Teoksessa P. Rosenberg, M. Silvennoinen, M-M. Mattila, J. Jokela & I. Ranta (toim.) Simulatio-oppiminen terveydenhuollossa. Helsinki: Fioca Oy, 195–213.
- Dillström, J., Ruotsalainen, E. 2014. Huomaan, että osaan – Opiskelijoiden kokemuksia simulaatioista. Mikkelin ammattikorkeakoulu
- Dunston, P.S., Goodney, J.E., Macrowski, L.M., Proctor, R.W., So, J.C. 2016. Transfer of operator training from simulated to real hydraulic excavators. Proceedings from the 2016 Construction Research Congress, 31 May – 2 June, San Juan, Puerto Rico. Viitattu 18.6.2024
<http://dx.doi.org/10.1061/9780784479827.196>
- Flexman, R. E., and Stark, E. A. 1987. Training simulators. In G. Salvendy (Toim.), Handbook of human Factors (1012-1038). New York: John Wiley & Sons. Frederiksen, J.

Freedman, P. 2004. Operator training with simulator-based help in Quebec. Simulator-based training of forest machine operators – A presentation; 18 Nov; Quebec, Canada. Viitattu 18.6.2024 <https://simlog.com/wp-content/uploads/2016/04/simlog-joensuu-2004-11-18-for-Web.pdf>

Gaba, D.M., Dieckmann, P. & Eich, C., Rall, M. 2010. Patient simulation. Teoksessa N. H. Cohen, L. Eriksson, L. A. Fleisher, R. D. Miller, J. P. Wiener-Kronish & W. L. Young (toim.) Millers's anesthesia, 8th edition. Amsterdam: Elsevier, 167-209. Viitattu 26.8.2024 https://books.google.fi/books?hl=en&lr=&id=L2ckBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=millers+anesthesia+2010&ots=jcJRfqqllE&sig=APQRa57JG8sPKg9iwlaySBpQb2c&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true

Gonzalez N., V. 2002. Factors affecting simulator-training effectiveness University of Jyväskylä. Jyväskylä studies in education, psychology and social research. Väitöstutkimus. Viitattu 19.6.2024 https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/41083/978-951-39-5144-3_2002.pdf

Haaga-Helia 2024. Immersio, VR, AR, MR ja XR – lyhyt oppimäärä. Viitattu 24.2.2024 <https://www.haaga-helia.fi/fi/immersio-vr-ar-mr-ja-xr-lyhyt-oppimaara>

Haavisto, E. 2013. Simulaatio-ohjaajan opas. Savonia-ammattikorkeakoulu.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Hallikainen, Juhana & Väisänen, Olli 2007. Simulaatio-opetus ensihoidossa. Finnanest 40, 5/2007, 438–439.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Hoffren, H., Karppinen, H., Laakkonen, J., Lång, J., Mattila, M., Miinalainen, O., Pirttilä, A., Räsänen, S. 2004. Interaktiiviset opetusohjelmistot – INTOP-projektin loppuraportti. Savonia ammattikorkeakoulun lukaisusarja

Holding, D. H. (1987). Concepts of training. In G. Salvendy (Toim.), Handbook of human factors (939-962). New York: John Wiley & Sons.

Illikainen, K. 2023. Metsäkoneenkuljettajakoulutuksen lehtori (eläkkeellä). Haastattelu 30.11.2023.

Jalava, U., Keskinen, E., Keskinen, S. & Tiuranniemi, J. (toim.) 2001. Simulaatio-oppiminen henkilöstön kehittämisen välineenä. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Turku. Painosalama Oy.

John Deere Forestry 2023. CTL-kuormatraktori Final Tier 4 1WJ1210G_L002767 KÄYTTÖOHJE.

Juola, V. 2001. 3D-simulaattorit ja virtuaaliodellisuus metsäkoneenkuljettajan koulutuksessa. Maisterityö. Joensuun Yliopisto.

Jyväskylän yliopisto 2024. Menetelmäpolkuja humanisteille, määrällinen analyysi. Viitattu 11.3.2024 <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/maarallinen-analyysi>.

Kivimäki, T., Roivainen, K. 2014. Tampereen ammattikorkeakoulu. Ammatillinen opettajakorkeakoulu Simulaattoriopetus koneopetuksen tukena. Viitattu 30.5.2024 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/72752/Kivimaki_Roivanen.pdf.

Kivinen, E. 2008. Sairaanhoidajaopiskelijoiden arvioita simulaatioista hoitamisen taitojen oppimisessa. Kuopion yliopisto. Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta. Pro gradu -tutkielma.

Kokkarinen J. (toim.) 2017. Koneellinen puunkorjuu: hallitusti hyvään tulokseen. Helsinki: Metsäteho.

Kujansuu, J., Säynäjoki, P. 2008. Simulaattoriopetuksen kehittäminen metsäkonelalla. Tampereen ammattikorkeakoulu. Ammatillinen opettajakorkeakoulu. Opettajankoulutuksen kehittämishanke. Viitattu 30.5.2024 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8203/Kujansuu.Jani_S%c3%83%3fyn%c3%83%3fjoki.Pekka.pdf.

Laki opetus- ja kulttuuritoimen rahoituksesta. 29.12.2019/1705. Viitattu 16.8.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091705>.

Lapin Ammattikorkeakoulu 2015. Simulaatiot ovat tulleet osaksi terveydenhuoltoalan opiskelua ja täydennyskoulutusta. Viitattu 30.8.2023 <https://www.lapinamk.fi/news/Simulaatiot-ovat-tulleet-osaksi-terveydenhuoltoalan-opiskelua-ja-taydennyskoulutusta/fuu3sfdb/404747e5-e2f6-420b-810b-196cdfdea367>.

Lapin koulutuskeskus REDU. 2023a. Metsäalan perustutkinto, metsäopetuksen opiskelijoiden metsätraktorin käyttösuoritusten mittausta ja arviointi 2023.

Lapin koulutuskeskus REDU 2023b. Oppilashallintajärjestelmä Studenta. Viitattu 31.11.2023. Ei julkinen.

Lapin koulutuskeskus REDU 2024. Historia. Viitattu 23.3.2024 <https://www.redu.fi/fi/redu/konserni/historia>.

Lassila, J. 2007. Lapin metsäopetus 100 vuotta (1905–2005). Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. Rannikon Laatupaino Oy
Metsäteho 2024. Koneellinen puunkorjuu. Viitattu 28.3.2024 <https://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/puutavaran-lahikuljetus/>.

Opetushallitus. Opintopolku. 2022. Metsäalan perustutkinto, tutkinnon perusteet. Viitattu 26.10.2022 <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7846218/tutkinnonosat/7850205>.

Opetushallitus 2023a. Tutkintojen perusteet. Viitattu 15.8.2023 <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet>.

Opetushallitus 2023b. Opetus- ja kulttuuritoimen rahoitus – yksikköhintojen ja rahoituksen määräytyminen vuonna 2023. Oppaat ja käsikirjat 2023:3. Viitattu 15.8.2023 https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Opetus_ja_kulttuuri-toimen_rahoytus_2023.pdf.

Opetushallitus 2023c. Henkilökohtaistaminen. Viitattu 17.8.2023 <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/henkilokohtaistaminen>.

Opetushallitus 2023d. Metsäalan perustutkinnon perusteet pähkinänkuoressa. Viitattu 2.1.2024 https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Mets%C3%A4alan%20perustutkinnon%20perusteet_5.6.2023.pdf.

Opetushallitus 2024. Osaamisen osoittaminen ja arviointi. Viitattu 2.1.2024 <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/osaamisen-osoittaminen-ja-arviointi>.

Opetus- ja kulttuuriministeriön asetus ammatillisen koulutuksen rahoituksen laskentaperusteista. 682/2017. Viitattu 16.8.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170682>.

Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023. Ammatillisen koulutuksen rahoitus. Viitattu 14.8.2023 https://okm.fi/Ammatillisen_koulutuksen_rahoytus_-_OKM_-_Opetus-_ja_kulttuuriministerio.

Opintopolku 2022. ePerusteet, Metsäalan perustutkinto. Viitattu 13.12.2022 [ePerusteethttps://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7846218/tiedot](https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7846218/tiedot).

Opintopolku 2024. Viitattu 2.1.2024 <https://opintopolku.fi/konfo/fi/sivu/jatkuva-haku-perusopetuksen-jalkeiseen-koulutukseen>.

Ovaskainen, H. 2005. Comparison of harvester work in forest and simulator environments. *SilvaFennica* vol. 39. Viitattu 18.6.2024 https://www.researchgate.net/publication/228944773_Comparison_of_harvester_work_in_forest_and_simulator_environments.

Peltola, A. 2023. Simulaattoreiden ja virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen metsäalalla. Viitattu 24.4.2024 https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Antti_Peltola_Creanex.pdf.

Poikela, P. 2017. Rethinking computer-based simulation: concepts and models. Väitöskirja, Lapin yliopisto. Viitattu 19.6.2024 https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/62754/Poikela_Paula_ActaE_212pdfA.pdf.

Puuhuolto 2024. WoodForce-työkalu. Viitattu 3.4.2024 <https://puuhuolto.fi/woodforce-logforce/woodforce/woodforce-tyokalu/>.

Ranta, P. 2004. Added values of forestry machine simulator based training. Tampere University on Technology Hypermedia laboratory, DMI, TUT. Viitattu

30.5.2024 <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=249a6208b1ce8d89246cf409938e9d57474eeaf8>.

Rantahalvari, I. 2023. Metsäkoneenkuljettajakoulutuksen lehtori. Haastattelu 21.3.2023.

Rose, F.D., Attree, E.A., Brooks, B.M., Parslow, D.M., Penn, P.R. & Ambihai-pahan, N. 1998. Transfer of training from virtual to real environments. Proceeding. The 2nd European Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technologies., Skövde, Sweden. 7 p. Viitattu 17.6.2024 http://www.cyber.rdg.ac.uk/ISRG/icdvrat/1998/papers/1998_09.pdf.

Rovaniemen koulutuskuntayhtymä. 2022. Lapin koulutuskeskus REDU, metsäopetus, simulaattorioppimisstudion opetusmateriaalit. [Ei julkinen materiaali](#).

Räsänen, S. 2004. Verkko-opetuksen tietotekniikkaa – Simulaatio opetuksessa. Kuopion yliopisto. Tietojenkäsittelytieteen laitos Raportti B / 2004 / 3. Viitattu 30.5.2024 <https://www.cs.uku.fi/tutkimus/publications/reports/B-2004-3.pdf>.

Saarela, J. 2022 Metsäalan osajille paljon töitä tarjolla pohjoisessa – Metsä Fibren uusi Kemian tehdas tuo puunhankintaan yli tuhat uutta työpaikkaa. Lapin Kansa 18.1.2022. Viitattu 26.8.2024 <https://www.lapinkansa.fi/metsaalan-osajille-paljon-toita-tarjolla-pohjoise/4262544>.

Salakari, H. 2004. Käytännön taitoja virtuaalisesti – simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin kehittäminen. Tampereen yliopisto. Ammattikasvatuksen tutkimus- ja koulutuskeskus. Lisensiaattityö. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/76389/lisuri00022.pdf?sequence=1>

Salakari, H. 2005. Simulaattoriopetuksen pedagoginen malli. Ammattikasvatuksen aikakauskirja, 7(1), 40–51. Viitattu 19.6.2024 <https://journal.fi/akakk/article/view/115018/67881>.

Salakari, H. 2007. Learning practical skills in a virtual environment: a pedagogical model for simulator-based harvester operator training. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Väitöstutkimus. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/76389/lisuri00022.pdf?sequence=1>.

Salakari, H. 2009. Toiminta ja oppiminen – koulutuksen kehittämisen tulevaisuuden suuntaviivoja ja menetelmiä. Ylöjärvi: Eduskills Consulting Oy.

Salakari, H. 2010. Simulaattorikouluttajan käsikirja. Ylöjärvi: Eduskills Consulting Oy.

Salmi, Anssi. 2021. Simulation wizard, simuloitu vuosi 2021, viikko 5, arkipäivän simulaatioita. Viitattu 13.8.2022. <https://www.simulaattori.fi/simuloitu-vuosi-2021/>.

Sanastokeskus ry. 2022. Erikoisalojen sanastojen ja sanakirjojen kokoelma. Viitattu 23.11.2022 <https://termipankki.fi/tepa/fi/>.

Skyttä, V. 2021. Metsälehti, Tavoitteena hellä tehokkuus. Viitattu 8.3.2024 <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/tavoitteena-hella-tehokkuus/#52e14c2e>.

Talonen, T. 2007. Simulaattorin käyttö opetuksessa: malleja ja mahdollisuuksia metsäkoneopetukseen. Opinnäytetyö, Jyväskylän ammatillinen opettajakorkeakoulu. Viitattu 30.5.2024 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/19699/jamk_1183542725_2.pdf.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa, Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. Viitattu 23.11.2022 <https://tenk.fi/fi/eettinen-ennakoarviointi/ihmistieteiden-eettinen-ennakoarviointi>.

Vilkkä, H. 2007. Tutki ja mittaa – määrällisen tutkimuksen perusteet. Viitattu 11.3.2024 https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98723/Tutki-ja-mittaa_2007.pdf;sequence=1.

Vilkkä, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. uudistettu painos. Jyväskylä: PS-kustannus Oy.

Wiklund, T. 1999. Simulatoreknik! Examsarbete, Lärarhögskolan i Malmö, Lunds Universitet.

Yates, B. 2000. High tech training of high tech workforce in the forest industry. Canadian Woodlands Forum 81st Annual Meeting "Technologies for New Millennium Forestry", Session 3B "Workforce Development and Issues". 13.9.2000. Kelowna, Canada. Viitattu 19.6.2024 <https://simlog.com/wp-content/uploads/2016/10/BY-DEMO2000.pdf>.

LIITTEET

- Liite 1. Metsäalan perustutkinto (OPH-4845-2021), tutkinnon muodostuminen
- Liite 2. Metsätraktorin käyttö 20 osp, osaamisen arviointi
- Liite 3. Opinnäytetyön työmaatutkimusten lupa- ja esitietolomake
- Liite 4. Metsätraktorin käyttö, kuormaajan käytön perusteet 1, harjoituksen kuvaus
- Liite 5. Kuormausharjoitusten mittaustulokset (ryhmä 1 ja ryhmä 2)

Liite 1 1(2)

Metsäalan perustutkinto OPH-4845-2021
Metsäkoneenkuljetuksen osaamisala (1773)

Tutkinnon muodostuminen

Ammatilliset tutkinnon osat	Laajuus (osp)
Metsän hoito ja hyödyntäminen	20
Metsäkoneiden kunnossapito	20
Metsätraktorin käyttö	20

Ammatilliset suuntautumisopinnot (valitaan 1)	65
Koneellinen puutavaran valmistus	65
Puutavaran autokuljetus	65
Puutavaran lähikuljetus	65
Koneelliset maanmuokkaus- ja metsänhoitotyöt	65

Liite 1 2(2)

Ammatilliset valinnaiset opinnot (valitaan 1–2)	20
Energiapuun jalostus	10
Kuljetusalan perustason ammattipätevyys	10
Lämpölaitoksen käyttö, hoito ja huolto	10
Metsien monikäyttö	10
Metsänhoito- tai maanmuokkaukoneen käyttö	10
Turvetuotanto	10
Metsäenergiaraaka-aineen hankinta ja käyttö	35
Energiapuun korjuu ja varastointi	50
Turvetuotanto ja varastointi	50
Metsänhoitopalvelut	30
Puunkorjuupalvelut	30
Metsäkoneen huolto ja korjaus	40
Metsäkoneen vianhaku	35
Huippuosajana toimiminen	15
Ilmastovastuullinen toiminta	15
Kansainvälisessä työyhteisössä toimiminen	15
Työpaikkaohjaajaksi valmentautuminen	5
Yrityksessä toimiminen	15
Yritystoiminnan suunnittelu	15
Paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuva tutkinnon osa	5–15
Tutkinnon osa toisesta ammatillisesta perustutkinnosta, ammattitutkinnosta tai erikoisammattitutkinnosta	5–15
Korkeakouluopinnot	5–15
Yhteisten tutkinnon osien osa-alueita, lukio opintoja/muita jatko-opintovalmiuksia tukevia opintoja	1–25

Yhteiset tutkinnon osat	35
Viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen	11
Matemaattis- luonnontieteellinen osaaminen	6
Yhteiskunta- ja työelämäosaaminen	9
Yhteisten tutkinnon osien valinnaiset osaamistavoitteet	9

Liite 2 1(3)

Metsäalan perustutkinto OPH-4845-2021
 Metsäkoneenkuljetuksen osaamisala (1773)
Metsätraktorin käyttö 20 osp

Ammattitaitovaatimukset**Opiskelija osaa:**

Hallita kuormaimen käytön
Lähikuljettaa puutavaraa metsätraktorilla
Metsätraktorin perusrakenteen ja tehdä päivittäiset huollot ja tarkastukset metsätraktorille

Osaamisen arviointi**Opiskelija hallitsee kuormaimen käytön****Opiskelija:**

Tyydyttävä 1	käyttää kuormainta työturvallisesti ja hallitusti säättää ohjeet saatuaan työskentelyasennon ergonomisesti
Tyydyttävä 2	
Hyvä 3	käyttää kuormainta työturvallisesti, hallitusti ja sujuvasti säättää työskentelyasennon ergonomisesti
Hyvä 4	
Kiitettävä 5	käyttää kuormainta työturvallisesti, sujuvasti, tehokkaasti ja taloudellisesti osaa hyödyntää koneen ominaisuuksia työpisteellä työskennellessä säättää työskentelyasennon ergonomisesti

Liite 2 2(3)

Opiskelija lähikuljettaa puutavaraa metsätraktorilla**Opiskelija:**

Tyydyttävä 1	<p>laatii metsätyömaalle ohjeet saatuaan kuljetus- suunnitelman ja toimii sen mukaisesti tuntee puutavaralajit työskentelee koneella hallitusti työskentelee turvallisesti ja pääosin ergonomisesti tekee jatkokuljetuskelpoiset varastomuodostelmat</p>
Tyydyttävä 2	
Hyvä 3	<p>laatii metsätyömaalle kuljetussuunnitelman ja toteuttaa sen tuntee puutavaralajit työskentelee koneella sujuvasti parantaa kuljetuksen tehokkuutta hyödyntäen monilajikuormia toteuttaa varastomuodostelmat jatkokuljetuskelpoisiksi huolehtii varastopaikan siisteydestä itsenäisesti työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti</p>
Hyvä 4	
Kiitettävä 5	<p>laatii metsätyömaalle kuljetussuunnitelman korjuuohjeen mukaisesti ja toteuttaa sen sekä muuttaa tehtyä suunnitelmaa tarvittaessa tuntee puutavaralajit</p> <p>työskentelee koneella sujuvasti</p> <p>parantaa kuljetuksen tehokkuutta hyödyntäen monilajikuormia sekä osaa suunnitella puutavaralajikohtaista ajojärjestystä suunnittelee ja toteuttaa varastomuodostelmat jatkokuljetuskelpoisiksi oma-aloitteisesti</p> <p>huolehtii varastopaikan siisteydestä itsenäisesti</p> <p>työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti ennakoi työturvallisuuden poistamalla riskitekijöitä</p>

Liite 2 3(3)

Opiskelija tuntee metsätraktorin perusrakenteen ja tekee päivittäiset huollot ja tarkastukset metsätraktorille**Opiskelija:**

Tyydyttävä 1	tuntee osittain metsätraktorin perusrakenteen tekee päivittäiset huollot ja tarkastukset ymmärtää päivittäisten huoltojen ja tarkistusten merkityksen käyttää ja huoltaa työvälineitä turvallisesti työskentelee pääosin ergonomisesti
Tyydyttävä 2	
Hyvä 3	tuntee pääosin metsätraktorin perusrakenteen tekee oma-aloitteisesti päivittäiset huollot ja tarkastukset ilmoittaa huolto- ja korjaustarpeista ymmärtää päivittäisten huoltojen ja tarkistusten merkityksen käyttää ja huoltaa työvälineitä turvallisesti työskentelee ergonomisesti pitää työmaan siistinä ja käsittelee jätteet ohjeiden mukaisesti
Hyvä 4	
Kiitettävä 5	tuntee metsätraktorin perusrakenteen kokonaisuudessaan ylläpitää koneen toimintakuntoa tekee päivittäiset huollot ja tarkastukset itsenäisesti ilmoittaa huolto- ja korjaustarpeista ymmärtää päivittäisten huoltojen ja tarkistusten merkityksen käyttää ja huoltaa työvälineitä turvallisesti työskentelee turvallisesti ja ergonomisesti pitää työmaan siistinä ja käsittelee jätteet oikein

Liite 3 1(3)

LAPIN KOULUTUSKESKUS REDU

LUPA- JA ESITIELOMAKE

OPINNÄYTETYÖ: Metsäkone simulaatiokoulutuksen kehittäminen Lapin
koulutuskeskus REDU:ssa

OPINNÄYTETYÖN TEKIJÄT: Juha Mikkola, Jyrki Vähärautio

1. Aineiston yleinen kuvaus: Kuvaus kerättävistä aineistoista tai olemassa olevien aineistojen hyödyntämisestä (alkuperä ja aineiston kerääjät):

Lapin Koulutuskeskus REDU:n Metsäkonesimulaattoreilta kerättävä metsätraktorin kuormainen käsittelydata (SimTrainer-xhtml). Aidoista metsätraktoreista kerätty drone- ja videokuva sekä mittaamalla kerätty aineisto. (Sekä mahdollisesti anturitekniikalla Ponsse Manager järjestelmästä tuotettu data kuormaimen käytöstä). Aineiston keräävät opinnäytetyön tekijät.

Opinnäytetyössä havainnoidaan ja mitataan:

Opinnäytetyössä havainnoidaan ja mitataan metsäkoneenkuljettajiksi opiskelevien metsätraktorin käytön taitojen kehittymistä.

Miten aineisto kerätään:

Hyödynnetään SimTrainer harjoitteista saatu data ja tallennetaan drone- ja videokuvauxsin ja erillisin mittauksin hakkuutyömaalla metsätraktoreilta saadut kuvantamis- ja mittaustulokset. (Mahdollisesti myös Ponsse Manager järjestelmästä saatu data).

Tiedostomuodot

Kirjallinen muoto (Word, PDF), taulukko (Excel), Video (MP4), Sähköinen data (SimTrainer xhtml-tiedosto, Ponsse Manager data)

2. Aineiston dokumentointi ja laatu

Miten tutkimusaineisto dokumentoidaan, esimerkiksi minkälaisia tunnistetietoja käytetään.

Aineisto dokumentoidaan sähköiseen muotoon Rovaniemen koulutuskuntayhtymän/Lapin Koulutuskeskus REDU:n pilvipalveluun (Onedrive). Lisäksi varmuuskopiot ulkoiselle kovalevylle. Arviointien/mittausten tunnistetiedoksi mittaus-/arviointipäivämäärä sekä juokseva numerointi arvioiduista opiskelijoista. Yksilöidyt henkilötiedot arvioitavista opiskelijoista vain opinnäytetyön tekijöiden tiedossa. Yksilöidyt tiedot opiskelijoista poistetaan/Hävitetään opinnäytetyön hyväksymisen jälkeen.

Liite 3 2(3)

Miten aineiston ja sen dokumentoinnin laatu varmistetaan?

Varmistetaan tuotetun mittausdatan, ääni- ja kuvatallenteiden sekä erillisten mitausten luotettavuus ja tekninen toiminta ennen mitausten ja kuvausten tallennusta. Varmistetaan luotettava ja tarpeellinen määrä dataa käsittelyä varten.

3. Säilytys ja varmuuskopiointi

Tuotettu data tallennetaan vahvalla salasanalla varmistettuun Rovaniemen koulutuskuntayhtymän/Lapin Koulutuskeskus REDU:n pilvipalveluun (Onedrive). Lisäksi vahvalla salasanalla varmistettuna ulkoiselle kovalevyllä. Arvioidut tiedostojen koot: Taulukko- ja tekstinkäsittely tiedostot 100–600 Mt, kuvaustiedostot 100–600 Gt.

Ainoastaan opinnäytteen tekijöillä on pääsy aineistoon.

4. Säilyttämiseen liittyvät eettiset ja laillisuuskysymykset

Tiedonantajia (opiskelijat) informoidaan kirjallisen alkukyselyn yhteydessä ennen mittaus- ja arviointitietojen keräystä. Informointi sisältää opinnäytetyön sisällön, toteutuksen ja tavoitteiden esittelyn sekä henkilötietojen käsittelyn periaatteet. Osallistuminen tutkimukseen on opiskelijoille vapaaehtoista. Tuodaan myös esille se, että tutkimuksesta on milloin tahansa mahdollisuus vetäytyä. Tutkimukseen osallistumisesta kieltäytymisestä tai tutkimuksesta vetäytymisestä ei ole opiskelijalla mitään seuraamuksia.

Tutkimuksessa mukana olevat opiskelijat koodataan juoksevan numeroinnin avulla. Opinnäytetyössä kerätään opiskelijoiden nimitiedot sekä tiedot mahdollisesta aiemmasta kokemuksesta metsätraktorin tai maataloustraktorin+metsäperävaunun käytöstä. Arkaluonteisia, henkilöön liitettävissä olevia tietoja ei kerätä. Yksittäisen opiskelijan tietoja tai suoritusta ei voida tunnistaa kerätyistä arviointiaineistoista eikä lopullisesta opinnäytteestä.

Ainoastaan opinnäytteen tekijöillä on pääsy aineistoon. Tiedostojen tallennussijaintien salasanat ovat vain opinnäytteen tekijöiden tiedossa.

5. Aineiston avaaminen ja pitkäaikaissäilytys

Aineisto säilytetään opinnäytetyön valmistumisen jälkeen vahvalla salasanalla suojatulla kovalevyllä sekä pilvipalvelussa. Aineisto on siten myös tarvittaessa jatko käytettävissä. Aineiston salasanat vain opinnäytetyön tekijöiden tiedossa. Opinnäytetyö lisätään ammattikorkeakoulujen Theseus tietokantaan.

Liite 3 3(3)

METSÄTRAKTORIN KÄYTTÖ

OPIKELIJAN

NIMI:

-
1. Onko sinulla työkokemusta tai harrastuksen (vaikka omien/perikunnan metsien hoito) kautta hankittua kokemusta metsäalalta?
 2. Oletko aiemmin kuormannut/kuljettanut puuta esimerkiksi metsä- tai maataloustraktorilla? **Jos vastasit kyllä**, niin kerro tarkemmin (esim. oletko tehnyt lähikuljetustyötä metsätraktorilla, maataloustraktorilla+kärryllä, mönkijällä+kärryllä tai jotenkin muuten).
 3. Onko sinulla työkokemusta raskailta aloilta (esimerkiksi maarakennus, logistiikka)? Jos on, niin millaista?
 4. Tutkimme opinnäytetyössämme opiskelijoiden ammatillisten valmiuksien kehittymistä Metsätraktorin käytössä. Oletko halukas osallistumaan tutkimukseen?

KYLLÄ

EN

PAIKKA: _____

AIKA: _____

ALLEKIRJOITUS: _____

Liite 4 1(1)

Harjoitus 1 +

Tavoite:

Harjoituksessa koneen molemmin puolin on 3 tukkia (yht. 6). Tehtävänä on siirtää tukit yksitellen siistiin nippuun kuormatilaan.

Harjoituksen esimerkkivideo:

- *Video esimerkki <Loading_Level_1.wmv>*

Kuormausharjoituksessa tulee täyttää seuraavat suoritus ehdot:

1. Kuormaimen liikkeen kokonaismatkasta saa täydet pisteet mikäli matka alittaa 120m
2. Harjoitus päättyy kun kuormatila on kaikki 6 tukkia
3. Tee kuorma huolellisesti, sillä sekainen kuorma vaikuttaa pisteisiin ja voi aiheuttaa harjoituksen hylkäyksen

Harjoituksen läpäisemiseksi tarvitset yhteensä 50 pistettä

- *Kuormausharjoitus 1 + <Loading_Level_1_scoredL1.ponST>*

Harjoituksen alkutilanne:



Liite 5 1(1)

TUTKIMUKSEN HAVAINNOMATRIISI	OTANTA	MUUTTUJAT											Ka	4. R2 Ka	1. R2 Ka	1: Tehtävään käytetty aika (min:s)
RIVILLÄ Tilastoyksikkö = opiskelija(t) kolhut	Ryhmä 1 ja Ryhmä 2	1.	2.	3.	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6	Ka	4. R2 Ka	1. R2 Ka	1: Tehtävään käytetty aika (min:s)	
SARAKKEESSA Mitattava muuttuja/ominaisuus = esim. käytetty aika, ladonta,													1,5	11,3	8:22	2: Kolhut (kuorimatilan ulkopuolella), (kpl)
SOLUSSA Muuttujan arvo = min., s, cm, T1-K3, m													2,0			3: Ladonta (tasaisuus T1 - K3)
													4,5			4: Runkojen etäisyys sermistä (cm)
RYHMÄ 1													5,3			
TILASTOYKSIKKÖ	AIKA	1.	2.	3.	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6	Ka	4. R2 Ka	1. R2 Ka		
Opiskelija 3	0:04 - 5:50	5:46	0	K	0	0	0	0	0	4	5	5	1,5	11,3	8:22	
Opiskelija 2	0:13 - 13:3	13:20	0	K	3	2	2	4	1	0	0	0	2,0			
Opiskelija 6	0:06 - 10:4	10:48	0	H	5	7	1	7	2	2	5	5	4,5			
Opiskelija 12	0:04 - 13:5	13:51	0	K	26	1	1	2	0	0	1	1	5,3			
Opiskelija 10	0:04 - 8:55	8:51	0	H	1	1	3	16	22	3	3	3	7,7			
Opiskelija 7	0:05 - 7:34	7:29	0	K	10	5	2	13	7	7	11	11	8,0			
Opiskelija 8	0:10 - 5:5	5:41	0	K	8	14	12	7	2	2	7	7	8,3			
Opiskelija 9	0:00 - 7:00	7:00	0	K	15	2	2	10	9	21	21	21	9,8			
Opiskelija 5	0:03 - 5:46	5:43	0	H	11	23	0	15	10	25	25	25	14,0			
Opiskelija 1	0:57 - 8:16	7:21	1	K	2	12	8	20	2	49	49	49	15,5			
Opiskelija 11	0:05 - 6:38	6:33	1	K	15	28	29	4	7	32	32	32	19,2			
Opiskelija 4	0:21 - 8:3	8:10	0	H	20	66	43	37	26	45	45	45	39,5			
RYHMÄ 2																
TILASTOYKSIKKÖ	AIKA	1.	2.	3.	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6	Ka	4. R1 Ka	1. R1 Ka	4:58	1: Tehtävään käytetty aika (min:s)
Opiskelija 10	0:03 - 3:23	3:22	1	K	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	5,0	4:58	2: Kolhut (kuorimatilan ulkopuolella), (kpl)
Opiskelija 8	0:04 - 3:33	3:29	0	K	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0			3: Ladonta (tasaisuus T1 - K3)
Opiskelija 3	0:06 - 5:30	5:24	0	H	0	0	0	0	0	1	0	0	0,2			4: Runkojen etäisyys sermistä (cm)
Opiskelija 12	0:17 - 3:20	3:03	1	T	2	1	0	0	0	0	0	0	0,5			
Opiskelija 1	0:00 - 4:10	4:10	0	K	0	0	0	2	1	0	0	0	0,5			
Opiskelija 5	0:00 - 7:21	7:27	0	K	3	0	0	0	0	0	0	0	0,5			
Opiskelija 11	0:04 - 5:38	5:34	0	K	7	9	3	0	0	0	0	0	3,2			
Opiskelija 2	0:00 - 3:50	3:50	0	K	0	5	8	8	2	0	0	0	3,8			
Opiskelija 9	0:02 - 5:47	5:40	1	H	17	7	3	2	0	0	0	0	4,8			
Opiskelija 6	0:02 - 5:54	5:52	0	K	45	22	7	0	0	0	0	0	12,3			
Opiskelija 7	0:02 - 5:00	4:58	1	K	20	3	9	14	51	0	0	0	16,2			
Opiskelija 4	0:04 - 6:5	6:47	1	T	20	20	25	22	0	23	23	23	18,3			