



Simulaattoriopetuksen yhteensovittaminen maastoharjoitteluun metsäko- neopetuksessa

Jani Savolainen

Opinnäytetyö, ylempi AMK

Joulukuu 2024

Luonnonvara- ja ympäristöala

Agrologi, YAMK, Biotalouden kehittämisen tutkinto-ohjelma

Savolainen Jani

Opinnäytetyön nimi. Simulaattoriopetuksen yhteensovittaminen maastoharjoitteluun metsäkoneopetuksessa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Joulukuu 2024**, 83 sivua.

Biotalouskehittämisen tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö YAMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Suomessa metsäkonealan koulutus on kallis. Koneiden investointi hinnat ovat nousseet korkeiksi. Opetuksessa tarvittavan kaluston kalleuden myötä on syytä ollut kehittää opetusta edullisemmaksi kuitenkin opetuksen siitä kärsimättä. Simulaattorit ovat mahdollistaneet kustannustehokkaan opetuksen, joka ei ole sääolosuhteisiin tai kelirikkoihin sidottu. Mutta takaavatko simulaattorit taitojen oppimisen yhtä tehokkaasti kuin opetus aidolla koneilla vai pitääkö simulaattoriopetuksen rinnalla opiskella tilanteita aidolla koneilla aidossa ympäristöissä.

Tutkimuskysymyksenä oli se, että saavutetaanko simulaattoriopetuksen ja ajorataharjoittelun yhteensovittamisella kehitystä oppijan taitojen oppimisessa sekä motoristen taitojen kehittymisessä. Aineisto kerättiin TimberSkills-oppimisalustalle John Deere virtuaalisimulaattoreilla. Kehittymisen seurannan kannalta tärkeitä mitattavia asioita olivat puomin kulkema matka, puomin hallinta, puomin yhtäaikaiset liikkeet, kuormanlaatu ja työpisteiden määrä. Testiharjoitteissa mitattiin myös oppijan sykli-aikoja kuormaus- ja purku-työvaiheissa. Täydentävää taustatietoa tutkimukseen kerättiin myös Webropol-kyselyllä. Kyselyllä haluttiin selvittää oppijoiden mielipiteitä ja näkemyksiä virtuaalisimulaattoreilla tapahtuvasta koulutuksesta sekä nykyisten virtuaalisimulaattoreiden realistisuutta.

Testihenkilöiden taitojen kehittymistä seurattiin kymmenen viikon koulutusjakson aikana kolme kertaa opetuksen eri vaiheissa. Taitoja mitattiin kolmella erilaisella harjoitteella. Kaksi ensimmäistä harjoitetta suoritti 30 henkilöä ja kolmannen 15. Data-analyysiin tallennettiin yhteensä 225 soritusta. TimberSkills-oppimisalustan avulla kerätty data analysoitiin tarkemmin Excel laskentataulukko-ohjelmistolla. Taulukoiden avulla kehityksen seuranta testiryhmän osalta oli tasavertaista. Simulaattoreilla testihenkilöiltä mitattiin täsmälleen samat määritellyt arvot samoista tehtävistä samoilla nosturin säädöillä.

Tutkimuksessa Johtopäätöksenä voitaneen pitää taitojen kehittymisen positiiviseen suuntaan kokonaisuudessaan. Kokonaisvaltaista kehitystä tuotoksen nousuun on havaittavissa testijakson aikana ja sen jälkeen.

Avainsanat

simulaattori, metsäkone, opetus, taitojen oppiminen, ajorataharjoittelurata, tehokkuus, nosturi

Savolainen Jani

Title and possible subtitle

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2024, 82 pages

Degree Programme in Bioeconomy Development. Master's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

In Finland, forest machine training is very expensive. Investment prices for machinery have risen high. Due to the high cost of equipment needed for teaching, it has been necessary to make teaching more affordable without compromising from the quality of teaching. The simulators have enabled cost-effective teaching that is not tied to weather conditions or weather breakdowns. But do simulators guarantee skills learning as effectively as teaching with real machines or do simulator lessons need to be accompanied by learning situations on real machines in real environments?

The research question was whether combining simulator teaching and driving track training would achieve development in the learner's learning of skills and the development of motor skills. The data was collected on the Timber Skills learning platform using John Deere virtual simulators. Important things to measure in terms of development monitoring were the distance travelled by the boom, the control of the boom, the simultaneous movements of the boom, load quality and the number of workstations. The test exercises also measured the learner's cycle times during the loading and unloading phases. Supplementary background information for the study was also collected with a Webropol survey. The purpose of the survey was to find out learners' opinions and views on training on virtual simulators as well as the realism of current virtual simulators.

The test persons skills were monitored three times during the ten-week training period at different stages of teaching. Skills were measured with three different exercises. The first two exercises were performed by 30 people and third by 15. A total of 225 exercises were recorded in the data analysis. The data collected with the Timber Skills learning platform was analysed in more detail with Excel spreadsheet software. With the help of the tables, the monitoring of development in the test group was equal. On the simulators, the test subjects were measured the same defined values for the same tasks with the same crane adjustments. In the study, the conclusion can probably be the development of skills positive direction. A holistic trend towards, yield increases can be observed during and after the test period.

Keywords/tags.

simulator, forest machine, teaching, learning skills, training track, efficiency, crane

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Simulaattorit	5
2.1	Virtuaalisimulaattorit	5
2.2	Mittalaitesimulaattori	8
2.3	Kenttäsimulaattorit, valvomo ja maastorata	9
3	Riverian oppimisympäristöt kiinnostavat kansainvälisesti	12
4	Simulaattoriopetus	15
5	Simulaattoriopetuksen pedagoginen malli	16
5.1	Learning by doing	17
5.2	Simulaattoreilla tapahtuva opetus.....	18
5.3	Aidossa ympäristössä tapahtuva oppiminen	18
6	Simulaattoreiden elinkaari ja ekologisuus	19
6.1	Tuotteen elinjakso ja elinkaari	20
6.2	Turvallisuuden ylläpito ja riskien hallinta.....	20
6.3	Geneerinen malli	21
6.4	Simulaattorin elinkaari	23
6.5	Ekologinen oppimisympäristö.....	24
7	Maastoajoharjoitteluradalla tehokkuutta osaamisen hankintaan	25
7.1	Maastoajoharjoitteluradan tehtävät	26
7.2	Simulaattoreilla mitattava aineisto	27
7.3	Hyvä simulaatioharjoitus.....	28
8	Tutkimuskysymys	29
9	Tutkimusaineisto ja menetelmä	30
9.1	Tutkimusmenetelmä	30
9.2	Tutkimusaineiston keräys	30
9.3	Tusinatesti	32
9.4	Yhden puutavaralajin kuorma uudistushakkuu	33
9.5	Tutkimusharjoite 3 Yhden tavaralajin kuormat	34
9.6	Kysely simulaattoriopetuksesta	35

10	Tutkimuksessa kerätty data	36
11	Tutkimuksen validius, eettisyys ja reliabiliteetti	38
	Tutkimuksen validius ja eettisyys.....	38
	Tutkimuksen reliabiliteetti	39
12	Tutkimustulokset ja tulosten tarkastelu	39
	12.1 Harjoitus 1. Tusinatesti	39
	12.2 Harjoitus 2. Yhden puutavaralajin kuorma - uudistushakkuu.....	44
	12.3 Harjoitus 3. Yhden tavaralajin kuormat	49
13	Kysely simulaattoreiden käytöstä.....	55
14	Johtopäätökset.....	59
15	Jatkotutkimusideoita	62
	Lähteet	64
	Liitteet	67
	Liite 1. Tutkimuksen data-aineisto	67
	Liite 2. Webropol-kyselyn vastaukset	75
	Liite 3. Webropol-kyselyn avoimet kysymykset	80

Kuviot

Kuvio 1. John Deere TimberSkills PC-simulaattoreita. Riveria//Metsäala//Valtimo	6
Kuvio 2. John Deere TimberSkills-käyttösimulaattoreita. Riveria//Metsäala//Valtimo.....	7
Kuvio 3. Mittalaitteilla varustellut Ponssen, John Deeren ja Komatsun simulaattorit. Riveria//Metsäala//Valtimo	8
Kuvio 4. John Deere 1110 G kenttäsimulaattori. Riveria//Metsäala//Valtimo	10
Kuvio 5. Harjoittelukentän valvomo. Riveria//Metsäala//Valtimo	11
Kuvio 6. Maastoajoharjoittelurata koneen haltuunottoon simulaattorikentän yhteydessä. Riveria//Metsäala//Valtimo.....	12
Kuvio 7. Riverian ja Kitamori Collegen yhteistyösopimuksen allekirjoitus tilaisuus. (Kuva Riveria) Riveria//Metsäala//Valtimo.....	13
Kuvio 8. Simulator Competition Japan vs. Finland. (Kuva Riveria) Riveria//Metsäala//Valtimo	13
Kuvio 9. Skotlantilaiset metsäalanyrittäjät vierailulla. (Kuva Riveria) Riveria//Metsäala//Valtimo	14
Kuvio 10. Simulaattoriopetuksen pedagoginen malli (Salakari 2004, 20, muokattu)	16
Kuvio 11. Geneerisen elinkaarihallinnan vaiheet	22

Kuvio 12. Graafinen mallinnus simulaattoriprojektista	23
Kuvio 13. Maastoajoharjoittelurata, Riveria//Metsäala//Valtimo	26
Kuvio 14. TimberSkills tehtäväraportit	28
Kuvio 15. Riveria Valtimolla annettava vaiheittainen opetus.....	29
Kuvio 16. TimberSkills-harjoitusten tallennus	32
Kuvio 17. Tusinatesti. TimberSkills.....	33
Kuvio 18. Yhden puutavaralajin kuorma, uudistushakkuu, TimberSkills	34
Kuvio 19. Yhden tavaralajin kuormat, TimberSkills	35
Kuvio 20. Puomiajan kehittyminen	40
Kuvio 21. Harjoitus 1. Puomin yhtäaikaisten liikkeiden kehitys	41
Kuvio 22. Harjoitus 1. Puomin kulkeman matkan kehitys	42
Kuvio 23. Harjoitus 1. Puomin hallinnan kehitys	43
Kuvio 24. Harjoitus 1. Kuorman laadun kehitys.....	44
Kuvio 25. Harjoitus 2. Puomin yhtäaikaisten liikkeiden kehitys	45
Kuvio 26. Harjoitus 2. Puomin kulkeman matkan kehitys	46
Kuvio 27. Harjoitus 2. Puomin hallinnan kehitys	47
Kuvio 28. Harjoitus 2. Kuorman laadun kehitys.....	48
Kuvio 29. Harjoitus 2. Työpisteiden määrän kehittyminen	49
Kuvio 30. Harjoitus 3. Koneajan kehittyminen	50
Kuvio 31. Harjoitus 3. Lastaus syklin kehittyminen	51
Kuvio 32. Harjoitus 3. Lastausvauhdin kehittyminen	52
Kuvio 33. Harjoitus 3. Purku syklin kehittyminen	53
Kuvio 34. Harjoitus 3. Purkuvauhdin kehittyminen	54
Kuvio 35. Käyttäjän kokemuksia simulaattoreista	56
Kuvio 36. Kehittyminen, tukeminen, motivaatio	57

Taulukot

Taulukko 1. Tusinatesti, laskennalliset keskiarvot.....	37
Taulukko 2. Yhden tavaralajin kuorma, laskennalliset keskiarvot	37
Taulukko 3. Yhden tavaralajin kuormat, laskennalliset keskiarvot.....	38

1 Johdanto

Metsäkoneenkuljettaja koulutus on yksi kalleimmista koulutusaloista Suomessa. Tämän myötä opetuksen kehittämiseksi on luotava uusia, entistä kustannustehokkaampia toimintamalleja, joiden avulla opetus ja oppiminen on tavoitteellista, mielekästä ja tehokasta. Simulaatioiden avulla tapahtuva oppiminen oikein ketjutettuna on kustannustehokasta, motivoivaa ja tavoitehakuista oppimista ja osaamisen hankkimista.

Saavuttaaksemme tavoitteet simulaatioharjoitteilla mahdollisimman hyvin, tulisi virtuaalisten harjoitteiden olla alussa hyvin pitkälti samanlaisia kuin työtehtävät aidoissa ympäristöissäkin. Salakari (2010,23) toteaaakin simulaattoriympäristöjen poikkeavan aina aidoista ympäristöistä. Salakarin mukaan on tärkeää yhdistää niitä aitojen ympäristöjen konteksteja, joita ei simulaattoreilla kyetä mallintamaan. Kun ollaan aidoissa työtehtävissä, työtehtävät ovat aidosti olemassa.

Tässä työssä tarkastellaan oppijoiden kehittymistä kuormatraktorin käytössä simulaattoreiden avulla tapahtuvassa opetuksessa. Tutkimuksessa kerätään ja analysoidaan mitattua dataa ennen koulutusta, koulutuksen puolivälissä ja koulutuksen jälkeen. Mitattuja tuloksia hyödynnetään oppijoille annettavassa palautteessa heidän henkilökohtaisesta kehittymisensä metsätraktorin käytön tutkinnonosassa.

Saadun palautteen avulla he voivat keskittyä opintojen edetessä niihin osa-alueisiin, joilla kehitystä ei ole suuremmin tapahtunut. Simulaattoriopetus on osa vaiheistettua oppimista ja osaamisen hankkimista. Vaiheistettu oppimisen malli mahdollistaa nopealla syklillä taitojen oppimisen esteinä oleviin pullonkauloihin puuttumista. Tavoitteena oppijoilla on saavuttaa koulutuksen jälkeen n. 60–70 % tuotostaso ammattilaisen tuotoksesta.

2 Simulaattorit

Simulaatioiden avulla tapahtuvaa taitojen opetusta kehitetään yhä useammilla aloilla. Simulaatioiden avulla haetaan kustannustehokkuutta opetukseen. Simulaattorit mahdollistavat taitojen oppimista myös sellaisilla aloilla, joilla turvallisuusnäkökulmat tuovat rajoitteita aidoissa ympäristöissä harjoitteluun. Näin ollen simulaattoreiden on kehityttävä vastaamaan opetuksen tarpeita. Metsäkonealalla simulaatio-opetusta on kehitetty simulaattoreiden valmistajien, metsäkonevalmistajien, koulutuksenjärjestäjien ja työelämätoimijoiden yhteistyönä, kulminoituen opetettaviin taitoihin. Simulaatio-oppimista ja opetusta on käytetty jo pitkään turvallisuuden kannalta kriittisillä toimialoilla. (Saaranen, Koivula, Mikkonen, Hemberg & Salminen, 2023, luku 8.)

Metsäalalla simulaattorit ovat tehokas ja turvallinen tapa opettaa metsäkoneen käyttöä opiskelijoille. Ne tarjoavat monipuolisia harjoittelumahdollisuuksia ja auttavat opiskelijoita kehittämään taitojaan. Samalla ne voivat auttaa oppilaitoksia säästämään kustannuksissa pitkällä aikavälillä. Haasteiden, kuten kustannusten ja simulaattorien realistisuuden huomioon ottaminen on tärkeää, jotta simulaattoreiden potentiaali voidaan hyödyntää täysimääräisesti metsäkoneopetuksessa ja taitojen oppimisessa. Kun kustannustehokkuutta tavoitellaan, on pyrittävä saamaan toistoja ja harjoitteita mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla. (Ylä-Jokisalo 2020, 26.)

2.1 Virtuaalisimulaattorit

Virtuaalisimulaattoreita metsäkonekoulutuksessa on erilaisia. Rakenteeltaan kevyimmissä simulaattoreissa on vain näyttö, keskusyksikkö, metsätraktorin hallintalaitteet (kahvat). Työtaso sekä istuin on hankittava erikseen. Kuviolla 1 olevissa PC-simulaattoreissa on käytetty itserakennettuja, korkeussäädettäviä tasoja sekä tavallisia korkeussäädöllä olevia toimistotuoleja. Nämä kevyet PC-simulaattorit ovat pääasiassa tarkoitettu alkuopetuksessa tapahtuvaan motoristen taitojen oppimiseen, esimerkiksi hallintalaitteiden ja nosturin käytön opetuksessa. Virtuaalisimulaattorit tarjoavat metsäkoneopetukselle ainutlaatuisia mahdollisuuksia, kuten turvallisen ja monipuolisen oppimisympäristön aikaan tai paikkaan sitomattomana. Simulaattoreilla tapahtuva opetus auttaa oppi-

joita kehittämään motorisia taitoja kustannustehokkaammin. Virtuaalisimulaattorien käyttö opetuksessa edellyttää järjestelmällistä toimintamallia tavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteelliset harjoitteet yhdistettynä käytännön harjoitteisiin tekevät niistä arvokkaan osan metsäkoneopetusta.



Kuvio 1. John Deere TimberSkills PC-simulaattoreita. Riveria//Metsäala//Valtimo

Puutavaran lähikuljetuksen opintoja opiskellaan visuaalisesti erilaisilla simulaattoreilla. Kuviossa 2 on John Deere TimberSkills-käyttösimulaattoreita. Käyttösimulaattoreilla voidaan harjoitella myös harvesterinkäytön alkuopetusta hallintalaitteiden osalta, mutta ilman mittalaitetta. Motoristen taitojen oppimisessa, opintojen alkuvaiheessa, ei vielä muulla visualisoinnilla koeta olevan suurta merkitystä, joten simulaattoreiltakaan ei vaadita suuria visualisointeja. Esimerkiksi John Deere tarjoaa erilaisia simulaattorivaihtoehtoja asiakkaidensa tarpeisiin. (John Deere n.d.)

Virtuaalisimulaattoreiden kehittyminen ja visuaalinen muoto on kehittynyt metsäkonevalmistajien

mukaan lähinnä kolmen päämerkin visuaalisiin muotoihin ja väreihin (John Deere, ponsse, Komatsu).

Kuvion 2 käyttösimulaattoreissa on enemmän metsätraktorin tuntua ulkoisessa visualisoinnissa sekä työergonomiassa. Näillä simulaattorimalleilla oppijoille opetetaan myös oikean työskentelyasennon säätämistä ja merkitystä. TimberSkills-oppimisympäristöstä ladattavat harjoitteet mahdollistavat harjoitteiden teon kaikilla simulaattoreilla. Toimiakseen tarkoituksen mukaisella tavalla simulaattoreissa on oltava harjoitteen vaatimat hallintalaitteet asennettu. Kuviolla 2 olevilla simulaattoreilla oppijat harjoittelevat myös harvesterin käytön perusasioita. Kyseisissä simulaattoreissa ei kuitenkaan ole harvesterissa käytettäviä mittalaitteita.



Kuvio 2. John Deere TimberSkills-käyttösimulaattoreita. Riveria//Metsäala//Valtimo

2.2 Mittalaitesimulaattori

Mittalaitesimulaattoreissa visuaalinen ulkomuoto on tärkeä osa mentaalisen mallin luomisessa. Oppijat ovat hyvin usein mieltyneet tiettyyn konemerkkiin, joten heille on tärkeää mieltää simulaattori aidoksi koneeksi. Harvesteri simulaattoreissa on pyritty jäljittelemään aitoa konetta mahdollisimman paljon. Mittalaitteet, kahvat, istuimet ja muut hallintalaitteet jäljittelevät kyseisen konemerkin aidon koneen toimintaa. Näin voidaan jo opetuksen alkuvaiheessa kuin myöhemmässäkin vaiheessa opettaa juuri niitä asioita mitä tietyn konemerkin hallinnassa vaaditaan. Mittalaitesimulaattoreissa on panostettu paljon myös ulkoiseen visuaalisuuteen. Kuvion 3 uuden Ponsen Full-simulaattorin ulkoinen ilme on jäljitelty Ponsse Scorpionista. (Ponsse n.d.)



Kuvio 3. Mittalaitteilla varustellut Ponsen, John Deeren ja Komatsun simulaattorit. Riveria//Metsä-
ala//Valtimo

Virtuaalisimulaattoreissa on eri valmistajilla erilaiset oppimisympäristöt oppimistehtävien tekoa varten. John Deeren käyttämä ympäristö on Deeren oma TimberSkills-oppimisympäristö ja Ponsse sekä Komatsu käyttävät Creanexin kehittämää SimTrainer ympäristöä. Creanex on yksi johtavista virtuaalisimulaattoreiden valmistajista. Esimerkiksi Creanex räätälöi simulaattorin asiakkaan tarpeiden mukaan, näin asiakas saa maksimaalisen hyödyn ilman turhia komponentteja. (Creanex n.d.)

2.3 Kenttäsimulaattorit, valvomo ja maastorata

Kenttäsimulaattoriajatus on uusi Riveria Valtimolla kehitetty ja käyttöön otettu vaiheittainen opetuksen mallinnus taitojen opetuksessa. Kenttäsimulaattorit olivat yksi osa ”Taitojen opetus 2020” hanketta. (Taitojen opetus 2020 operaattoriammateissa n.d.)

Täyssähköisiä kenttäsimulaattoreita on Riveria Valtimon yksikössä kolme kappaletta. Vuonna 2018 käyttöön otettu maailman ensimmäinen tämän tyyppinen simulaatioharjoitus kenttä. (ammattilehti 2018.) Kenttäsimulaattorit ovat aitoja John Deere 1110G malleja ilman polttomoottoreita ja voimansiirtoa. Sähköllä käytettävä koneen hydraulikka mahdollistaa koneen nostureiden toiminnan. Kone on siis päävirtojen kytkennän jälkeen aivan samanlainen kuin aito metsätraktorikin, mutta sillä ei voi ajaa. Koneissa oleva datayhteys mahdollistaa kuviolla 4 olevalla kenttäsimulaattorilla suoritettavan samantyyppisiä ja osittain samoja TimberSkills-oppimisalustalla olevia simulaattoriharjoitteita, kuin sisätiloissa olevilla virtuaalisimulaattoreillakin. Nämä kenttäsimulaattorit mahdollistavat myös vaiheittaisen taitojen opetuksen ja oppimisen. ”Taitojen opetus 2020” hankkeen tavoitteena oli tehostaa ammattikuljettajien työskentelyä erilaisissa operaattoritehtävissä. (Taitojen opetus 2020 operaattoriammateissa n.d.)



Kuvio 4. John Deere 1110 G kenttäsimulaattori. Riveria//Metsäala//Valtimo

Simulaattorikentän yhteydessä sijaitsee valvomorakennus. Valvomosta kouluttajan on helppo seurata oppijoiden suorituksia, opettaa sekä antaa ohjeita ja palautetta suorituksista radiopuhelimen välityksellä, samalla tavalla kuin maastossakin. Valvomorakennusta suunniteltaessa, oli tärkeää huomioida rakennuksen keskeisyys ja korkeus. Valvomosta voidaan valvoa harjoitusaluetta neljään suuntaan. Kuviolla 5 olevasta valvomosta on myös oppijoiden helppo seurata toisten harjoitteita ja saada palaute omasta harjoitteestaan.



Kuvio 5. Harjoittelukentän valvomo. Riveria//Metsäala//Valtimo

Simulaattorikentän yhteyteen rakennettu maastoajoharjoitteluun soveltuva rata mahdollistaa oppijoille ensikosketuksen aitoon metsätraktoriin ja sen maastoajo-ominaisuuksiin. Taitojen kehittyessä ajoon liitetään kuormaus- ja varastointiharjoitteita. Kuviolla 6 tapahtuva ajorataharjoittelu edesauttaa oppijaa koneen haltuunotossa, koska kouluttaja on välittömässä näköyhteydessä kuljettajaan koko ajan. Valvomosta ohjeiden anto on helppoa ja oppijalle ei tule turhia suorittamispai- neita, kun kouluttaja ei ole ohjaamossa. Työturvallisuuden kannalta ohjaamossa ei tulisi olla kahta henkilöä muulloin kuin kuljettajaa perehdytettäessä.



Kuvio 6. Maastoajoharjoittelurata koneen haltuunottoon simulaattorikentän yhteydessä. Riveria//Metsäala//Valtimo

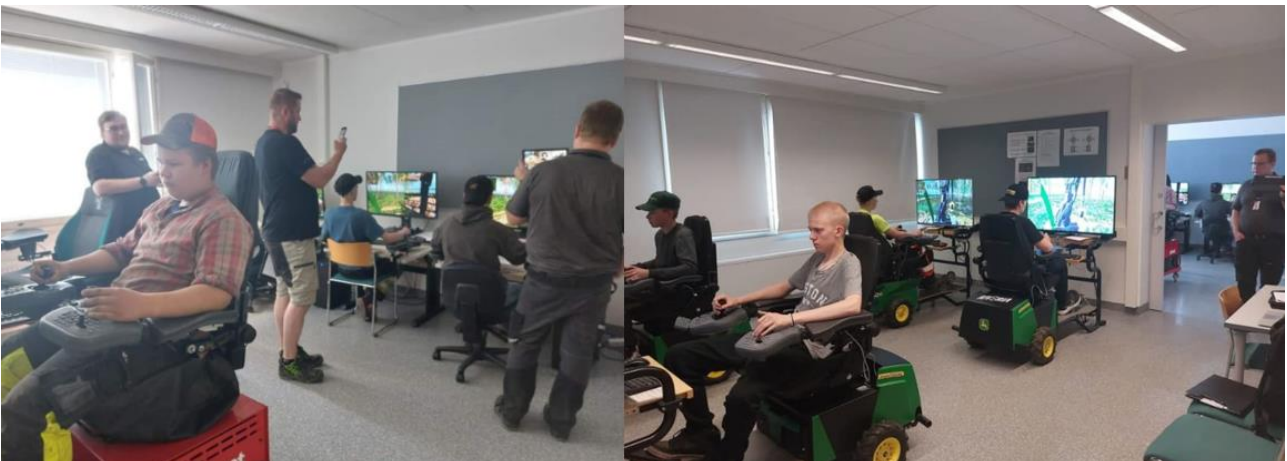
3 Riverian oppimisympäristöt kiinnostavat kansainvälisesti

Riveria Valtimon yksikössä toteutettava vaiheittainen opetus ja siihen liittyvät oppimisympäristöt kiinnostavat metsäalan toimijoita ja organisaatioita myös kansainvälisesti. Valtimolla on aiheen tii- moilta vierailut metsä- ja opetusalan henkilöstöä niin Aasiasta, Etelä- ja Pohjois- Amerikasta kuin Euroopastakin. Simulaattoriopetuksen ja siihen liitettyjen oppimisympäristöjen kiinnostavuuden myötä Riveria on solminut mm. kumppanuussopimuksen japanilaisen Kitamori-Collegen kanssa opetus- ja oppimisympäristöjen kehittämisestä. Kuviolla 7 on kuvattuna sopimuksen allekirjoitus tilaisuus japanilaisten vierailun yhteydessä. (Väinämö, J 2023.)



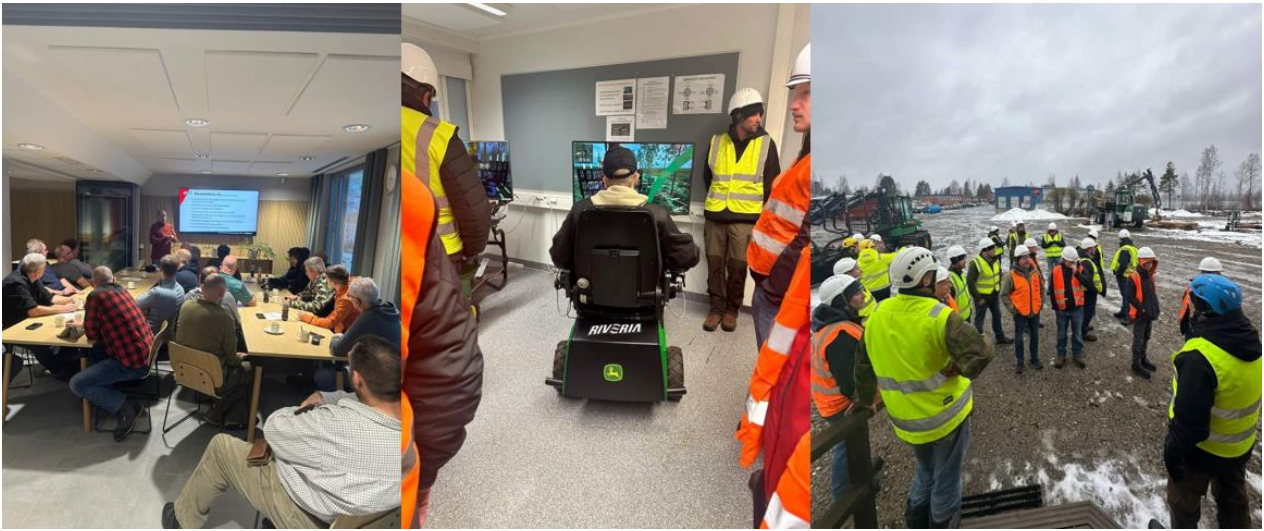
Kuvio 7. Riverian ja Kitamori Collegen yhteistyösopimuksen allekirjoitus tilaisuus. (Kuva Riveria) Riveria//Metsäala//Valtimo

Kehittämyhteistyön ohella osaamista jaetaan myös opetuksessa. Oppijoille järjestetään simulatorikäytön On-line kilpailuja verkossa, missä Valtimon opiskelijat tekevät omat suorituksensa Valtimolla ja japanilaiset opiskelijat saman aikaisesti omassa oppilaitoksessaan Japanissa. Nämä kilpailut ovat osallistujille mieluisia osaamisen vertailuja. Simulaattoreilla käytäviä kilpailuja pidetään niin harvesterin- kuin kuormatraktorin käytön osalta. Kuviolla 8 on kisat käynnissä.



Kuvio 8. Simulator Competition Japan vs. Finland. (Kuva Riveria) Riveria//Metsäala//Valtimo

Riverian oppimisympäristöt kiinnostavat skotlantilaisia. Kuviolla 9 ryhmä skotlantilaisia metsäkone- ja puutavarakuljetus yrittäjiä vieraili tutustumassa Riveria Valtimon metsäopetukseen. Forest Machine Magazinen artikkelin mukaan skotlantilaiset vieraat olivat erittäin kiinnostuneita näkemistään innovatiivisista oppimisympäristöistä. (Forest Machine Magazine.)



Kuvio 9. Skotlantilaiset metsäalan yrittäjät vierailulla. (Kuva Riveria) Riveria//Metsäala//Valtimo

Pohjois-Karjalassa maakuntahallinto on vahvasti metsäalan osaamisen puolesta puhuja. Vahva metsäalan osaaminen Pohjois-Karjalassa näkyy maakuntahallituksen hyväksymässä aiesopimuksessa kanadalaisen Quesnelin kaupungin kanssa. Sopimuksen sisällössä on vahvasti esillä koulutus ja työvoiman kehittäminen. (Pohjois-Karjalan maakuntaliiton tiedotteet 2023.) Pohjois-Karjalassa on vahva metsäalan koulutusosaaminen aina toiselta-asteelta korkeakoulun asteelle. Itä-Suomen yliopiston, Karelia ammattikorkeakoulun ja Riverian yhteistyötä on kehitetty vastaamaan työelämän tarpeita metsäalan koulutuksessa.

4 Simulaattoriopetus

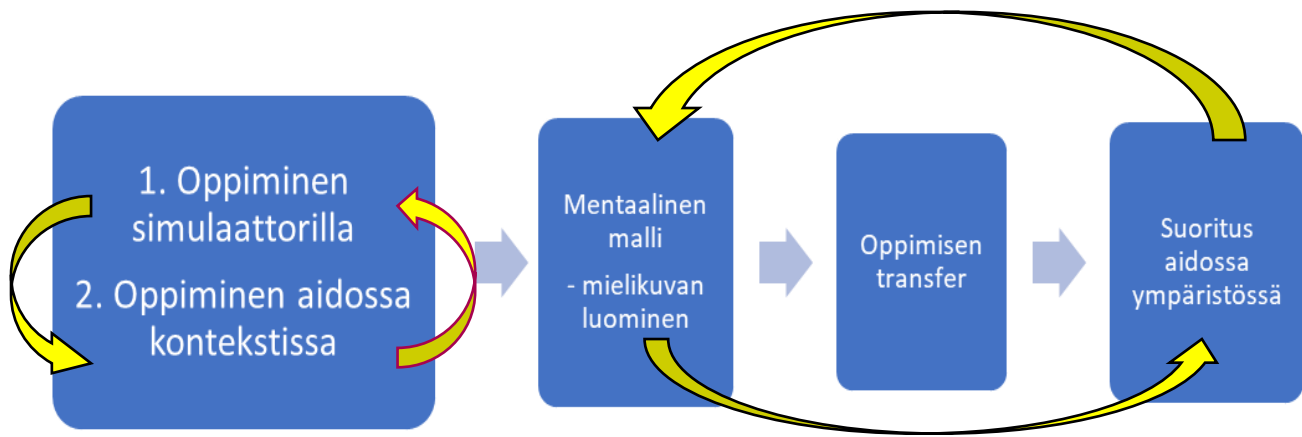
Simulaattorit ovat tehokas ja turvallinen tapa opettaa monimutkaisia taitoja virtuaalisessa ympäristössä. Simulaattoreiden avulla tapahtuvaa oppimista on tutkittu vuosia. Suomessa simulaattori-koulutuksen uranuurtajana voidaan pitää edesmennyttä Hannu Salakaria. Simulaattoriopetuksen pedagoginen malli tukee oivaltamista ja oppijan omaa kykyä ongelmaratkaisuun. Salakarin (2004, 23) mukaan taitojen opetukseen oppimisen alkuvaiheessa kannattaa soveltaa viiden vaiheen työnopastus menetelmää. Tämä vaihe on syytä viedä maaliin opettajajohtoisesti.

Ensimmäisessä vaiheessa tutustutaan tavoitteisiin ja luodaan malli niiden saavuttamiseksi. Toisin sanoen mietitään ratkaisu taitavasta työnsuorituksesta. Opastajan rooli on keskeinen, sillä huonosti ohjattu tavoitteiden esittely ei johda hyvään lopputulokseen. Toinen ja kolmas vaihe on enemmän mielikuvien ja rajojen, sääntöjen sekä sisäisten mallien viimeistelyä. Neljännessä vaiheessa kokeillaan taitoja. Taitojen kokeiluvaiheen aikana voidaan selvittää, onko oppijalla riittävä tietoperusteinen tietoperusta. (Salakari 2004, 23.) Palautteen annon jälkeen oppija voi tarvittaessa palata takaisin vaiheisiin 1–3. Myönteinen ja rohkaiseva palaute on oppijalle erittäin tärkeä. Viidennessä vaiheessa kontrolloidaan taitojen muodostuminen.

Simulaatiomalleilla voidaan yksinkertaistaa asioita, jonka takia on tärkeä varmistaa, että oppijalla on realistinen käsitys taitojen hallinnasta. Metsäkoneajoharjoitteluradan tarkoitus on luoda oppijalle realistinen käsitys siitä, miten virtuaalisimulaattoreilla hankitut taidot sovelletaan käytännön työhön. Licensiaatintyössään Hannu Salakari ottaa esille kytkennän simulaattorilla opitun ja aidon ympäristön välillä. Tärkeää on kuitenkin harjoitusten toisto, jotta taito muodostuu automaatioksi. Harjoituksia tulee tehdä niin virtuaalisimulaattoreilla kuin aidossa ympäristössäkin riittävästi. (Salakari 2004, 24.)

5 Simulaattoriopetuksen pedagoginen malli

Salakarin (2004, 19) mukaan simulaattoriopetuksen pedagogiset mallit tulee rakentaa alakohtaisesti. Esimerkiksi metsäkonealalla, tulee oppijan luoda itselleen mentaalinen malli simulaation avulla, jonka jälkeen voi alkaa oppimisen siirtovaikutus (tietojen soveltaminen toisessa tilanteessa). Tämän jälkeen sovelletaan simulaatioharjoitusten aikana opittuja taitoja aidossa harjoitusympäristössä kuten kuviolla 10 on havainnollistettu.



Kuvio 10. Simulaattoriopetuksen pedagoginen malli (Salakari 2004, 20, muokattu)

Simulaattoriopetuksessa mentaalisen mallin luomisen jälkeen oppija aloittaa oppimisen siirron eli transferoinnin aidossa ympäristössä. Jos haluttua tavoitetta ei saavuteta, palataan takaisin harjoittelemaan simulaatioiden avulla. Ohjaajan antama reilu ja kannustava palaute on tärkeää. Saavuttaaksemme tavoitteet simulaatioharjoitteilla mahdollisimman hyvin, tulisi virtuaalisten harjoitteiden olla alussa hyvin pitkälti samanlaisia kuin harjoitukset aidossa ympäristöissäkin. Harjoituksia suunniteltaessa on siis otettava huomioon, mitä taitoja missäkin harjoituksissa painotetaan. Koska simulaattoriympäristöt poikkeavat aina aidosta ympäristöistä, on tärkeää yhdistää niihin aidon ympäristöjen kontekstia, joita ei simulaattoreilla kyetä mallintamaan. Kun oppijat pääsevät harjoittelemaan aidossa työtehtävissä, tällöin työtehtävät ovat aidosti olemassa. (Salakari 2010, 23.)

Simulaattoreiden hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että harjoitukset voidaan pilkkoa pieniin opiskeltaviin asioihin ja sitä kautta mitattaviin toimintoihin. Esimerkkinä puominkulkemaa matkaa puutavaraa lastatessa, voidaan matka mitata metri tasolla tai harjoitukseen käytettyä koneaikaa mitata sekunti tasolla. Lähtökohtaisesti simulaattoreilla tapahtuvan alkuopetuksen aikana, on opettavat asiat pilkottu pieniin kokonaisuuksiin, jolloin oppiminen etenee suunnitellusti.

Simulaattorilla harjoitellaan aluksi nosturin perusliikkeitä. Kun perusliikkeet ovat oppijalla hallussa, voidaan aloittaa keräämään puita kuormatilaan. Tämän jälkeen voidaan ottaa mukaan mittarit, joiden avulla kerätyllä datalla voidaan antaa palaute oppijalle. Palautteessa kyetään kohdentamaan parantavat toimenpiteet juuri niihin osa-alueisiin, joissa nähdään kehitystä tarvittavan.

Oppijan saavuttaessa vaadittavan tason virtuaalisimulaattoriharjoitteissa siirrytään seuraavaan vaiheeseen harjoittelemaan aitoon ympäristöön. Aloitetaan opitun tiedon siirto aitoon ympäristöön. Jos aidossa ympäristössä tehtävissä harjoitteissa oppija ei saavuta vaadittua tasoa on palautteen jälkeen helppo palata takaisin virtuaalisimulaattoriharjoitusten pariin ja harjoitella uudelleen tarvittavaa osa-aluetta. Salakari(2004, 30) toteaa myös sen, että toimintojen perusteellinen oppiminen tapahtuu vain riittävän harjoittelun seurauksena. Simulaattorien avulla oppiminen on tekemällä oppimista. Oppiminen perustuu toimintaan ja omiin kokemuksiin, joita syntyy tekemisen kautta. (Salakari 2010, 80.)

5.1 Learning by doing

"Learning by doing" eli tekemällä oppiminen on pedagoginen lähestymistapa, jossa oppijat hankkivat tietoja ja taitoja suorittamalla käytännön tehtäviä ja harjoituksia. Tämä oppimisstrategia perustuu kokemukselliseen oppimiseen ja korostaa aktiivista osallistumista oppimisprosessiin. "Learning by doing" eli tekemällä oppiminen tarjoaa oppijoille mahdollisuuden oppia aktiivisesti ja kokemuksellisesti käytännön tehtävien avulla. Tämä pedagoginen lähestymistapa auttaa oppijoita kehittämään taitojaan, itseluottamustaan ja kriittistä ajatteluaan, ja se voidaan mukauttaa erilaisiin oppimistarpeisiin ja -tilanteisiin. Tekemällä oppiminen myös rohkaisee vuorovaikutukseen, yhteistyöhön ja jatkuvaan palautteeseen. Tekemällä oppiminen tapahtuu pääsääntöisesti osallistumalla ja

tekemällä. Vuorisen mukaan (Vuorinen 2001, 179) toiminnassa, jolla on yhteyksiä opittavaan aiheeseen, saavutetaan parhaimmat tulokset.

5.2 Simulaattoreilla tapahtuva opetus

Simulaattoreilla tapahtuva opetus on pedagoginen lähestymistapa, jossa käytetään simulaattoreita osana oppimisprosessia. Simulaattorit tarjoavat opiskelijoille mahdollisuuden harjoitella taitojaan ja soveltaa oppimaansa virtuaalisessa ympäristössä, joka jäljittelee todellista maailmaa. Salakari (2010, 13) luonnehtii hyvin onnistunutta simulaattorikoulutusta suunnitelmalliseksi ja yhteistoiminnalliseksi.

Simulaatioiden avulla tapahtuvan opetukseen sisältyy moninaisia asioita. Virtuaalimaailma tarjoaa oppijalle turvallisen tilan harjoitella taitojaan ilman loukkaantumisen tai vahingon riskiä. Tämä on erityisen tärkeää esimerkiksi metsäkoneiden, lääketieteellisten laitteiden tai ilmailualan koulutuksessa. Simulaattorit mahdollistavat erilaisten tilanteiden ja skenaarioiden simuloinnin, mikä auttaa opiskelijoita kehittämään taitojaan monipuolisesti ja valmistautumaan todellisiin tilanteisiin. Simulaattori harjoitteet mahdollistavat oppijalle välittömän palautteen harjoitteesta. Tämä edesauttaa heitä ymmärtämään vahvuuksiaan ja kehitystarpeitaan.

Simulaattoreilla tapahtuva osaamisen hankkiminen opintojen alkuvaiheessa on kustannustehokasta, sillä oppijoille voidaan ladata tehtäviä suoritettavaksi oman osaamisensa mukaisesti. Näin ollen jokaisella on mahdollista edetä oman osaamisen mukaan tarvittaessa. Esimerkiksi TimberSkills- oppimisalustalta löytyy n. 200 erilaista tehtävää. (John Deere n.d.) Simulaattorit mahdollistavat toistoja, joka on tärkeää taitojen oppimisessa.

5.3 Aidossa ympäristössä tapahtuva oppiminen

Aidossa ympäristössä tapahtuva oppiminen on pedagoginen lähestymistapa, jossa oppiminen tapahtuu autenttisessa ympäristössä, esimerkiksi työpaikoilla, kentällä tai muissa oppiaineen tai ammatin harjoittamiseen liittyvissä ympäristöissä. Tällaista oppimista kutsutaan myös käytännön oppimiseksi tai työpaikalla oppimiseksi. Tämä oppimisstrategia tarjoaa opiskelijoille mahdollisuuden

yhdistää teoreettista tietoa ja käytännön taitoja autenttisessa kontekstissa. Myös Opetushallitus yhtyy asiaan toteamalla työpaikoilla tapahtuvassa oppisessa olevan kyse nimenomaan arkioppimisen yhdistämisestä viralliseen oppimiseen. (Opetushallitus 2010, 9.) Oppiminen tapahtuu ympäristössä, joka jäljittelee tai on suoraan osa tulevaa työpaikkaa tai ammattia. Tämä auttaa opiskelijoita soveltamaan oppimaansa käytäntöön ja ymmärtämään työelämän vaatimuksia. Autenttiset oppimisympäristöt korostavat oppimista todellisissa tai simuloituissa konteksteissa, joissa oppijat voivat käyttää tietoa ja taitoja käytännössä. Perusopinnojen jälkeen, kun riittävä taso on saavutettu, oppijalla on valmiudet siirtyä TEO-jaksolle opiskelemaan käytännön kokemusta. Työelämässä tapahtuva osaamisen hankkiminen (TEO) luo käytännössä tapahtuviin toimiin harjaannusta. Oppijat saavat käytännön kokemusta tehtävistä ja työstä, joita he tekisivät tulevassa ammatissaan. Tämä auttaa heitä kehittämään ammattitaitojaan ja valmistautumaan työelämään. TEO-jaksolla opiskelijat voivat saada ohjausta ja mentorointia kokeneilta ammattilaisilta, mikä auttaa heitä kehittämään ja oppimaan käytännön työelämätaidoista. Aidossa ympäristössä tapahtuva oppiminen auttaa opiskelijoita ymmärtämään teorian ja käytännön välisen yhteyden, mikä voi parantaa heidän kykyään soveltaa oppimaansa. Turhat liikkeet ja turhat siirtymiset tehtävän tekoaikana luo kokonaiharjoituksesta tehokkaamman. Simulaattoreilla tapahtuvassa koulutuksessa harjoitellaan usein sellaisia taitoja, joista opiskelijoilla on perustiedot olemassa, mutta heiltä puuttuu taito ja kokemus käytännön tilanteista. (Salakari 2010, 31.)

Aidon työn opettaminen aidossa työelämän tehtävissä on helpointa opettaa TEO-jaksoilla. Työpaikalla tapahtuvan osaamisen hankkimisen laadun takia on oppilaitoksen ja yrityksen suunniteltava hyvien käytänteiden siirrosta etukäteen, eli käytännössä sopia yksittäisistä osa-alueista. (Opetushallitus 2010, 18.)

6 Simulaattoreiden elinkaari ja ekologisuus

Simulaattorireiden käyttö metsäkonekuljettajakoulutuksessa lisää ekologisuutta opetuksessa. Fossiilisten polttoaineiden korvaus sähköllä mahdollistaa kustannusten pienentämistä alkuvaiheen

opetuksessa. Virtuaalisimulaattoriopetuksen jatkeeksi kehitetyt sähköiset kenttäsimulaattorit mahdollistavat huomattavat päästövähennykset aikaisempaan toimintamalliin, jolloin samat harjoitteet suoritettiin diesel moottorein varustetuilla kuormatraktoreilla. Sähköisten kenttäsimulaattoreiden energiakulutus on noin 40 kWh. Riippuen myytävän sähkön hinnasta, kenttäsimulaattoreiden käyttämän energian kustannus on noin 2–5 €/ tunti, kun taas aidoilla, fossiilista polttoainetta käyttävillä koneilla polttoaineen kulutus on keskimäärin 11,5 l/h. (Kääriäinen 2020, 44.) Tämän päivän (22.10.2024) mittarihinnalla (1,372 €/l), pelkästään aidon koneen polttoainekustannus olisi n. 16 €/h .

6.1 Tuotteen elinjakso ja elinkaari

Normaali kuluttajalle tuotteen elinjakson hallinta on todennäköisesti tuntemattomampi käsite kuin yritysmaailmalle. Kuluttaja usein muodostaa oman käsitteensä tuotteen elinjaksolle. Todellisuudessa tuotteen elinjakso ei ole sama kuin tuotteen elinkaari ja varsinkin tuotteen elinkaaren se osa, minkä kuluttaja tuotteestaan nauttii. Elinjakson hallinnalla (LCM) tarkoitetaan tuotteen elinjaksoa kokonaisuudessaan. Elinjakson hallinta ei siis ole vain tekninen kysymys vaan kokonaisuuden hallinta, joka pitää sisällään taloudellisen näkökulman, kustannusten ja tuottojen sekä riskien tarkastelun. (Kortelainen, Komonen, Laitinen, Valkokari & Hanski 2021, 22.) Tuotteen elinkaarenhallinta on hyvä sisällyttää myös yrityksen toiminta- sekä hankintastrategiaan. Riippuen tuotteesta, useimpien tuotteiden sisältämät komponentit ovat yleensä muiden valmistajien tuotteita, tällöin ne ovat osa hankintoja, mutta samalla myös osa oman tuotteen elinkaarta. Tuotteet sisältävät myös useimmiten ohjelmistoja ja muuta päivitettävää softaa, joten elinjakson hallintaan liittyy siis myös ohjelmistojen elinjaksojen hallintaa. (Kortelainen, ym. 2021, 22.)

6.2 Turvallisuuden ylläpito ja riskien hallinta

Koneiden ja laitteiden käyttöikä on yleensä pitkä, jolloin turvallisuuden elinkaarta tulee analysoida voimassa olevien- ja mahdollisesti muuttuvien normien mukaisesti. Pitkällä aikajänteellä turvallisuuslait ja asetukset voivat muuttua ja muuttuvatkin. Työnantajan on pidettävä huolta siitä, että

koneet ja laitteet täyttävät sen hetkiset voimassa olevat työturvallisuus normit ja lain. Käytön aikana keskitytään riskinhallintatoimenpiteiden riittävyyden seuraamiseen ja mahdollisten havaittujen puutteiden korjaamiseen. (Kortelainen, ym. 2021, 36.)

Erilaisten riskien hallinta on elinkaariajattelussa läsnä jokaisella alalla jokaisessa prosessivaiheessa. Hyvin vahvasti riskienhallinta on osa johtamista sekä yrityksen strategiaa. On aivan sama, onko kyse henkilöstö- tai tuotannonjohtamisesta. Riskit ovat olemassa ja niiden tunnistamiseen on panostettava. Riskien johtaminen ja hallinta on monessakin mielessä tärkeä osa yrityksen strategiaa. Riskienhallintaan sisältyy systemaattinen prosessi, jolla riskejä tunnistetaan, arvioidaan ja hallitaan. (Kortelainen, ym. 2021, 50.)

6.3 Geneerinen malli

Geneerinen elinjaksomalli jakaa elinjakson kuuteen eri kategoriaan kuten kuviolla 11 on esitelty. Ensimmäinen vaihe on Konseptointi, jossa pääpiirteittäin keskitytään tarpeiden tunnistamiseen, luotettavuuden- ja turvallisuuden määrittelyyn, mallintamiseen ja riskitarkasteluun. Toinen vaihe on kehittäminen, jossa aiemman vaiheen ideoinnit ja raamit muutetaan todelliseksi tuotesuunniteluksi. Kolmannessa vaiheessa toteutetaan ideaa eli tuotteistetaan, tehdään alihankintoja tuotteen valmistuksesta tai komponenttien hankinnoista. Neljäs eli käyttövaihe tuote tai palvelu otetaan käyttöön. Koulutetaan käyttäjiä ja huoltajia, tehdään riskitarkasteluja sekä seurataan kustannuksia. Viidennessä vaiheessa tapahtuu tarvittavat käytön aikainen parantelu käyttäjäkokemusten perusteella. Kuudes vaihe on käytöstä poistamisen vaihe. Vaiheessa tuote voidaan purkaa komponenteiksi tai hyödyntää kokonaisuutena. (Kortelainen, ym. 2021, 25.)

Geneerinen ajattelumalli sopii soveltuvin osin myös opetusmaailmaan. Opetusta tai koulutusta voitaneen käsitellä tuotteena, jolle on määrätty raamit (OPH-2882-2023), joiden sisään jokainen koulutuksenjärjestäjä laatii toteutuksen. Koulutus on tällöin tuote. Toteutusta pitää konseptoida, kehittää ja päivittää, käyttää ja taas kehittää käyttäjäkokemusten perusteella. Kun opetussuunnitelmat poistuvat käytöstä siirtymäajan jälkeen, voidaan vanhoja pohjia hyödyntää mahdollisuuksien mukaan uudestaan. Tarvitaan laaja-alainen näkemys, jolloin voidaan elinkaariajattelun palasia

sovitella alalla kuin alalla. Elinjakso- tai elinkaarimallin valinnastahan koko asiassa on kyse. Mietitään mikä on kohteelle sopiva elinjaksomalli ja mitkä ovat sen prosessit. Näitä ovat sopimusprosessit, organisaation tukiprosessit, projektiprosessit ja tekniset prosessit. (Kortelainen, ym. 2021, 30.) Kaikilla tuotteilla ja järjestelmillä on siis elinjakso ja elinkaari. Elinjakso on vain tapa kuvata tämä ajanjakso erilaisten vaiheiden avulla. (Kortelainen, ym. 2021, 50.)

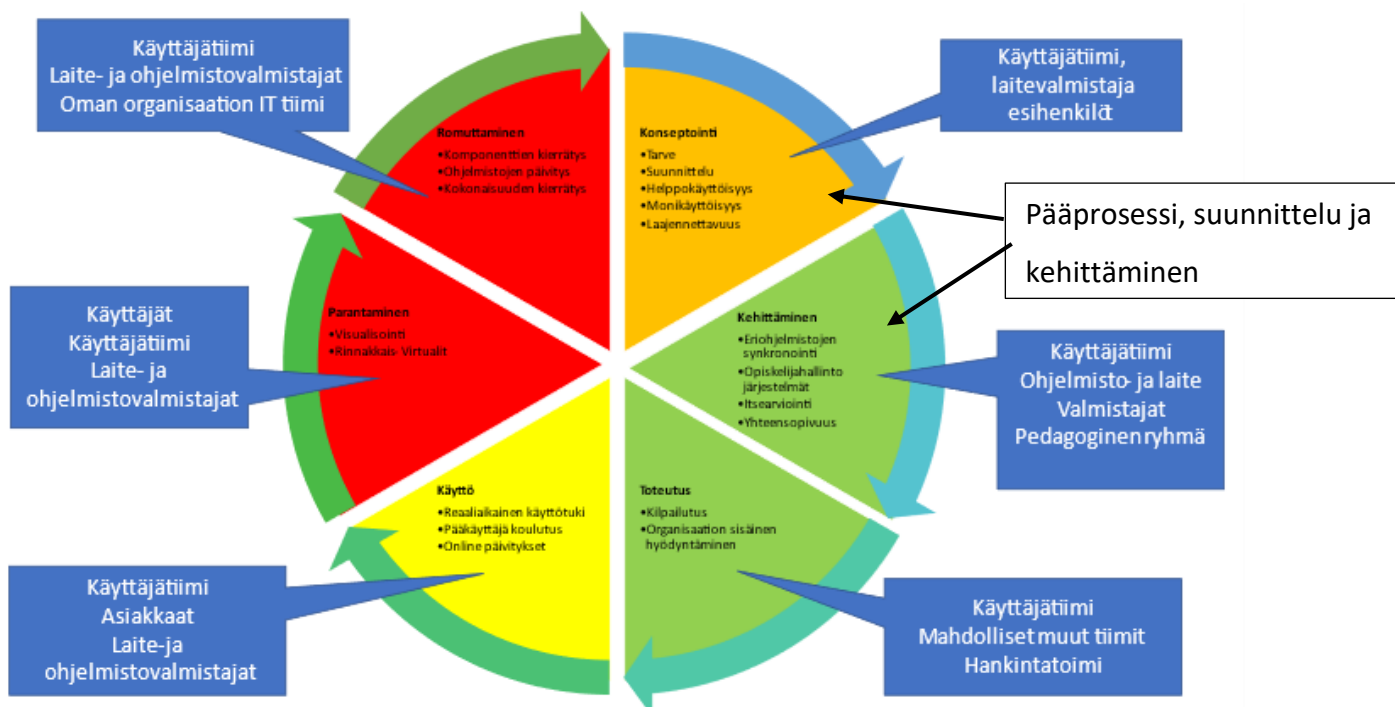
Konseptointi	Kehittäminen	Toteuttaminen	Käyttövaihe	Parantaminen	Romuttaminen
Ohjelmisto ominaisuudet Moni käyttöisyys Tehokkuus Helppo käyttöisyys Tarve Eri ohjelmistojen Toiminta synkrot esim. Workseed –simulaattori Tarvittavat harjoitus skenaariot Komponenttien mahdollinen hyödyntäminen tulevaisuudessa uusissa hankinnoissa Metsätiimi Osittain myös opiskelijat	Kahden eri ohjelmistojen synkronointi arvioinneissa Itsearviointi Automaattinen palaute järjestelmä Harjoitteiden tarkoituksen mukaisuus Lisäarvot Yhteensopivuus näyttöjen /projektorien kanssa Metsätiimi Laittevalmistajat Käyttäjät	Tarjouspyynnöt Kilpailutus Kaikki kompaktissa koossa yhdeltä toimittajalta Hallintalaitteistojen saanti tuotteen valmistajalta Tekninen tuki komponentteihin Tekninen tuki ohjelmistoihin Hankintatoimi Metsätiimi	Käytön aikainen reaaliaikainen tuki Pääkäyttäjien koulutus Online ohjelmistojen päivitykset Uusien harjoitusten päivitys Online Ohjelmistojen käyttö suljetussa piirissä ei Online Riskit Metsätiimi Käyttäjät Laittevalmistajat	Maastooditori ohjelma Rinnakkaistyömaat kannolta tehtaalle Grafiikka Maastot Metsätiimi Laittevalmistajat Ohjelmistojen valmistajat	Komponenttien kierrättäminen Ohjelmistojen päivitys Kokonaisuuden kierrätys/myynti Metsätiimi Laittevalmistajat Oma organisaatio Muut käyttäjät

Kuvio 11. Generisen elinkaarihallinnan vaiheet

Generisen elinkaariahallinnan mukaisesti konseptointivaiheessa huomioitaisiin myös alustavat vaaratekijät, kehitys- ja suunnitteluvaiheessa operatiivisten vaarojen analysointi, valmistusvaiheessa riskianalysoinnit ja arvioit sekä muutos analyysit, käyttö ja kunnossapitovaiheessa työn turvallisuus analysoinnit, tapaturmatutkinnat sekä myös riskien arvioinnit sekä käytöstä poisto vaiheessa myös työturvallisuusanalyysit, muutosten- sekä riskien analyysit. Jokaisessa vaiheessa olisi syytä myös arvioida riskit. Isossa organisaatiossa on riskien hallinta todella tärkeässä roolissa, koska vuosittaisten hankintojen määrä nostaa riskitason varsin korkealle. Jos riskien hallinta ei ole kunnossa voi taloudelliset tappiot olla huomattavia. Isoissa organisaatioissa on yleensä aika sektorimainen riskien hallinta malli, koska eri sektoreilla on erilaiset riskit. Hankinnoissa toimitaan kuitenkin hankintaorganisaation riskienhallintamallien mukaisesti. Riveriassa hankinnat on kirjattu toiminnan riskeihin riskienhallintasuunnitelmassa. (Riveria Riskienhallinnan vuosisuunnitelma ja työsuojelun toimintaohjelma 2022–2025.)

6.4 Simulaattorin elinkaari

Kuvioissa 11 ja 12 on mallinnettu tarkemmin prosessin eri vaiheita. Tärkeää on se, että tiedetään mitä missäkin vaiheessa tulisi tehdä. Kuvassa on myös eritelty pääprosessi sekä jokaisen vaiheen ydinryhmät. Mahdollinen tuotteen elinkaaren aikajanan luominen helpottaa jo hankintavaiheessa tuotteelle asetettavia käytönvaatimuksia. Hankintavaiheessa on hyvä miettiä toimitusketjun tehokkuutta. Se on tärkeä tekijä strategisissa hankinnoissa. (Chen 2004, 510.)



Kuvio 12. Graafinen mallinnus simulaattoriprojektista

Simulaattoriprojektin graafista mallinnusta on avattu kuviossa 12. Simulaattoriprojektin valmistelut vievät 1–3 vuotta. Sen jälkeen on käyttöönotto vaihe. Käyttöönoton jälkeen alkaa yleensä tuotteen parantaminen, vastaamaan sen hetkisiä toimintaympäristöjä. Tämä vaihe kestää noin 3–5 vuotta. Laitteita parannellaan ja päivitetään, kunnes tuote saapuu käyttökänsä elinkaaren päähän ja alkaa

romutusvaihe. Tämä vaihe saavutetaan yleensä noin 10–15 vuoden päästä. Nykypäivänä simulaattoreita valmistavat yritykset räätälöivät tuotteitaan hyvin pitkälti käyttäjien tarpeisiin soveltuviksi, joten elinkaariaika kasvaa. (Creanex n.d.) Kortelaisen mukaan tuotteisiin liitetään yhä enemmän oheispalveluita mm. huolto- ja muita ohjaus/koulutus palveluita, jolloin kiinnostavuus myös käyttövaiheen suunnitteluun lisääntyy. (Kortelainen, ym. 2021, 26.)

6.5 Ekologinen oppimisympäristö

Simulaattorit ovat mahdollisuus ekologisempaan oppimiseen sekä pienempien osa-alueiden tarkempaan haltuunottoon. Pienempien kokonaisuuksien hallinta mahdollistaa kokonaisuuden hahmottamista kustannustehokkaammin, koska pullonkaulat löytyvät yleensä helpommin. Näin ollen työstä saadaan tuotannollisesti tehokkaampaa ja ekologisempaa, kun pystymme kohdentamaan oikeita asioita oikeisiin paikkoihin. Virtuaalimaailmassa opiskelu ei ole ilmasto-olosuhteista tai vuorokauden ajasta riippuvainen, vaan harjoittelua voidaan tehdä lämpimissä tiloissa mikä lisää oppimisen mielekkyyttä. Simulaattorit voivat olla ekologinen opetusväline, koska niiden avulla oppijat voivat harjoitella taitojaan ja oppia uusia asioita virtuaalisessa ympäristössä, joka vähentää tarvetta fyysiselle oppimateriaalille ja resursseille. Tämä auttaa minimoimaan ympäristövaikutuksia ja edistämään kestävä kehitystä. Kun maailma kulkee kohti hiilineutraaliutta, on simulaattoriopetus yksi apuväline, jota voimme hyödyntää. Jakamistalous ajatteluakin kannattaa harkita simulaattoreiden käytön tehostamisessa. Jos havaitaan vajaakäytöllä olevia arvokkaita simulaattoreita, voidaan esimerkiksi niiden vuokraamista harkita tehokkaan käytön saavuttamiseksi. Sjøstedt artikkelissaan toteaa jakamistalous-ajattelulla saatavan tuotteille ja materiaaleille tehokkaamman ja tuottavamman käyttöasteen. (Sjøstedt 2023.)

Creanex-monikonesimulaattorit mahdollistavat myös yhdellä simulaattorilla usean eri ajoneuvon opettelun vain polkimia vaihtamalla. (Creanex n.d.) Simulaattoriopetuksella ja oikeilla simulaatioharjoitteilla saadaan siis pienennettyä esimerkiksi metsätraktorin tunti- ja työvuorokohtaista hiilijalanjälkeä huomattavasti. Määrittelyssä voidaan käyttää Green house Gas protokollan scope-1 luokkaa. Scope 1- luokan päästöt syntyvät yleensä yrityksen toiminnasta, joten se on helposti mitattavissa ja kontrolloitavissa. (GHG-protokolla ja päästöluokat 2023.)

7 Maastojoharjoitteluradalla tehokkuutta osaamisen hankintaan

Aidon tuntuksen simulaatiomallin luominen on yksi keskeisimmistä asioista simulaatio-opetuksessa. Oppijan luoma mentaalinen malli edesauttaa taitojen oppimisessa. Salakari (2009, 20) toteaaakin että oppimisen kannalta optimaalinen tilanne on se, että ryhdytään ratkaisemaan käytännön ongelmaa. Tämä toteamus toteutuu simulaatio harjoitusten jälkeen suoritetuissa aidon ympäristön harjoituksissa. Ilman simulaatioharjoituksia oppijoiden opetukseen tarvittaisiin paljon kallista konekalustoa, jotta jokaiselle oppijalle kyettäisiin takaamaan tasavertainen mahdollisuus kehittää omaa osaamistaan. Simulaattorit maksavat vain murto-osan aidon koneen hankintahinnasta.

Riveria Valtimon yksikössä simulaattorikentän yhteydessä on maastoharjoittelurata, jossa oppijat suorittavat ennalta määritellyjä harjoitteita, jotka tukevat virtuaalisimulaattoreilla hankittuja taitoja. Kuvilla 12 olevalla radalla oppijat saavat ensikosketuksen maastojoon harjoitteluradalla. He harjoittelevat metsätraktorilla maastojoa kumpuilevalla radalla. Kun ajotaidot ovat riittävät, aloitetaan harjoittelemaan puutavaralajien keräämistä ja kuormaamista. Samalla harjoitellaan myös puutavaralajien varastointia.

Maastoradalla voidaan myös harjoitella harvennuksella ajoa. Harvennuksen reunapuita kuvaavat kuviolla 13 näkyvät radan varrella olevat mustat putket. Putkien jalustassa on sensorit, joiden avulla voidaan mitata koneen tai nosturin osumia ajouran reunapuihin. Tämä mahdollistaa oppijalle entistä tarkempaa maastojoa sekä maastojosta palautteen antoa. Ajourataharjoitteluun on mahdollista kytkeä TimberSkills-oppimisympäristön tehtäviä datan keräystä varten.



Kuvio 13. Maastoajoharjoittelurata, Riveria//Metsäala//Valtimo

7.1 Maastoajoharjoitteluradan tehtävät

Saadaksemme simulaatiotehtävät keskustelemaan aidon ympäristön kanssa on luotava aidon tunteiset mielekkäät ja tavoitteelliset harjoitteet simulaattoreille. Simulaattoreilla tavoitteet saavutettuaan oppijan on mielekästä ja motivoivaa lähteä harjoittelemaan vastaavia taitoja aitoon ympäristöön. Osaamistavoitteet ovat kaiken lähtökohta. (Salakari 2009, 63.) Maastoradalla ei oppijan ole tarkoituksen mukaista toimia päämäärättömästi. Valmentajan on rakennettava oppijan kanssa tavoitteellinen ja selkeä harjoite, josta voidaan antaa rakentava palaute. Ajouradalla tehtävien harjoitteiden on oltava jatkumoa aikaisemmin opittuihin taitoihin.

Opetettavat asiat tulee aluksi jakaa pienempiin kokonaisuuksiin, jotta tiedon liiallinen määrä ei aiheuta oppijalle informaatioähkä. Tällöin oleellisen erottaminen epäoleellisesta on helpompaa. Harjoitteilla opetuksesta saadaan entistä oppijakeskeisempää. (Salakari 2007, 130.)

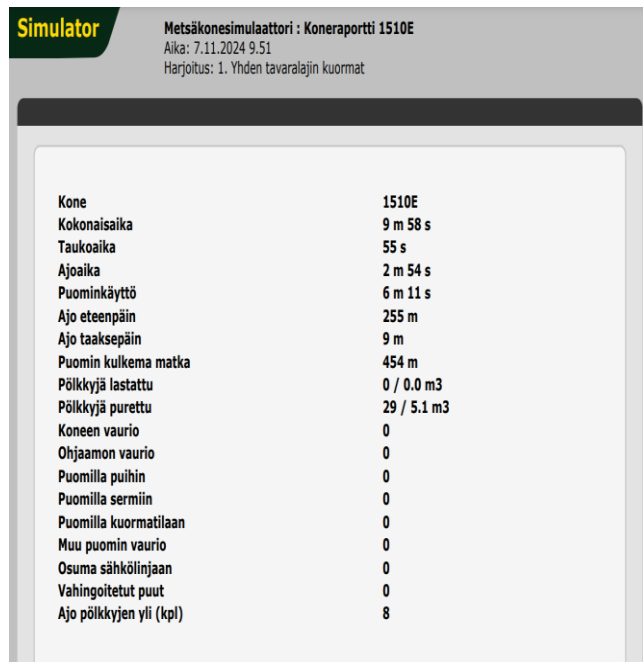
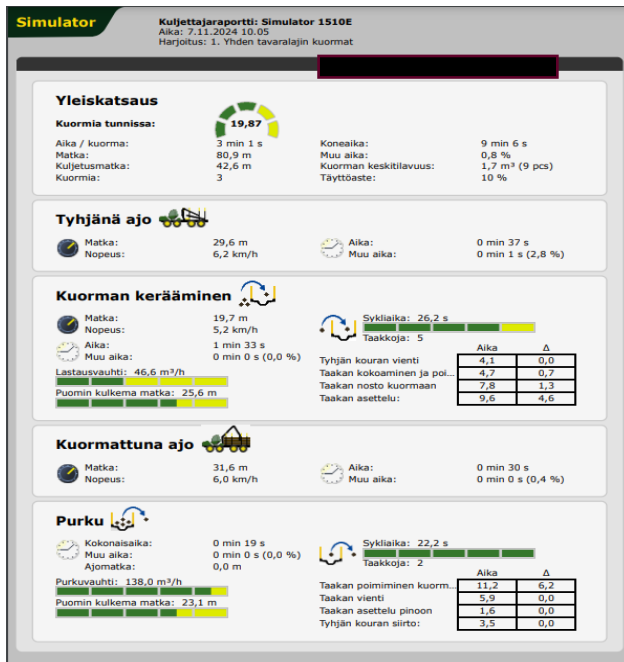
Aloittavan oppijan energian kohdistaminen oleelliseen asiaan voidaan kokea jossain määrin vaikeaksi, jos kokonaisuus on aluksi liian laaja. Valmentajan tulee havainnollistaa asia niin hyvin, että

oppija pystyy toistamaan asian myöhemmin ilman valmentajan apua. Liian yleinen taso opetuksessa voi johtaa opetettavan turhautumiseen. Harjoitusten jatkumo, simulaattori, maastoharjoittelu ja työelämässä harjoittelu (TEO), takaavat monivaiheisen oppimisen mahdollisuuden, jolloin oppija pystyy palaamaan aina takaisin lähtöpisteelle ja ns. pullonkauloihin voidaan puuttua nopeammin.

Ajoharjoitteluradalla oppijat opiskelevat esimerkiksi puutavaralajien keräystä yhden puutavaralajin kuormina, monilajikuormina, puutavarapinojen tekoa, sekä muita maastoajossa ja puutavaran lähikuljetuksessa tarvittavia taitoja. Oppijoiden ohjaaminen on opintojen alkuvaiheessa huomattavasti helpompaa, yksilöllisempää ja tarkempaa ajoharjoitteluradalla kuin maastossa. Kuormaimen käsittelytaitoihin kannattaa koulutuksessa panostaa. Uusitalo (2003, 80) toteaa puutavaran kuormaamiseen käytettävästä ajasta n. 40 % kohdentuvan keräämiseen ja n. 20 % ajasta kuorman purkamiseen varastolla.

7.2 Simulaattoreilla mitattava aineisto

Simulaattoriopetuksen hyvänä puolena voidaan pitää monipuolisten mitattavien asioiden tasavertaisuutta. Simulaattoritehtävissä on kouluttajan mahdollista seurata jokaisen oppijan osaamisen etenemistä. Oppijan kouluttajalta saaman palautteen jälkeen on helppoa siirtyä oppimisessa seuraavaan vaiheeseen, kun perusasiat on saatu ensin haltuun. Vastaavasti jos harjoitteissa huomataan osaamisessa puutteita, on virheisiin mahdollista puuttua huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa kuin ilman simulaattoriopetusta. Näin ollen ns. pullonkauloja pystytään purkamaan entistä nopeammin oppijan oppimisen ja osaamisen kannalta. Harjoituksen jälkeen tulee kouluttajan käydä suoritus läpi yhdessä oppijan kanssa ja antaa palaute. Palautteen anto on selkeää hyödyntäen TimberSkills:sistä saatua kuvion 14 mukaisia tehtäväraportteja. Salakari (2010) toteaa palautteen annon olevan välttämätön harjoitteen jälkeen, jotta oppijalle jää käsitys mikä meni oikein ja missä on parantamisen varaa. Reagointi väärin oppimiseen tulee tapahtua nopeasti. Väärin opituista liikkeistä poisoppiminen on hidasta.



Kuvio 14. TimberSkilss tehtäväraportit

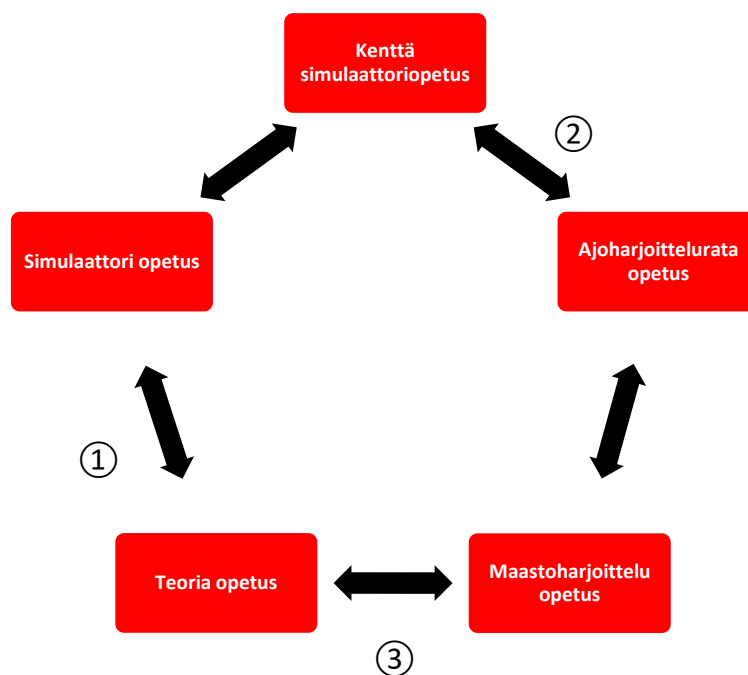
7.3 Hyvä simulaatioharjoitus

Hyvä simulaatio harjoitus jakaantuu Salakarin (2010, 41) mukaan kolmeen osaan, tehtävän antoon, hyvään harjoitukseen sekä jälkipuintiin eli arviointiin. Harjoitusten aluksi oppijalle selvennetään tavoitteet. Samalla kerrotaan, mitä asioita kyseisissä harjoitteissa mitataan. Pääasiallisesti harjoitusten edetessä, vaikeustasojen ja opittavien taitojen myötä mitattavia asioita tulee lisää. Alkuvaiheen harjoitteissa yleensä keskitytään mittaamaan puomin hallintaa, nosturin yhtäaikaista liikkeitä, puomin kulkemaa matkaa ja puomin käytön tehokkuutta. Taitojen karttuessa mitattavia asioita tulee lisää. Esimerkiksi taaksepäin ajo (m), eteenpäin ajo (m), kuormattujen pölkkyjen kpl määrä, kuormattujen pölkkyjentalavuus (m³), tauko aika (min), kokonaisaika (min) purettujen kuoriemien määrä, runkovauriot jäävissä puissa, tukkien yli ajo, konevauriot, puuston juurivauriot, työpisteet ja monia muita työn suorittamisessa mitattavia asioita.

8 Tutkimuskysymys

Tässä tutkimuksessa tutkimuskysymys on, saavutetaanko simulaattoriopetuksen ja maastoharjoittelun yhteensovittamisella kehitystä oppijan osaamisessa ja taitojen kehittymisessä. Tutkimuskysymyksen haettiin vastauksia koulutuksen eri vaiheissa suoritetuilla homogeenisillä simulaatiotehtävillä.

Tutkimuksessa haettiin vastauksia oppijoiden kehitykseen kuormaimen käsittelytaidoissa. Testihenkilöt suorittivat harjoitteita ennen koulutusta, koulutuksen puolivälissä ja koulutuksen lopussa. Testiharjoitteiden suoritukset (1, 2 ja 3) tuli tehdä siinä vaiheessa, kun vaiheittaisessa opetuksessa siirrytään kuvion 15 mukaisista vaiheista toiseen.



Kuvio 15. Riveria Valtimolla annettava vaiheittainen opetus

Tutkimuksen yhteydessä suoritettiin oppijoille anonymi kysely käsittäen yleisiä ajatuksia simulaattoriopetuksesta ja oppimisesta sekä selvittää oppijoiden näkemystä simulaattoreiden visuaalista maailmasta ja grafiikasta.

9 Tutkimusaineisto ja menetelmä

Tutkimuksessa seurattiin metsätraktorin käytön tutkinnonosan opiskelijoiden kehitystä koulutuksen aikana. Testiryhmä valikoitui satunnaisesti eri-ikäisistä ja sukupuolisista oppijoista. Testiryhmä suoritti ennalta määritellyt tehtävät ennen simulaattori valmennusta, valmennuksen puolivälissä sekä valmennuksen lopussa maastoharjoittelun jälkeen. Jokainen tutkimukseen osallistuva ajoi harjoitteet yhteensä kolme kertaa. Tutkimuksella seurattiin simulaattoreilla tapahtuvan osaamisen hankkimisen ja maastoharjoittelun vaikutusta oppijan taitojen kehitykseen metsätraktorin käytössä.

9.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Harjoitteista saatua dataa analysoitiin Excel-laskentataulukko ohjelmalla. Excelin avulla laskettiin osallistujien suorittamien harjoitusten tuloksista keskiarvot. Ryhmäkohtaisten tulosten analysointi oli keskiarvoina vertailukelpoinen, kun tavoitteena oli kehittymisen seuranta. Keskiarvoista laadittujen taulukoiden avulla kehityksen suunnan pystyy todentamaan. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa aineisto saatetaan taulukkomuotoon. (Alasuutari 2011, 10.)

9.2 Tutkimusaineiston keräys

Tutkimusaineistoa kerättiin ennalta määriteltujen tehtävien avulla. Aineistoa kerättiin virtuaalisimulaattoreilla suoritettujen kuormatraktoritehtävien avulla TimberSkills-oppimisympäristöstä. Kanasen (2008, 79) mielestä tutkimusten tarkoituksena olisi saada mahdollisimman totuudenmukaista dataa. TimberSkills-oppimisympäristö soveltuu luettavan ja tasapuolisen data-aineiston keräykseen. Testihenkilöt tallensivat kuvion 16 mukaisesti suoritteensa TimberSkills-oppimisympäristöön. Tutkimuksessa käytetty data kerättiin huhti-marraskuu 2024 välisellä aikajaksolla.

Tutkimuksessa analysoitavaa dataa kerättiin siten, että kaikki harjoitusten 1, 2 ja 3 suoritukset ajettiin ensin ilman koulutusta metsätraktorinkäytön tutkinnonosan alussa. Toinen suorituskerta ajettiin tutkinnonosan puolivälissä ja kolmas ajettiin tutkinnonosan koulutuksen loppuvaiheessa.

Ensimmäisessä harjoituksessa mitattiin kuormaimen hallintaan liittyviä asioita kuten kuvioista 17 käy ilmi. **Toinen** harjoite keskittyi puutavaran kuormaamiseen kuvion 18 ohjeiden mukaisesti. **Kolmannessa** harjoitteessa puolestaan keskityttiin mittaamaan hienomotorisia taitoja sekä kuvion 19 ohjeiden mukaisesti ajamaan puutavaralajit eri kuormissa ja myös purkamaan ne eri pinoihin.

Tehtävät valikoituivat tutkimukseen, sillä perusteella, missä oli runsaimmin erilaisia taitoja sisällyttäen pitäviä, suorittaviin työtehtäviin valmentavia ominaisuuksia mitattavina. Testihenkilön tuli selviytyä tehtävästä simulaattorin antaman ohjeiden mukaan ilman kouluttajan ohjausta. Harjoitteen päätyttyä testihenkilö tallensi tuloksensa TimberSkills-oppimisympäristöön.

Tutkimuksessa käytetty data on kerätty jokaiselta osallistujalta samoin perustein, samoilla arvoilla. Testissä harjoitussuorituksen sai tehdä vain kerran, sitä ei saanut korjata tai uusia. Harjoitteissa käytettiin samoja tavoiterajoja, mitä käytetään opetuksessa. Tavoiterajat on ilmoitettu oppijalle aina tehtävän ohjeistuksen yhteydessä. Esimerkiksi kuviossa 17 on ympyröitynä tusinatestin hyväksytyn tason raja-arvot.

Hyväksytyn tason saavuttamiseksi tulee oppijan suorittaa tehtävä tavoiterajojen mukaisesti. Raja-arvot on mitattu tehtäväkohtaisesti ammattilaisen suorituksesta, joka toimii samalla virtuaalisimulaattorissa ohjevideona. Ohjevideolinkki löytyy aina tehtävänannon yhteydessä kuten kuvioista 17 ympyröitynä huomaa. Esimerkiksi puomin yhtenäiset liikkeet on pisteytetty arvolle 0,7. Käytännössä se tarkoittaa, sitä miten hyvin oppija osuu kohteeseen suhteessa verrokkisuoritukseen. Tavoiterajan saavuttaminen edellyttää tällöin 70 % osumia kohteeseen verrattuna verrokkisuoritukseen. (Osaava Tredu 2021.)



1. Yhden tavaralajin kuormat

Kuvaus Palaute Liitteet Pisteytys (0)

Liite

	attachment/operatorperformance-1510e-2024.11.07-09.51.pdf	54237b
	attachment/screencapture-2024.11.07-09.51.jpg	409332b
	attachment/machinereport-1510e-2024.11.07-09.51.pdf	29694b
	attachment/scorereport-1510e-2024.11.07-09.51.pdf	29801b
	attachment/scorereport-1510e-2024.11.07-10.05.pdf	29350b
	attachment/screencapture-2024.11.07-10.05.jpg	458129b
	attachment/operatorperformance-1510e-2024.11.07-10.05.pdf	54302b
	attachment/machinereport-1510e-2024.11.07-10.05.pdf	29189b

Lisää...

Kuvio 16. TimberSkills-harjoitusten tallennus

9.3 Tusinatesti

Ensimmäisessä tehtävässä mitattiin suorittajien kuormaimen käyttöaika (puomiaika), yhtäaikaista puomin liikkeitä, puomin kulkemaa matkaa, nosturin hallintaa yleisesti sekä kuorman laatua. Harjoitteessa testihenkilön tuli katsoa kuvion 17 ohjeiden mukaiset linkit sekä verrokkivideot.

JOHN DEERE

TUSINATESTI

Tehtävän tausta
 Testin on mitata kuormaimen käyttöaitoa ääritilanteessa; pölkkyt kuormataan liikuttamatta konetta ja käyttää kuormaimen ääritilottuuksia. Tilanne ei kuvasta normaalia kuormaustilannetta, vaan tarkoitus on, että testi antaa tuntumaa tilanteisiin, joissa kuormaaminen ei ole mahdollista optimialueelta.

Tehtävän kuvaus (suoritus):

1. Tutustu verkkisuoritukseen seuraavalla sivulla.
2. Tutustu harjoitusalueeseen lentotilassa (Tab).
3. Nosta kaikki pölkky yksitellen kuormatilaan.
4. Kun lopuksi pisteet näkyvät (F5) ja tallenna kuva työpöydästä (F7).

Tehtävän tavoiterajat


- Kuormatut pölkkyt: 12
- Kuormaimen käyttöaika: alle 5 min.
- Puomin kulkema matka: alle 280m
- Puomin hallinta: yli 0,75
- Yhtäaikaiset puominliikkeet: yli 2,5
- Kuorman laatu: yli 0,80

YHTEISPISTEMÄÄRÄ: 6

Linkit materiaaliin:

- [Kuorman keräämisen työmalli](#)
- [Taakkojen nosto](#)
- [Kuormattavan taakan nostokorkeus](#)
- [Taakan sijoittaminen kuormatilaan](#)

[Video: Tusinatesti](#)



Kuvio 17. Tusinatesti. TimberSkills

9.4 Yhden puutavaralajin kuorma uudistushakkuu

Toisessa tehtävässä oppijan oli tarkoitus kerätä tasainen ja helposti purettavissa oleva kuorma uudistushakkuilta kuvion 18 ohjeiden mukaisesti. Tässä tehtävässä mitattavia asioita oli puomin kulkema matka, puomin hallinta, yhtäaikaiset puomin liikkeet, kuorman laatu sekä työpisteiden määrä. Oikeaan työpisteeseen sijoittuminen metsätraktorilla on erittäin tärkeää työn tehokkuuden kannalta. Uudistushakkuulla työpiste määräytyy yleensä kuormattavien kasojen perusteella. (Kokkarinen 2012, 15.) Työpisteisiin sijoittumisella on myös suora vaikutus puomin kulkemaan matkaan.

JOHN DEERE

YHDEN PUUTAVARALAJIN KUORMA - UUDISTUSHAKKUU

Tehtävän tausta
Harjoituksessa opetellaan keräämään täysimälle yhtä puutavaralajia uudistushakkuutyömaalta. Tavoitteena on, että kuormasta muodostuu tasainen jotta se on helppo purkaa pinoon varastolla.

Tehtävän kuvaus (suoritus):

1. Tutustu harjoitusalueeseen lentotilassa (Tab).
2. Kerää työmaan kaikki PUNAISELLA värillä merkityt kuusitukit.
 - Kerää kuorma etuperin ajaen.

Ota lopuksi pisteet näkyvät (F5) ja tallenna kuva työpöydästä (Ctrl+S).

Tehtävän tavoiterajat


- Puomin kulkeutuminen: alle 500m
- Puomin hallinta: yli 0,70
- Yhtäaikaiset puominliikkeet: yli 2,50
- Kuorman laatu: yli 0,70
- Työpisteiden määrä: alle 15

YHTEISPISTEMÄÄRÄ: 5

Linkit materiaaliin:

- [Kuorman keräämisen työmalli](#)
- [Taakan sijoittaminen kuormatilaan](#)
- [Taakan sijoittaminen kuormatilaan](#)

[Video: Yhden puutavaralajin kuorma - uudistushakkuu](#)



Kuvio 18. Yhden puutavaralajin kuorma, uudistushakkuu, TimberSkills

9.5 Tutkimusharjoite 3 Yhden tavaralajin kuormat

Kolmannen harjoitteen tärkeimpänä mittarina tutkimuksessa seurattiin oppijan taakka-aikojen (sykli) kehittymistä koulutuksen eri vaiheissa. Taakka-ajalla on suuri vaikutus työn tehokkuuteen. Testiharjoituksessa taakka-aikaa pilkottiin pienempiin osa-alueisiin, mutta tuloksia käsiteltiin kokonaisaikana. Tehtävä edellytti kuvion 19 verrokkivideon katsomista, jotta puutavaran purkaminen onnistuu sujuvasti ilman muita ohjeita.

1. YHDEN TAVARALAJIN KUORMAT

Kerää kasoista:

- siniset pölkkyt
- punaiset pitkät pölkkyt
- punaiset lyhyet pölkkyt
- kuitua ei ajeta

Kuljeta puutavaralajit yhden tavaralajin kuormissa omiin pinoihin. Kerää tässä tehtävässä on siis kolme kuormaa.

Koneella on kierretty ajettavat puut yhden kerran, puuta on vajaa kuorma.

Tallenna kuljettajaraportti (F9 ja kuljettajaraportti). Tallenna kuva jossa näkyy pinot.

Linkit materiaaliin:

[Video: Puomin käyttö](#)

[Kuljettajaraportti](#)



Kuvio 19. Yhden tavaralajin kuormat, TimberSkills

9.6 Kysely simulaattoriopetuksesta

Osana tutkimusta opiskelijoille tehtiin myös kysely simulaattoriopetukseen liittyen, jonka avulla haluttiin selvittää mielipiteitä virtuaalisimulaattoreilla tapahtuvaan koulutukseen sekä nykyisten virtuaalisimulaattoreiden realistisuutta. Kysely oli avoin nettikysely, joka toteutettiin Webropol valmiin kyselypohjan avulla. Linkkiä jaettiin 120 opiskelijalle ja vastauksia saatiin yhteensä 39, vastausprosentin ollessa 32,5 %. Kysely piti sisällään 11 liitteessä 2 olevaa monivalinta- kysymystä sekä 2 liitteen 3 mukaista avointa kysymystä. Kysymykset valikoituivat pääasiallisesti tukemaan tämän työn päätutkimusta. Kyselyssä haluttiin kysyä helppoja simulaattoreiden käyttöön liittyviä kysymyksiä, joihin vastaajilla oli jo näkemystä. Kyselyn onnistumiseen vaikutti kysymysten ymmärret-

tävyys, vastaajan tieto taito ja halu vastata. Kanasen (2008, 25) mukaan juuri nämä kolme elementtiä on avain onnistuneeseen kyselyyn. Kyselyn avulla saatava aineisto koettiin merkitykselliseksi tutkimuksen kannalta

10 Tutkimuksessa kerätty data

Tutkimuksessa kerätty data mitattiin kaikilta osallistujilta virtuaalisimulaattoreiden avulla, jotta harjoitteet, mittaustasot ja vaikeusasteet olivat kaikille tasalaatuiset. Harjoitteista saatu data sijoitettiin Excel-laskentataulukko-ohjelmaan tarkempaa tarkastelua varten. TimberSkills-oppimisympäristöstä ryhmäkohtaisen kehityksen seurantaan ei ole mahdollista saada suoraan dataa.

Tutkimuksessa jokainen testiharjoite suoritettiin kolme kertaa. Ensimmäisessä ja toisessa harjoitteessa osallistujien määrä oli 30. Tutkimukseen suoritteita tuli yhteensä 180. Kolmanteen harjoitteeseen osallistui 15, ja suoritteita tallennettiin 45. Tutkimukseen saatiin yhteensä 225 liitteen 1 mukaista suoritusta, joista kertyi 1125 mitattua arvoa.

Tässä tutkimuksessa analysoitiin testitehtävissä tallennettua dataa taulukoissa 1, 2 ja 3 lasketuilla keskiarvoina TimberSkills-oppimisympäristön avulla mitatuista arvoista. Keskiarvojen avulla selvitetiin, onko kuormatraktorin käytössä havaittavissa eri vaiheiden jälkeen positiivista tai negatiivista kehitystä.

Taulukko 1. Tusinatesti, laskennalliset keskiarvot

Mitattava arvo	Puomiaika	Puominliikkeet	Puomin matka	Puomin hallinta	Kuorman laatu
Tavoite arvot	alle 5 min	yli 2,50	alle 280 m	yli 0,75	yli 0,80

Testiryhmän laskennalliset keskiarvot

1. Suoritus	4,66	2,65	268	0,74	0,74
2. Suoritus	4,35	2,83	262	0,74	0,88
3. Suoritus	3,92	2,98	251	0,78	0,93

Taulukko 2. Yhden tavaralajin kuorma, laskennalliset keskiarvot

Mitattava arvo	Puomin liikkeet	Puomin matka	Puomin hallinta	Kuorman laatu	Työpisteiden määrä
Tavoite arvot	yli 2,5	alle 500 m	yli 0,70	yli 0,70	alle 15

Testiryhmän laskennalliset keskiarvot

1. Suoritus	2,54	479	0,65	0,64	13
2. Suoritus	2,57	461	0,67	0,67	16
3. Suoritus	2,65	428	0,72	0,77	14

Taulukko 3. Yhden tavaralajin kuormat, laskennalliset keskiarvot

Mitattava arvo	Koneaika min/kuorma	Sykli aika Lastaus sek	Lastaus vauhti m ³ /h	Sykli aika Purku sek	Purku vauhti m ³ /h
Testiryhmän laskennalliset keskiarvot					
1. Suoritus kerta	7,50	43,80	32,21	49,86	52,73
2. Suoritus kerta	5,72	37,97	35,07	47,95	55,15
3. Suoritus kerta	5,10	34,02	41,26	34,77	76,45

Tutkimuksessa ei yksilöity suorituksia, mutta tutkimustulokset ja tutkimuksessa käytetty data on hyödynnettävissä yksilötasolla. Yksilötasolla kehittymisen seuranta ja palautteen anto on kerätyn datan avulla mahdollista. Esimerkiksi liitteenä 1 olevasta taulukosta voidaan oppijalle antaa palautetta suhteellisen korkeasta puomiajasta, joka heijastuu työskentelyn tehottomuuteen, mahdollisesti kuormatraktorin seisottamiseen tyhjäkäynnillä tai muuhun asiaan, joka vaatii kouluttajan huomiota.

11 Tutkimuksen validius, eettisyys ja reliabiliteetti

Tutkimuksen validius ja eettisyys

Tutkimuksessa testihenkilöiden suorituksista haluttiin seurata oppijan kehittymistä nosturin hallinnassa. Tähän voidaan sisällyttää lähes kaikki tutkimuksessa kerätty data. Suuri osa mitatuista arvoista liittyy kuormaimen hallintaan välittömästi tai välillisesti. Kuormaimen hallinta taas liittyy suurilta osin työn tuottavuuteen ja tehokkuuteen. Tutkimuksessa käytetyt mittarit ovat valideja. Tehtäväkohtaisilla mittareilla saatiin mitattua tuloksia haluamistamme toiminnoista. TimberSkills-oppimisalustalla olevien tehtävien tavoitearvot on määritelty ammattikuljettajan tasosta noin 70 % luokkaa. Tavoitearvojen ollessa samat, on mitattu data vertailukelpoinen. Tutkimuksessa kerätty

data on oppijoiden suorittamia, joten eettisyys on todella tärkeässä osassa tätä tutkimusta. Tulokset ovat analyysivaiheessa siirretty anonymieiksi Excel-laskentataulukko-ohjelmaan, jolloin tietosuoja tutkimuksessa säilyy.

Tutkimuksen reliabiliteetti

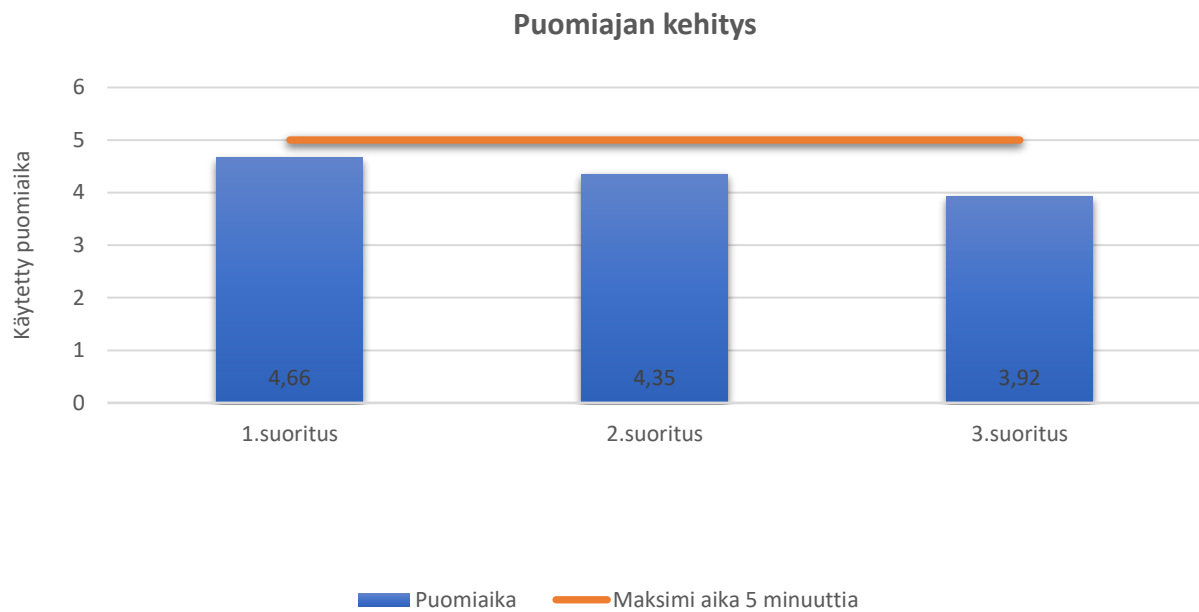
Tutkimuksessa tapahtuva mittausprosessi on luotettava. Testihenkilöt suorittivat harjoitteet valvotussa ympäristössä itse. Testidata tallentui oppijan henkilökohtaiselle TimberSkills-oppimisalustalle, josta tiedot siirrettiin suoraan Excel-laskentataulukkoon. Kaikki suoritettavat testiharjoitteet olivat suorittajille samanlaiset, kaikki testit suoritettiin virtuaalisimulaattoreilla ja kaikilta mitattiin samat asiat samoilla raja-arvoilla. Jokainen testihenkilö sai suorittamiseen täsmälleen samat ohjeet yksiselitteisesti, joten tutkimusta voitaneen pitää luotettavana.

Tutkimuksen kaikki harjoitteet on suoritettu virtuaalisimulaattoreilla, joiden avulla saadaan suuntaa antavat tulokset stabiilissa ympäristössä. Aidoilla metsäkoneilla suoritettavat testit voivat antaa erilaiset arvot, koska simulaattoreilla ei ollut mahdollista ottaa huomioon ennalta arvaamattomia tapahtumia. Näitä ennalta arvaamattomia tapahtumia voivat olla mm. säätilan vaihtelut, letkurikot tai kuljettajakohtainen jännitys. Jos testit olisi suoritettu aidoilla koneilla autenttisessa ympäristössä ei olisi voinut olla varmaa testiolosuhteiden tasapuolisuudesta.

12 Tutkimustulokset ja tulosten tarkastelu

12.1 Harjoitus 1. Tusinatesti

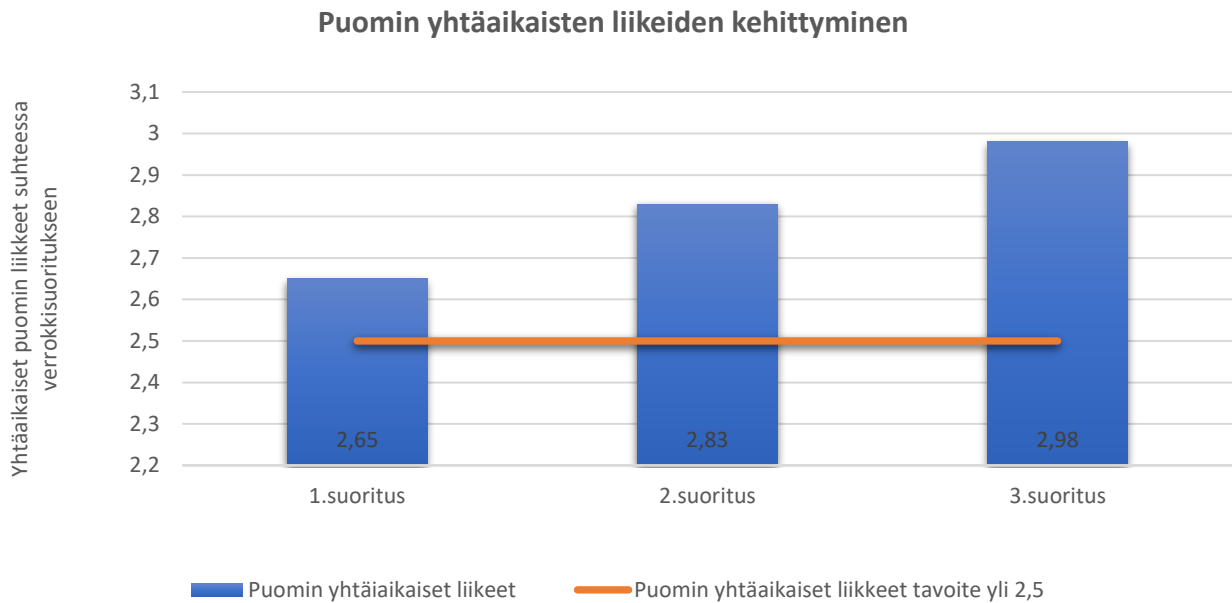
Ensimmäisessä harjoitteessa mitattavat asiat ovat puomiaika, puomin yhtäaikaiset liikkeet, puomin kulkema matka, puomin hallinta sekä kuormatun kuorman laatu. Harjoituksissa puomiaika lyhenee tasaisesti koulutuksen edetessä. Kuviossa 20 voi havaita harjoitukseen käytetyn puomiajan kehittymisen koulutuksen edetessä. Puomiaika on lyhentynyt n. 15 % koulutuksen edetessä.



Kuvio 20. Puomiajan kehittyminen

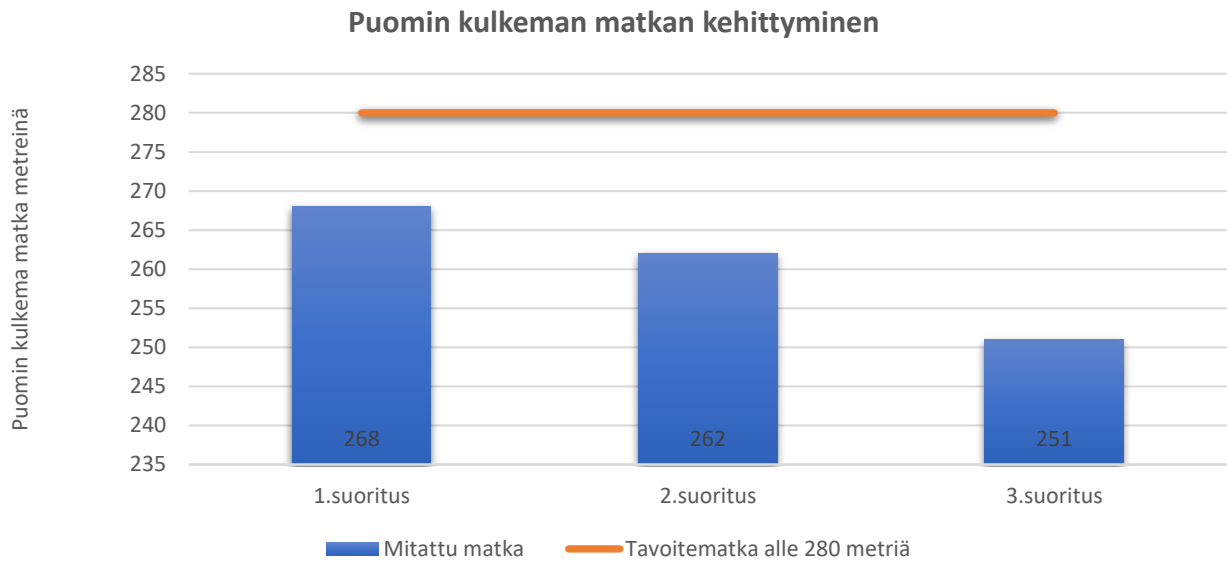
Puomin yhtäaikaisten liikkeiden määrä kasvaa koulutuksen edetessä ja kokemuksen kasvaessa. Tämä viittaa siihen, että oppijat ovat tulleet koulutuksen edetessä itsevarmemmiksi ja hallitsevat paremmin erilaisia liikkeitä. Kuvion 21 tuloksista voi todeta yhtäaikaisten puomin liikemäärien kasvavan ja puomin hallinta on muuttunut tehokkaammaksi. Koulutuksen edetessä oppijat ottavat rohkeammin eri liikkeitä mukaan työn suorittamiseen.

Yhtäaikaiset liikkeet ovat kehittyneet koulutuksen edetessä n. 10 %. Liikkeiden määrän kasvu merkitsee oppijoiden kuormaimen sujuvampaa käyttöä.



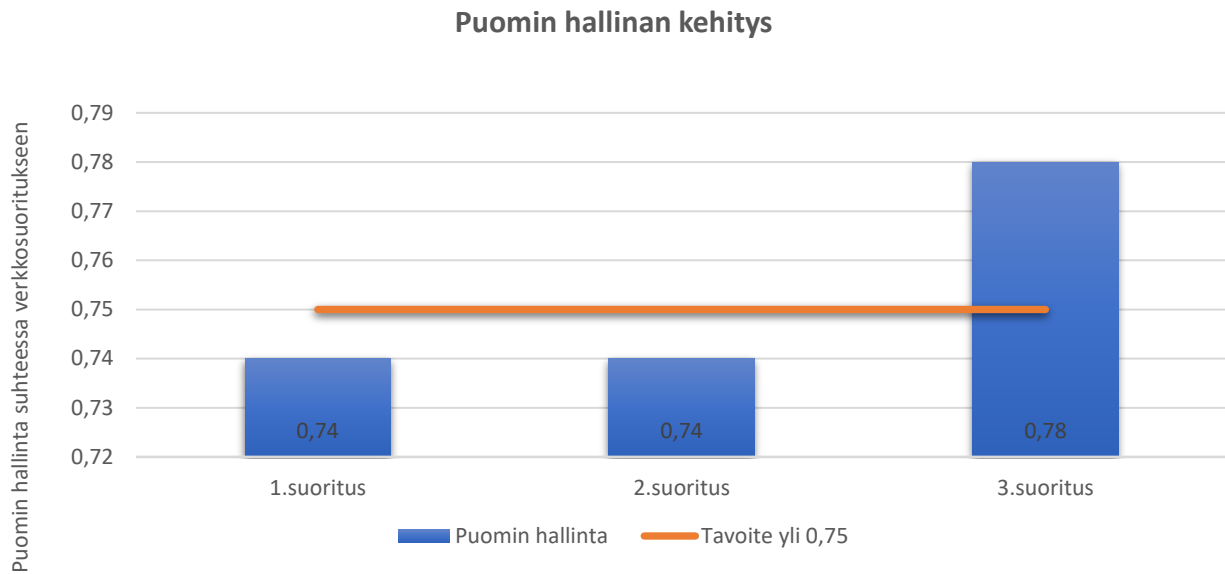
Kuvio 21. Harjoitus 1. Puomin yhtäaikaisten liikkeiden kehitys

Puomin kulkeman matkan lyheneminen viittaa siihen, että työskentelystä on tullut tarkempaa ja puomi liikkuu lyhyemmällä matkoilla kourakasalta kuormatilaan kuin koulutuksen alussa. Kuviolla 22 mitatut puomin kulkemat matkat ovat lyhentyneet koulutuksen edetessä 17 metrillä. 7 % lyheneminen puomin kulkemassa matkassa on iso kustannusten säästö laajassa mittakaavassa tarkasteltuna. Oppijoiden itsevarmuuden kasvaessa kouran vienti pankkojen välistä pois kuormatilasta lisääntyy, joka taas lyhentää puomin kulkemaa matkaa. Työskentelystä alkaa muodostumaan rutinia ja kuormauksen hahmottaminen selkeytyy. Koura saadaan vietyä kohteeseen lyhintä mahdollista reittiä.



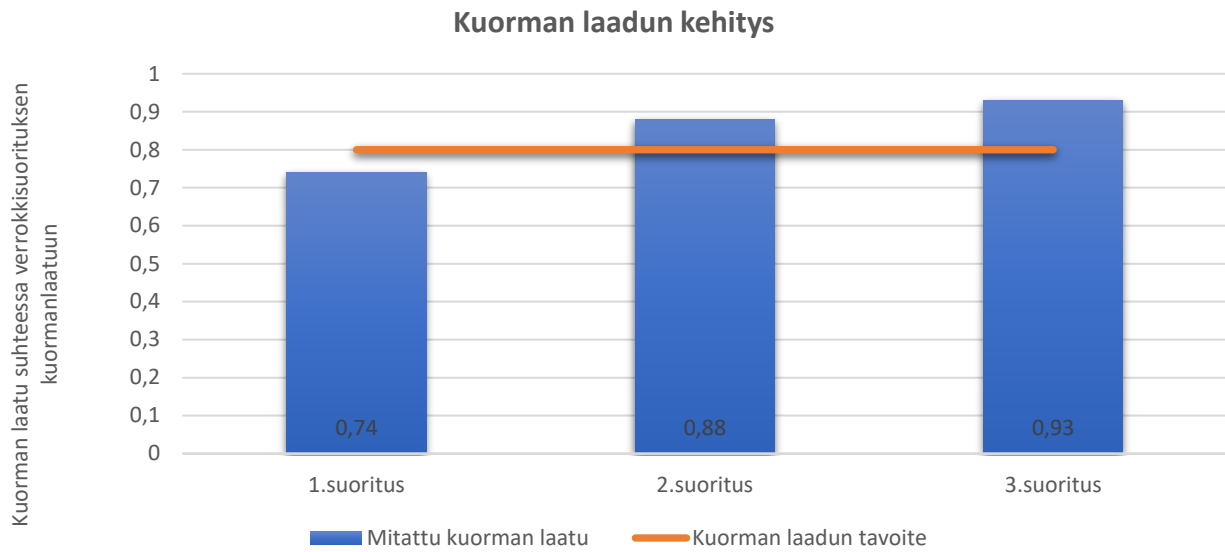
Kuvio 22. Harjoitus 1. Puomin kulkeman matkan kehitys

Kokemuksen karttuessa puomin käytön tarkkuus paranee. Oppijoilla puomin ylimääräisten liikkeiden määrä vähenee, joka vaikuttaa osaltaan myös puomin hallintaan. Kuviolla 23 esitetyn puomin hallinnan kasvu (n. 6 %) ei ole ollut suurta, mutta tavoitearvo on saavutettu viimeisellä suorituskerralla. Aidoilla koneilla työskennellessä kuormaimen säätö henkilökohtaiseen osaamiseen sopivaksi on yksi tehokkaan työskentelyn ja puomin hallinnan edellytyksiä. Simulaattoreilla nosturin säätöjen mahdollisuus on minimaalista, joka kuitenkin on yksi tärkeä osa-alue puomin hallinnassa.



Kuvio 23. Harjoitus 1. Puomin hallinnan kehitys

Kuorman laadun on myös todettu paranevan taitojen kehittyessä. Kun oppijat käsittelevät nosturia tarkemmin myös kuormattu puutavara on kuormatilassa laadukkaammin. Kuormaimen hallinnan parantua ja yhtäaikaisten liikkeiden lisääntyessä, on havaittu kuorman laadussa kehitystä. Kuviolla 24 voidaan havaita kuorman laadussa n. 20 % parannusta. Simulaattorit mittaavat kuorman laadun tarkasti, joten pienillä korjauksilla tulokset paranevat huomattavasti.

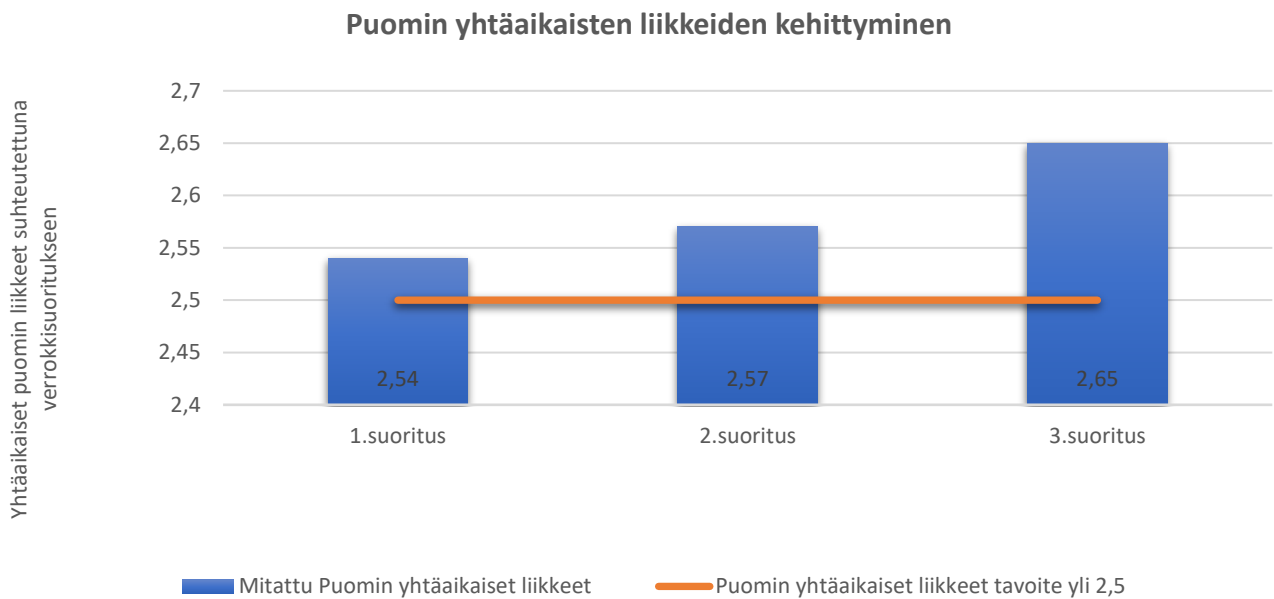


Kuvio 24. Harjoitus 1. Kuorman laadun kehitys

Koulutuksen ja harjoittelun myötä opiskelijoiden tehokkuus ja tarkkuus paranevat useilla harjoituksessa mitatuilla osa-alueella. Tämä kaikki viittaa siihen, että toistoilla on positiivinen vaikutus oppijoiden osaamiseen ja kuormatraktorin käytön tehokkuuden kehittymiseen.

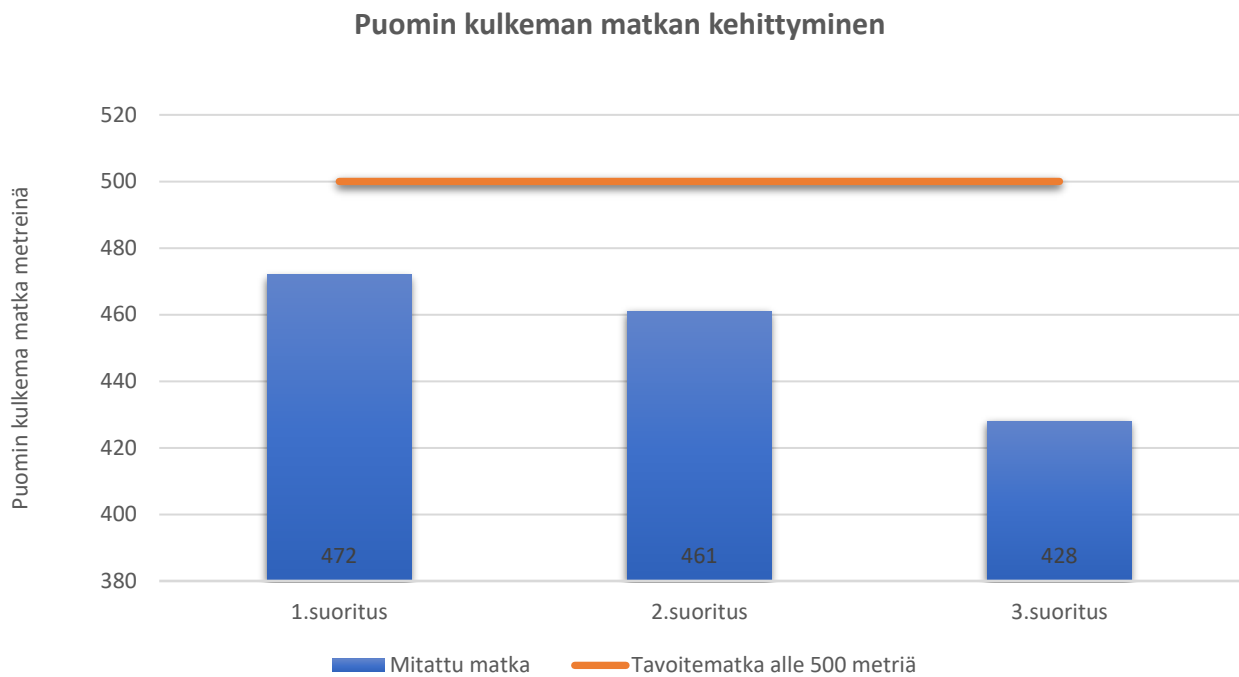
12.2 Harjoitus 2. Yhden puutavaralajin kuorma - uudistushakkuu

Toisessa harjoitteessa mitattavat asiat ovat puomin liikkeet, puomin kulkema matka, puomin hallinta, kuorman laatu sekä työpisteiden määrä. Kuviosta 25 voi havaita puomin liikkeiden määrän kasvavan hieman jokaisen harjoituskerran myötä. Harjoitteessa ei puomin liikkeissä prosentuaalisesti (n. 4 %) ollut suurta parannusta, mutta kehitystä tapahtui pienissä määrin. Pienikin parannus viittaa siihen, että oppijat käyttävät nosturissa useampia liikkeitä harjoitusten aikana. Taitojen kehitystä on tulosten perusteella havaittavissa.



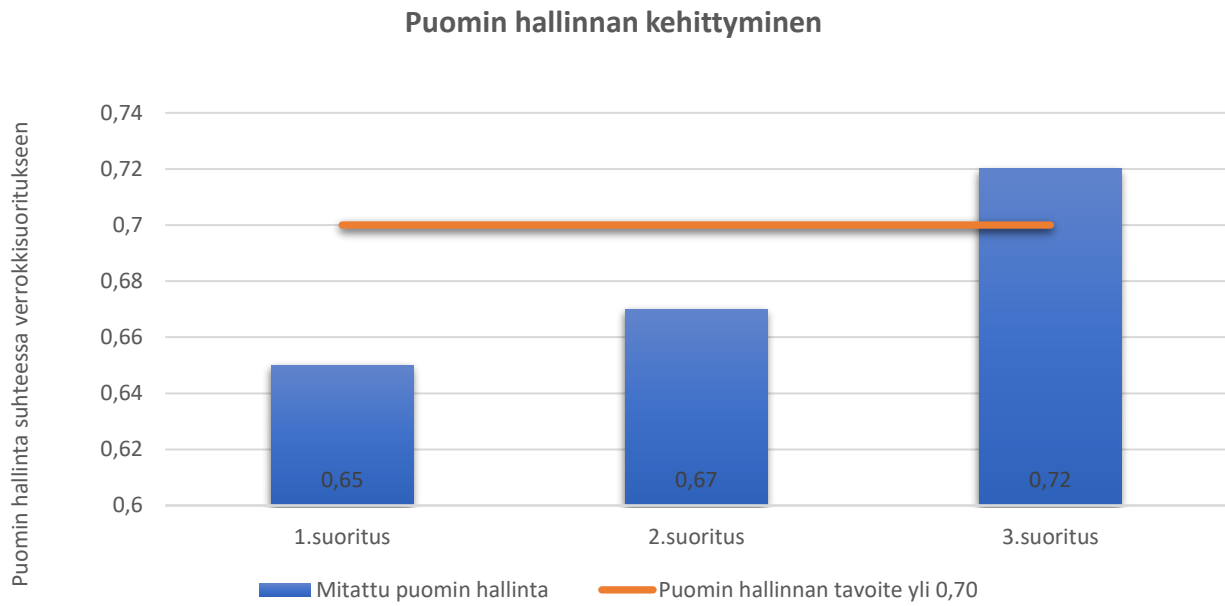
Kuvio 25. Harjoitus 2. Puomin yhtäaikaisten liikkeiden kehitys

Puomin kulkema matka lyhenee jokaisen harjoituksen myötä. Harjoitusten edetessä matka on lyhentynyt 44 metriä, joka tarkoittaa n. 10 % parannusta harjoitusten edetessä. Harjoitteen tavoitearvo on 500 metriä, jonka kuviosta 26 voi todeta saavutetun jo ensimmäisellä suorituskerralla. Koulutuksen edetessä vähentynyt matka on merkki siitä, että oppijat oppivat asemoimaan kuormatraktorin paremmin kuormattavaan puutavaraan nähden ja näin ollen puomi kulkee lyhyempiä matkoja kohteeseen.



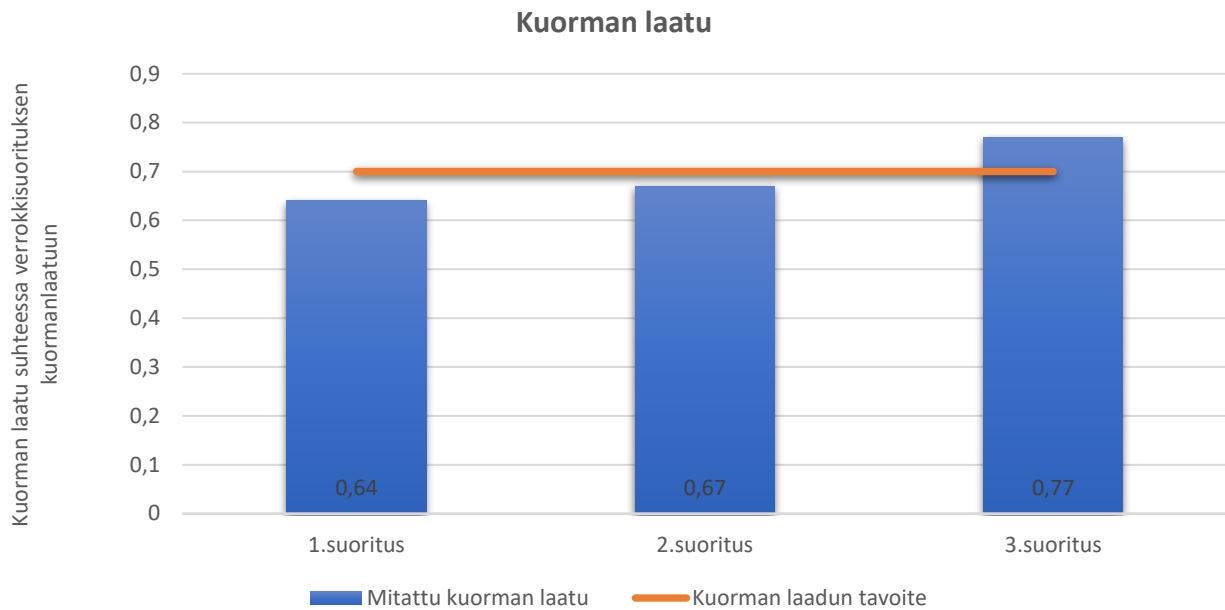
Kuvio 26. Harjoitus 2. Puomin kulkeman matkan kehitys

Kuviosta 27 voi todeta puomin hallinnan paranemisen jokaisen harjoituksen myötä. Tavoitearvo ylitetään viimeisellä suorituskerralla. Koulutusjakson aikana tässä harjoitteessa parannusta on havaittavissa n. 10 %. Tämä viittaa siihen, että harjoittelu ja toistot auttavat oppijoita parantamaan puomin käytön tarkkuutta ja siltä osin puomin hallintaa. Tulosten perusteella harjoittelu aidolla koneella parantaa puominhallinnan kehittymistä.



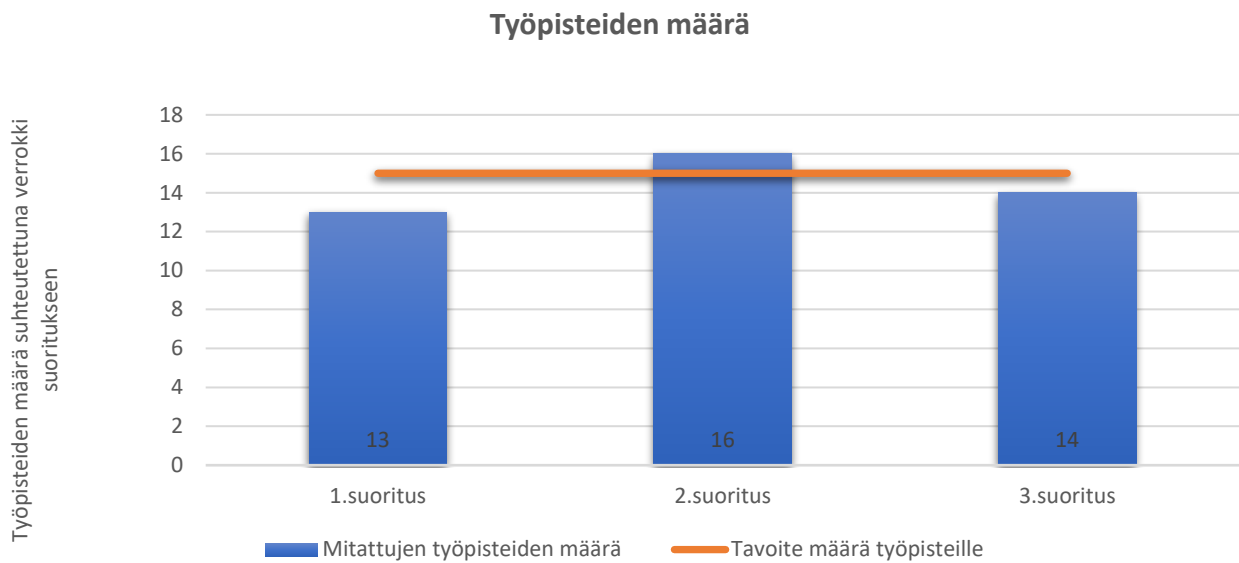
Kuvio 27. Harjoitus 2. Puomin hallinnan kehitys

Kuorman laatu paranee osaltaan koulutuksen edetessä. Kun oppijalle tulee tarkkuutta nosturin hallintaan, ovat kuormatkin laadultaan parempia. Kuvio 28 näkyy kuorman laadun tasaisen kehittymisen koulutuksen aikana. Koulutuksen aikainen kuorman laadun n. 17 % paraneminen on huomattavaa. Harjoitteeseen asetettu tavoitearvo saavutetaan viimeisellä suorituskerralla.



Kuvio 28. Harjoitus 2. Kuorman laadun kehitys

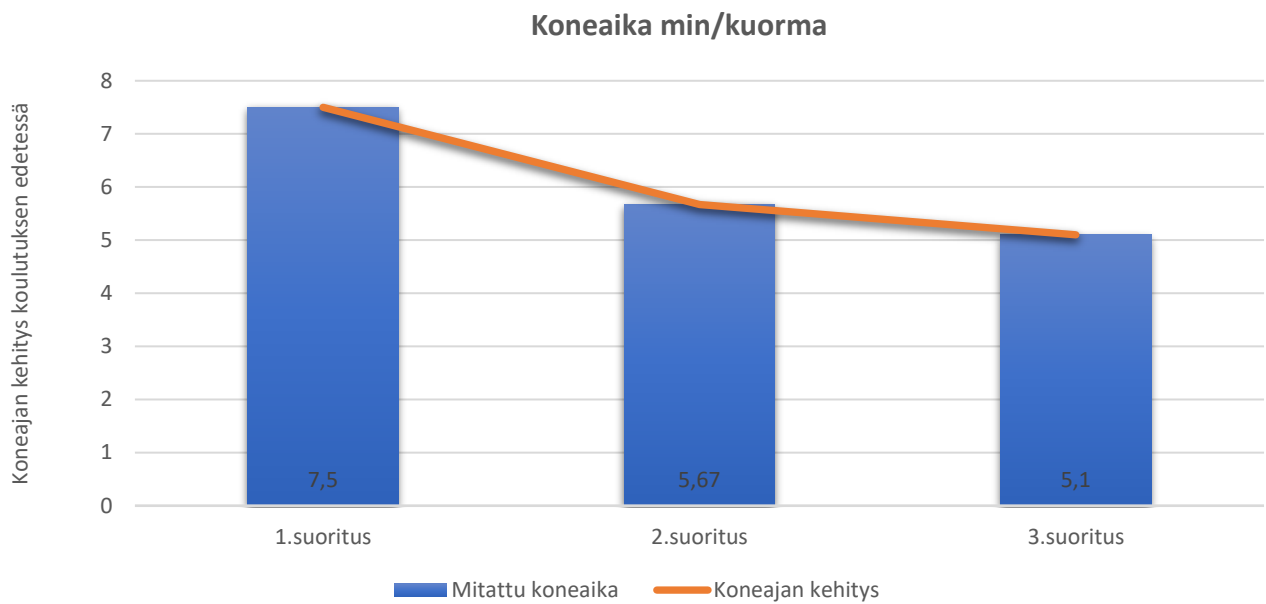
Työpisteiden tavoitearvo on harjoituksessa 15. Jos työpisteitä on runsaasti yli tai alle tavoitteen, kasvaa puomin kulkema matka huomattavasti. Kuvioista 29 näkee, miten koulutuksen edetessä työpisteiden määrä on ensin alhainen (13) ja sitten nousee (16). Viimeisessä harjoitteessa työpisteiden määrä on 14. Tämä muutos johtuu koulutuksen edetessä oppijoiden tarkemmasta työstä sekä koneen tarkemmasta sijoittamisesta kourakasalle. Todennäköisesti myös keskittyminen työhön on tarkempaa, kun kone on tullut tutummaksi. Kaikkiaan kehitys on positiivista, ja tavoitteita lähestytään tai saavutetaan useilla osa-alueilla. Koneen sijoittelulla ja työpisteiden määrällä on olennainen vaikutus puomin kulkemaan matkaan, tehokkuuteen ja tarkkuuteen kuormattaessa puutavaraa.



Kuvio 29. Harjoitus 2. Työpisteiden määrän kehittyminen

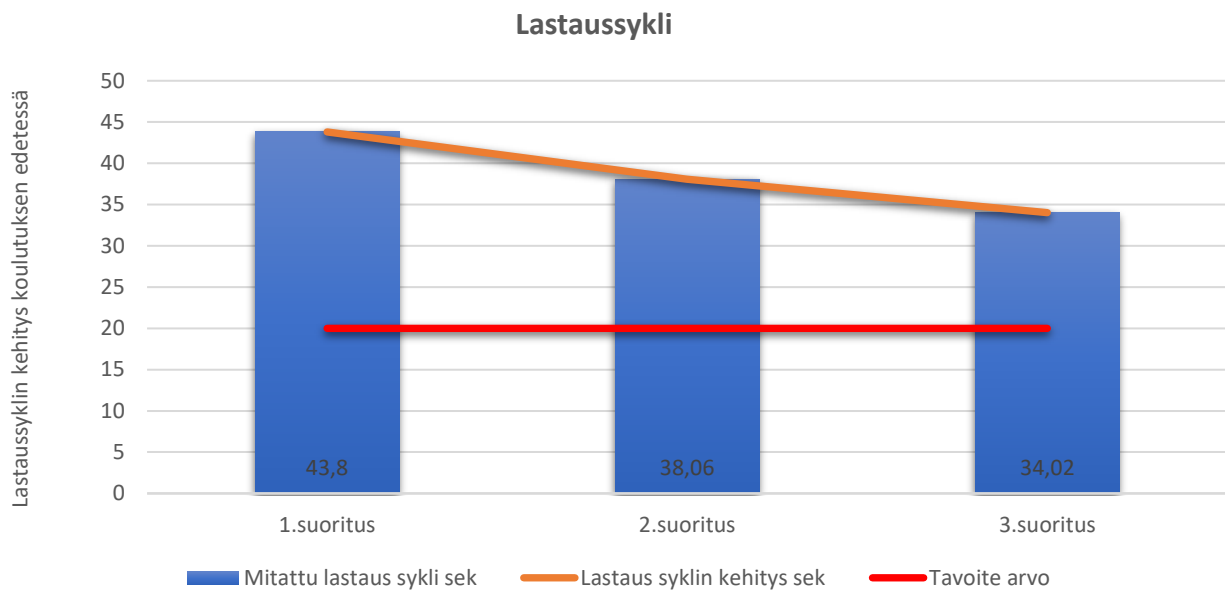
12.3 Harjoitus 3. Yhden tavaralajin kuormat

Kolmannessa testiharjoitteessa mitattavat arvot olivat koneaika yhtä kuormaa kohden, kuorman lastauksen käytettyaakka-aika (sykli), kuorman lastaus vauhti m^3/h , kuorman purkuun käytetty aakka-aika sekä kuorman purku aika m^3/h . Sykliajoilla ja lastaus/purku ajoilla saadaan kuorma-traktorin kuljettajan tehokkuutta mitattua. Jos sykliajat ovat korkeat, on hyvä etsiä mahdollisia parannuskeinoja nosturinkäytön tehostamiseksi. Kolmannessa harjoituksessa on simulaattoritehtävän määritelty sykli ajoille 20 sekunnin tavoitearvo. Testiajoissa koneaika kehittyi ja väheni merkittävästi koulutuksen edetessä kuviosta 30 voi todeta koneajan kehityksen. Koneaika kuormaa kohden vähentyi koulutuksen edetessä n. 32 %. Vähentynyt koneaika tarkoittaa, että oppijat kykenevät käsittelemään kuormia nopeammin, mikä on seurausta paremmasta koneen hallinnasta ja työskentelyrutiinin kehittymisestä. Kuormakohtaisen koneajan väheneminen lisää tuottavuutta.



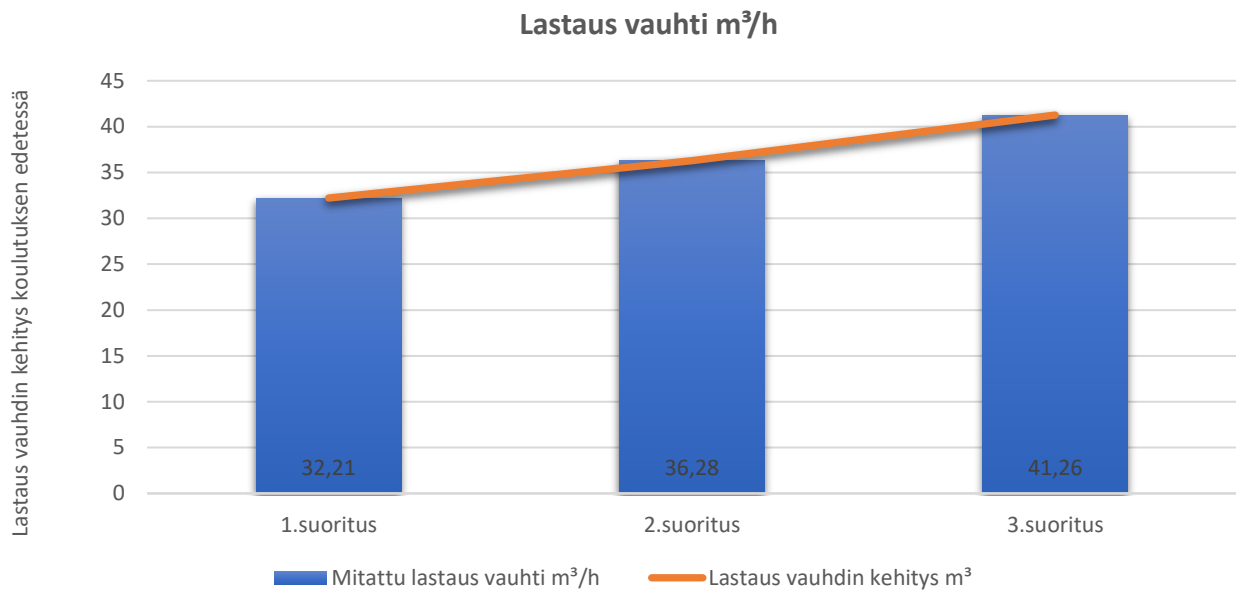
Kuvio 30. Harjoitus 3. Koneajan kehittyminen

Koneajan lyhentyessä yhtä kuormaa kohden myös lastaussyklin aika lyhenee jokaisen harjoituksen myötä. Oppijat suorittavat lastausta entistä tehokkaammin ja tarkemmin. Koulutuksen edetessä testiryhmän lastaussyklin kehittyminen on tasaista. Lastaussyklin n. 22 % pieneminen näkyy kuvio 31. Lastaus sykliajan tulisi olla alle 20 sekuntia, jotta työskentely lähenisi ammattikuljettajan keskimääräistä tasoa. Lastaussyklin osalta tavoitearvoa ei saavutettu, mutta koulutuksen edetessä myös sykliajat parantuivat.



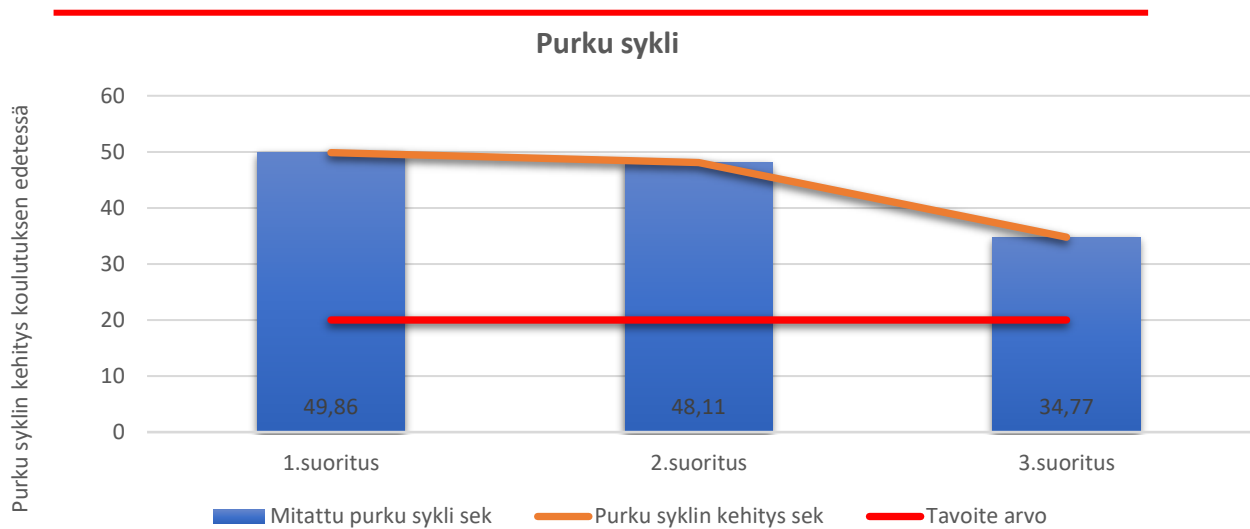
Kuvio 31. Harjoitus 3. Lastaus syklin kehittyminen

Testiryhmän lastausvauhti paranee huomattavasti harjoitusten aikana, mikä kertoo omalta osaltaan kasvaneesta tehokkuudesta ja nopeudesta kuorman lastamisessa kuten kuviosta 32 voi havaita. Lastaus vauhtiin tulleen 22 % parannuksen myötä voidaan tulkita, että oppijat pystyvät tehokkaammin suorittamaan kuormien keräyksen. Tulos osoittaa simulaattoreilla mitatun lastausvauhdin kasvaneen koulutuksen myötä 9,05 m³/h. Tämä tulos osoittaa oppijoiden kehittyneestä koneen hallinnasta sekä rutiinin muodostumisesta lastausprosessissa koulutuksen edetessä.



Kuvio 32. Harjoitus 3. Lastausvauhdin kehittyminen

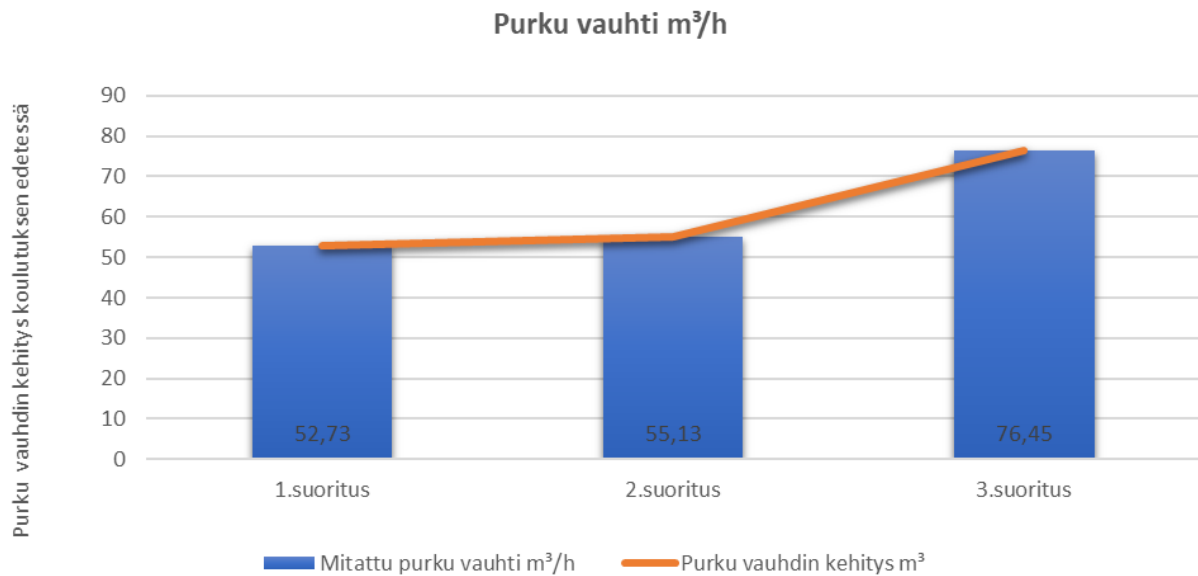
Testiharjoitteiden mukaan myös purku syklin aika lyhenee tasaisesti koulutuksen edetessä kuten kuviolta 33 havaitaan. Purku sykli on lyhentynyt 30 %. Tämä osoittaa oppijoiden kasvavaa tehokkuutta myös kuorman purussa. Kun purku sykli pienenee, paranee purku vauhti. Purkusyklin pienentyminen on viittaus hallitumpaan nosturin käyttöön. Myös itsevarmuuden ja kokemuksen lisääntyminen parantaa nosturin käsittelyn taitoja ja näin ollen vaikuttaa myös lastaus ja purku aikoihin. Purku syklin tavoiteaikana oli tutkimuksessa myös 20 sekuntia. Tavoitetta ei saavutettu, mutta jokaisella testiharjoitteella tavoitetta lähestyttiin.



Kuvio 33. Harjoitus 3. Purku syklin kehittyminen

Nopeutunut purkuvauhti tarkoittaa, että oppijat käyttävät koneen purkuominaisuuksia tehokkaammin ja voivat purkaa suuremman määrän puutavaraa lyhyemmässä ajassa pinoon. Itsevarmuuden kasvaessa oppijat ottavat kuormaimeen suurempia taakkoja. Tämä selittää kuviolla 34 havaittavan n. 30 % purkuvauhdin kasvun koulutuksen loppuvaiheessa. Käytännössä oppijat tyhjentävät kuormatilaan kuormatut puut 2–3 kourallisella. Kuormatilaan tässä harjoituksessa kerättiin keskimäärin 1,7 m³ tukkipuita / kuorma. Harjoituksessa kerättiin kolme kuormaa uudistushakkuilta, keskimääräisen ajomatkan ollessa n. 50 m.

Näissä testi harjoitteissa ei mitattu tuottavuutta euroina/m³ vaan oppijoiden kehitystä kuormaimen hallinnassa. Laskennallisesti tehtävän 3 tuloksista voidaan havainnoida se, että koneaika yhden täyden kuorman lastaukseen ja purkuun on kehittynyt. Suoraan simulaattoreilla tehtyjen harjoitusten tuottoja ei voi verrata aidossa ympäristössä saatuun tuottoon, mutta suuntaa antavana ne toimivat hyvin.



Kuvio 34. Harjoitus 3. Purkuvauhdin kehittyminen

Hypoteettinen esimerkkilaskelma tuotosta tehtävästä 3

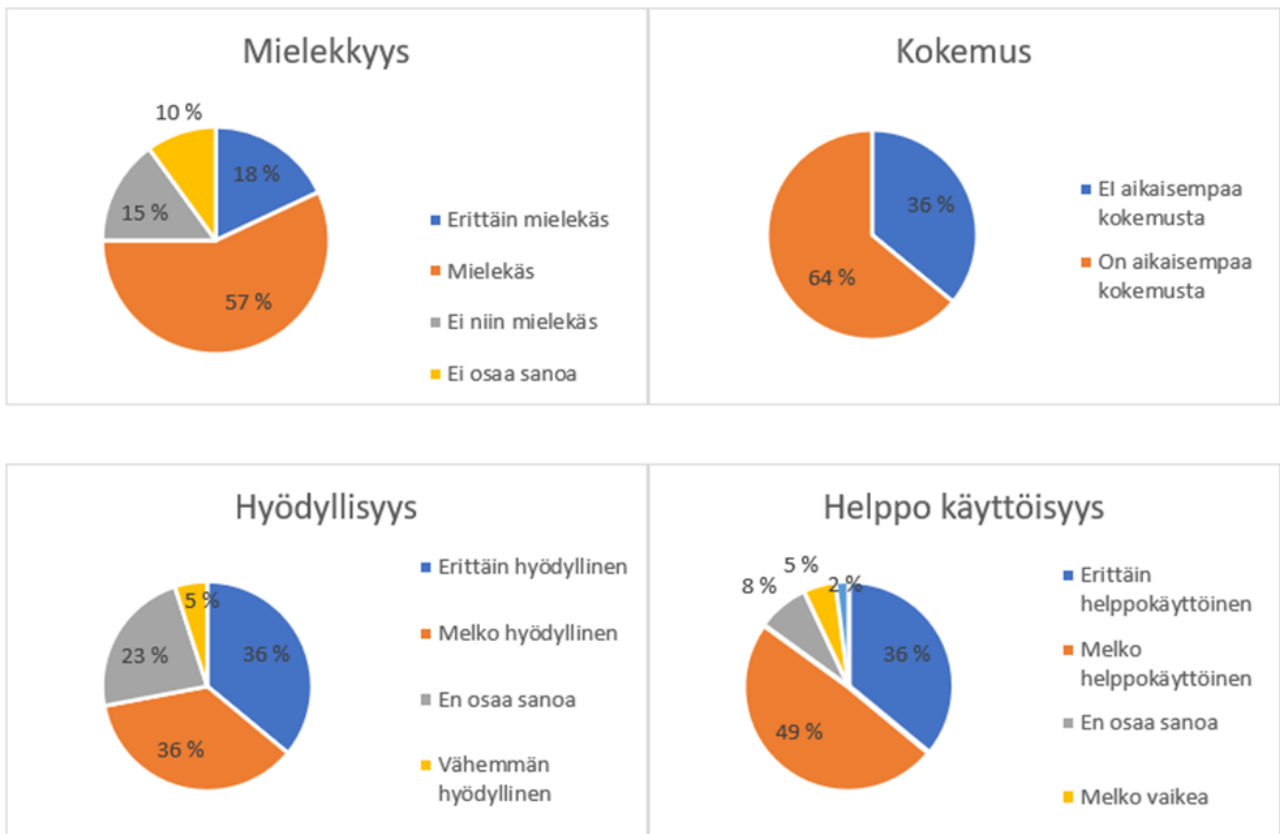
Tehtävän keskimääräiset kuormat olivat 1,7 m³ kokoluokkaa ja puutavaralajina tukki. Täyteen lastatun kuormatilan puiden tilavuudeksi oletetaan olevan 16 m³. Kuormatilan täyteen lastaaminen kestäisi ensimmäisessä harjoituksessa keskimäärin 70,5 minuuttia. Kolmannessa harjoitteessa, koulutuksen jälkeen aikaa menisi vain 48 minuuttia. Näin ollen tehtävässä laskennallinen kokonaisaika yhdelle täydelle kuormalle harjoituksessa on kehittynyt 70,5 minuutista 48 minuuttiin. Tämä aika pitää sisällään lastaus-, purku- sekä keskimäärin 50 metrin ajomatkan. Aidossa ympäristössä se tarkoittaisi kahdeksan tunnin yhtäjaksoisessa työvuorossa 3,2 kuorman lisäystä. Jos kuorma tila on 16 m³ niin lisäys päivän tuotokseen olisi laskennallisesti 51,2 m³/ 8 h työvuoro. Jos keskimääräinen ajotaksa olisi 4,5 €/m³ niin euromääräinen tuotoksen nousu 8 h työvuorossa olisi tämän harjoituksen osalta 230,40 €. Laskennassa ei ole otettu huomioon seisokkeja eikä taukoja. Tämä on hypoteettinen case, mutta suuntaa antava.

13 Kysely simulaattoreiden käytöstä

Tutkimuksen taustatiedoksi oppijoille järjestettiin kysely, jonka avulla haluttiin selvittää oppijoiden yleisiä mielipiteitä simulaattoreista ja simulaattoriopetuksesta. Kysely toteutettiin Webropolin avulla ja linkki jaettiin 120 oppijalle. Kyselyyn vastauksia saatiin 39.

Kyselyn kysymykset oli kategorisoitu neljään osa-alueeseen. 1. osa-alue käsitteli lähinnä vastaajien yleistä käyttökokemusta simulaattoreista. Vastausten (liite 2.) perusteella 57 % vastaajista pitää simulaattoreiden avulla tapahtuvaa koulutusta mielekkäänä ja 15 % ei niin mielekkäänä. Kuitenkaan kukaan vastaajista ei ollut täysin negatiivisella asenteella simulaattoreita vastaan.

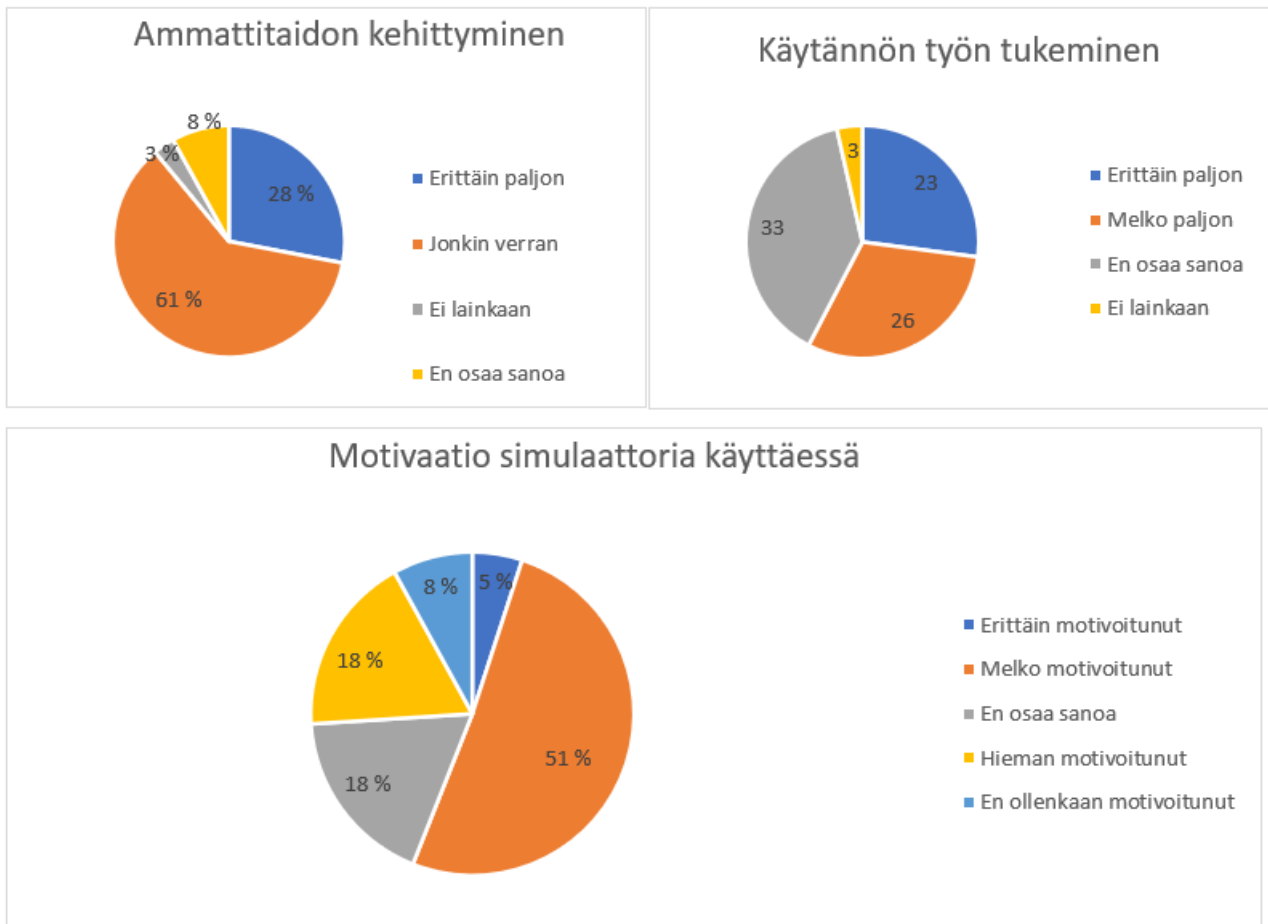
Yli puolella vastaajista oli kuvion 34 mukaan aikaisempaa käyttökokemusta simulaattoreista ennen opintoja. Vastaajista yli 70 % pitää simulaattoreita jossain määrin hyödyllisenä opetusvälineenä ja yli 80 % jossain määrin helppokäyttöisinä. Kyselyn perusteella voi myös päätellä, että vastaajat, jotka pitävät simulaattoreita vaikeana voivat myös pitää niitä vähemmän hyödyllisinä.



Kuvio 35. Käyttäjän kokemuksia simulaattoreista

Toisessa kategoriassa vastaajilta selvitettiin oppimista ja motivaatiota simulaattoreiden avulla tapahtuvasta oppimisesta. Kysymyksellä auttaako simulaattori kehittämään ammattitaitoa metsäkooneenkuljettajana haettiin lähinnä taustatietoa siitä, että miten vastaajat näkevät simulaattorit laajempuna kokonaisuutena tulevassa ammatissaan. Samaan ajatus kokonaisuuteen voidaan myös yhdistää kysymys, miten vastaaja kokee simulaattoriharjoittelun tukevan käytännön työskentelyä. Motivaatio simulaattoriharjoituksiin on myös yksi ratkaiseva tekijä harjoituksiin suhtautumisessa. Kuvion 36 mukaan suurin osa kokee ammattitaitonsa kehittyvän simulaattoriharjoitteita tehdessä. Muutaman vastaajan mielestä ammattitaito ei kehity ollenkaan simulaattoriharjoitteita tehdessä. Lähes puolet on myös sitä mieltä, että simulaattoriharjoitteet tukevat käytännön työtä jossain määrin. Kolme prosenttia vastaajista on sitä mieltä, että harjoitteet eivät tue käytäntöä yhtään.

Vastausten mukaan kuitenkin yli 70 % vastaajista on jossain määrin motivoitunut simulaattoriharjoitteita tehdessään.



Kuvio 36. Kehittyminen, tukeminen, motivaatio

Kokonaisuutena tulokset osoittavat, että oppijat näkevät metsäkonesimulaattorin hyödyllisenä oppimisvälineenä, joka tukee heidän ammatillista kehittymistään ja motivoi heitä harjoittelemaan. Avoimiin kysymyksiin (liite 3) vastaajat löysivät kehittämiskohteita erityisesti simulaattorin teknisten ominaisuuksien, realistisuuden ja ergonomian osalta. Näiden parannusten avulla simulaattorit voisi palvella opiskelijoita vieläkin tehokkaammin.

Useampi kyselyyn vastanneista mainitsi ongelmia myös etäisyyksien arvioinnissa. Parannus ehdotukset keskittyvät etäisyyksien realistisemmaksi tekemiseen, mikä auttaisi simulaattorin tarkkuudessa ja käytettävyydessä. Kommentteja, kuten "etäisyyksien hahmottaminen välillä vaikeaa" ja "etäisyydet realistisemmiksi", kuvaavat selvästi, että tämä on tärkeä kehityskohde. Useat kommentit liittyvät grafiikan laatuun ja realistisuuden lisäämiseen. Vastaajat toivoisivat tarkempaa grafiikkaa, joka muistuttaisi enemmän todellista metsäkoneympäristöä. Parannusehdotukset liittyvät pitkälti päivitettyihin grafiikkamoottoreihin, joka pystyisivät esittämään metsän ja koneiden toiminnot tarkemmin ja realistisemmin.

Palautetta tuli myös simulaattoreiden tarkkuudesta. Vastausten mukaan simulaattorit ovat liian herkkiä tai tarkkoja, mikä vaikuttaa tehtävien suorittamiseen. Tämä voi aiheuttaa haasteita erityisesti harjoituksissa, joissa on pienet toleranssit. Liitteen lopussa olevan vapaan kommentin kysymyksien mukaan yleisesti vastaajat kaipaavat enemmän erilaisia tehtäviä ja mahdollisuutta käyttää eri metsäkoneiden malleja. Laajempi valikoima harjoituksia ja erilaisia konemalleja antaisi oppijoille enemmän valinnanvaraa ja valmistaisi heitä paremmin erilaisiin käytännön työtehtäviin. Näihin seikkoihin keskittymällä simulaattorin käytettävyys ja koulutuksellinen arvo voisivat kasvaa merkittävästi. Kokonaisuutena vastaukset osoittavat, että suurin osa opiskelijoista ei koe oman osallistumisensa harjoitteiden luomiseen tuovan merkittävää lisäarvoa oppimisprosessiin. Yksi mahdollinen syy tähän voi olla se, että he luottavat opettajien tai asiantuntijoiden suunnittelevan tehokkaat ja tarkoituksenmukaiset harjoitteet ilman heidän panostaan. Lisäksi osa opiskelijoista ei ehkä koe, että heidän omat ideansa tai osallistumisensa parantaisi harjoitteiden laatua tai oppimiskokemusta.

Koska osa vastaajista kuitenkin näkee osallistumisen potentiaalisesti hyödyllisenä, voisi olla mielekäästä tarjota vapaaehtoinen mahdollisuus osallistua harjoitteiden suunnitteluun. Tämä voisi auttaa sitoutuneimpia opiskelijoita syventämään oppimistaan. Samalla voitaisiin hyödyntää opiskelijoilta saatuja ideoita ja palautetta harjoitteiden kehittämisessä. Salakarikin toteaa (2007, 83) mentaalisten mallien muodostuvan realistisemmiksi, jos ne ovat riittävän monipuolisia. Tässä tapauksessa oppijoiden osallistuminen suunnitteluun voisi auttaa mentaalisen mielikuvan parantamisessa.

14 Johtopäätökset

Tutkimuksissa saatujen, liitteessä 1 olevien tulosten perusteella voidaan todeta, että taidot ja osaaminen kehittyvät koulutuksen edetessä. Simulaattoreiden, ajoharjoitteluradan ja maastossa tapahtuvan osaamisen hankkimisen kombinaationa on oppiminen mielekäästä ja kehittävästä. Metsätraktorin käytön tutkinnonosan edetessä on testiryhmällä tapahtunut positiivista taitojen karttumista jokaisen harjoitteen jälkeen. Harjoitteiden avulla voidaan todeta koulutuksen eri vaiheiden jälkeen tapahtuvaa kehitystä. Kun koulutuksessa on menty eteenpäin ja mukaan on tullut uusia komponentteja, kehitystä tapahtuu. Salakarin (2007) mukaan taitoja oppii vain tekemällä. Taitoja ei voi oppia vain lukemalla ja katsomalla.

Pelkillä simulaattoreilla tapahtuva oppiminen ei tuo tarvittavaa lisämomenttia osaamiseen, kun taas aito ympäristö tuo. Ajoharjoitteluradan tuoma aito ympäristö lisää oppijoiden suorituskykyä mikä on havaittavissa tutkimustuloksista. Kehitys jatkuu positiiviseen suuntaan, kun mukaan tulee aito maastojakso. Tällöin oppijat ovat siirtäneet simulaattoreilla oppimansa taidot aitoon ympäristöön ja Salakarin (2007) toteama mentaalinen malli on syntynyt oppijalle. Tuloksista huomaa myös sen, että oppimisessa ei ole havaittavissa taantumaa. Kokonaisuudessaan kehityskäyrät osoittavat selkeää parannusta kaikissa mittareissa harjoitusten myötä, mikä vaikuttaa positiivisesti tuotokseen.

Testiharjoitteissa kehitys on positiivista, ja tavoitteita lähestytään tai saavutetaan useilla osa-alueilla. Kaikkien mitattujen muuttujien perusteella oppijoiden tehokkuus kasvoi harjoitusten myötä kuten liitteestä 1 olevasta mitatusta datasta voidaan havaita. Oppijoille opetetaan koulutuksen edetessä tehokkaampia tapoja toimia. Kaikkea ei ole tarkoituksenmukaista opettaa heti koulutuksen alussa, vaan vasta myöhemmässä vaiheessa, jolloin koneen käsittelytaito on kehittynyt. Jos kehitystä ei tapahdu, ei voi omaksua myöskään uusia taitoja. Salakarin (2007) taitojen oppiminen voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen. Kognitiiviseen-, kiinnittämisen- ja automaatiovaiheeseen. Tutkimuksessa viimeisten suoritusten vaihetta voidaan mieltää automaatio vaiheeseen, jolloin virheettömien suoritusten määrä lisääntyy.

Kun oppijat näyttävät oppivan ja omaksuvan tehokkaita työskentelytapoja harjoitusten aikana, parantaa se sekä nopeutta että tarkkuutta. Salakarin (2007) mukaan nopeus ja tarkkuus ovat myös osa taitojen oppimisen automaatio vaihetta.

Mitattu data osoittaa, että harjoittelulla on ollut selkeä positiivinen vaikutus opiskelijoiden taitoihin ja tuottavuuteen metsäkoneenkuljettajana. Opintojen jatkuessa voidaan olettaa, että tehokkuus paranee entisestään, kun oppijat omaksuvat uusia monimutkaisempia työelämässä käytettäviä työskentelytapoja. Kolmannessa testiharjoitteessa oppijoiden tuli hyödyntää kaikkea aikaisemmin oppimaansa suoriutuakseen tehtävästä mahdollisimman hyvin. Kolmannen tehtävän koneaikojen seurannassa huomaa selvästi taitojen lisääntyvän. Oppijat osaavat sijoittaa koneen paremmin kuormatessaan, käyttää nosturia hallitummin ja tarkemmin. Koneaikojen kehitys on yli puolella harjoituksia tehneistä huomattavaa. Liitteeseen 2 on ympyröity punaisella koneajat, joiden kehityksellä on selkeästi merkitystä tutkimuksen tulokseen.

On kuitenkin muistettava, että tutkimuksessa mitattu data on kerätty virtuaalisimulaattoreilla, mikä on rakennettu mahdollisimman autenttiseksi ympäristöksi, mutta sieltä puuttuu luonnonvoimien tuomat momentit sekä ennalta arvaamattomat tapahtumat. Simulaattoreilla saatuja tuloksia ei voi verrata suoraan oikealla kuormatraktorilla työskentelyyn, mutta se on suuntaa antava. Jos tutkimuksen mukaista dataa verrataan ammattikuljettajan tuotokseen, olemme vielä lastaus ja purku sykleissä yli 50 % päässä tavoitteesta. Harjoittelu ja toistot tuovat lisää varmuutta ja automaatiota työskentelyyn, joka luo mahdollisuuksia tuottavampaan työskentelyyn ja saavuttaa ammattikuljettajan tuotostason tulevaisuudessa.

Koulutuksessa simulaatioharjoitusten avulla voidaan puuttua yhä tarkemmin tietyn osa-alueen harjoittamiseen, jossa oppijalla havaitaan osaamisessa puutteita tai tavoitteita kehittyä. Harjoittelun pilkkominen pienempiin opittaviin asioihin on vaiheistetun opetuksen parhaita puolia. Salakari (2010) toteaaakin simulaattoriharjoitusten rajaamisen olevan mahdollista juuri tarvittavien erityistaitojen oppimiseen ja niihin keskittymiseen. Liitteessä 2 on ympyröity puomiajan kehittyminen harjoitus 1:ssä koulutusjakson aikana. Ensimmäisellä suorituskerralla korkein puomiaika oli 10,03 minuuttia. Koulutuksen puolivälissä korkein käytetty puomiaika oli 6,97 minuuttia. Viimeisessä

suorituksessa aika oli 4,91 minuuttia. Koulutuksen aikana puomiaikaa oli saatu pudotettua yli 5 minuuttia. Tässä harjoitteessa nimenomaan haettiin koneen ääriarvoja työskentelyssä ei koneen sijoittelua kasalla. Puomiajan väheneminen johtuu tarkemmasta työskentelystä ja paremmasta nosturin hallinnasta. Yleensä kuormaan käytetty koneajan pienentyminen johtuu suunnittelusta, koneen sijoittelusta kasoille ja kehittyneistä motorisista taidoista. (Metsäkoulutus 2023).

Kustannustehokkuus on metsäalalla noussut yhdeksi tärkeäksi tekijäksi kilpailukykyä määriteltäessä. Kustannustehokkaat ja tuottavat kuljettajat ovat avainasemassa yritysten kilpailukykyä mitattaessa. Kuljettajan kustannustehokkuutta voidaan lisätä myös ajosuunnittelulla hyödyntämällä monilajikuormia. Puutavaran lähikuljetukseen ei ole olemassa samanlaisia työmalleja, mitä Kokkarinen (2013) esittelee koneellisen puutavaran valmistuksen osalta. Tehoajo-hankkeen puitteissa, Työtehoseura on aloitettu puutavaran lähikuljetuksen kehittämisen ja tehostaminen, koska lähikuljetus on aikaa vievä työlaji, jonka kehittämiseksi nähdään selkeää tarvetta. (Metsäkoulutus 2023.) Tehoajohankkeen puitteissa on TTS kehittänyt TehoAjo-optimointisovelluksen kännykkään, jonka avulla voidaan laskea tehokkaimmat kuormamallit ajettavalle puutavaralle. Tuottavampi ja tehokkaampi toiminta lähikuljetuksessa on kestävän kehityksen mukaista ja kustannustehokkaampaa. Kestävän kehityksen mukaisesti on myös opetuslalla haettava kustannustehokkuutta. Metsäkonealan korkeat kustannukset vaikuttavat myös metsäkonekoulutukseen. Kustannuksia on karsittava kuitenkin vaarantamatta opetuksen laatua.

Opetuksessa tulee olemaan rahoituksen kiristyessä yhä vähemmän käytössä olevia resursseja. Simulaattorit voivat vähentää tarvetta koneille, laitteille ja materiaaleille. Oikea aikainen opetuksen ketjutus osaamisen ja taitojen kehittymisen mukaan vapauttaa kone resursseja maasto-opetuksessa, kun kaikki oppijat eivät ole samanaikaisesti maastoharjoittelussa. Oikein ketjutettuna opetus on myös kehittävä ja tavoitteellista. Simulaattorit oikein organisoituna antavat parempia oppimistuloksia ja koulutuksen läpäisy aika on nopeampi, toteaa Salakari (2010).

Simulaattorit tarjoavat turvallisen ja kestävämmän oppimisympäristön, joka vähentää riskejä ja vaaroja opiskelijoille ja ympäristölle. Käyttämällä simulaattoreita oppijat voivat harjoitella taito-

jaan ilman tarvetta käyttää fossiilista polttoainetta käyttäviä koneita. Tämä on mahdollista koulutuksen alkuvaiheessa. Ekologisemman ja turvallisemman virtuaalisen oppimisympäristön käyttö vähentää osaltaan hiilidioksidipäästöjä. Kun siirrytään ajoharjoitteluradalle ja sitä kautta maastoajoitteluun pitää muistaa, että metsäkoneiden moottorit ovat myös päästoluokittelun piirissä. Työkoneissa luokka on Stage ja nyt vuoden 2020 jälkeen tietyn tehoiset moottorit on oltava Stage V luokkaa. (Työkoneiden pakokaasupäästöjä säätelevä Stage-luokitus n.d.)

15 Jatkotutkimusideoita

Tähän tutkimukseen on jatkotutkimus mahdollisuuksia olemassa. Pelkästään simulaattoriopetukseen tarvitaan lisää realistisempia maastomallinnuksia, jotta maastojaksolla olevien leimikoiden haltuun ottamisen voisi aloittaa jo simulaattoreilla. Oppimisprosessi voisi olla näin tehokkaampaa. Jatkotutkimuksena selvitetäisiin, miten paljon tehokkaammin ja tuottavammin realistisella leimikolla saadaan puutavara lähikuljetettua, jos leimikko otetaan haltuun ensin simulaattorimallinnuksin kuin ilman simulaatioita. Jatkotutkimus voi käsitellä myös sitä, miten puutavaran varastointimallien simuloinnilla voitaisiin kehittää oppijoiden tuottavuutta tehokkuutta lähikuljetuksessa lastaus ja purku syklien avulla. Tutkimus kannattaisi tehdä aidoilla koneilla, koska oppijoiden mielenkiinto kasvaa siirryttäessä aitoon autenttiseen ympäristöön. Tällöin oppijoille voi olla turhauttavaa palata takaisin simulaattorimaailmaan ja suorituksia ei todennäköisesti tehdä tutkimuksen vaatimalla tasolla.

Myös simulaattoreista saatavan datan kokonaisvaltainen tutkiminen oppijan taitojen kehittymisessä, tuottavuuden ja tehokkuuden parantamisessa olisi jatkoa tälle tutkimustyölle. Tutkimusta käytettäisiin apuna simulaattoritehtävien ajantasaistamisessa ja taitojen opettamisessa.

Tekoälyn käyttö simulaattoritehtävien välittömän palautteen antajana olisi todennäköisesti myös jatkokehiteltävissä. Välittömän palautteen anto voisi mahdollisesti estää väärinoppimisen, koska

kouluttajat eivät kykene arvioimaan esimerkiksi keskeytettyjä tallentamattomia suoritteita. Tekoälyä voisi myös hyödyntää aidoilla koneilla aidoissa ympäristöissä esimerkiksi puutavaran laatua arvioitaessa harvesterin hakkuupään yhteydessä. Mahdollisuuksia on monia nykyteknologian aikakautena. Lahdenperän (2024) mukaan tekoäly pohjaisilla boteilla on vastuullisesti käytettynä lukuisia käyttömahdollisuuksia ohjauksessa.

Lähteet

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Vastapaino

Ammattilehti. Metsäkonekoulutuksen simulaatioalueen avajaisia vietetään torstainen 4.10. Valtimolla. Julkaistu 2.10.2018. Viitattu 14.12.2024. <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=141860>

Chen, I. J., Paulraj, A., Lado, A. 2004. Strategic purchasing, supply management and firm performance. *Journal of Operations Management* 22, 510. Viitattu 14.12.2024 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1016/S0272-6963%2804%2900069-5>. Wiley Online Library.

Creanex. Räätelöidyt koulutussimulaattorit. N.d. Viitattu 20.10.2024. <https://creanex.gofore.com/raataloidyt-koulutussimulaattorit/>

Forest Machine Magazine. Back to School and a visit to S. Kuittinen Oy, one of the biggest Finnish Forestry Contractor's. Julkaistu 10.12.2024. Viitattu 10.12.2024. <https://forestmachinemagazine.com/?s=valtimo>

GHG-protokolla ja päästöluokat (scope 1, scope 2 ja scope 3) 2023. Julkaistu 9.2.2023. Viitattu 22.10.2024. [https://ngsfinland.fi/GHG-protokolla-ja-paastoluokat-\(scope-1,-scope-2-ja-scope-3\)-NGS-Finland](https://ngsfinland.fi/GHG-protokolla-ja-paastoluokat-(scope-1,-scope-2-ja-scope-3)-NGS-Finland)

John Deere. Metsäkoneet/simulaattorit John Deeren sivustolla. N.d. Viitattu 20.10.2024. <https://www.deere.fi/fi/metsakoneet/simulaattorit/>

Kananen, J. 2008. Kvali: Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kananen, J. 2008. Kvantti: Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kokkarinen, J. 2013. Koneellinen puunkorjuu, Hallitusti hyvään tulokseen. Joensuu: Painokanava Oy

Kortelainen, H., Komonen, K., Laitinen, J., Valkokari, P., Hanski, J. 2021. Tietämysperusteinen elinjakson hallinta. Espoo: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.

Kääriäinen, H. 2020. Puunkorjuun polttoaineen kulutus ja sen mallinnus. Pro-Gradu tutkielma, Itä-Suomen yliopisto, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, Metsätieteiden osasto. viitattu 26.10.2024. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:uef-20200866>

Lahdenperä, E. 2024. Koulutettujen tekoälybottien mahdollisuudet opinnäytetyöhön. Julkaistu 10.9.2024 Jamk. Viitattu 15.12.2024. <https://arena.jamk.fi/fi/arena-pro/koulutettujen-tekoalybot-tien-mahdollisuudet-opinnaytetyon-ohjauksessa/>

Metsäkoulutus. Puutavaran lähikuljetuksen työskentelyä tehostetaan ja kehitetään. Julkaistu 1.3.2023. Viitattu 14.12.2024. <https://www.xn--metskoulutus-jcb.fi/puutavaran-lahikuljetuksen-tyoskentelya-tehostetaan-ja-kehitetaan/>

OPH-2882-2023, Metsäalan perustutkinto.N.d. Viitattu 16.11.2024. <https://eperusteet.opinto-polku.fi/#/fi/ammattillinenperustutkinto/8419761/tiedot>

Opetushallitus 2010. Käsikirja työpaikalla tapahtuvan oppimisen hyvien käytäntöjen siirtoon. Helsinki: Opetushallitus

Osaava Tredu 2021. Metsäalan koulutuksen oppimisympäristöä kehitetään yhteistyönä. julkaistu 26.08.2021. Viitattu 1.12.2024 <https://osaava.tredu.fi/2021/08/26/metsaalan-koulutuksen-oppimisymparistoa-kehitetaan-yhteistyona/>

Pohjois-Karjalan maakuntaliiton tiedotteet 2023. Pohjois-Karjalaista metsäosaamista Kanadaan. Julkaistu 18.09.2023. Viitattu 1.12.2024. <https://pohjois-karjala.fi/2023/09/pohjoiskarjalaista-metsaosaamista-kanadaan/>

Ponsse. Tuotteet/simulaattorit sivustolla. N.d. Viitattu 20.10.2024. <https://www.ponsse.com/fi/tuotteet/simulaattorit#/>

Riveria Riskienhallinnan vuosisuunnitelma ja työsuojelun toimintaohjelma 2022–2025. N.d. Viitattu 16.11.2024. livepky.sharepoint.com/sites/Palvelussuhdeasiat/Shared Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FPalvelussuhdeasiat%2FShared Documents%2FTyöhyvinvointi%2FRiskienhallinnan vuosisuunnitelma ja työsuojelun toimintaohjelma 2022 – 2025 %2Epdf&parent=%2Fsites%2FPalvelussuhdeasiat%2FShared Documents%2FTyöhyvinvointi

Saaranen, T., Koivula, M., Mikkonen, K., Hemberg, J., Salminen, L. 2023. Terveysalan opettajan käsikirja. Helsinki: Tietosanoma Oy

Salakari, H. 2004. Käytännön taitoja virtuaalisesti – Simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin kehittäminen. Lisensiaatintutkimus, Yliopisto. Tampereen yliopisto, Kasvatustiede, ammattikasvatus - Education, Vocational Education Kasvatustieteiden tiedekunta - Faculty of Education. Viitattu 20.10.2024 <https://urn.fi/urn:nbn:fi:uta-1-14396>

Salakari, H. 2007. Taitojen opetus. Eduskills Consulting. Saarijärvi: Saarijärven Offset

Salakari, H. 2009. Toiminta ja oppiminen- koulutuksen kehittämisen tulevaisuuden suuntaviivoja ja menetelmiä. Helsinki: Hakapaino Oy

Salakari, H. 2010. Simulaattorikouluttajan käsikirja. Helsinki: Hakapaino Oy

Sjöstedt, T. 2023. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitra. Viitattu 14.12.2024.
<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>.

Taitojen opetus 2020 operaattoriammateissa. N.d. Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä
1.1.2020-31.12.2023. viitattu 20.10.2024. <https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projekti-koodi=S21714>

Työkoneiden pakokaasupäästöjä säätelevä Stage-luokitus. Motiva.fi N.d. Viitattu 17.11.2024.
https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/tyokoneet

Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Helsinki: Metsälehti kustannus

Vuorinen, I. 2001. Tuhat tapaa opettaa: Menetelmäopas opettajille, kouluttajille ja ryhmän ohjajille. Tampere: Resurssi

Väinämö, J. 2023. Ammattiopisto Riveria aloittaa yhteistyön japanilaisen Kitamori kollegan kanssa. Viitattu 1.12.2024. <https://yle.fi/a/74-20013603>

Ylä-Jokisalo, V.2020. Kustannustietoisuuden avulla kustannustehokkaammaksi. Pro-Gradu tutkielma, Vaasan yliopisto, Kauppatiede, Akateeminen yksikkö. Viitattu 20.10.2024
<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202003208703>

Liitteet

Liite 1. Tutkimuksen data-aineisto

1. Testiharjoite 1/3

Tavoite ar- vot	5 min	2,5	280 m	0,75	0,80
Osallistujat	Puomiaika min	Puomin liikkeet	Puomin matka x 100 m	Puomin hallinta	Kuorman laatu
Keskiarvo	4,66	2,65	2,68	0,74	0,74
1	4,37	2,89	2,56	0,77	0,77
2	3,36	3,26	2,42	0,78	0,78
3	3,85	2,74	2,33	0,76	0,76
4	3,95	2,37	2,88	0,63	0,63
5	4,14	2,91	2,80	0,73	0,73
6	4,05	3,01	2,38	0,76	0,76
7	3,97	2,88	2,60	0,76	0,76
8	4,10	3,04	2,33	0,76	0,76
9	2,48	2,69	2,14	0,77	0,77
10	3,47	2,95	2,66	0,76	0,76
11	4,87	2,92	2,70	0,78	0,78
12	10,03	1,78	4,48	0,67	0,67
13	7,48	2,19	4,19	0,69	0,69
14	3,88	3,15	2,75	0,76	0,76
15	4,91	3,07	2,21	0,75	0,75
16	4,02	2,91	2,65	0,77	0,77
17	2,91	3,18	2,71	0,80	0,80
18	4,43	2,76	2,63	0,75	0,75
19	4,11	2,07	2,59	0,79	0,79
20	4,04	2,79	2,56	0,75	0,75
21	4,82	2,59	2,45	0,76	0,76
22	4,42	2,89	2,64	0,75	0,75
23	4,39	2,74	2,30	0,75	0,75
24	4,84	2,59	2,04	0,8	0,8
25	2,59	2,11	2,29	0,81	0,81
26	5,75	2,43	2,77	0,70	0,70
27	4,98	1,89	3,02	0,68	0,68
28	6,89	1,57	2,56	0,69	0,69
29	7,02	2,43	3,08	0,59	0,59
30	5,66	2,65	2,78	0,55	0,55
min	2,48	1,57	204 m	0,55	0,55
max	10,03	3,26	448 m	0,81	0,81

1. Testiharjoite 2/3

Tavoite ar- vot	5 min	2,5	280 m	0,75	0,90
Osallistujat	Puomiaika min	Puomin liikkeet	Puomin matka x 100 m	Puomin hallinta	Kuoman laatu
Keskiarvo	4,35	2,83	2,62	0,74	0,88
1	4,37	2,89	2,56	0,77	0,95
2	3,36	3,26	2,42	0,78	0,88
3	2,92	2,68	1,87	0,78	0,91
4	2,81	3,05	2,14	0,74	0,85
5	4,14	2,91	2,80	0,73	0,88
6	4,98	2,90	2,51	0,76	0,94
7	3,81	2,99	2,65	0,82	0,81
8	4,32	2,98	2,54	0,70	0,91
9	2,48	3,69	2,14	0,77	1,00
10	3,33	3,11	2,43	0,80	0,90
11	4,87	2,92	2,70	0,78	0,86
12	6,97	2,59	3,87	0,67	0,96
13	4,70	2,66	2,76	0,74	0,81
14	3,88	3,15	2,74	0,76	0,93
15	4,56	2,81	2,11	0,78	0,90
16	4,02	2,90	2,65	0,77	0,93
17	4,39	2,74	2,63	0,75	0,85
18	4,99	2,71	2,75	0,75	0,95
19	4,11	3,07	2,59	0,79	0,90
20	3,43	2,95	2,88	0,70	0,96
21	4,82	2,59	2,44	0,76	0,96
22	4,42	2,89	2,63	0,75	0,96
23	4,39	2,74	2,63	0,75	0,85
24	5,77	2,52	2,92	0,79	0,68
25	4,79	2,59	2,43	0,76	0,91
26	4,05	3,05	2,79	0,76	0,94
27	4,46	2,86	2,50	0,78	0,96
28	6,53	1,20	2,94	0,34	0,40
29	4,43	2,73	2,77	0,72	0,92
30	4,33	2,67	2,79	0,74	0,83
min	2,48	1,20	187 m	0,34	0,40
max	6,97	3,69	387 m	0,82	1,00

1. Testiharjoitus 3/3

Tavoite ar- vot	5 min	2,5	280 m	0,75	0,90
Osallistujat Keskiarvo	Puomiaika min 3,92	Puomin liikkeet 2,98	Puomin matka 251	Puomin hallinta 0,78	Kuorman laatu 0,93
1	4,37	2,89	2,56	0,77	0,95
2	3,36	3,26	2,42	0,78	0,88
3	3,19	2,92	1,88	0,76	0,88
4	2,88	3,08	2,24	0,75	0,96
5	3,06	3,21	2,42	0,79	0,95
6	3,85	3,09	2,66	0,77	0,93
7	4,05	3,05	2,79	0,76	0,94
8	4,10	3,04	2,33	0,76	0,94
9	4,72	2,89	2,47	0,77	0,97
10	3,91	2,91	2,76	0,81	0,95
11	4,86	2,92	2,69	0,78	0,86
12	4,08	3,01	2,53	0,76	0,8
13	4,56	2,69	2,61	0,77	0,92
14	3,82	3,22	2,67	0,78	0,79
15	4,91	3,07	2,21	0,75	0,96
16	3,95	2,7	2,73	0,77	0,91
17	3,79	3,04	2,51	0,78	0,95
18	3,93	2,93	2,29	0,75	0,94
19	3,77	2,94	2,50	0,76	0,94
20	3,49	3	2,50	0,76	0,95
21	3,06	3,15	2,41	0,75	0,93
22	4,42	2,89	2,64	0,75	0,95
23	4,23	3,12	2,63	0,93	0,92
24	4,84	2,59	2,60	0,8	0,89
25	3,87	2,74	2,27	0,75	0,95
26	2,91	3,18	2,71	0,8	0,93
27	4,05	3	2,54	0,76	0,97
28	3,97	2,88	2,60	0,76	0,98
29	4,43	2,78	2,63	0,75	0,94
30	3,11	3,17	2,56	0,89	0,99
min	2,88	2,59	279 m	0,75	0,79
max	4,91	3,26	387 m	0,93	0,99

2. Testiharjoitus 1/3

Tavoite ar- vot	2,5	500 m	0.70	0.70	15
Osallistujat	Puomin liikkeet	Puominmatka x 100 m	Puomin hal- linta	Kuorman laatu	Työpisteet
Keskiarvo	2,54	4,79	0,65	0,64	13
1	2,43	4,24	0,62	0,11	7
2	2,59	4,70	0,70	0,71	12
3	2,43	3,99	0,55	0,50	12
4	2,36	4,54	0,61	0,55	11
5	2,50	4,33	0,62	0,49	14
6	3,37	4,92	0,69	0,73	8
7	2,56	4,84	0,74	0,80	14
8	2,11	4,27	0,61	0,30	3
9	2,53	3,92	0,70	0,75	15
10	2,56	5,93	0,65	0,56	16
11	2,67	4,85	0,64	0,72	13
12	2,56	4,86	0,62	0,60	16
13	2,42	4,49	0,64	0,48	5
14	2,56	4,41	0,64	0,79	13
15	2,29	6,27	0,58	0,63	16
16	2,82	3,51	0,75	0,91	15
17	2,89	4,61	0,70	0,72	11
18	2,61	4,49	0,65	0,75	11
19	2,53	3,99	0,70	0,75	15
20	2,40	7,58	0,67	0,56	11
21	2,49	4,69	0,62	0,70	13
22	2,74	3,85	0,65	0,67	17
23	2,50	4,77	0,75	0,76	15
24	2,75	3,69	0,62	0,71	12
25	2,07	6,13	0,55	0,71	16
26	2,50	6,15	0,70	0,70	15
27	2,40	4,85	0,62	0,65	13
28	2,60	4,30	0,78	0,40	14
29	2,70	5,70	0,55	0,79	17
30	2,30	4,95	0,72	0,68	13
min	2,11	351	0,55	0,11	3
max	3,37	758	0,78	0,91	17

2. Testiharjoitus 2/3

Tavoite ar- vot	2,5	500 m	0.70	0.70	15
Osallistujat	Puomin liikkeet	Puominmatka x 100 m	Puomin hal- linta	Kuorman laatu	Työpisteet
Keskiarvo	2,57	4,61	0,67	0,67	16
1	2,75	4,57	0,62	0,60	15
2	2,54	4,78	0,71	0,75	14
3	2,89	4,89	0,72	0,56	14
4	2,54	4,12	0,71	0,68	14
5	2,48	4,90	0,69	0,71	17
6	2,72	4,56	0,68	0,72	16
7	2,43	4,67	0,62	0,64	16
8	2,41	5,08	0,71	0,54	15
9	2,46	3,78	0,73	0,75	14
10	2,59	4,89	0,69	0,75	15
11	2,59	3,98	0,63	0,63	16
12	2,45	4,67	0,71	0,69	16
13	2,34	4,90	0,67	0,74	18
14	2,43	4,90	0,61	0,79	14
15	2,63	4,97	0,71	0,71	14
16	2,65	4,12	0,48	0,81	15
17	2,75	4,78	0,73	0,74	15
18	2,55	4,78	0,61	0,61	18
19	2,57	4,89	0,72	0,59	15
20	2,73	4,09	0,71	0,61	18
21	2,56	3,14	0,61	0,71	15
22	2,67	4,10	0,70	0,53	16
23	2,64	4,90	0,63	0,69	15
24	2,63	4,24	0,61	0,59	15
25	2,61	4,93	0,62	0,80	15
26	2,51	4,64	0,71	0,68	16
27	2,53	5,78	0,61	0,69	17
28	2,54	4,90	0,75	0,70	15
29	2,46	4,21	0,66	0,58	15
30	2,52	5,16	0,72	0,62	18
min	2,34	378 m	0,48	0,53	14
max	2,89	578 m	0,73	0,81	18

2. Testiharjoitus 3/3

Tavoite ar- vot	2,5	500 m	0,70	0,70	15
Osallistujat	Puomin liikkeet	Puominmatka x 100 m	Puomin hal- linta	Kuorman laatu	Työpisteet
Keskiarvo	2,65	4,28	0,72	0,77	14
1	2,54	4,30	0,63	0,80	13
2	2,67	4,45	0,78	0,87	13
3	2,73	4,70	0,70	0,80	14
4	2,84	3,54	0,71	0,76	14
5	2,68	4,47	0,70	0,75	14
6	2,82	4,10	0,68	0,78	13
7	2,73	3,71	0,64	0,69	14
8	2,51	4,96	0,76	0,85	15
9	2,56	3,29	0,77	0,78	14
10	2,69	4,35	0,84	0,71	15
11	2,69	4,77	0,68	0,73	14
12	2,75	4,51	0,74	0,89	15
13	2,56	4,44	0,70	0,84	11
14	2,67	4,31	0,66	0,89	14
15	2,68	4,68	0,78	0,78	14
16	2,98	3,43	0,80	0,96	15
17	2,91	3,54	0,78	0,79	15
18	2,57	3,72	0,68	0,71	12
19	2,65	3,68	0,78	0,80	15
20	2,55	4,89	0,78	0,67	15
21	2,58	4,56	0,65	0,78	15
22	2,96	3,29	0,74	0,56	13
23	2,50	4,17	0,73	0,76	15
24	2,76	3,76	0,67	0,74	15
25	2,07	4,32	0,65	0,71	15
26	2,60	4,95	0,74	0,73	14
27	2,48	4,79	0,65	0,66	14
28	2,62	4,25	0,79	0,76	15
29	2,78	5,78	0,60	0,80	15
30	2,45	4,80	0,74	0,69	14
min	2,07	329 m	0,60	0,56	12
max	2,98	578 m	0,84	0,96	15

3. Testiharjoitus 1/3

Osallistujat	Koneaika /kuorma min	Sykli aika lastaus	Lastausvauhti m ³ /h	Sykli aika purku	Purkuvauhti m ³ /h
Keskiarvo	7,5	43,8	32,21	49,86	52,73
1	8,36	52,9	24,8	57,6	31,9
2	4,15	34,2	41,3	38,2	68,6
3	3,41	27,8	41,3	30,9	84,8
4	18,38	38,8	33,7	33,8	71,2
5	5,04	32,6	35,2	35,5	64,6
6	6,31	39,7	27,4	43,6	39,9
7	4,53	33,1	39,7	47,8	48,1
8	5,22	47,4	43,5	29,8	60,4
9	7,29	59,6	23,5	66,5	52,6
10	10,44	38,6	31,7	48,1	54,6
11	6,38	50,5	25,1	59,5	49,5
12	9,14	44,2	24,2	92,1	32,5
13	8,14	49,89	34,5	57,34	56,7
14	7,31	54,76	32,4	49,54	43,67
15	8,36	52,9	24,8	57,6	31,9
min	3,41 min	27,80 sek	23,50 m ³ /h	29,80 sek	31,90 m ³ /h
max	18,38 min	59,60 sek	43,50 m ³ /h	92,10 sek	84,80 m ³ /h

3. Testiharjoitus 2/3

Osallistujat	Koneaika /kuorma min	Sykli aika lastaus	Lastausvauhti m ³ /h	Sykli aika purku sek	Purkuvauhti m ³ /h
Keskiarvo	5,72	37,97	34,97	47,95	55,15
1	4,3	23,3	43	29,3	79,3
2	4,15	34,2	41,3	38,2	68,6
3	5,54	45,1	30,5	52,3	42,8
4	3,45	24,2	30,6	54,2	75,3
5	3,43	27,5	47,7	29,8	68,7
6	4,38	35,9	41,2	40,1	55,6
7	4,25	36,9	33,8	37,6	82,8
8	5,2	36,7	33,6	48,6	44,4
9	8,36	52,9	24,8	57,6	31,9
10	9,14	44,2	24,2	92,1	32,5
11	7,19	45,12	36,4	53,46	58,6

12	7,31	54,76	32,4	49,54	43,6
13	6,54	37,5	34,56	46,87	45,8
14	6,12	34,5	36,86	43,93	49,4
15	6,41	36,7	33,56	45,67	47,9
min	3,43 min	24,20 sek	24,20 m ³ /h	29,30 sek	31,90 m ³ /h
max	9,14 min	52,90 sek	47,70 m ³ /h	92,10 sek	82,80 m ³ /h

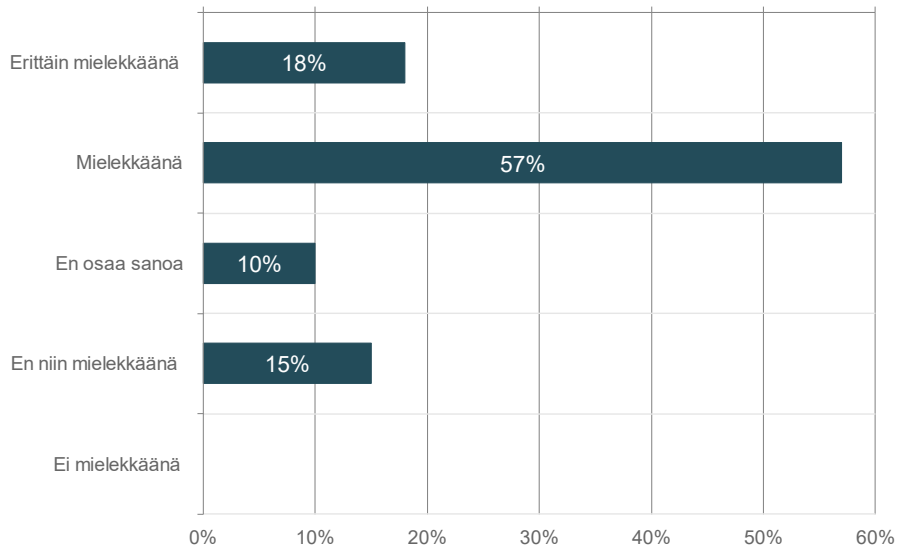
3. Testiharjoitus 3/3

Osallistujat	Koneaika /kuorma min	Sykli aika lastaus	Lastausvauhti m ³ /h	Sykli aika purku	Purkuvauhti m ³ /h
Keskiarvo	5,1	34,02	41,26	34,77	76,45
1	3,15	32,09	44,1	19,3	135,9
2	4,15	34,2	41,3	38,2	68,6
3	3,41	27,8	41,3	30,9	84,8
4	7,38	38,8	33,7	33,8	71,2
5	5,04	32,6	35,2	35,5	64,6
6	6,31	39,7	27,4	43,6	39,9
7	4,53	33,1	39,7	37,8	48,1
8	5,22	41,4	43,5	29,8	60,4
9	7,29	39,2	23,5	47,7	52,6
10	6,44	38,6	31,7	48,1	54,6
11	6,38	38,5	25,1	39,5	49,5
12	7,22	30,8	95	29,1	105,7
13	3,01	26,2	46,6	22,2	138,4
14	3,41	27,8	41,3	30,9	84,01
15	3,49	29,5	49,43	35,1	88,45
min	3,01 min	26,20 sek	23,50 m ³ /h	19,30 sek	39,90 m ³ /h
max	7,38 min	41,40 sek	95 m ³ /h	47,70 sek	138,40 m ³ /h

Liite 2. Webropol-kyselyn vastaukset

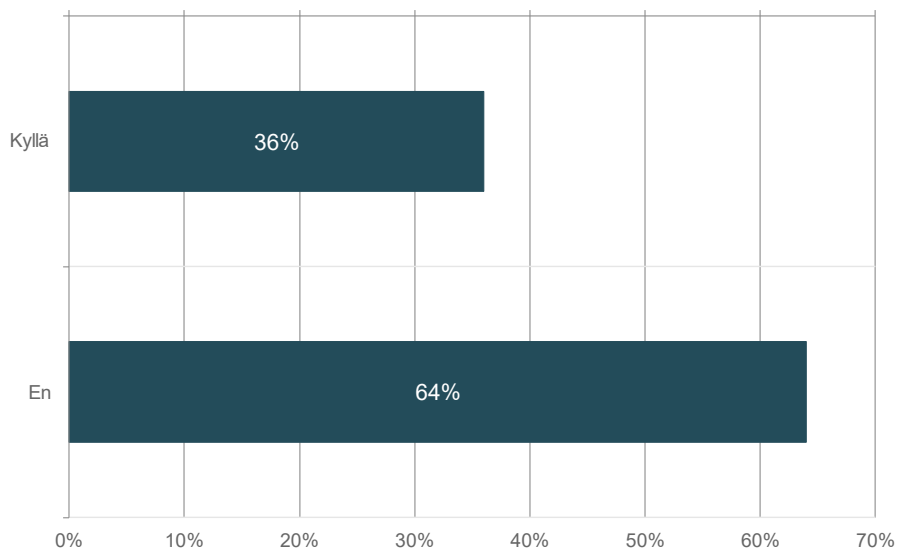
Kuinka mielekkäänä koet metsäkonesimulaattorin käytön osana koulutusta?

Vastaajien määrä: 39



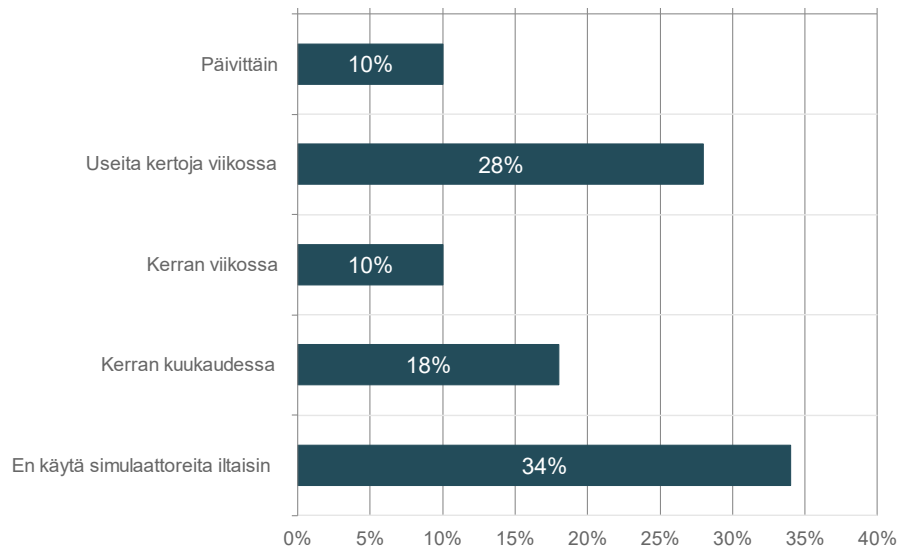
Oletko käyttänyt simulaattoreita ennen koulutusta?

Vastaajien määrä: 39



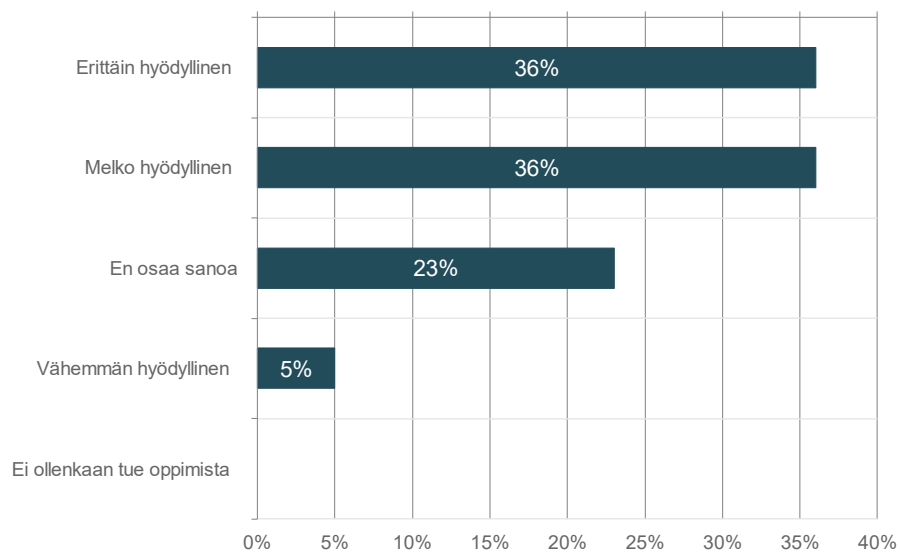
Kuinka usein käytät simulaattoreita iltaisin

Vastaajien määrä: 39



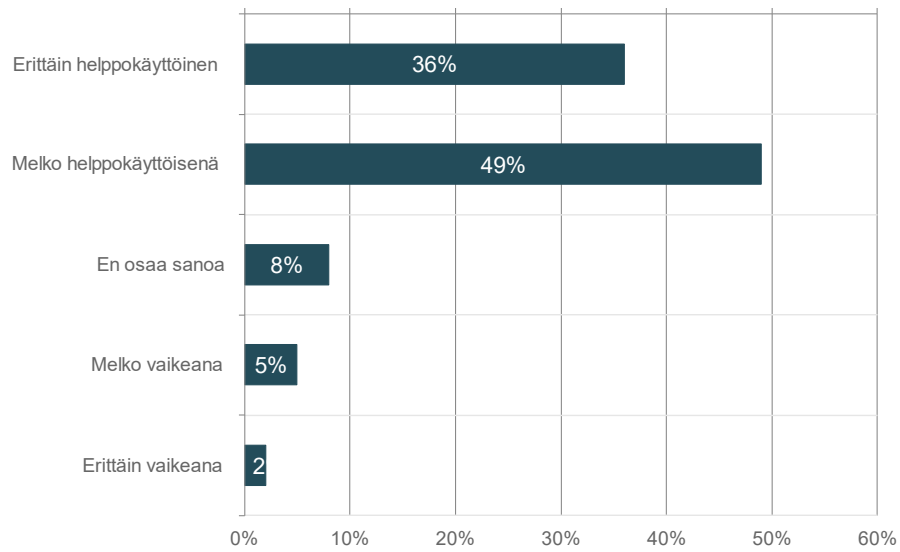
Miten arvioit harjoitusten hyödyllisyyden oppimisessäsi?

Vastaajien määrä: 39



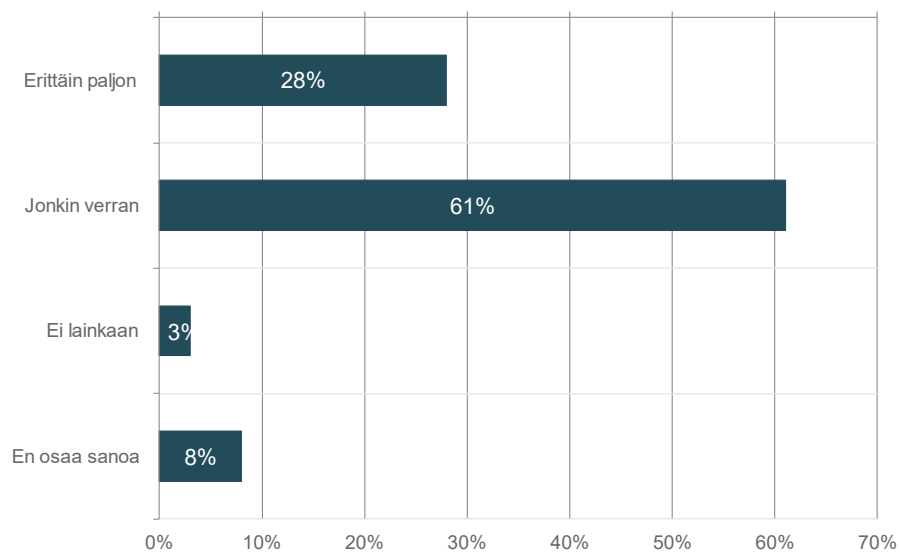
Kuinka helppokäyttöisenä koet simulaattorit?

Vastaajien määrä: 39



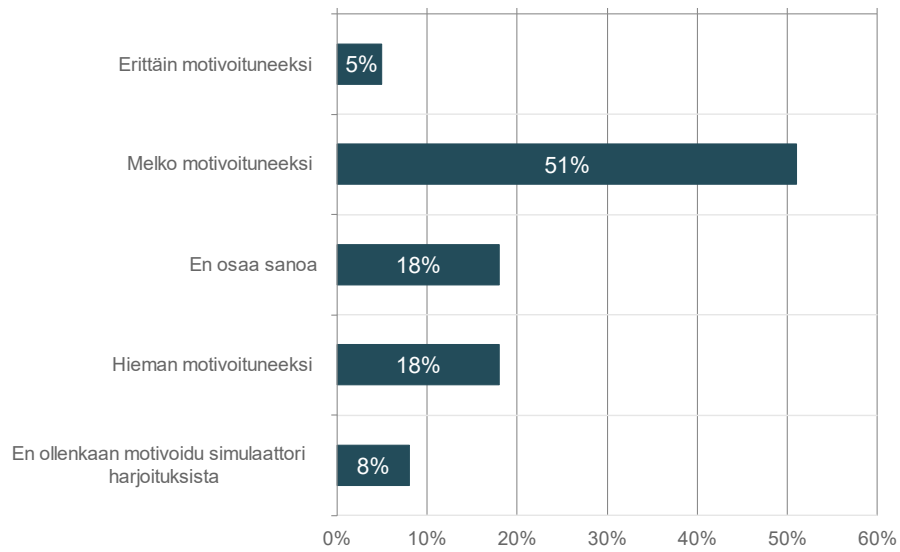
Koetko, että metsäkonesimulaattori auttaa sinua kehittämään ammattitaitoasi metsäkoneenkuljettajana?

Vastaajien määrä: 39



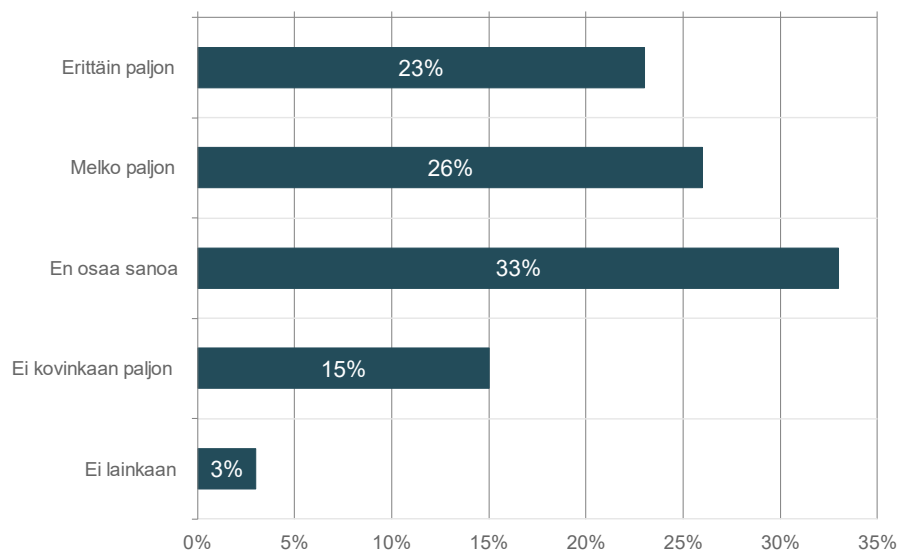
Kuinka motivoituneeksi tunnet itsesi simulaattoria käyttäessäsi?

Vastaajien määrä: 39



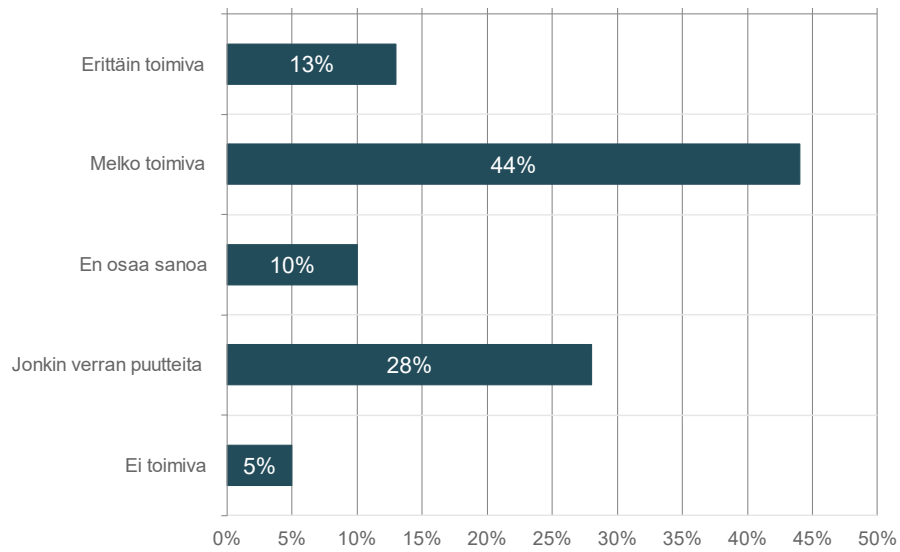
Miten koet, että simulaattoriharjoittelua tukee käytännön työskentelyäsi metsässä?

Vastaajien määrä: 39

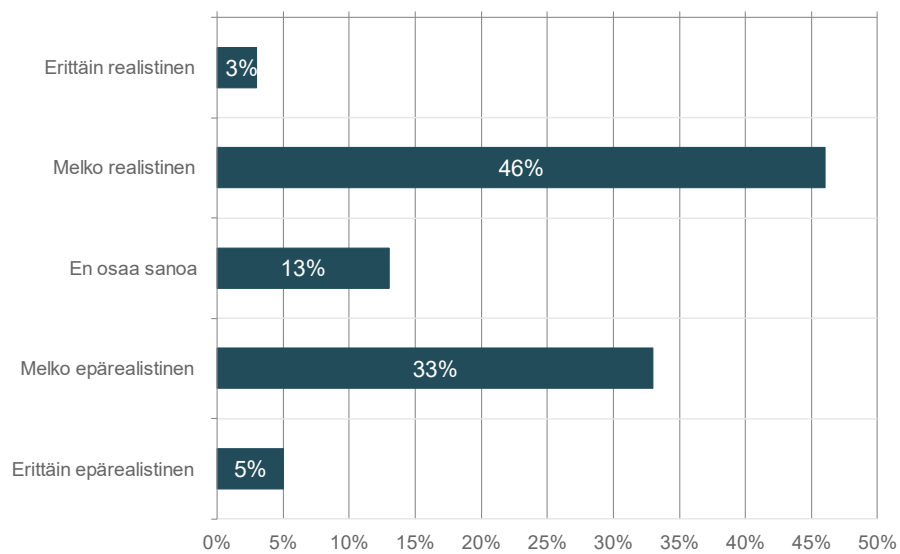


Miten toimivaksi arvioisit metsäkonesimulaattorin ominaisuudet (esim. grafiikka, liikkeet, vasteaika)?

Vastaajien määrä: 39

**Onko simulaattorin käyttöympäristö realistinen**

Vastaajien määrä: 39



Liite 3. Webropol-kyselyn avoimet kysymykset

Mitä parannettavaa näkisit simulaattoreissa?

Etäisyydet realistisemmiksi

En mitään

Ei mitään.

Grafiikat, sekä realistisempi puuhun tarttumisen, sekä puiden tasaaminen voisi olla myös realistisempi.

Grafiikoita voisi parantaa

Ja etäisyyksien hahmottaminen välillä vaikeaa

Grafiikat saisi olla paljon paremmat ja hahmottaminen saisi olla helpompaa

Etäisyyksien hahmottaminen on vaikeaa

Ei tule mieleen

Enemmän 3D ulottuvuutta

Enemmän kaapeleita, että voi olla samoissa mapeissa ja eri merkin koneita

Kaarevat näytöt

Etäisyyksiä on vaikea hahmottaa. Tuota voisi parannella

Enemmän kettä simulaattoreita

Paremmat grafiikat ja enemmän erilaisia tehtäviä ja ponsse ajokone simulaattori ois hyvä olla

Ne ovat liian herkkiä, kun tehtävissä se on niin tarkkaa.

Syvyyttä paremmaksi, moniteholaseilla ei oikein tahdo havainnoida syvyyttä harjoituksissa

Olisiko mielestäsi simulaattoreilla oppiminen mielekkäämpää, jos saisit osallistua harjoitteiden luomiseen?

Ei

En usko

Enpä usko.

Ehkä hieman

Silloin toki ymmärtäisi paremmin mitä pitää tehdä

Ei

En osaa sanoa

Kyllä

Ei

En osaa sanoa

Kyllä

Eipä juuri

Ei olisi

Ei

Enpä tiedä

Saattaisipa ollakin