

Osmo Pyykkönen

Kuljettajakoulutuksen kustannustehokkaat vaiheistetun opetuksen ratkaisut

Opinnäytetyö

Teknologiaosaamisen
johtaminen

Kevät 2023



**KAMK • University
of Applied Sciences**

Tiivistelmä

Tekijä(t): Pyykkönen Osmo

Työn nimi: Kuljettajakoulutuksen kustannustehokkaat vaiheistetun opetuksen ratkaisut

Tutkintonimike: Insinööri YAMK, Teknologiaosaamisen johtaminen

Asiasanat: simulaattori, simulaattoriopetus, simulaattoripedagogiikka, ammatillisen koulutuksen kustannukset, metsäkoneala, maarakennuskoneala, kaivosala.

Tämän työn toimeksiantaja on Koulutuskuntayhtymä OSAO (myöhemmin OSAO), Taivalkosken yksikkö. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää metsäkoneen, maarakennuskoneen ja kaivosalan kuljettajien simulaatio-opetuksen ja fyysisen työkoneopetuksen vaikutusta kuljettajaopetuksen kustannuksiin. Tutkimus on osa Koulutuskuntayhtymä OSAOn rakenteellisiin ja toiminnallisiin muutoksiin liittyvää toimintaympäristöjen muutosta, jossa selvitetään opetukseen kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä eri osaamispalvelun sektoreilla.

Tutkimuksessa käsitellään teoreettisessa viitekehyksessä ammatillisen koulutuksen rahoituksen ja rahoituslainsäädännön muutoksia vuodesta 2015, pedagogisia oppimiskäsityksiä ja simuloitua opetusta. Lähdeaineisto on tiivistetty opetus- ja kulttuuriministeriön (OKM) ja opetushallituksen (OPH) web-sivuilta ja OSAO-intrasta. Viitekehyksessä oppimiskäsityksiin ja simuloituun opetukseen liittyvät alakohtaiset kirjallisuustutkimukset ovat vähäisiä. Tämän vuoksi kirjallisuus tarkastelu perustuu suurelta osin artikkeleihin ja web-sivujen tutkimukseen.

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, josta tehtiin dokumenttianalyysi OSAOn metsä-, maarakennus- ja kaivoskoneiden opetuksen muuttuvista kustannuksista Taivalkosken yksikössä vuodelta 2022. Todettujen kustannusten avulla verrattiin simuloitun opetuksen kustannusvaikutusta fyysiseen koneopetukseen. Tutkimuksessa tehtiin vertaisarviointia (benchmarking menetelmällä) kahden metsäkoneopetusta järjestävän koulutuksenjärjestäjän oppimisympäristöihin Pohjois-Karjalan Koulutuskuntayhtymä Riveria ja Rovaniemen Koulutuskuntayhtymä Redu. Opetusmenetelmiä vertaisarvioitiin laitetoimittajan simulaattoriympäristöihin, josta laadittiin esitys teoria-, simulaattoriopetuksen ja fyysisen työkoneen käytön harjoittelun sekä yrityksissä tapahtuvien harjoitusten toteuttamiseksi. Opetuksesta vastaavat konetiimit jalostavat osaamisalakohtaisesti konetiimissä tuntikehyksen teoreettisen tiedon ja soveltavan opetuksen välille.

Tutkimuksen kysymykset:

1. Mitkä ovat kuljettajakoulutuksen kustannustehokkaat opetusratkaisut?
2. Mitä ovat simulaattoriopetuksen toteutustavat työkoneiden kuljettajaopetuksessa ja oppimistulokset?

Tutkimuksen perusteella simulaattorioppimisympäristössä tapahtuvalla opetuksella saadaan parannettua kustannustehokkuutta verrattuna fyysiseen työkoneopetukseen verrattuna. Huomattava osa perustaidoista ja riittävän korkea kuljettajan tehtäviin kuuluva osaaminen voidaan saavuttaa alhaisemmillä kustannuksilla. Simulaattoriympäristössä toistojen määrää lisäämällä perusmotoriikka kehittyy autonomian tasolle ja osaaminen on riittävä ennen kuin oppija siirtyy fyysiseen konetyöhön oppilaitoksen harjoitteluympäristöön tai työelämäjaksolle yritykseen.

Abstract

Author(s): Pyykkönen Osmo

Title of the Publication: Cost-effective phased teaching solutions for driver training

Degree Title: Master of Engineering, Technology competence

Keywords: simulator, simulator teaching, simulator pedagogy, costs of vocational training, forest machinery industry, construction machinery industry, mining industry.

This work is commissioned by the Joint Authority for Education OSAO (later OSAO), a unit of Taivalkoski. The aim of the study was to investigate the impact of simulation and physical machine training on the costs of driver training for forest machines, construction machines and mining operators. The study is part of the change in operating environments related to structural and functional changes in the OSAO Joint Authority for Education, which examines the factors affecting the costs of teaching in different competence service sectors.

In a theoretical framework, the study discusses changes in the funding of vocational education and training and funding legislation since 2015, pedagogical concepts of learning and simulated teaching. The source material has been summarized from the websites of the Ministry of Education and Culture (OKM) and the Finnish National Agency for Education (OPH) and from the OSAO intranet. In the framework, field-specific literature studies related to learning concepts and simulated teaching are limited. Because of this, literature review is largely based on articles and web page research.

The study was carried out as a case study with a documentary analysis of the variable costs of teaching OSAO forest, construction and mining machinery at the Taivalkoski unit in 2022. The observed costs were used to compare the cost impact of simulated teaching with physical machine teaching. In the study, peer review (benchmarking) was carried out in the learning environments of two training providers arranging forest machine training: Riveria and Rovaniemi Joint Authority for Education Redu. The teaching methods were peer-evaluated in the equipment supplier's simulator environments, from which a proposal was drawn up for the implementation of theory, simulator teaching, practice in the use of a physical work machine and exercises in companies. The machine teams responsible for teaching refine the lesson framework between theoretical knowledge and applied teaching in the machine team by field of expertise.

Research questions:

1. What are the cost-effective training solutions for driver training?
2. What are the implementation methods of simulator training in machine operator training and the learning results?

Based on the study, teaching in a simulator learning environment improves cost-efficiency compared to physical machine teaching. A significant part of the basic skills and a sufficiently high level of competence for the driver's duties can be achieved at a lower cost. In the simulator environment, by increasing the number of repetitions, basic motor skills develop to the level of autonomy and competence is sufficient before the learner moves on to physical machine work in the training environment of the educational institution or for a period of working life in a company.

Alkusanat

Tämän opinnäytetyön aikana olen saanut tietoa työkonealojen kustannusten muodostumisen mekanismeista ja kustannusten suuruudesta sekä kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä. Tehtävässäni kustannustietous edesauttaa insinöörintehtävissäni arvioimaan kustannusvaikutuksia ja arvioimaan kustannustehokkuutta työssäni. Yhteistyö eri toimijoiden kanssa oli palkitsevaa, kun tietämystä sain riittävästi tutkimustyöni tekemiseen.

Haluan kiittää Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymän ja Rovaniemen koulutuskuntayhtymän simulaattoriympäristöihin perehtyneitä henkilöitä kokemusten jakamisesta. Samalla kiitän Koulutuskuntayhtymä OSAOn hallintohenkilöitä esiin nostetuista tutkimustyötä edistävästä kannanotoista ja kannustuksesta.

Kajaanissa 30.7.2023

Osmo Pyykkönen

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO.....	1
2 AMMATILLINEN KOULUTUS.....	4
2.1 Rahoitusjärjestelmä.....	4
2.2 Toimenpidesuunnitelma	6
2.3 Tuloksellisuus rahoitus	6
2.4 Opiskelijan osaamisperusteisuus ohjaa rahoitusta.....	7
2.5 Valtionosuusrahoitus	9
2.6 Oppivelvollisuuden laajeneminen.....	11
2.7 Profiilikerroin ja kustannusryhmät.....	12
3 PEDAGOGIIKKA	14
3.1 Oppimiskäsitykset	14
3.2 Digitalisaatio, Tekniikka ja liikenne - ammatilliset opinnot.....	16
3.3 Simulaattorit toiminnanohjausjärjestelmän osana.....	18
4 SIMULAATTORI OPETUS	19
4.1 Tietokonesimuloinnin vaikutus opiskelijan suoritukseen	19
4.2 Simulaattoriopetus eri oppimisympäristöissä.....	20
4.2.1 Simulaattoriopetus fysiikan opetuksessa.....	21
4.2.2 Simulaattorit liikenneopetuksessa	22
4.2.3 Simulaattorit B-kuljettajaopetuksessa	23
4.2.4 Simulaattorit B-kuljettajaopetuksessa	25
4.2.5 Simulaatio-opetus hoitoalalla	27
4.2.6 Digitalisaation tila ammatillisessa koulutuksessa	28
5 TUTKIMUSONGELMA JA -MENETELMÄT	32
5.1 Tutkimusongelma.....	32
5.2 Tutkimustyön tavoite ja rajaukset.....	32
5.3 Tutkimusaineisto	34
5.4 Tutkimuksen toteuttaminen	34
5.5 Tutkimusmenetelmät.....	36
5.6 Tulokset ja niiden hyödyntäminen.....	37
6 TULOKSET	38
6.1 Valtionosuusrahoituksen muutoksien vaikutus opetukseen	38

6.2	Metsäkonealan simulaattoriympäristö	39
6.3	Maarakennuskoneen kuljetuksen simulaattoriympäristö	43
6.4	Kaivosalan simulaattoriympäristö	46
6.5	Laitetoimittajien simulaattoriympäristöt	46
6.6	Opetuksen kustannusosuudet	47
7	ESITYS SIMULAATTORIOPETUKSEN TOTEUTUKSESTA	49
7.1	Fyysisen koneopetuksen korvaaminen simulaattoriopetuksella	50
8	TULOSTEN ARVIOINTI	53
8.1	Tutkimusaineiston kerääminen	53
8.2	Opetussimulaattoritutkimukset	53
8.3	Kuljettajakoulutuksen kustannukset	54
9	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	55
9.1	Luotettavuus	55
9.2	Tutkimustyöni	57
10	EHDOTUS JATKOKEHITTÄMISELLE	58
10.1	Hajasijoitetun koneopetuksen keskittäminen	59
10.2	Toiminnanohjausjärjestelmän kehittäminen simulaatioympäristössä	62
10.3	Digitaalisten oppimisalustojen hyödyntäminen	64
11	LÄHDELUETTELO	66

Liitteet

1 JOHDANTO

Viime vuosien nopea teknologian kehittyminen ja teollisen tuotannon kustannusrakenteen voimakas kasvu eri yhteiskunnan sektoreilla on aiheuttanut sen, että on etsittävä uusia toiminta- ja toteutusmalleja elinkeinoelämän rakenteissa. Kustannusten kehittyminen ei rajoitu pelkästään kansalliselle tasolle. Euroopan talousalueella vallitsevat erilaiset energian tuotantoon ja ilmasto-
politiikkaan liittyvät tekijät, joiden vaikutusalue ulottuu myös Suomeen.

Yksi voimakkaimmista elinkeinoelämään vaikuttavista tekijöistä oli korona pandemia, joka kosketti niin elinkeinoelämän työntekijöitä kuin opiskelevia oppijoita. Tämän seurauksena oli löydetty uudenlaisia verkkoympäristössä tapahtuvan opetuksen ja oppimisen keinoja. Elinkeinoelämässä työntekijät vuorottelivat työtehtäviä välttääkseen tartuntatauti riskin. Työpaikat ja työtehtävät, jossa oli mahdollisuus tehdä työtä kotona verkko- ja pilvipalveluiden kautta, mahdollistettiin suurimmassa osassa yrityksissä. Suomen koulujärjestelmässä noudatettiin samaa toimintaperiaatetta. Onnistuneiden etäkokemusten seurauksena etätyö- ja opetus on jäänyt osaksi toimintakulttuuria pysyväksi tavaksi toimia. Etätyössä ja -opiskelussa havaittiin sekä heikkouksia että vahvuuksia. Heikkouksina koettiin ohjauksen puutteellisuus, sosiaalinen vuorovaikutus ja vahvuutena digitalisoinnin kautta tulevat toimintojen nopeus. Useilla toimialoilla havaittiin työtehokkuuden lisääntyneen, kun työhön liittyviä häiriötekijöitä ja keskeytyksiä oli vähemmän. Globaalissa tarkastelussa todetaan pandemian nopeuttaneen ja kiihdyttäneen muutoksia. Yhteiskunnallinen käyttäytymisen muutos olisi muutoinkin ollut edessäpäin oleva toimenpide korkean teknologian yhteiskunnassa (Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta 1/2020).

Oppilaitokset eri kouluasteilla suuntaavat ja kehittävät tehokkaampia opiskelijoita paremmin tuottavia opiskelun suorittamista koskevia opiskelupalveluja. Moderneihin oppimisalustoihin liitetyt digilaitteet verkkosovelluksineen mahdollistavat erilaisten pedagogisten opetusmenetelmien käytön. Perinteinen luokkaopettajuus ei yksistään ja erillään ole enää pedagogisesti osaamisen tuottamista palveleva opetuksen muoto korkeasti kehittyneessä teknologiayhteiskunnassa.

Opetus- ja kulttuuriministeriö lainsäätäjän velvoittamana ja opetushallitus täytäntöön panevana viranomaisena edellyttää koulutuksen järjestäjiltä aikaisempaa enemmän oppimisprosessiin liittyvien arviointi- ja toteutussuunnitelmien järjestelmällistä noudattamista. Oppimisprosessiin liittyy myös oppijan osaamisperusteisuus, urasuunnittelu ja henkilökohtainen opiskelusuunnitelma, jota tulee opintojen edetessä analysoida ja hyödyntää opetuksen ja oppimisen kehittämisessä.

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta julkaisusarjassa (Osaamisperusteisuuden tila julkaisusarja 85/2017, s. 126–132.) toteaa hyvän käytännön opetuksen olevan ammatillista koulutusta edistävä tapa käsitteellistää, havainnollistaa ja mallintaa oppijalle opittava asiakokonaisuus. Siten osaamisperusteisuus haastaa opettajia arvioimaan opiskelijan oppimisen saavutuksia nykyhetkessä ja löytämään erilaisia pedagogisia keinoja opetuksen toteuttamiseksi saavuttaakseen tutkinnon perusteissa mainitut tavoitteet ammatillisessa koulutuksessa. Julkaisussa todetaan, osaamisperusteisuus vaatii oppimisympäristössä olevien tavoitteiden ja ammattitaitovaatimusten sekä arvioinnin huolellista toteuttamista. Edellä mainittu kontekstisidonnainen toimintatapa täytyy jäljitellä ja olla siirrettävissä vastaaviin toimintaympäristöihin, jossa soveltaminen tapahtuu muunlaisessa kontekstissa. (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, julkaisusarja 85/2017, s. 126–132.)

Tutkimustyön toimeksiantaja on Koulutuskuntayhtymä OSAO (myöhemmin OSAO). OSAOlla tulosityksiköitä on kahdeksan, jotka sijaitsevat Taivalkoskella, Pudasjärvellä, Haukiputaalla, Muhoksella, Kempeleessä, Limingassa ja Oulun kaupungin alueella. Pudasjärvi ja Taivalkoski ovat sopimusperusteisia tulosityksiköitä ja muut ovat omistajakunnan omistamia tulosityksiköitä.

Tutkimuksen kohteena ovat Taivalkosken yksikön työkonevaltaisten koulutusalojen kustannukset. Tutkimuksessa haetaan vastaukset kysymyksiin; mitkä ovat työkoneiden kuljettajakoulutuksen kustannustehokkaat ratkaisut? Miten simulaattoriopetus soveltuu työkoneopetukseen ja mitä ovat oppimistulokset? Tutkimuksessa perehdytään ja mallinnetaan laskelmien kautta OSAO Taivalkosken tulosityksikön toimintojen sopeuttamista simulaattoriopetuksen, työelämässä tapahtuvan oppimisen ja fyysisen koneenkuljettaja opetuksen välillä. Mallintamisessa verrataan opetuksen vaikutuksia työkoneiden muuttuviin kustannuksiin. Tutkimuksessa selvitetään simulaattoriopetuksen käyttöasteen kasvattamisen seurauksena mahdollisesti syntyviä etuja verrattuna fyysiseen koneopetukseen. Tutkimus toteutetaan monimenetelmäisenä tapaustutkimuksena. Tutkimuksessa selvitetään mahdollisuudet kasvattaa opiskelijavuosi tavoitetta käytettäessä erilaisia pedagogisia opetuksen toteuttamisen malleja. Tutkimuksen kirjoittajana toimin esimiesasemassa, jossa vaikuttava tekijä on työkoneiden kuljettajakoulutuksen kustannustehokkuus.

Tutkimuksessa lähtötiedoiksi noudetaan OSAOn Taivalkosken yksikön maarakennus-, kaivos- ja metsäkoneen kuljettajien osaamisalojen sisäiset seuranta- ja laskentatiedot vuodelta 2022. Tutkimuksessa käytetään laskennan perusteina toteutuneita työkoneiden muuttuvia kustannuksia ja saavutettuja opiskelijavuosia. Toteutuneita muuttuvia kustannuksia verrataan toisiinsa, josta muodostuu suhdeluku kustannukset/opiskelijavuosi (€/opv).

Simulaattoriopetuksen käyttökokemuksia opetuksessa arvioidaan kirjallisuustutkimuksen avulla. Vertailussa ovat luonnontieteiden opetus, liikenneopetus ja simulaattoriopetuksen tutkimukset. Kirjallisuustutkimuksen kokemuksia ja oppimisympäristöratkaisuja verrataan OSAOn ja laitetoi-
mittajien simulaattoriopetuksen toteutukseen. Käyttökelpoisuutta opetuksessa vertaillaan benchmarking menetelmällä koulutuksen järjestäjien Rovaniemen koulutuskuntayhtymä Redu (myöhemmin Redu) ja Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä Riveria (myöhemmin Riveria) oppi-
misympäristöihin.

Nykyisellä koulutuksen toteuttamisen mallilla kuljettajakoulutuksessa keskeisiä riippuvuussuh-
teita asettavat oppijan ikä ja vuodenaikasidonnaisuus. Kehittyneimmissä simulaatioissa autent-
tista ympäristöä voidaan jäljitellä tarkasti poistaen tai lieventää em. riippuvuussuhteet. Simulaa-
tioympäristö kehittyy nopealla syklillä, siksi tulosityksikön simulaattoriympäristöä täydennetään ja
päivitetään kuluvan vuoden aikana. OSAOssa strategisena tavoitteena tutkimus on hyödynnettä-
vissä koko organisaation tulosityksiköissä vastaavissa työkalualan osaamispalveluissa.

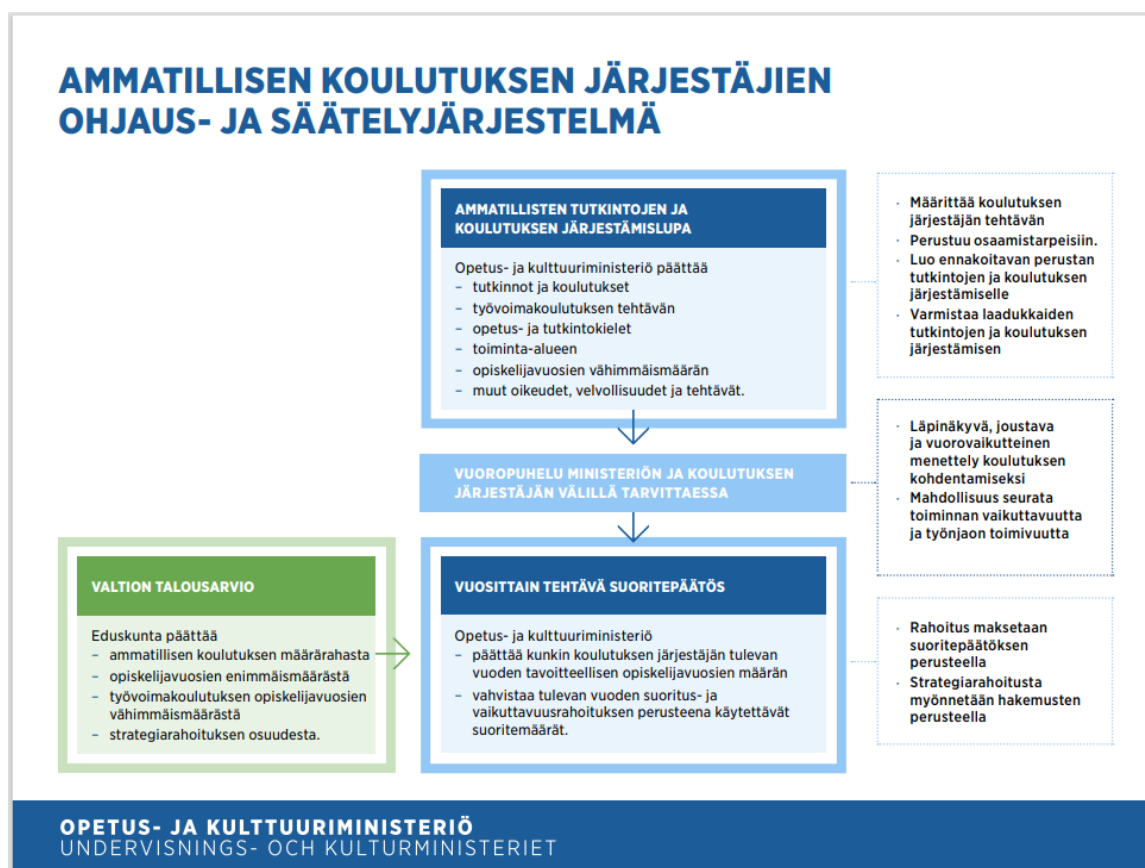
Tutkimuksessa ei arvioida eri laitevalmistajien laitteiden soveltuvuutta opetukseen, laitekanta ja
opiskelijan oppimisen tavoitteelliset ns. ”askelmerkit” ovat olemassa laitevalmistajien ohjelmis-
toalustoissa. Poikkeavuudet ovat lähinnä ohjelmistoalustoihin liittyviä tavoitteellisten oppimista-
voitteiden lisäosia. Laitevalmistajilla ohjelmistojen sisällölliset ja oppijalta vaaditut osaamistavoit-
teet sekä palautearviointi pohjautuvat osittain tutkintotavoitteisiin ja tutkinnon osan osiin. Simu-
laattorikohtaiset erot ovat lähinnä ulkoisen olemuksen ja varustelun sekä siihen liitettävien lisä-
laitteiden välisiä eroavaisuuksina (vrt. kannettava tietokone ja joystick ja autenttista laitetta muis-
tuttava liikealustainen simulaattori).

Mielenkiintoni heräsi konevaltaisen tulosityksikön kasvaviin muuttuviin kustannuksiin, johon on
vaikuttanut ympäröivän maailman tilanne. Euroopan tilannetta on kärjistänyt sotatilanne Ukrai-
nan ja Venäjän valtioiden välillä. Kriisiytyminen on aiheuttanut talouspakotteiden seurauksena
energian tuotanto- ja markkinahäiriöitä eri muodoissaan. Heijastusvaikutukset ovat ulottuneet
myös Suomen talouteen aiheuttaen kustannustason kohoamisen eri aloilla – voimakkaimmin me-
tallien, teräksen ja fossiilisten polttoaineiden hintojen nousuna sekä inflaationa.

2 AMMATILLINEN KOULUTUS

2.1 Rahoitusjärjestelmä

Koulutuksen järjestäjät hakevat järjestämisluvassa tutkinto-oikeuksia opetus- ja kulttuuriministeriöltä perustutkintojen, ammattitutkintojen ja erikoisammattitutkintojen järjestämisluvan (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017, 3 luku 22 §). Järjestämisluvassa mainitaan kaikki tutkinnot, jotka ministeriö katsoo alueellisen elinkeinoelämän tarpeiden kannalta olevan tarpeellisia. Koulutuksen järjestäjä veloitetaan järjestämään järjestämisluvassa mainitut tutkintokoulutukset. Järjestämisluvassa ovat mainittuina myös koulutusten aloituspaikkojen määrät (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017, 3 luku 23 §). Opetus- ja kulttuuriministeriön ohjaus- ja sääätelyjärjestelmän periaatteita on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Ammatillisen koulutuksen järjestäjien ohjaus- ja sääätelyjärjestelmä. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, ohjaus- ja sääätelyjärjestelmä, 2021.)

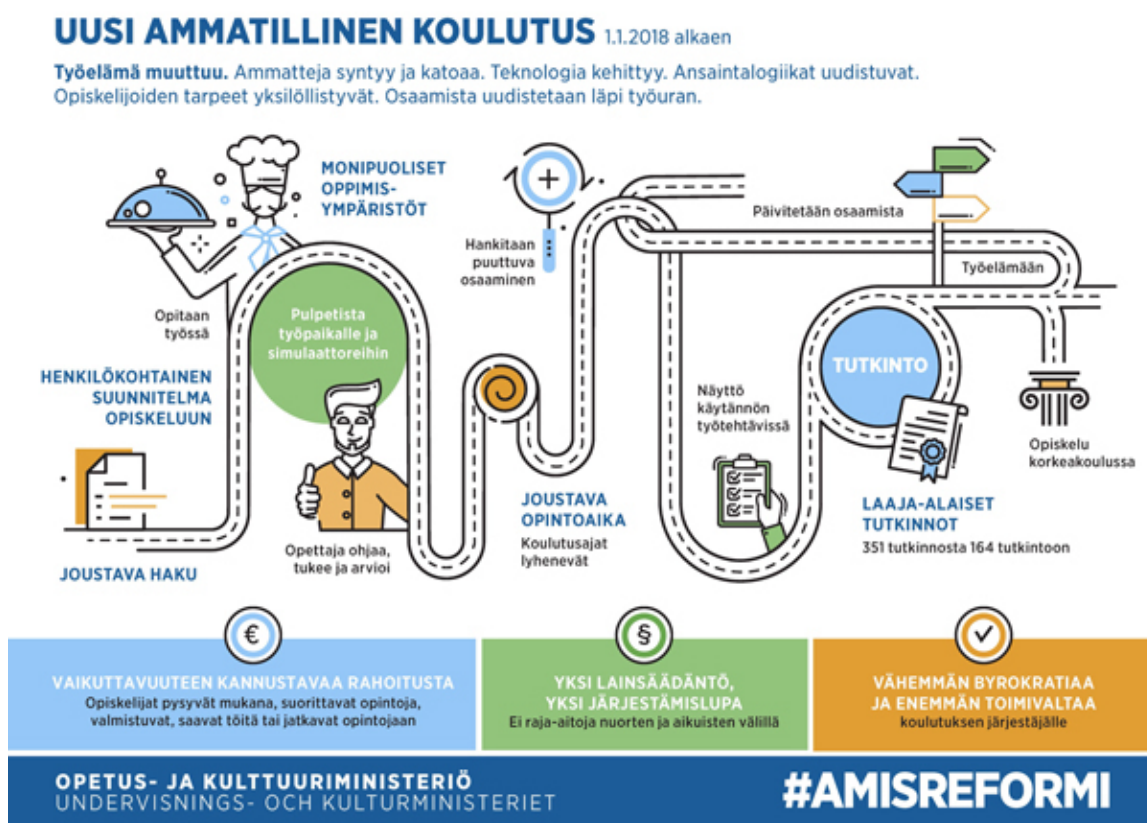
Opetus ja kulttuuriministeriön lain ja asetuksen säädökset mahdollistavat ammatillisessa koulutuksessa nykyisin oppijan suorittamaan koko tutkinnon, osatutkinnon tai tutkinnon osien suorittamisen, laki ammatillisesta koulutuksesta (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017, 1 luku 2 §). Tutkintoon tai osatutkintoon johtavassa ammatillisessa koulutuksessa ovat laadittuina opetushallituksen toimesta opetussuunnitelman perusteet tutkinnon osien suorittamiseksi arviointikriteereineen. Tutkinnon perusteiden laadinta tapahtuu opetushallituksen johdolla, jossa ovat edustettuina koulutuksen järjestäjät ja elinkeinoelämän alakohtaiset edustajat (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017, 1 luku 6 §). Ennen perusteiden lopullista hyväksymistä tutkinnon perusteet asetetaan lausuntokierrokselle, jossa elinkeinoelämä ja yhteiskunta sekä alan toimijat arvioivat tutkinnon perusteiden rakennetta ja tavoitteiden sisältöä. Teknologian kehittyessä ja yhteiskunnan ammattitaitovaatimusten muuttuessa tutkinnon perusteet uudistuvat kahden – kolmen vuoden välein. Lainsäädännön tai elinkeinoelämässä tapahtuvien osaamistarpeiden muutoksien seurauksena tutkinnon perusteisiin lisätään poikkeamat tai tarvittaessa tehdään asetusmuutos (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017, 1 luku 2 §).

Koulutuksen järjestäjä päättää itse ammatillisen koulutuksen toteutuksesta yhdessä omistajakuntien ja/tai sopimus kuntien kanssa. Koulutuksen järjestäjä yhdessä elinkeinoelämän kanssa arvioi alueellista tarvetta yhteiskunnan eri toimialoilta. Tavoitteellista on, että koulutukset tapahtuvat alueellisesti mahdollisimman lähellä oppijoiden tulevia työpaikkoja ja tutkinnon sisällöt sekä niiden laajuudet vastaavat alueellista osaamistarvetta (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017, 3 luku 25 § ja 28 §).

Alueellinen tai kuntakohtainen tulosityksikkö toteuttaa koulutuksen pääsääntöisesti tutkinnon perusteiden mukaisesti ammattialakohtaisesti perustutkinnoittain, tarkemmin osaamisaloittain. Osaamisalan tutkinto muodostuu tutkinnon perusteissa mainittujen tutkinnon osien pakollisten ja valinnaisten tutkinnon osien perusteella. Lisäksi oppija voi halutessaan opiskella tutkinnon perusteista poiketen osaamisalan pakollisten ja valinnaisten lisäksi korvaavia opintoja toisesta tutkinnosta, ammattikorkeakouluopinnoista tai lukio-opinnoista (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017, 3 luku 30 §). Koulutuksen järjestäjä pyrkii järjestämään opetuksen oppijan valintojen mukaisesti ja tarvittaessa järjestää tutkinnon osan suorituksen toisessa tulosityksikössä. Opettajakunnan osaamisvajeen tai erikoisosaamisen ilmentyessä, koulutuksen järjestäjä voi hankkia opetuksen myös muilta koulutuksen järjestäjiltä, yrityksistä tai laitevalmistajilta.

2.2 Toimenpidesuunnitelma

Hallitusohjelman kärkihankkeiden ja reformien toimeenpanemiseksi Suomen hallitus laati toimenpidesuunnitelman vuosille 2017–2022. Reformin tavoitteina oli tukea ja uudistaa ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmää, ohjausta, toimintojen prosesseja, tutkintojärjestelmää ja järjestäjästruktuureita kuvan 2 mukaisesti. Uudistukset sisälsivät lainsäädäntömuutoksia siirtymäaikaan. Keskeisinä tavoitteina olivat osaamisperusteisuus, asiakaslähtöisyys, työpaikoilla tapahtuva oppiminen ja yksilölliset opintopolut aiempaa pienemmällä valtionosuusrahoituksella. (Ammatillisen koulutuksen reformi, 2015.)



Kuva 2. Ammatillisen koulutuksen reformin tavoitekuvaus 2015.

2.3 Tuloksellisuus rahoitus

Opetus- ja kulttuuriministeriön koulutuksen rahoitusjärjestelmät ovat viimeisten kahdeksan vuoden aikana uudistuneet tulostavoitteiseksi ammatillisessa koulutuksessa ja ammattikorkeakou-

luissa reformien myötä. Tuloksellisuus otettiin käyttöön ensimmäisen kerran osaksi yksikköhinnan määrääytymisen perustetta vuonna 2017 taulukon 1 mukaisesti. Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoituksessa uudistettiin koulujärjestelmä enemmän tuloksellisuuteen kannustavaksi, jossa tavoitteena oli koulutuksen laadun ja vaikuttavuuden parantaminen. (Ammatillisen koulutuksen reformi, 2015.)

Vuosien 2017–2022 aikajaksolle tuloksellisuuden tavoitteita lisättiin vaiheittain kasvattamalla tuloksellisuuteen liittyvää rahoitusosuutta eli suoritusrahoitusta. Valtionosuusrahoituksen tavoitteissa määriteltiin perusrahoituksen pienentyminen, vastaavasti suoritus- ja vaikuttavuusrahoituksen tavoitteet kasvoivat taulukon 1 tavoitteiden mukaisesti. Myöhemmin ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmän osalta tavoitteet jäädettiin vuoden 2020 tasolle. Perusrahoituksen osuus jäi 70 %:n, suoriterahoitus 20 %:n ja vaikuttavuusrahoitus 10 %:n, joka on voimassa nykyisinkin valtionosuusjärjestelmän rahoituksen perusteena. (Amisreformi 2015.)

Taulukko 1. Ammatillisen koulutuksen rahoituksen muodostuminen, reformin tavoite. (Amisreformi, 2015.)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Perusrahoitus	97 %	95 %	95%	70 %	60 %	50 %
Suoritusrahoitus		5 %	5%	20 %	30 %	35 %
Vaikuttavuusrahoitus	3 %	0 %	0%	10 %	10 %	15 %

2.4 Opiskelijan osaamisperusteisuus ohjaa rahoitusta

Opetus- ja kulttuuriministeriö asetti vuonna 2021 ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmän tavoitteeksi luoda edellytykset järjestää koulutusta kaikilla ammattialoilla ja kaikille opiskelijoille. Samassa yhteydessä asetettiin tavoitteet perus- suoritus- ja vaikuttavuusrahoitukselle kuvan 3 mukaisesti.

AMMATILLISEN KOULUTUKSEN RAHOITUSJÄRJESTELMÄ



OPETUS- JA KULTTUURIMINISTERIÖ
UNDERSVNINGSG- OCH KULTURMINISTERIET

Kuva 3. Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmä vuonna 2023 (Rahoituslaki 957/2017 ja asetus 682/2017.)

Perusrahoituksen 70 % kautta luodaan edellytykset järjestää koulutusta kaikilla ammattialoilla. Suoriterahoitus 20 % puolestaan ohjaa ja kannustaa suuntaamaan koulutusta ja tutkintoja tutkinnon perusteiden ja valinnaisten tutkinnon osien mukaisesti saavuttamaan asetetut tavoitteet työelämälähtöisesti. Koulutuksen järjestäjä voi tarjota paikallisesti tarjottavia valinnaisia tutkinnon osia, jotka mahdollistavat ja tukevat ympäröivän elinkeinoelämän ammattiosaamisen tarpeita (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017).

Valtionosuusrahoituksen mukaisesti vaikuttavuusrahoitus 10 % kannustaa koulutuksen järjestäjää tarjoamaan sellaisia tutkinnon osia, joilla varmistetaan työvoiman tarve eri ammattialoilla. Vaikuttavuus rahoituksen 10 % on jaettu kahteen osaan, josta 25 % opiskelijapalautteiden osuus opintojen alkaessa ja päättyttyä. Työelämän edustajan mukana olo varmistetaan vaikuttavuusrahoituksen 75 %:n jako-osuudella. Tähän sisältyvät oppijan työllistyminen tai jatko-opinnot opintojen päättyttyä. Koulutustarjonnan kautta koulutuksenjärjestäjä ennakoii jatko-opintojen tarvetta ja mahdollistaa siten jatko-opintokelpoisuuden ammattikorkeakoulussa tai mahdollistaa oppijan jatkamaan opintoja henkilökohtaisilla opintopoluilla ammatti- ja erikoisammattitutkinnossa. (Rahoituslaki 957/2017 ja asetus 682/2017).

Rahoituksen lisäksi opetus- ja kulttuuriministeriö sääntelee eri ammattialoilla tapahtuvan koulutuksen määrällisen mitoituksen opiskelijavuosina tilastollisen tiedon perusteella. Koulutuksen järjestäjän toteutumista seurataan valtakunnallisen KOSKI-järjestelmän ja Vipunen ohjelmistoalustassa taulukon 4 mukaisesti. Vastaavasti koulutuksen järjestäjä ohjaa myönnetyn valtionosuusrahoituksen kyseisen perustutkinnon rahoituksen tuloksi kustannusryhmän toteuman mukaan. (Rahoituslaki 957/2017 ja asetus 682/2017).

Taulukko 2. Koulutuksen järjestäjäkohtaiset opiskelijavuodet kaivosalan perustutkinnossa Suomessa (Vipunen, 1/2023).

Painottamattomat opiskelijavuodet

Painottamattomat opiskelijavuodet yhteensä	Ryhmä 1	Ryhmä 2	Ryhmä 4	Yhteensä
<input type="checkbox"/> Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappia			70,36	70,36
<input type="checkbox"/> Ammatilliset perustutkinnot			70,36	70,36
Ei oppisopimuskoulutus			67,26	67,26
Oppisopimuskoulutus			3,10	3,10
<input type="checkbox"/> Koulutuskuntayhtymä OSAO		0,67	23,22	23,89
<input type="checkbox"/> Ammatilliset perustutkinnot		0,67	23,22	23,89
Ei oppisopimuskoulutus		0,28	19,73	20,01
Oppisopimuskoulutus		0,39	3,49	3,88
<input type="checkbox"/> Pohjois-Karjalan Koulutuskuntayhtymä			10,15	10,15
<input type="checkbox"/> Ammatilliset perustutkinnot			10,15	10,15
Ei oppisopimuskoulutus			9,14	9,14
Oppisopimuskoulutus			1,01	1,01
<input type="checkbox"/> Rovaniemen Koulutuskuntayhtymä	2,36	5,73	79,63	87,72
<input type="checkbox"/> Ammatilliset perustutkinnot	2,36	5,73	79,63	87,72
Ei oppisopimuskoulutus	2,36	4,09	60,49	66,94
Oppisopimuskoulutus		1,64	19,15	20,78
Yhteensä	2,36	6,39	183,36	192,12

2.5 Valtionosuusrahoitus

Opetus- ja kulttuuriministeriö määrittelee toisen asteen ammatillisen koulutuksen budjetin opetus- ja kulttuuritoimen rahoituksesta annetun lain 957/2017 ja asetuksen 682/2017, jossa koulutuksen järjestäjäkohtaisesti osoitetaan valtionosuusrahoitus. Ministeriö rahoitusjärjestelmän mukaisesti kohdentaa taulukon 3 mukaisesti koulutuksen järjestäjille perusrahoituksen ja suoriterahoituksen jakoperusteiden sekä opiskelijavuositavoitteiden ja suoritettujen osaamispisteiden suhteessa. Pieni osa perusrahoituksesta jaetaan harkinnanvaraisena koulutuksen järjestäjän hakemuksesta. Opetus- ja kulttuuriministeriön harkinnanvaraisen korotuksen myöntäminen perustuu erityistavoitteeseen. Harkintaa käyttäessään ja myöntäessään ministeriö arvioi edellytysten täyttyvän ja olevan perusteltua sekä näkee alueellisen kehittämisen kannalta myöntämisen tärkeäksi. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, varsinaisen suoritepäätöksen liiteraportti, 2023.)

Taulukko 3. Ammatillisen koulutuksen suoritepäätös. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, varsinaisen suoritepäätöksen liiteraportti, 2023.)

AMMATILLISEN KOULUTUKSEN VUODEN 2023 VARSINAISEN SUORITEPÄÄTÖKSEN LIITERAPORTTI										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Koulutuksen järjestäjä	Tavoitteellinen opiskelija- vuosimäärä	-josta työvoimakoulutus	Profiilikerroin	Painotetut tavoitteelliset opiskelijavuodet	Perusrahoitus tavoitteellisten opiskelijavuosien perusteella, €	Harkinnanvarainen korotus, €	Perusrahoitus yhteensä, €	Tutkintojen määrä	Tutkintojen painotetut pisteet	Tutkinnon osien osaamispisteet
Keski-Pohjanmaan Koulutusyhtymä	2 644	175	1,21840	3 221,5	20 932 073	38 000	20 970 073	1 122	57 403,7	210 224
Keski-Uudenmaan koulutuskuntayhtymä	6 461	125	1,08965	7 040,2	45 744 523	75 000	45 819 523	2 247	104 441,5	474 173
Kiinteistöalan Koulutussäätiö	330	0	0,86773	286,3	1 860 268	0	1 860 268	166	2 144,6	25 670
Kioulusäätiö sr	685	0	5,60437	3 839,0	24 944 351	16 000	24 960 351	153	43 362,0	31 112
Kirkkopalvelut ry	1 796	105	1,02360	1 838,4	11 945 219	42 000	11 987 219	681	24 304,4	131 245
Kisakeskussäätiö sr	5	0	0,72540	3,6	23 391	0	23 391	0	0,0	0
Kiteen Evankelisen Kansanopiston kannatusyhdistys ry	21	0	0,81847	17,2	111 759	0	111 759	6	164,3	1 620
Kolmen kampuksen urheilupuisto Oy	322	0	1,61113	518,8	3 370 964	16 000	3 386 964	152	8 404,7	27 683
KONE Hissit Oy	33	0	0,72540	23,9	155 293	0	155 293	19	173,4	2 970
Korpisaaren Säätiö	100	0	1,13761	113,8	739 429	0	739 429	59	2 457,8	9 355
Kotkan-Haminan seudun koulutuskuntayhtymä	2 436	145	1,14646	2 792,8	18 146 545	46 000	18 192 545	663	37 029,8	149 371
Koulutuskeskus Salpaus - kuntayhtymä	5 983	270	1,05868	6 334,1	41 156 555	32 000	41 188 555	2 417	100 897,9	450 901
Koulutuskuntayhtymä Brahe	1 071	80	1,22389	1 310,8	8 517 076	10 000	8 527 076	341	20 289,3	68 425
Koulutuskuntayhtymä OSAO	6 712	385	1,15146	7 728,6	50 217 482	164 000	50 381 482	2 553	140 948,0	491 038

Valtionosuusrahoituksen myöntämisen jakoperusteina vuonna 2023 käytetään kaksi vuotta aikaisemmin syntyneitä varainhoitovuoden kustannusten toteumaa eli varainhoitovuotta 2021 (Opetus- ja kulttuuriministeriö, VN/29068/2022-OKM-137). Koulutuksen järjestäjä Koulutuskuntayhtymä OSAOn talousarviosuunnitelmissa (TA/2023) asettaa taulukon 4 mukaisen arvion talouden ja tavoitteelliset reunaehdot opetuksen toteuttamiseksi. Käyttösuunnitelma yksi (KS1/2023) tarkennetaan alkuvuodesta kustannusrakenteissa ilmenevien kustannuksien muutokset ja tehdään talousarvioon liittyvät tarkennukset tarvittaessa. Taulukossa 4 Taivalkosken yksikön laskennallinen toteumavertailu talousarvion laadinnasta, jossa on näkyvissä myös talousarvio (TA/2022) ja tilinpäätös (TP/2022) vuodelta 2022. Aikaisempaa talousarviota ja tilinpäätöstä käytetään avuksi laadittaessa seuraavan vuoden talousarviota KS/TA1/2023.

Taulukko 4. Tuloslaskelma 2023 OSAO, Taivalkosken yksikkö (OSAO intra, 1/2023).

	TA 2022	TP 2022	KS/TA1 2023
Koulutuspalvelut			
Taivalkosken yksikkö			
TULOSLASKELMA			
TOIMINTATUOTOT			
Myyntituotot muut	1 048 096	839 979	1 366 084
Yksikköhintarahaus	3 448 919	3 743 343	2 720 023
Maksutuotot	1 007	1 086	0
Tuet ja avustukset	45 030	45 596	45 030
Muut toimintatuotot	23 185	69 798	0
TOIMINTATUOTOT YHTEENSÄ	4 566 237	4 699 803	4 131 137
TOIMINTAKULUT			
Henkilöstökulut			
Palkat ja palkkiot	-1 928 117	-1 898 149	-1 693 023
Eläkekulut	-306 549	-315 879	-274 953
Muut henkilösivukulut	-70 042	-70 707	-65 991
Henkilöstökulut yhteensä	-2 304 708	-2 284 736	-2 033 967
Palvelujen ostot	-920 306	-976 756	-820 775
Aineet, tarvikkeet ja tavarat	-555 560	-654 725	-485 030
Avustukset	-2 600	-2 307	-2 000
Vuokrat	-550 319	-542 496	-544 040
Muut toimintakulut	-32 719	-32 535	-25 325
TOIMINTAKULUT YHTEENSÄ	-4 366 212	-4 493 554	-3 911 137
TOIMINTAKATE	200 025	206 248	220 000
Rahoitustuotot ja -kulut			
Muut rahoituskulut	-25	-45	0
VUOSIKATE	200 000	206 204	220 000
Poistot ja arvonalentumiset			
Suunn.mukaiset poistot	-200 000	-221 624	-220 000
Satunnaiset erät			
TILIKAUDEN TULOS	0	-15 420	0
Poistoeron lis.(-)tai väh.(+)	0	15 420	0
TILIKAUDEN YLIJÄÄMÄ (ALIJÄÄMÄ)	0	0	0

2.6 Oppivelvollisuuden laajeneminen

Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoitusjärjestelmän uudistaminen amis-reformi 2015 ei ehtinyt muutoksineen toteutumaan vuoteen 2022 mennessä, kun tuli seuraava muutos. Perusasteen koulutuksen uudistamisessa oppivelvollisuus laajennettiin koskemaan toisen asteen koulutuksia vuodesta 2021 alkaen. Opetus- ja kulttuuriministeriön oppivelvollisuuden laajentuminen tuli koskemaan kaikkia perusopetuksen päättäviä ja velvoittaa hakeutumaan toisen asteen koulutukseen, lukioon tai ammatilliseen koulutukseen (Opetus- ja kulttuuriministeriö, oppivelvollisuuslaki 30.12.2020/1214). Oppivelvollisuuden laajenemisen myötä ei rahoitusjärjestelmään tullut juurikaan muutosta tai lisärahoitusta perustutkintoihin tai osaamisaloille. Tämä aiheutti koulutuksen järjestäjille kasvavia kustannuksia, jossa kustannuksia lisäävä tekijöinä ovat turvavarusteiden lisäksi näkyvimpinä B- ja C-ajokorttikoulutuksen kustannukset investointivaltaisilla erikoisaloilla

mm. metsäkone, maarakennuskone, kaivostyön ja logistiikan osaamisaloilla. Toisin sanoen investointivaltaiset hyötyajoneuvo- ja työkonenekuljettajien koulutuksen osaamisalat joutuivat vaikean taloudellisen tilanteen eteen. Kuljettajakoulutusta on toteutettava aikaisempaa niukemalla rahoituksella ja kustannustehokkaammin. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, laskentaperusteasetus 1244/2020.)

2.7 Profiilikerroin ja kustannusryhmät

Vuosikymmenen 2010-luvun lopulla valtionosuusrahoituksen uudistamisen lisäksi tutkinnot määriteltiin viiteen eri kustannusryhmään uuden kustannusrakenteen taulukon 5 mukaisesti. Kertoimien avulla opetus- ja kulttuuriministeriö korottaa tai laskee keskimääräistä opiskelijavuoden yksikköhintarahoitusta osaamisalan keskimääräisten kustannusten mukaisesti.

Taulukko 5. Kustannusryhmien kertoimien muutokset. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, rahoituksen muutosperustelut, 10/2021.)

	vuoteen 2020 saakka	vuodesta 2021 eteenpäin
kustannusryhmä (kr1)	0,70	0,80
kustannusryhmä (kr2)	0,99	0,97
kustannusryhmä (kr3)	1,23	1,07
kustannusryhmä (kr4)	1,59	1,46
kustannusryhmä (kr5)	2,33	2,25

Opetus- ja kulttuuriministeriön muistiossa 26.10.2021 kuvataan tarkemmin kustannuskertoimien muutokset perusteluineen valtion kokonaisuusrahoituksen pysyessä lähes ennallaan. Uudistuksessa valtionosuusrahoitus pysyi käytännössä samansuuruisena. Rahoitus ohjattiin enemmän investointivaltaisilta kuljetus- ja työkonelaloilta palvelualojen osaamisaloille. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, rahoituksen muutosperustelut, 10/2021.)

Taulukosta 5 nähdään, että kustannusryhmien kr4 ja k5 kertoimet laskivat ja tiettyjen palvelualojen kr1 ja kr3 kasvoivat. Tämän seurauksena investointivaltaiset ja käyttötalousmenoiltaan kalleimmat osaamisalat menettivät valtionosuustuloja. Yksikköhintarahoituksen muuttuessa kustannusryhmien k5 ja kr4 kertoimien jäädessä alhaisemmaksi aiheutti valtionosuuksissa huomattavan pudotuksen. Kustannusryhmän kertoimet vaikuttavat suoraan osaamisalan perus- ja suoritusrahoitukseen. Edellisten lisäksi 2022 työelämän huomioiminen (vaikuttavuus) otettiin mukaan ra-

hoituksen perusteisiin, jossa rahoituksen jakauma koulutuksen järjestäjälle on riippuvainen työelämäpalautteesta ja oppijan antamasta päättökyselyn palautteesta. (Opetus- ja kulttuuriministeriö, rahoituksen muutosperustelut, 10/2021.)

OSAO Taivalkosken yksikön metsäalan perustutkinnon kustannusryhmä kr5 tulee kattaa osaamisaloittain puutavaran hakkuu, lähi- ja kaukokuljetuksen opetuksen kustannukset investointeina. Vastaavasti kaivosalan perustutkinnon kustannusryhmän kr4 (kaivostyöntekijän) ja rakennusalan perustutkinnon (maarakennuskoneenkuljettajan) osaamisalojen opiskelijavuosi toteumat käyttäytyvät vastaavalla tavalla metsäalan perustutkinnon tavoin.

Yhteiskunnan toimivuuden ja huoltovarmuuden näkökulmista em. ammattialat ovat koulutuksessa yhteiskunnan perustarpeisiin liittyviä investointivaltaisia koulutusaloja. Ajoneuvojen ja työkonoiden käyttöön liittyvä koulutus kustannuksiltaan sijoitetun pääoman (opetus, koneet ja laitteet sekä kiinteistö) ja muuttuvien kustannusten osalta ovat kalliita koulutuksia. Kustannuksiin vaikuttavina tekijöinä ovat tieliikennelaki ja -asetus sekä EU-lainsäädännön mukanaan tuomat vaikutukset, josta esimerkkinä mainittakoon mm. 18 vuoden ikä kuljettajakoulutuksessa. Työturvallisuuslainsäädäntö myös lisää kustannuksia, koska laki kieltää nuorten työntekijöiden suojelemiseksi harjoittelun vaarallisissa työtehtävissä - kuten maanalaiset kaivokset (Sosiaali- terveysministeriön asetus 5.11.2014/928 2 §).

3 PEDAGOGIIKKA

3.1 Oppimiskäsitykset

Se miten oppimista voidaan parhaiten edistää eri tavoin oppimistilanteissa, perustuu opettajan henkilökohtaiseen käsitykseen ja ymmärrykseen siitä mitä oppiminen on tai miten oppija oppii. Oppimisteorioihin perustuvia oppimiskäsityksiä kuvataan pedagogisten teorioiden avulla. Oppimiskäsitykset jaetaan luokittelussa neljään eri kategoriaan; behavioristinen, kognitiivinen, konstruktiiivinen ja kontekstuaalinen oppimiskäsitys. Nykyiselle aikakaudelle on ominaista nopeasti kehittyvä teknologia verkko-opinnoissa ja erilaisissa digitaalisissa oppimisympäristöissä, joka laajentaa ja monipuolistaa oppimiskäsityksiä. Oppimisenäkemyksiin mukaan ovat tulleet soveltavat teoriat, teknologiaan perustuva konnektivistisen ja sosiokonstruktivistinen oppimisteoria. (Murtonen 2017, s. 63; Nevgi & Lindblom-Ylänne, 2009, s. 194.)

Behavioristisesta näkökulmasta katsoen opetus toteutetaan tarkasti opettajajohtoisesti selkeillä säännöillä ohjattuna oppimistapahtumana. Oppimisprosessi on tavoitteiltaan selkeärakenteinen oppijalle ja opettajalle. Tavoitteet ovat useimmiten osiin pilkottuja, jotka ohjaavat oppijaa kohti oikeita yksiselitteisiä vastauksia kuten – ”hauki on kala”. Oppijan oppimista mitataan kokeilla tai testeillä ja seuraavaan opintovaiheen tavoitteeseen siirrytään vasta kun edellinen tavoite on saavutettu. Selkein ja näkyvin esimerkki behavioristista oppimiskäsityksestä näkyy vieraan kielen tai matematiikan opetuksessa. Tunnusomainen piirre oppimistilanteessa on että, oppija voi olla passiivinen, lisäksi opettajan palaute voi olla suoraviivaista ja usein määrällistä palautetta oppimistuloksista. (Rauste-Von Wright, Von Wright & Soini, 2003, s. 25–27.)

Kognitiivisessa oppimiskäsityksessä oppija toimii aktiivisesti, jossa oppiminen on oppijan käsitysten muokkaamista. Oppija oman perustietämyksensä pohjalta tekee havaintoja, muistaa vertailuvia tekijöitä ja ajattelun kautta muovaa omaa käsitystään. Oppija oppii omilla muistiinpanoihin tekemillään havainnollistavilla merkinnöillä, jäsentää tekstiä tai tekee muita alleviivauksia tai korostuksia rakentaen itselleen käsittekartan ja muistisäännön. Kognitiivisessa oppimisessa tavoitteena on että, oppiminen tapahtuu luonnollisessa ja autenttisessa tilanteessa vaiheisena tai jatkuvana toimintana opettajan johdolla. Kognitiivinen oppimiskäsitys perustuu tiedon käsittelyyn, havaitsemiseen, ajatteluun ja muistamiseen. Kognitiivinen ja konstruktiiivinen teoria esiintyvät usein rinnatusten yhdessä. (Paukkunen, 2004, s. 22–23.)

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisessa toteutuksessa oppijan rooli on keskeinen eli konstruotuna oppija rakentaa itse opittavan asian kysymykset ja hakee niihin vastaukset kokeilemisen kautta. Oppija on yleensä aktiivinen osallistuja, toimii vuorovaikutteisesti ja pohtii vaihtoehtoisia ratkaisuja luovasti vaikuttaen siten omiin oppimistuloksiinsa. Oppija ottaa kokonaisvaltaisen vastuun oppimisestaan, jossa opettaja voi luoda ajattelumalleihin ristiriitaisia ratkaisuja. Oppimisympäristössä tyypillisimpiä ovat opettajan harjoitukseen luodut ristiriitaiset tilanteet, jolla oppija voidaan pitää aktiivisena osallistujana ja muokkaamaan omaa ajatusmalliaan. Opetuksen päättyessä opiskelija arvioi omaa opintomenestystään ja osallistuu arviointikeskusteluun. Konstruktivismien käsitys 1990-luvulta on kehittynyt 2000-luvulla ja suuntautunut enemmän kohti vuorovaikutuksen ajattelumallia - sosiokonstruktivismia. Sosiokonstruktivismi on yhteisöllisyyteen, kokemukseen ja vuorovaikutukseen perustuva suuntaus. (Pylkkä, O.; Rauste-Von Wright, Von Wright & Soini, 2003, s. 57, 148–149.)

Kontekstuaalinen oppimiskäsitys kuvaa toimintaa ja oppimista vallitsevassa sosiaalisessa ympäristössä tapahtuvana oppimisena. Oppimiskäsitys perustuu aina yksilön muodostamiin ympäristössä olevien tekijöiden muodostamaan kokonaisuuden hahmottamiseen. Lähtökohtaisesti oppiminen on oppijan omakohtainen kokemus ilmiöstä, jota opettaja ohjaa tavoitteen suuntaan. Sosiaalinen ympäristö aktivoi oppijan tunnealuetta ja ajattelumallia. Oppijan halu oppia haastaa oppijan itsensä olemaan ahkera ja tunnollinen, mutta myös tekemään kokeilemalla ja oppimaan omista tekemistään virheistä. Oppimiskäsityksen mukainen oppiminen vaatii oppimisympäristöltä ja opiskelijoilta avoimuutta, toisen kunnioittamista ja tulee tarjota erilaisia oppimismahdollisuuksia. (Haapasalo & Erämies, 2017.)

Sosiaalinen ympäristö vaatii myös opettajalta taitoa havaita erityisen tuen ja lahjakkaiden opiskelijoiden väliset erot. Lahjakkaille oppijoille tulee tarjota lisätehtäviä, jossa oppija voi kehittää itseään ja ajattelumalliaan monipuolistaen osaamistaan. Tukea tarvitseville täytyy olla tukimateriaali ja ohjausta tai oppimista auttavia välineitä sekä henkilökohtainen toteutumisen suunnitelma tavoitteisiin pääsemiseksi. (Haapasalo & Erämies, 2017.)

Kontekstuaalinen oppimiskäsitys näyttää soveltuvan yrityksiin, jossa kehittyvässä toimintaympäristössä tiedon määrä kasvaa ja on jatkuvassa muutoksessa. Uusien tekniikoiden ja sovellusten kautta taakse jäävät vanhat käsitykset ja on pyrittävä hyödyntämään tai joissain tilanteissa niistä on luovuttava uuden tieltä. (Paukkunen, 2004, s. 22–23.)

Konnektivistisen oppimiskäsityksen perusta on sosiokonstruktivistinen näkemys. Teknologian kehittyttyä ja verkostossa tapahtuvan oppimisen lisääntyminen ovat luoneet uudenlaisen oppimisteorian. Digitaaliset alustat, sosiaalinen media ja muut oppimisalustat tarjoavat vuorovaikutteiset, yhteistoiminnalliset keinot sosiaaliseen opiskeluun, vertaisarviointiin ja yhteistoiminnalliseen verkostoitumiseen enemmän kuin mikään muu oppimisympäristö aikaisemmin. Oppimiskäsitykselle ominaista on, että digitaalisilla alustoilla olevien asioiden vanheneminen tapahtuu hyvinkin lyhyessä ajassa. Oppimiskäsityksen perimmäinen tarkoitus jatkuva muutos (Pietikäinen, 2018). Edeltä kävijöinä oppimiskäsityksien esille nostamisessa ovat ammattikorkeakoulut, jotka toteuttavat monimuoto-opintoja työn ohessa opiskeleville ammattiryhmille ja oppijoille.

3.2 Digitalisaatio, Tekniikka ja liikenne - ammatilliset opinnot

Ammatillisessa koulutuksessa perinteisen luokkaopetuksen rinnalle ovat tulleet ilmiöihin perustuva opetus, jossa havainnollistetaan teoriaa erilaisin keinoin. Digitalisoituminen yhdessä erilaisen sähköisten oppimisalustojen kanssa tunnistetaan nykyisin tärkeiksi strategiseksi tavoitteeksi järjestää opetusta. Sähköisillä oppimisalustoilla LMS (Learning Management System) pilvipalvelua hyödyntäen voidaan luoda kurssit tehtävineen, työkalut kurssien hallintaan ja arviointiin, kommunikointiin sekä käyttää muita opiskelua tukevia työkaluja. (Jeffries, 2005, s. 96–103.)

Opetuksen toteuttaminen moderneilla oppimisalustoilla mahdollistaa oppijan osallistumaan opetukseen kotona, työnpaikalla tai vaikkapa junassa matkustaessa. Oppija voi verkon yli tapahtuvassa opetuksessa opintopolkujen valintojen mukaisesti osallistua toisen koulutuksen järjestäjän tai ammattikorkeakoulun opintoihin. Nauhoitetut opetustilanteet todetaan erinomaiseksi tavaksi osallistuttaa oppija myöhemmin hänelle sopivampaan ajankohtaan, kuten opinnot työelämäjakson aikana. Ammattikorkeakoulut ovat tässä hyvinkin pitkällä, joskin järjestelmien väliset oppimisalustat ovat rajoittaneet yhteensovittamista ammattikorkeakoulujen kesken. Itä-Suomen yliopiston Litmanen (2019) selvityksissään osuvasti kuvaa ”*moniorganisaatio-oppimisympäristö*” verkko-opetuksen toteutusmalleja, jotka tavoitteellisenä skaalautuisivat eri organisaatioiden välisessä opetuksessa.

Litmanen (2019) toteaa ”*yhteiskäyttöisen oppimisalustan selvityksissä*” myös ajanhengen mukaisesti ammatillisen koulutuksen tahtotilaa toteuttaa opetusta pedagogisesti kestäväällä tavalla. Yhteismitallinen sisältö ja opetuksen toteutus mahdollistavat keskinäisen vertailukelpoisuuden op-

pimistuloksia arvioitaessa (Litmanen, 2019). Ammatillisen koulutuksen perustutkinnon perusteissa tutkinnon pakolliset tutkinnon osat määrittelevät tutkintonimikkeen, jota täydentävät oppijan valinnaiset tutkinnon osat ja ovat siten perusteiden mukaisesti yhdenmukaisia.

Verkko-opetuksen perusteorian opetuksen täydentäviä oppimisalustoja ammatillisessa koulutuksessa ovat simulaattorit erilaisina loppukäyttäjien versioina. Pedagogisena oppimisalustana simulaattorit ja simulointi tukee oppijan teoriaosaamista, jossa luodaan teorialle havainnollistava ilmiö tai se voi olla teknisen välineen; koneen tai laitteen toimintaympäristöön liittyvä käyttöharjoitus, vaaratekijöiden tunnistaminen, ennalta arvaamaton tilannekuva, perehdytys työtehtävään, jne. (Nehring & Lashley, 2004, s. 244–248.) Simulointi voi olla myös oppimisalustan ohjelmalla komponenteista luotu laitekokonaisuus, jossa simuloidaan kokoonpano ja toimintaperiaate. Yksiker-taisimmillaan virtuaaliopinnoissa voidaan esitellä työhuonetilaa, laitetta tai ympäristöä tietokoneen tai tabletin avulla.

Simulaatioon perustuvassa oppimisympäristössä oppiminen on oppijan tekemiseen perustuvaa kokemuksellista oppimista. Oppija oppii taitoja, käsitteitä ja periaatteita toimintaympäristössä suurimman osan aikaa itsenäisesti. Opettajan tai ohjaan rooli on olla tuutori tai fasilitaattori. (mm. Gatto, 1993; Kommers, 2003).

Erilaisissa tutkimuksissa ja pedagogisissa oppimiskäsityksissä simulaattorilla tapahtuva opetus ja-kautuu neljään tavoitteelliseen osaan; tehtäväkohtainen toimeksianto, harjoitustehtävän suoritus ja ohjaaminen, tehtäväkohtainen palaute ja palautekeskustelu. Ajoneuvojen ja työkoneiden opetuksessa simulointia opetellaan koneen tai laitteen käyttöä simulaattorissa, joka on varustettu autenttista laitetta vastaavilla hallinta- ja käyttölaiteilla. Tämän kaltaisissa simulointilaitteissa ovat autenttisen koneen laitehallintaan liittyvät ohjaimet ja ohjelmistot sekä ajoneuvokohtaiset käyttöön liittyvät turvatarkistukset manuaaliset ja/tai autonomiset. Ajoneuvosimulaattoreissa niitä ovat yleisimmin ennen ajoneuvon tai työkoneen käyttöä tehtävät tarkastukset, viikko- ja päivittäinen huolto, määräaikaishuolto. Lisämääreitä voivat olla 3D-kaivusvyvyyslaiteharjoitukset, vaakaharjoitukset, mittalaite kalibrointi, puutavaralajimenetelmät, ympäristö, jne. (Kuurre, 2017; Tenstar, 2023.)

Virtuaaliympäristössä opetussimulaattorin harjoitusten toteutuminen pelillistämisen kautta voi itsessään opettaa käyttäjänsä. Tutkijat uskovat, että oppijat oppivat peliin rakennetun simuloitun tilanteen suoritettuaan luentotyyppistä opetusta paremmin, vaikka oppijat eivät ole tietoisia tai ymmärrä varsinaista oppimistavoitetta. Oppijan varsinainen harjoitustehtävä ja tehtä-

vän ymmärtäminen on kognitiivinen oppimisprosessi, jossa opettajan rooli korostuu tehtävän tavoiteasettelussa. Opettajalle on tärkeä tiedostaa oppimistilanteesta, miten oppija oppii, omaksuu ja saavuttaa tavoitteenmukaisen osaamisen. Opettajan tehtävänä on tehdä oppiminen näkyväksi vaikuttamalla oppimisprosessiin siten, että oppijan tiedon prosessointitavat edistävät opittavan asian ymmärtämistä. Oppijan sisäinen ymmärtäminen ja oppiminen on perustuttava siirtovaikutukseen, jossa oppija osaa soveltaa oppimaansa asian ulkoiseen autenttiseen toimintaympäristöön. (Joyce, 1992, 363–364; Dede, 2019.)

Vahtera (2013) mainitsee opinnäytetyössään simulaattorikäyttöön otettuja tavoitteita hallintalaitteiden opiskelun lisäksi, ”*tapahtumahetkeen perustuva oppimismenetelmiä*”. Tavoitteena on luoda simulaattoriympäristöön opetussuunnitelman tavoitteisiin perustuva menetelmä, jossa simulaatiolaitteisto vertaa oppijan suoriutumista soveltavasta tehtävästä erilaisissa toimintaympäristöissä. Suoriutumisen seurauksena järjestelmä vertaa suoriutumista tavoitteisiin ja antaa palautteen oppijalle. Aikaisemmin mitattiin virheiden määrää tai virheiden seurauksena järjestelmä ei antanut mahdollisuutta jatkaa ennen kuin virhesuoritus oli korjattu. (Vahtera, 2013).

3.3 Simulaattorit toiminnanohjausjärjestelmän osana

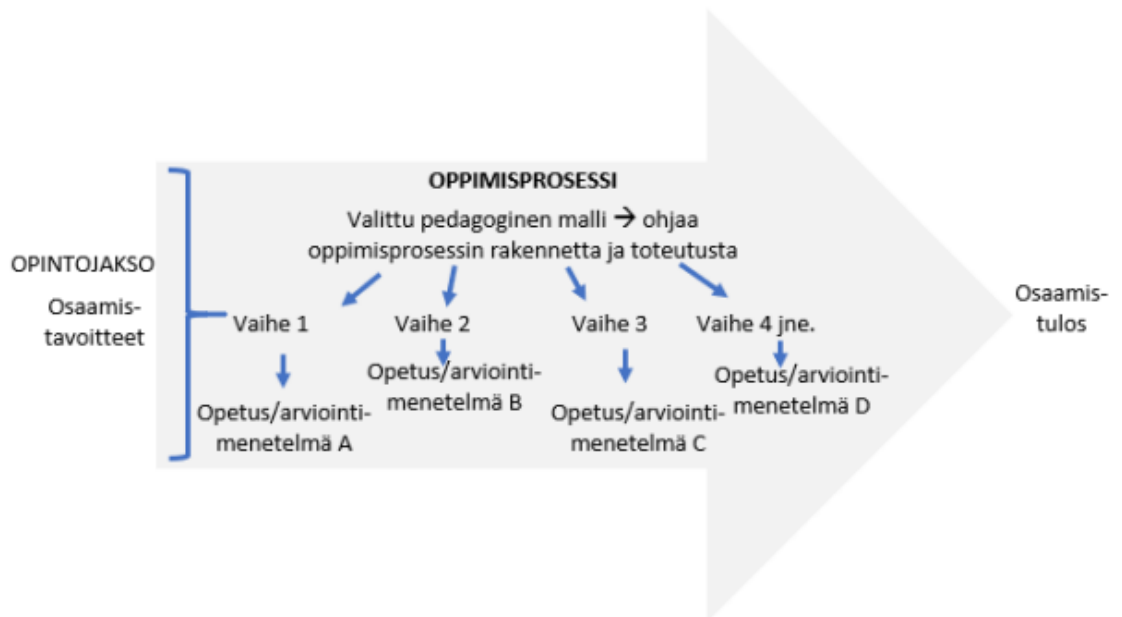
Toimintaympäristöön perustuva toiminnanohjausjärjestelmä (ERP, Enterprise Resource Planning) ei sellaisenaan ole mielletty vielä koulumaailmassa opetukseen tai simulaatio ympäristöön. Liike-elämässä liiketoiminnan ymmärtäminen kokonaisuutena edesauttaa tavoitteiden saavuttamisen, josta esimerkkinä mainittakoon metsähallituksen (Ohjas) toiminnanohjausjärjestelmä. Metsähallituksen toiminnanohjausjärjestelmän toteutumista kuvaa parhaiten liiketoiminnan toteutumista kannolta - tehtaalle toimintamalli. Toiminnanohjausjärjestelmä on jaettu tehtäväkohtaisiin osaluokkiin, joita ovat puunkorjuun (WoodForce) ja kuljetuksen (LogForce) toiminnanohjausjärjestelmät. WoodForce ja LogForce ovat metsätoimialoille toteutettu yhteinen suunnittelu- ja ohjauspalvelu; puunkorjuun, metsänhoidon, metsänparannus ja kuljetuspalvelujen toteuttamiseksi. Ohjelmistoalustaa käyttävät metsäalan palveluverkoston lisäksi ammatilliset oppilaitokset ja ammattikorkeakoulut opetuksessaan. (Metsähallitus, 2020.)

4 SIMULAATTORI OPETUS

4.1 Tietokonesimuloinnin vaikutus opiskelijan suoritukseen

Oppijan erilaisuuden seurauksena kyky omaksua ja oppia asioita poikkeavat. Oppiminen voi olla tavoitteellista tai tiedostamatonta ilmiöihin perustuvaa oppimista. Lukiessaan ja opiskellessaan tietokirjallisuudesta kasvaa oppijan tiedollinen oppimäärä. Oppija kuitenkin joutuu siirtämään oppimansa tiedon luonnolliseen ilmiöön todellisessa ympäristössä. Keskeistä opiskelussa on, että oppija tietää mitä tahtoo oppia ja kokee oppivansa itselleen asettamansa osaamistavoitteen. Merkityksellisin tekijä oppimisessa on oppijan motivaatio. (Pylkkä, s.a.)

Oppimisprosessia voidaan Alaniskan (2019) mukaan esittää kuvan 4 pedagogisen mallin mukaisesti eteneväksi oppimistapahtumaksi. Pedagogisten opetusmenetelmien valintaa ohjaa osaamistavoitteet, jossa mallia voidaan soveltaa eri vaiheissa eri opetusmenetelmillä. Opetusmenetelmän valintaan vaikuttaa opetusryhmä, yksittäiset oppijat tai ratkaistavissa oleva ongelma.



Kuva 4. Oppimisprosessi ja pedagoginen malli (Alaniska, 2019.)

Pedagogisena mallina eri oppimistyyleille yhteistä on oppijan aktiivisuus, vuorovaikutus ja sosiaalinen yhteistoiminta. Perinteisesti teoreettinen tieto opiskellaan kirjallisuuden ja opettajaesitysten avulla käyttäen hyväksi digitalisaation välineitä. Opettaja opettaessaan käyttää soveltaen eri oppimistilanteissa pedagogisia menetelmiä. Oppimisessa on välttämätöntä siirtää tietopohjaan

perustuva osaaminen havainnoivaksi ja kokeelliseksi oppijan omaksi kokemukseksi. (Alaniska, 2019.)

Perinteisesti opettaja opettaessaan avaa teoriaa esimerkkien kautta havainnollistaen opetettavan asian. Teknologian, digitalitekniikan ja simulaation kehittyminen on tullut opettajan avuksi, joka tarjoaa mahdollisuuden kokemukselliseen oppimiseen (Joyce, 1992, s. 363–364; Dede, 2019). Simulaatio-oppimisessa keskeistä ovat aikaisempaan tietoon tai teoretietoon perustuva vuorovaikutteinen, itsenäinen sosiokonstruktivistinen ja kokemukseen pohjautuva oppiminen. Opettaminen prosessina teknistyessään mahdollistaa entistä paremmin havainnollistamaan eri ilmiöitä huomattavasti tehokkaammin simulaatioiden avulla. Simulaatiot voivat olla yksinkertaisia tietokone graafikalla luotuja kolmiulotteisia kuvantoja, jota voidaan muuttaa eri olosuhteita tai tapahtumaa esittäväksi havainnollistamaan tilannekuvaa opitusta teoriasta. Syventävä oppimiskokemus saadaan suorittamalla vastaava tehtävä autenttisisessa ympäristössä. (Tynjälä, 1999, s. 163–165.)

Simulointia ovat pisimpään käyttäneet lääketieteen, lentokonealan ja merenkulkualan toimijat. Viimeisen vuosikymmenen aikana simulointi on levinnyt kaikkialle, teollisuudessa aina kappaleiden ja komponenttien valmistamisesta niiden testaukseen ja koekäyttöön ennen valmistusta. Opetuksessa simuloinnin avulla luodaan ilmiöitä opitun teoreettisen tiedon soveltamiseen ja mallintamiseen ympäröivässä todellisessa tilanteessa. Simulaation avulla voidaan harjoitella jopa epätodennäköisiäkin tilanteita, jolloin todellisessa ympäristössä tilanne on tuttu ja kokemus edesauttaa tekemään itsenäisen ratkaisun kokemukseen perustuen soveltavissa tilanteissa (Blomgren, 2015).

4.2 Simulaattoriopetus eri oppimisympäristöissä

Simulointi on todellisuuden vaiheittaista mallintamista liittyen esimerkiksi tuotteen valmistukseen, varastointiin, kuljetukseen tai minkä tahansa prosessin tai prosessin osien tai kokonaisuuk-sien jäljittelyä autenttisisessa ympäristössä. Yleisesti ottaen simuloidaan toimintatapaa vähentääk-semme virheiden määrää ja parantaaksemme lopputuloksen laatua. Todellisuudessa mallin-namme matemaattisluonnontieteellistä ilmiötä, jossa ennakoidaan mallinuksen avulla kohteen tai tapahtuman käyttäytyminen ennakkoon ennen seuraavaa edessä tavoiteltua vaihetta tai il-miötä. Simuloinnin avulla voidaan ilmiön tai tapahtuman käyttäytyminen muuttaa parametrejä

muuttamalla. Säättöarvoja ja parametrejä muuttamalla ohjelmistoalustassa voidaan havainnollistaa todentuntuisia toivottuja ja ei toivottuja ilmiöitä. Tieliikenteen simuloinnissa parametreinä voivat olla sääolosuhteet kuten pimeä/päivänvalo/sade/aurinkoinen/liukas/kesäkeli, jne. (Vuorinen, 2001; Salakari, 2010)).

Simulaatio on siten tietokonesimuloinnissa muodostettu keinotekoinen todellisuus. Simulaatiossa pyritään jäljittelemään oikeaa todellisuutta mahdollisimman hyvin erilaisissa ympäristöissä ja olosuhteissa, jota muuten ei voida autenttisella opetuksella toteuttaa vaaran, vuodenajan tai vahinkoriskin takia. Simulaatioympäristössä tapahtuvia vaarallisia harjoitteita ovat esimerkiksi sotilasharjoitukset, kirurgiset toimenpiteet tai palo- ja pelastustoimen tehtävät. (Vuorinen, 2001).

Simulointi on yksi digitalisoinnin muoto, jonka avulla voidaan luoda oppijalle tavoitteelliset oppimisen etenemiselle tavoitteeksi asetetut askelmerkit. Simulointi tukee ja vahvistaa teorian tiedon, lisää oppijan ymmärtämystä ilmiöön, havainnollistaa ilmiön ja oppija oppii soveltamaan opittua erilaisissa ympäristöissä itsevarmuuden lisääntyessä. Tutkimusten mukaan ajoneuvosimulaattoria käytettäessä opetukseen oppimistuloksissa saavutettuja etuja ovat mm. opetuksen tasalaatuisuus ja harjoitusten toistettavuus. (Jokela, 2011). Toistettaessa samaa harjoitusta itsevarmuus kasvaa oppijan virheiden määrän vähentyessä. Harjoitukset olosuhteissa, kuten vaaralliset oppimistehtävät edesauttavat oppijaa soveltamaan äkillisissä tilanteissa ja tekemään ratkaisevia päätöksiä todellisessa tilanteessa. Oppimistilanteessa tallennettujen harjoitusten seuranta, toistaminen ja arviointi eri kuvakulmista opettajapalautteella monipuolistaa oppijan näkemystä harjoitus-tilanteessa. (Salakari, 2010).

4.2.1 Simulaattoriopetus fysiikan opetuksessa

Simulaatioympäristöt luovat parhaat oppimisen edellytykset ilmiöiden kuvantamisessa. Simulointi oppimistuloksissa on nähtävissä ja mitattavissa luonnontieteiden opetuksessa esimerkiksi fysiikan oppimistuloksissa. Mhamed (2021) on tutkinut fysiikassa, erityisesti Ohmin lain oppimistuloksia. Tutkimus koski 182 opiskelijaa, jossa oppijat jaettiin kahteen eri ryhmään kokeelliseen (92) ja kontrolliryhmään (90). Meknesin yläkoulusta josta toinen oli maaseudulta ja toinen kaupunkialueelta. Koeryhmän opiskelijat oppivat PhET-simulaatiolla (Physics Education Technology) simulaatiolla ”Ohmin laki”, vastaavasti kontrolliryhmän opiskelijat oppivat perinteiseen tapaan multimedialaittein. Koeryhmälle opetettiin simulaatioympäristössä neljä tuntia kahden viikon

ajan Flash-animaation keinoin; mittaukset, yksiköiden valinnat, asteikot, pisteiden sijoittuminen, ominaisuuksien piirtäminen ja suhteellisuusteoria. (Mhamed, 2021.)

Molemmille ryhmille tehtiin ennakko- ja jälkiarviointi heidän tietopohjastansa. Molempien opiskelijaryhmien tuloksia verrattiin ja analysoitiin keskenään toisiinsa. Tuloksia ristiintaulukoitiin tilastotarkkuuden lisäämiseksi. Taulukoista kävi ilmi, että maaseudun ja kaupunkilaisten keskimediaanit eivät olleet samat; kaupunkien mediaani (12,50) on korkeampi kuin maaseudun (9,00). Maaseudun keskihajonta hieman pienempi. Koeryhmän keskiarvo jälkitestissä opintojen jälkeen oli (12,01), kun vertailuryhmän (10,09). Tulosten perusteella analyysissä todetaan jälkitestin perusteella olevan merkittävä ero koeryhmän hyväksi. Tämän perusteella tutkijat toteavat simuloinnin edesauttavan opiskelijoiden todellisuutta simuloivan oppimistavan paremmin hahmottamaan luonnonilmiöitä ja saavan kokemuksia parametrien muuttuessa. (Mhamed, 2021.)

Kirjallisuustutkimuksen pedagogiset keinot erilaisissa oppimisympäristöissä vaihtelevat. Mhamed (2021) fysiikan opiskelijoiden opintomenestymisen näkökulmasta perustui yhden fysiikan lain oppimistuloksiin. Tutkijat totesivat simulointiin osallistuneen koeryhmän oppijoiden olevan kykenevämpi hahmottamaan ilmiötä kuin vertailuryhmä ohmin lain opiskelussa. Oppimistuloksia matemaattis- luonnontieteellisissä tutkimuksissa on helpompi mitata osaaminen ja osoittaa numeerisena. Sen sijaan soveltava ammattitaito ja -osaaminen on vaikeampi mitata ja saada oppiseen liittyvät erot näkyville oppijan saavutuksissa strukturoidun ja simuloitun opetuksen välillä.

4.2.2 Simulaattorit liikenneopetuksessa

Suomessa tehdyistä tutkimuksista Traficom (Mikkonen, 2008) on tutkinut simulaattorien hyödyntämistä kuljettajaopetuksessa. Samaisessa tutkimuksessa on kartoitettu simulaattorilla tapahtuvaa opetusta Euroopan eri maista Suomi, Ruotsi, Alankomaat, Britannia, Ranska ja Saksa. Traficom tavoitteena tutkimuksessa oli selvittää entistä laajempia mahdollisuuksia hyödyntää ajosimulaattoreilla tapahtuvaa ajoharjoittelua kuljettajien koulutuksessa ja tutkinnossa. Tutkimuksen ajankohtana Suomen lainsäädäntö ei vielä tuntenut kuljettajien koulutuksessa simulaattoriopetusta ja tutkintojen suorittamista. Tämän vuoksi tutkimus perustuu simulaattorien kehittäjien, käyttäjien, tutkijoiden ja kokeilijoiden tuottamiin raportteihin. (Mikkonen, 2008.)

Traficom tutkimuksen aikoihin 2008 Suomessa oli käytössä neljä viranomaisluvan saanutta simulaattoria; Työtehoseuran bussisimulaattori ja kuorma-autosimulaattori, Etelä-Karjalan aikuisopiston rekkasimulaattori ja Suomen autokoululiiton pimeän ajon simulaattori. Tutkimuksessaan

Traficom toteaa, “simulaattorissa voidaan harjoitella esimerkiksi vaaran tunnistusta ja välttämistä sekä ajamista vaikeissa olosuhteissa kaikkina vuodenaikoina. Lisäksi tutkija toteaa ajankäytön tehostumista siirtymäaikojen jäädessä pois, mikä mahdollistaa ajoharjoitusaikaan moninkertaisen määrän toistoja tieliikenteessä tapahtuvaan ajamiseen verrattuna sekä monipuoliset ajoharjoitteet eri olosuhteissa. Suomessa simulaattoreiden käyttö oli sallittua CE- ja D-ajokorttiluokkien opetusohjelmissa ja jatkokoulutuksessa Traficomien hyväksymissä simulaattoreissa. (Mikkonen, 2008.)

4.2.3 Simulaattorit B-kuljettajaopetuksessa

CAP-Group Oy anoi kokeilulupaa ajo-opetuksen antamiseen 2016 simulaattorilla. Vuonna 2017 Valmixa Oy julkaisi tulokset tutkimustulosten muotoon, jossa tavoitteena oli selvittää opetuksen toimivuus ja oppimistulokset. Perusvaiheen 18 ajo-opetustunnista puolet ajettiin simulaattorilla. Perusvaiheen ajo-opetus sai sisältää pimeän ja liukkaan kelin harjoitukset simulaattorilla. Liikenneopettaja valvoi harjoitusten aikana etävalvomosta ja ohjasi ajoharjoittelijaa puhelimen tai Chat-yhteyksien kautta antaen ajosuoritukseen tarvittavia ohjeita. Kokeilujakson jälkeen liikenneopettajilta kysyttiin mm. simulaattoriopetuksen odotusarvon toteutumista, vastauksena 11 kyllä 15:ta ja parannettavaa vastasi neljä. Liikenneopettajilta kysyttiin myös simulaattoriopetuksen kehittämisen kohteita, vastauksina vaadittiin laitteen ja ohjelmien kehittämistä kokonaisvaltaisesti. Oppijoiden oppimistavoitteiden saavuttamisen kysymykseen opettajat vastasivat kyllä 11 ja osittain kaksi, yksi vastasi kieltävästi. Simulaattoriopetuksen määrällisiä osuuksia kysyttäessä vastauksena 11 piti simulaattoriajoharjoitteiden määrää sopivana, loput vastaajista liian vähäisinä. Yleisesti ottaen haluttiin autenttisen ajo-opetuksen määrällistä lisäämistä parilla tunnilla. (Mikkonen 2017, s. 9–11). Edellisen lisäksi liikenneopettajat tekivät ajokoulutuksen aikana kolme arviointia kunkin oppilaan ajosuoritteista, kun molemmissa ajo-opetussuoritteissa oli ajettu yhtä monta harjoittelutuntia. Vastausten määrissä oli suuria eroja, joten siitä saa vain suuntaa antavan tunnusluvun. Simulaattorilla harjoitelleet saivat keskimäärin 97 % arviosummasta, jonka ajo-opetuksessa olevat opiskelijat saivat. (Mikkonen 2017, s. 9–11.)

Valmixan tutkimuksessa oppimista kyseltiin oppijoilta vertailevana ajosimulaattorin ja kouluajoneuvon kesken. Kysymyssarja oli sama molempiin ajo-opetuksen toteutustapoihin. Kysymyksillä selvitettiin opetuksen toimivuutta huomioiden pedagogiset yksityiskohdat; aloitusohjeet, suoritteiden ohjaaminen ja kontrollointi, palaute ja onnistumisen kokemuksia. Palautteena tuli kaksi simulaattoreille ominaista piirrettä, joista simulaattorille annettiin hieman korkeammat pisteet ja

todettiin simulaattori opetuksessa olevan kouluautoa toimivampi ratkaisu. Kokonaisuudessaan simulaattoriopetus sai yhtenäisemmän vastauksen autokouluautoon verrattuna. (Mikkonen, 2017, s. 9–11.)

Ajoharjoittelukauden jälkeen tutkintomenestymisiä verrattiin 866 ajoharjoittelunsa perinteisellä opetustavalla suorittaneisiin ja 127 kokelaan suorituksia, joilla oli simulaattoriajoharjoittelun osuus puolet ajotunneista. Tutkinnon suorittajien tiedot olivat 24 paikkakunnalta. (Mikkonen, 2017, s. 9–11.)

Taulukko 6. Ajokokeeseen osallistuneet ja ensi yrittämällä hyväksytyjen läpäisyprosentti (Mikkonen, 2017.)

Periodi	Simulaattoriryhmä			Autoryhmä		
	Määrä	Hyväks.	Läpäisy %	Määrä	Hyväks.	Läpäisy %
Koko aika	127	90	71 %	866	650	75 %
Loka-marrask.	45	37	82 %	570	426	75 %
Joulukuu	82	53	64 %	296	224	76 %

Taulukossa 6 ovat ylimpänä koko ajalta suoritettujen tukintojen otanta kolmen kuukauden ajalta ja alempana loka-marraskuun sekä joulukuun ajalta erikseen. Tutkinnon suorittajia oli 24 paikkakunnalta, puolet (12 paikkakuntaa) on menestynyt paremmin simulaattoriharjoittelussa ja toinen puoli täsmälleen vastakkaisesti menestyvää 12 toiselta paikkakunnalta. Kolmen kuukauden ajalta simulaattoriryhmässä läpäisi ensimmäisellä yrittämällä 71 % ja autoryhmässä 75 % kokeilasta. Loka-marraskuussa simulaattoriryhmä menestyi hieman paremmin. Yhteenvetona tästä otannasta Mikkonen toteaa simulaattoriopetuksen olevan liikenneopetuksessa pedagogisesti toimiva ajo-opetusmenetelmä. (Mikkonen, 2017, s. 9–11.)

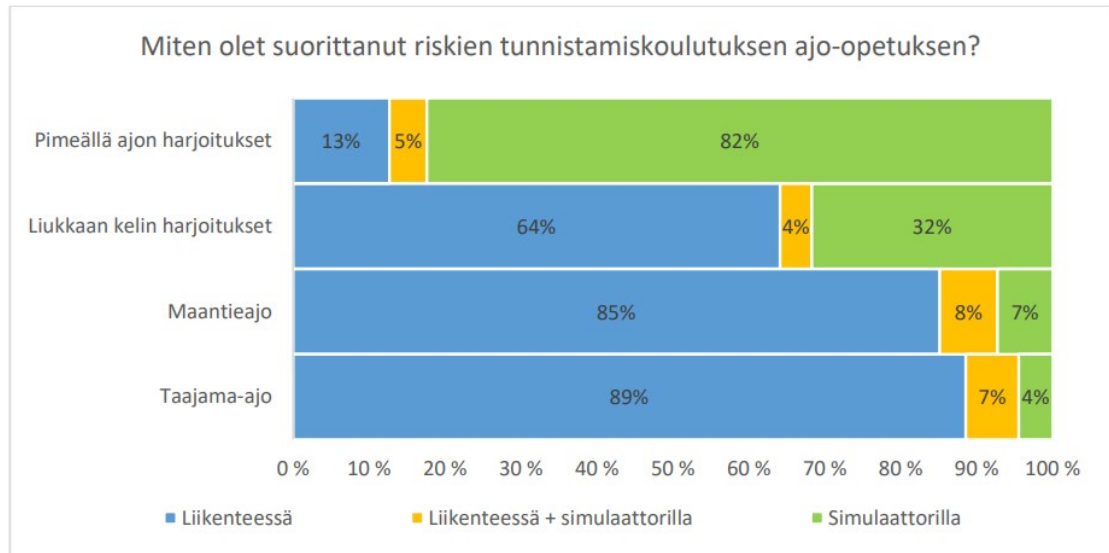
Mikkonen (2017) tutkimuksessaan toteaa, simulaattoreiden käytöstä on teetetty useita tutkimuksia, joita ei kuitenkaan ole julkaistu. Todennäköisemmin syynä on kaupallinen aspekti, jossa tilaaja, käyttäjätaho tai laitevalmistaja eivät halua tuoda julki liiketoimintaansa liittyvää kehitystyötä (Mikkonen, 2017).

4.2.4 Simulaattorit B-kuljettajaopetuksessa

Traficom (2019) selvitys koskee uusien ajokortin saaneita ajokokelaita. Tutkimusryhmän perusjoukkona on 2018 ajokortin saaneet kuljettajat. Aineistossa oli mukana 2058 vastausta, vastausprosentti 26 % koko aineistosta. Aineiston kyselyn aikoihin keväällä 2019 olivat mukana vielä vanhanmallisen kolmivaiheisen kuljettajatutkinnon suorittaneet. Tutkimuksen vastaajista 80 % oli 18–20-vuotiaita kuljettajia, josta viidennes oli suorittanut tutkintonsa opetusluvalla. (Tuominen, 10/2020.)

Vuoden 2019 syksyn tutkimuskierroksella selvitettiin riskien tunnistamiskoulutukseen sisältyvän ajo-opetuksen suoritustavan jakautumista liikenteessä tapahtuvan ajo-opetuksen ja simulaattoriopetuksen välillä. B-kuljettajatutkinnon suorittajista kuvassa 5 valtaosa suoritti pimeällä ajon harjoitukset simulaattorilla 82 %, liukkaan kelin harjoitukset 32 %, maantieajon 7 % ja taajamaajon 4 %. Vastaajista 4–8 % oli suorittanut saman harjoituksen sekä simulaattorilla että ajoharjoitteluna liikenteessä. Kyselyssä vastaajat antoivat yleisarvosana 4,3 kuljettajaopetukselle asteikolla 1–5. (Tuominen, 10/2020.)

Simulaattoreilla pimeän ajon suorittajista 12 % ja liukkaan kelin harjoituksen 14 % vastaajista oli erittäin tyytyväisiä. Vastaavasti noin 50 % tieliikenteessä liukkaan kelin ja pimeän ajon suorittajista oli erittäin tyytyväisiä opetukseen. Simulaattoreilla tapahtuva maatie- ja taajama-ajoharjoittelun suorittaneiden määrät olivat selkeästi pienempiä liikenteessä tapahtuvaan harjoitteluun verrattuna. Uuden tutkintorakenteen suorittaneet antoivat hieman muuta joukkoa heikommät arvosanat korostaen vaikeissa olosuhteissa ajamisesta saatuja valmiuksia. Opetusluvalla tutkintonsuorittaneiden osuus on hieman aikaisempaa kysytympää reilut 20 % kaikista ajokortin suorittaneista ja osittain autokoulussa ja opetusluvalla suorittaneita 3 %. (Tuominen, 10/2020.)



Kuva 5. B-kuljettajatutkinnon riskien tunnistamiskoulutuksen ajo-opetuksen jakautuminen liikenneopetuksessa ja simulaattoreilla vuoden 2019 syksyn tutkimuskierroksella. (Tuominen, 10/2020.)

Tutkinnon suorittaneilta kysyttiin tyytyväisyyttä kuljettajaopetuksen antamiin valmiuksiin asteikolla 1 = ei lainkaan riittävästi ja 5 = täysin riittävästi. Yleisarvosanaksi asteikolla 1–5 tutkimuksessa 2019 muodostui 4,3. Vähemmän tyytyväisiä edellisten vuosien tapaan koettiin vaikeissa olosuhteissa ajaminen arvosanalla 3,8. Tyytyväisimpiä oltiin opetuksessa taajama- ja maantieajoon sekä ennakoitiin ja riskien vähentämiseen keskiarvolla 4,4. (Tuominen, 10/2020.)

Opetusluvalla ajokorttinsa arvosanalla 4,5 suorittaneet yleisesti ottaen ovat tyytyväisempiä kuin autokoulussa ajokorttinsa suorittaneet arvosanalla 4,2. Selkein ero ryhmien välillä on vaikeissa olosuhteissa ajamiseen saatu ajo-opetus. Tulokset ovat samankaltaisia aikaisempien tulosten kanssa. Vastaavasti liikenteessä ajo-opetuksen saaneet olivat tyytyväisempiä opetukseen kuin simulaattoreilla tapahtunut ajoharjoittelu. Noin puolet (50 %) liikenteessä suorittaneista liukkaan kelin ja pimeän ajon suorittajista ilmoitti olevansa erittäin tyytyväinen opetukseen. Vastaavasti simulaattoreilla pimeän ajon suorittajista 12 % ja liukkaan kelin 9 % vastaajista erittäin tyytyväisiä, melko tyytymättömiä 10 % ja 14 %. Pimeällä ajon harjoituksen arvosana 3,2 ja liukkaan kelin arvosana 3,8 on aiempia vuosia matalampi, jossa alentuneeseen tyytyväisyyteen on todennäköisesti vaikuttanut simulaattoreiden yleistymisen vuoksi halvempi koulutuksen hinta. (Tuominen, 10/2020.)

4.2.5 Simulaatio-opetus hoitoalalla

Hoitotyön simulaatiokoulutuksessa Jokela (2011) on tutkinut opinnäytetyössään simulaatio-opetuksesta saatuja kokemuksia Laurea ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoilta 2010. Tutkimuksen arviointiasteikkona käytettiin 1–5. Opiskelijoilta kysyttiin tyytyväisyyttä simulaatio-opetukseen, vastauksia oli 226 keskiarvo 4,1. 229 opiskelijoilta kysyttiin mielipidettä teorian soveltamisesta käytäntöön simulaation avulla. Vastaajista 116 ”pystyin hyvin soveltamaan saamaansa teoriatietoa simulaatiossa” osittain tai täysin samaa mieltä, keskiarvoksi 3,5. Opiskelijoilta tiedusteltiin uuden tiedon saamista simulaatioharjoituksessa. Vastauksena täysin tai osittain samaa mieltä 196 vastaajaa 220 opiskelijasta keskiarvolla 4,3. Simulaatioympäristön selkeys oppijalle, vastasi 180 oppijaa 229:stä keskiarvoksi 4,0. Oppijoilta kysyttiin ohjauksen, tuen ja kannustavuuden merkitystä harjoituksen aikana, osittain tai täysin samaa mieltä 205 oppijaa 226 oppijasta keskiarvoksi 4,3. Oppimistilanteen jälkeen oppijoilta kysyttiin palautekeskustelun vaikuttavuutta; vastaajista 187 oppijaa piti palautekeskustelua tarpeellisena ja tukee oppimista keskiarvo 4,2. Simulaatioharjoituksen ohjaajien tietoa ja taitoa kysyttiin, 214 oppijaa vastasi keskiarvolle 4,5 ja harjoituksen toteutumisen kulku keskiarvo 4,5. Simulaatioharjoituksen sovellettavuutta käytäntöön koettiin 142 vastaajasta keskiarvo 4. (Jokela, 2011, s. 14-20.)

Tutkimuksen tuloksia pohdittaessa tutkija toteaa simulaatio-opetuksessa olevan etuja (Jokela, 2011, s. 21):

- ”1. Oppijan osaaminen ja tavoitteiden saavuttaminen tulee konkreettisemmin esille suorituksen aikana.*
- 2. Simulaatio-opetuksessa oppijalla syntyy havaintojen ja toistojen avulla parempi käsitys hoitotoimenpiteiden vaikutuksesta kuin kirjallisuuden tai fyysisen potilaan avulla opiskeltaessa.*
- 3. Harjoituksen aikana oppija voi tehdä virheitä, korjata suoritustaan ja oppia virheistä.*
- 4. Oppijan itseluottamus, kriittinen ajattelu ja soveltaminen eri tilanteissa lisäävät oppiajan ratkaisutaitojen kehittymistä.*
- 5. Simulaatiossa voidaan luoda eri vaikeusasteen omaavia vakioituja tai soveltavia oppimistilanteita.*
- 6. Harjoitustehtävistä oppija saa välittömän palautteen onnistumisestaan palautekeskustelussa.*

7. Harjoituksessa oppija oppii soveltamaan oppimaansa teoretietoa ja vuorovaikutuksessa viestinnän taidot kehittyvät.

8. Simulaatio-opetus edesauttaa oppijaa kehittämään omia psykomotorisia ja teknisiä taitoja sekä ryhmätyötaitoja”

Terveystieteiden tutkimukset simulaatio-opetuksesta ovat enemmän henkeen, terveyteen ja turvallisuuteen liittyviä tutkimuksia. Tutkimuksessa todetaan, ettei simulaatio-opetus tule koskaan kokonaan korvaamaan todellisessa ympäristössä tapahtuvaa oppimista. Tuloksien perusteella voidaan kuitenkin arvioida simulaatio-opetuksen olevan hyödyllinen ja tarkoituksen mukainen oppijalle. Tutkija toteaa jännittyneisyyden ja yhteistoiminnallisuuden sekä sosiaalisen ryhmässä toimimisen kehittyvän harjoituksen kuluessa. Oppijat kokevat simulaatioharjoitusten täydentävän teoriapohjaa, joka edesauttaa opitun soveltamisen käytännön tilanteessa (Jokela, 2011, s. 21–25).

Hoitotyön simulaatio-opetuksessa tehdyn tutkimuksen perusteella oppijat pitävät simulaatioympäristössä tapahtuvaa oppimista teoretiedon soveltamisen näkökulmasta erittäin hyödyllisenä. Oppijat kokevat hyötyvänsä digitaalisuudesta opinnoissaan ja digiosaaminen mm. koetaan keskeisenä taitona työelämään siirryttäessä. Etuina koetaan, että terveyden ja sairaanhoidon näkökulmista sosiaalinen kanssakäyminen työryhmissä edistyy sekä harjoitusten kautta epäonnistumisen pelko hälventyy ja itsevarmuus kasvaa, mitkä ovat tärkeimpiä piirteitä terveydenhoitoalalla. Simulaatiossa tehdyt toistot saavat aikaan perusosaamiseen rutiininomaisen tekemisen, jolloin kokonaissuorituksen sisältäville tarvittaville päätöksille jää enemmän aikaa. (Jokela, 2011).

4.2.6 Digitalisaation tila ammatillisessa koulutuksessa

Opetushallitus on raportissaan ja kirjallisuus katsauksessaan (Koramo, Brauer & Jauhola 2018:9) todennut digitalisaation tilan etenevän eri maissa eri tahtiin. Tutkimuksessa nähdään vaikutusten olevan kaikkiin koulutuksen osa-alueisiin (mm. tutkinnon perusteet ja opetussuunnitelmien uudistamisen, osaamisen arvioinnin ja opettajien ammatillisen kehittyminen) ja koskettavan kaikkia koulutuksen kohderyhmiä. Koulutuksen järjestäjien näkemysten mukaan digitalisoinnilla voidaan joustavoittaa toimintatapoja sekä kohottaa oppijan opiskelumotivaatiota. Selvityksessä todetaan digitalisaation hyödyntämisen ja oppistuloksien lisäksi syntyvän myös kustannussäästöjä. Haasteena nähdään opetushenkilöstön kielteinen suhtautuminen ja alkuinvestoinnit. (Lampelto, 2015).

Digitaalisten oppimisympäristöjen ja digiosaamisen kehittäminen ovat kansallisessa tavoitteissa ja toimenpideohjelmissa olleet jo pitkään. Opetushallitus on tukenut oppimisympäristöjen kehittämistä 2007 lähtien. Digitalisaatio koetaan koulutuksen järjestäjien kentässä osana strategista suunnittelua. Tutkimuksessa todetaan tieto- ja viestintätekniikan käytön olevan Suomessa EU:ta keskitasoa paremmin hyödynnetty. Tutkimuksen vastaajista suurin osa (52 %) aikoo panostaa digitalisoimisen (verkko-opetus, pilvipalvelut, oppimisympäristöt ja mobiililaitteet) lisäämiseen seuraavan viiden vuoden aikana. Selvityksessä todetaan avautuvan uusia mahdollisuuksia mm. erilaisissa sosiaalisen median ympäristöissä sekä 3D-virtuaaliympäristöissä eri laitteilla; mobiililaitteet, oppimispelit ja työelämän yhteistyön tehostuminen, jossa korostuvat opiskelijälähtöisyys ja oppimisen monikanavainen tuki sekä oppijan ohjaus toimintaympäristön tai -kulttuurin uudistuksessa. (Koramo, Brauer & Jauhola 2018:9, s. 8–10.)

Tutkimuksessa on todettu jopa 93 % koulutuksen järjestäjistä hyödyntävän sosiaalista mediaa. Simulaattoreiden osalta todetaan, että noin puolet koulutuksen järjestäjistä käyttää opetuksessaan simulaatio ympäristöä. Eniten simulaatiota hyödynnetään metsäalalla, auto- ja logistiikka-alalla sekä sosiaali- ja terveysalalla. Lisäksi teknologiaa hyödyntävät kaivosala, lentotekniikka, luonnonvara-ala, merenkulku, rakennusala, prosessiteollisuuden sekä sähkötekniikan alat. Käytössä olevien laitteistojen osalta eniten hyödynnetään 360-kameroita opetuksen ja arvioinnin tukena. Simulaattorit, dronet ja robotiikka käytetään opetuksessa monipuolisesti havainnoimaan ilmiötä sivusta katsojan roolista. Simulaation hyödyntäminen jakaa koulutuksen järjestäjistä käyttäjäkuntaa koulutuksen järjestäjäluvan ja koulutuksen toteuttamiskustannusten mukaisesti (Koramo, Brauer & Jauhola 2018:9, s. 10–19).

Digitalisaatio ja teknologiset opetusmenetelmät koetaan hyvin kehittyneinä suomalaisessa yhteiskunnassa. Opetushallitus toteaa ammatillisen koulutuksen digitalisaation tilan kokonaisuudessaan olevan tieto- ja viestintätekniikan osalta EU:ta keskitasoa paremmin hyödynnetty. Todetaan kuitenkin opettajien valmiudet hyödyntävät uusia pedagogisia ratkaisuja puutteelliseksi (Tanhua-Piironen ym., 2016). Haasteiksi koetaan riittämätön työaikaresurssi opetuksen ja ohjauksen suunnitteluun sekä oman osaamisen kehittämiseen. Lisäksi esteinä koetaan käytettävissä oleva puutteellinen laiteympäristö, yksilöiden osaaminen ja muutosvastarinta. Tutkimuksessa todetaan digitaalisuuden ammatillisen koulutuksen opetushenkilöstön mukaan saavutettavan kuitenkin seuraavat hyödyt:

1. mahdollistaa toteuttaa opetus ja ohjaus ajasta ja paikasta riippumattomasti
2. oppimateriaalien ajantasaisuus varmentuu ja on helpommin saatavilla

3. opetuksen toteuttaminen monipuolistuu ja voidaan käyttää soveltavia pedagogisia oppimismenetelmiä

4. henkilökohtaistaminen tulee näkyvämmiin esille oppijalle

5. oppijan oppiminen ja ohjaaminen yksilöllisemmin edesauttaa tavoitteiden saavuttamisen. (Koramo, Brauer & Jauhola 2018:9, s. 35–37)

Oppijat arvioivat opettajien välillä olevan suuria eroja digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisessä. Oppijoille esitetyissä kysymyksissä 68 % kokee, että digitalisaatio on joustavoittanut ja helpottanut opiskelua tai opinnoissa menestymistä. Oppijan näkökulmasta digitaalisten opetusratkaisujen nähdään helpottavan oppimista ja opiskeluun liittyvien tehtävien hoitamista. Oppijoista keskimäärin puolet kokee, että opetuksessa ja ohjauksessa tulee hyödyntää digitaalisia ratkaisuja aikaisempaa enemmän, erityisesti yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon aloilla. Puutteena oppijat näkevät digitaalisen oppimateriaalin puuttumisen tai digitaalisen opetusratkaisujen vähäisen hyödyntämisen opetuksessa. (Koramo, Brauer & Jauhola 2018:9, s. 35)

Tutkimuksessa esitetään nykytilan ja tulevaisuuden tavoitteita koulutuksen järjestäjille;

1. Koulutuksen järjestäjä veloitetaan selvittämään digiosaaminen ja oppimisympäristöjen nykyaikaisuus ja kehittää systemaattisesti opetusta.
2. Digiosaaminen ja uusien teknologioiden käyttöönottoa voidaan edellyttää kaikilta opettajilta eikä digitaalisuuden hyödyntäminen tule olla riippuvainen opettajan omasta kiinnostuksesta ja halusta soveltaa nykyaikaisia opetusmenetelmiä.
3. Oppimisympäristöissä digiosaamista tulee kehittää ja ottaa käyttöön organisaation sisällä ja lisätä käyttöä organisaation ulkopuolella.
4. Opettajan koulutuksessa myös tulee soveltaa ja käyttää nykyaikaisia opetusmenetelmiä ja teknologiaa.
5. Koulutuksen järjestäjältä edellytetään tulevaisuudessa näkyvämpää työelämäyhteistyötä ja yhteistyön kehittämistä ammatillisessa koulutuksessa. (Koramo, Brauer & Jauhola 2018:9, s. 71–72).

Oppijat näkevät myös digitalisaation avulla oppimisen tehostuneen, opiskelumotivaation lisääntyneen ja helpottavan opintojen seuraamista. Joustavuus mahdollistaa opiskelun ja tehtävien tekemisen esimerkiksi koulumatkan aikana bussissa. Onnistuneiden kokemusten kautta oppijat toivovat, että opetuksessa ja ohjauksessa hyödynnettäisiin enemmän digitaalisointia ja luotaisiin enemmän toteutusmalleja opintoihin (Koramo, Brauer & Jauhola, 2018:9).

5 TUTKIMUSONGELMA JA -MENETELMÄT

5.1 Tutkimusongelma

Kasvaneet koneopetuksen kustannukset saavat koulutuksen järjestäjät etsimään uudenlaisia ratkaisumalleja opetuksen toteuttamiseksi. Valtionosuusrahoitukseen ei ole tehty indeksi tarkistuksia, jolloin käyttötalouden menojen kasvun hillitsemiseksi täytyy etsiä uudenlaisia kustannustehokkaampia oppimisympäristöratkaisuja. Mahdollisena keinona tulee selvittää muuttuvat kustannukset, jotka vaikuttavat tehokkaimmin taloudellisen tilanteen korjaantumiseen lähivuosien aikana. Näitä ovat mm. opiskelijamäärien ja työkonekaluston käyttöasteen kasvattaminen ja samalla fyysisen koneopetuksen alkeiden lisääminen simulaattoriympäristöissä. Parhaimmillaan toteutuessaan oppijat ovat ammattitaidoltaan valmiimpia siirtymään varhaisemmassa vaiheessa yritykseen harjoittelemaan ja täydentämään osaamistaan. Vastaavasti tehokkuuden parantuessa samassa ympäristössä voidaan kouluttaa suurempi joukko oppijoita työelämään.

5.2 Tutkimustyön tavoite ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää koneopetuksen muuttuvat kustannukset ja vaikuttaa niihin simulaattoriopetuksen avulla.

Opintovuoden kustannustarkastelu tehdään OSAO Taivalkosken yksikön 2022 toteutuneiden kustannusten perusteella, käyttäen taloushallinnon sisäisen laskennan kustannuksia. Opintovuoden laskennassa käytetään valtionosuusrahoituksessa rahoituspäätöksen mukaisia lukuja vuodelta 2023 ja lasketaan opintovuoden yksikköhinta opetushallituksen laskentamallia hyödyntäen.

Koneopetuksen kustannustekijät ja suorat vaikuttamisen keinot.

Kustannustietopohjan avulla tehdään muuttuvien kustannusten vertailu fyysisen koneopetuksen ja simulaattoriopetuksen välisenä vertailuna. Vertailussa opetuksen osuudet jaetaan

- lähiopetukseen
- simulaattoriopetukseen
- ajoneuvo- ja työkoneopetukseen harjoituskohteissa

- työpaikalla tapahtuvan oppimiseen.

Tutkimuksen tavoitteena on saada näkyviin mahdolliset kustannussäästöt metsä- ja maarakennuskone sekä kaivosalan opetuksessa edellä kuvatun mukaisesti. Kustannustarkastelussa käytetään rahoitusperusteina 2023 koulutuksen järjestäjä OSAOille osoitettua valtionosuusrahoitusta.

Tutkimuksessa tarkastellaan OSAO Taivalkosken yksikön ajoneuvo- ja työkoneopetuksen kustannuksia. Työkoneiden kustannukset muodostuvat pääosin muuttuvista kustannuksista; poltto- ja voiteluaineet, korjaus- ja huoltokustannukset sekä opettajien palkkamenoista. Kustannuksiin vaikuttavat myös yksikön koneiden sijainti kaukana asiakastyökohteessa, jolloin matkat työkohteeseen lisäävät kustannuksia. Tarkastelu tehdään muuttuvista kuluista, jossa opettajamitoitusta ei laadita eikä palkkamenojen tarkempi pohdinta ei ole tarkastelussa mukana.

Työkoneiden kuljettajaopetuksen kustannukset muodostuvat pääosin edellä mainittujen lisäksi kiinteistä kustannuksista, kuten sijoitetusta pääomasta koneisiin ja laitteisiin, kiinteistöön kohdistuvat konetekniikan opetuksen vaatimukset erityisopetustiloissa. Kiinteistöjen konetekniikan opetustilojen käyttöä tai peruskorjaustarpeiden tarkastelua ei tässä tutkimuksessa tehdä.

Yksikön talouteen vaikuttavina tekijöinä ovat rahoitusjärjestelmän perus-, suoritus- ja vaikuttavuusrahoituksen tulot. Merkittävimpänä niistä ovat opintovuodet ja oppijoiden suoritettut opintopisteet. Edellä mainituissa vaikuttavina tekijöinä ovat ryhmän koko ja suorituspistemäärä sekä työllistyminen ja jatko-opinnot tutkinnon suorittamisen jälkeen. Opetuksen keskittämisessä tavoitteena on oppijoiden määrän nostaminen, joka laskee kone- ja laiteinvestoinnin suuruutta oppijaa kohden.

Kustannustehokkuutta tarkasteltaessa tulee luontevasti jatkokehittämissuunnitelmassa metsäkoneopetuksen keskittäminen olemaan mukana. Jatkokehittämisen näkökulmasta koulutuksen keskittämisen alueellinen koulutuksen sijaintitarkastelu rajataan kuitenkin tutkimuksen ulkopuolelle. Sijaintitarkastelu kokonaisuudessaan vaatii laajuudessaan oman metsätalouden aluepoliittisen tarkastelunäkökulman eri toimialoilla.

5.3 Tutkimusaineisto

Teoreettisessa tarkastelussa haetaan vertailevia kokemuksia oppimistuloksista fyysisen koneopetuksen ja simulaattoriopetuksen välillä. Kirjallisen tutkimusaineiston vähäisyyden vuoksi teoriakirjallisuus on valittu aineistosta selkeiden lopputuloksien perusteella. Teoriakirjallisuuden lähteinä ovat toisistaan poikkeavat simulaattoriopetuksen oppijaryhmät; luonnontieteiden oppijat fysiikassa, B-kuljettajatutkintoa suorittavat oppijat ja hoitoalan oppijat. Kuljettajatutkintoa suorittavien simulaattoriopetuksen tutkimuksia on kolme eri ajanjaksoina tehtyä tutkimusta. Lisäksi tutkimuksen aineistossa simulaatio- ja simulaattoriympäristöihin liittyvänä tarkastellaan digitalisaatiota simulaattoriympäristön oppimisalustaan kuuluvana toiminnanohjausjärjestelmän osana.

Kustannustarkastelussa tutkimuksen pääaineisto koostuu OSAOn sisäisen talouslaskennan kautta noudettuihin tilinpäätöstietoihin 2021–2022 ja talousarvioon vuodelle 2023. Valtionosuusrahoituksen tiedot vuosilta 2022–2023 noudetaan opetus- ja kulttuuriministeriön sivuilta. Yksikköhintarahoitus kohdennetaan opetushallituksen rahoitukseen liittyvän ohjeistuksen ja laskentamallien mukaisesti osaamisalakohtaisesti. Laskennassa käytetään numeerisena tarkkuutena lähtötietojen tarkkuutta.

Simulaattoreiden ominaisuudet oppimisympäristönä perustuvat Riveria, Redu ja OSAOn simulaattoriympäristöihin. Simulaattoreiden oppimisympäristöön liittyvä kysely suoritetaan sähköpostikyselynä ja vertaileva tutkimus benchmarking vierailuna metsäkonealan koulutuksen järjestäjille Redu ja Riveria. Maarakennuskonealan ja kaivosalan laitetoimittajilta, jotka ovat päämerkkejä Suomessa Tenstar, Creanex ja Sandvik laitekohtaiset kysymykset sähköpostikyselynä ja täydentävät kysymykset teemahaastatteluin.

5.4 Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimukseen liittyvä tutkimustiedon hankinta aloitettiin 8/2022 OSAOn talouden osavuositarkastuksessa. OSAO Taivalkosken yksikön sisäisen intran kustannustiedon ja valtionosuusrahoituksen laskentatiedon nouto 9–12/2022 ja tilinpäätöstiedot vuoden 2022 kustannusten laskemiseksi osaamisaloittain 2/2023. Laitetoimittajille sähköpostikyselyt ja palautteet sekä yhteydenotot puhelimitse (yhteydenottoja useita) 1–4/2023. Yksi neljästä laitetoimittajalle jätetystä sähköpostikyselyistä jätti vastaamatta. Tilastokeskuksen työkoneiden indeksien nouto 2/2023. Simulaattoreiden hankehakemukset OSAO tasoinen jätetty 10/2022 ja laitehankinta käynnistetty 9/2023.

Hankkeeseen liittyviä tulevaisuuden kehitysnäkymiä, ajatuksia ja tulosityksiköiden kehittämissuunnauksia pohdittiin Joensuun ammatillisen koulutuksen webinaarissa Joensuussa 11/2022. Eritasoiset ryhmäkokoukset noin kerran viikossa 1–4/2023. Tutkimustyön opetuksen benchmarking matka tehtiin Pohjois-Karjalan Koulutuskuntayhtymä Riveriaan (myöhemmin Riveria) ja Rovaniemen koulutuskuntayhtymään Redu (myöhemmin Redu) 3/2023. Tutkimustyön kustannustaulukoiden laadinta tehtiin taulukkolaskentaohjelmassa noudettujen tietojen perusteella 1–5/2023. Kustannustarkastelu ja vertailu tehtiin kaikissa muuttuvien kustannusten kustannusryhmissä. Vaiheistetun opetuksen mallintaminen tehtiin Taivalkosken yksikön kaikessa koneopetuksessa 2–6/2023. Simulaattoriopetus käynnistyy loppu syksystä 2023 vaiheittain hankintojen edessä. Vuoden vaihteeseen mennessä Kuntayhtymä tekee yhteenvedon saatujen tutkimusten ja kehittämisselvitysten pohjalta OSAO tason strategialinjaukset.

Tutkimus koostui kolmesta eri näkökulmasta; Tulosityksikön OSAO Taivalkosken yksikön taloustarkastelusta, benchmarking vierailut kahden koulutuksen järjestäjän simulaattorioppimisympäristöihin ja laitetoimittajille suunnatuista kysymyksistä. Taloustarkastelussa ammatillisen koulutuksen rahoituksen muodostumisperiaatteet haettiin opetus- ja kulttuuriministeriön, opetushallituksen ja Koulutuskuntayhtymä OSAOn virallisilta sivuilta sekä OSAOn sisäisestä laskennasta OSAO intra.

Benchmarking tutkimuksessa vertailtiin ja haettiin oppimiskokemuksia simulaattorioppimisympäristöistä kahden ammatillisen koulutuksen järjestäjän kesken; ja. Koulutuksen järjestäjiltä kysyttiin kustannustehokkaita ratkaisuja kuljettajaopetuksessa. Toisena kysymyksenä kysyttiin simulaattoriopetuksen toteutustapoja työkoneiden kuljettajaopetuksessa ja oppimistuloksia.

Simulaattoriympäristön laitetoimittajille suunnattu tutkimus tehtiin sähköpostikyselynä, täydentävät ja tarkentavat kysymykset teemahaastatteluilla puhelimitse. Sähköposti kysely kohdentui maarakennuskonealan simulaattoritoimittajille; Tenstar, Creanex, Sandvik ja Mevea. Simulaattoritoimittajilta kysyttiin; Onko laitetoimittajien toimesta tehty tutkimuksia oppimisesta simulaattoriympäristössä? Onko kustannuslaskelmia fyysisen koneopetuksen ja simulaattoriopetuksen välillä? Mitä voisi tarkoittaa toiminnanohjausjärjestelmä simulaatioympäristössä? Onko mahdollista toimia samassa oppimisympäristössä useampi simulaattori yhtäaikaaisesti verkon ylitse? Simulaattoritoimittajista Tenstar, Creanex ja Mevea vastasivat sähköpostikyselyyn ja täsmennyksiä tehtiin puhelimitse teemahaastatteluna.

5.5 Tutkimusmenetelmät

Tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmänä käytettiin tapaustutkimusta. Tapaustutkimusta on perusteltua käyttää, kun tutkimus perustuu kapea-alaiseen ja yksityiskohtaiseen tutkimusaineistoon. Tapaustutkimuksessa käytettiin sekä laadullisia että numeerista tutkimusotetta.

Tapaustutkimukseksi kutsutaan tutkimusstrategiaa, jolle ominaista on tutkia syvällisesti vain yhtä tai muutamaa kohdetta tai ilmiökokonaisuutta. Tapaustutkimus on usein rajautunut omaksi kokonaisuudekseen, jossa haetaan tietoa ilmiöön liittyvistä toiminnan mekanismeista, prosesseista tai sisäisistä lainalaisuuksista. Perustuen rajoittuneeseen tapaukseen voidaan yleisesti puhua tapauksista (case), jolla viitataan yksittäisiin tai suppeahkoon joukkoon siihen liittyviä tekijöitä, jossa ilmenee viitteitä samankaltaisuuksista. Tutkimustuloksilla voidaan osoittaa olevan laajempaakin merkitystä, joka voi olla yleistettävissä tai siirrettävissä toiseen kontekstiin. Tapaustutkimus soveltuu prosessin tai ilmiön tutkimiseen, jossa empiiristä tutkimusta on vain vähän saatavilla. (Jyväskylän Yliopisto, 2023.)

Aineiston keräämisessä käytettiin aineistoa, jotka ovat Koulutuskuntayhtymä OSAOn talouden sisäisen laskennan kautta tapahtuvaa käyttötalousmenojen tarkastelua, pohdintaa ja analysointia talouslukemien avulla. Tutkimuksen numeeriset arvot sijoitettiin taulukkomuotoon, jossa taulukkotietojen perusteella rinnalle laadittiin ja etsittiin vaihtoehtoisia pedagogisia ratkaisuja. Tiedonhankinnassa ovat käytössä OSAOn sisäinen laskenta, jossa merkityksellisimpiä ovat koneiden käytöstä johtuvat muuttuvat kulut. Lisäksi vertailuun haettiin vastaavilta ammatillisen koulutuksen järjestäjiltä sähköpostitse vastaavat tiedot. Riverian tuloslaskelman tiedot olivat käytettävissä sen sijaan Redu ei luovuttanut tietoja.

Opetuksen simulointiin ja simulaattoriratkaisuihin haettiin vastauksia sähköpostikyselyä maarakennuskonealan laitetoimittajalta Tenstar, Sandvik, Creanex ja Mevea. Täydentävää lisätietoa haettiin laitetoimittajien yrityssivuilta laitteiden ominaisuuksista ja opetuksen toteuttamisen teknologisista mahdollisuuksista. Simulointiin liittyen tehtiin benchmarking vierailu Riveriaan, Reduun ja OSAOn Haukiputaan yksikköön. Simulaattoripetuksen asiantuntijoita haastateltiin toteutusmalleista, kokemuksista ja oppimistuloksista ja niiden vaikutusta kuljettajakoulutuksen kustannuksiin.

5.6 Tulokset ja niiden hyödyntäminen

Tuloksia tarkasteltiin vertaillen koulutuksen järjestäjien vaihtoehtoisia simulointiympäristöjä huomioiden ratkaisumallien toteuttamiskelpoisuus. Toteuttamiskelpoisuutta arvioitiin OSAOn Taivalkosken yksikön tiimipalavereissa, jossa vaihtoehtoisista ratkaisuista pyrittiin löytämään optimaalinen toteutustapa. Oppimisnäkemykset ja -tulokset koetaan vaikeaksi, kun arvioidaan oppijan oppimista eri tilanteissa, joka yleensä jakaa asiantuntijoiden näkemykset. Tutkimuksen perusteella on todettava, että opettajan oppimiskäsitykset ja opetusmenetelmien käyttö jää opettajan itsensä ratkaistavaksi tilannekohtaiseksi valinnaksi toteuttaa opetus ja hyödyntää nykyteknologiaa opetuksessa. Oppimistavoitteet ja oppimisympäristöt sekä teknologia voivat määrittellä käytettävät pedagogiset keinot ja olla oppimistavoitekohtaisia, jossa kuitenkin opettajan ja oppijan välinen yhteistyö on vaikuttavin tekijä oppimiselle.

Tutkimustulosten perusteella tullaan tekemään OSAOssa yksiköiden välisiä rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia koulutuksen toteuttamiseksi. Tutkimustuloksissa verrataan taloudellisia ja koulutuksen kannalta laadullisia tekijöitä, jotka voivat olla toteutuessaan myös pitkän aikavälin ratkaisuja. Simulaattoriopetuksen voimakas lisääminen ja vaiheistaminen on sovellettavissa Taivalkosken koneopetuksen oppimisympäristöissä. Vaiheistetun opetuksen toteuttamiseksi simulaattoriympäristössä, rekrytointi on käynnissä ja vaiheistetun opetuksen toteutuksen tarkempi suunnittelu työn alla. Oppimisympäristön kehittämiseksi rahoitus on myönnetty ja laitehankinta käynnistyy syksyllä. Koulutuksessa koneopetuksen keskittäminen tai osittainen keskittäminen on myös mahdollista toteuttaa pienemmällä oppijoiden aloituspaikkamäärällä ja pienemmällä työkonemäärällä edellyttäen, että simulaattoriympäristö on toimiva oppimisympäristö ja toiminnassa.

6 TULOKSET

6.1 Valtionosuusrahoituksen muutoksien vaikutus opetukseen

Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmän muodostumista kuvattiin teoreettisessa viitekehyksessä. Siellä kuvattiin rahoitusjärjestelmän muodostuminen, jossa perusrahoituksen osuus on sama kaikissa perustutkinnoissa, jota korotetaan tai alennetaan kustannusryhmän kertoimen avulla. Valtionosuusrahoituksen määräytyminen on haettu taulukon 3 (s. 10) ammatillisen koulutuksen suoritepäätöksen liiteraportista vuodelle 2023. Tulosityksikön tavoitteiden mukaisesti Koulutuskuntayhtymä OSAOn taloushallinto on jakanut perustutkinnoittain ja tarkemmin osaisaloittain jakoperusteen mukaisesti tulosityksiköihin. Alla olevassa taulukossa 7 on laskettu opetushallituksen Hänninen (9/2022) esimerkkiohjeen mukaisesti vuonna 2023 metsäalan perustutkinnossa (metsäkoneen kuljettajien osaamisalalla) perusrahoitus 15 528 €/opp ja suoritusrahoitus 4 437 €/opp sekä vaikuttavuusrahoitus 2 218 €/opp. Vastaavasti rakennusalan perustutkinnossa (maarakennuskokoneenkuljettajien osaamisala) perusrahoitus 10 654 €/opp ja suoritusrahoitus 3 044 €/opp ja vaikuttavuusrahoitus 1 522 €/opp. Kaivosalan perustutkinnossa (kaivostyön osaamisala) perusrahoitus 10 057 €/opp ja suoritusrahoitus 2 874 €/opp ja vaikuttavuusrahoitus 1 437 €/opp. Rahoituksen muodostuminen perustuu koulutuksen järjestäjä kohtaisesti kaksi vuotta aiemmin toteutuneisiin kustannuksiin. Perusrahoituksen osuuteen koulutuksen järjestäjä ei juurikaan voi vaikuttaa muulla tavoin kuin opiskelijavuositavoitetta kasvattamalla. Opiskelijavuositavoitteen nostaminen lisää lähes samassa suhteessa myös opetuksen kustannuksia. (Hänninen, 9/2022).

Taulukko 7. Laskennallinen esimerkki opiskelijavuoden hinta vuonna 2023. (OSAO intra, 2023).

Laskennallinen, arvio	Perusrahoitus 180 €/opv	Suoritusrahoitus 180 €/opv	Vaikuttavuusrahoitus 180 €/opv
Metsäalan perustutkinto (kr5)	15 528	4 437	2 218
Rakennusalan perustutkinto (kr4)	10 654	3 044	1 522
Kaivosalan perustutkinto (kr4)	10 057	2 874	1 437

Kustannusryhmäkertoimien muutoksen seurauksena vuodesta 2021 alkaen valtionosuusrahoitus laski Taivalkosken yksikössä huomattavasti. Tästä esimerkkinä rahoituksen kustannusryhmä kertoimien vaikutus, joka näkyy taulukossa 8. Taulukon opiskelijamäärien mukaisesti laskettuna valtionosuusrahoitus on alhaisempi 2023 kertoimien myötä metsäalan perustutkinnossa -68 146 €/v, rakennusalan perustutkinnossa -57 327 €/v ja kaivosalan perustutkinnossa -54 115 €/v. Taivalkosken yksikössä valtionosuusrahoitus jäi alhaisemmaksi vuonna 2023 yhteensä -179 589 €.

Taulukko 8. Laskennallinen €/opiskelijavuosi (opv) kustannusryhmissä kr4 ja kr5 (OSAO intra).

Laskennallinen oppija-hinta 180 osp/opp	Rahoitus 2023 (vuoteen 2020) €/opv	Rahoitus 2023 (vuoden 2021 jälkeen) €/opv
Metsäalan perustutkinto (kr5) (96 opp)	22 893	22 183
Rakennusalan perustutkinto (kr4) (47 opp)	16 440	15 221
Kaivosalan perustutkinto (kr4) (27 opp)	15 519	14 368

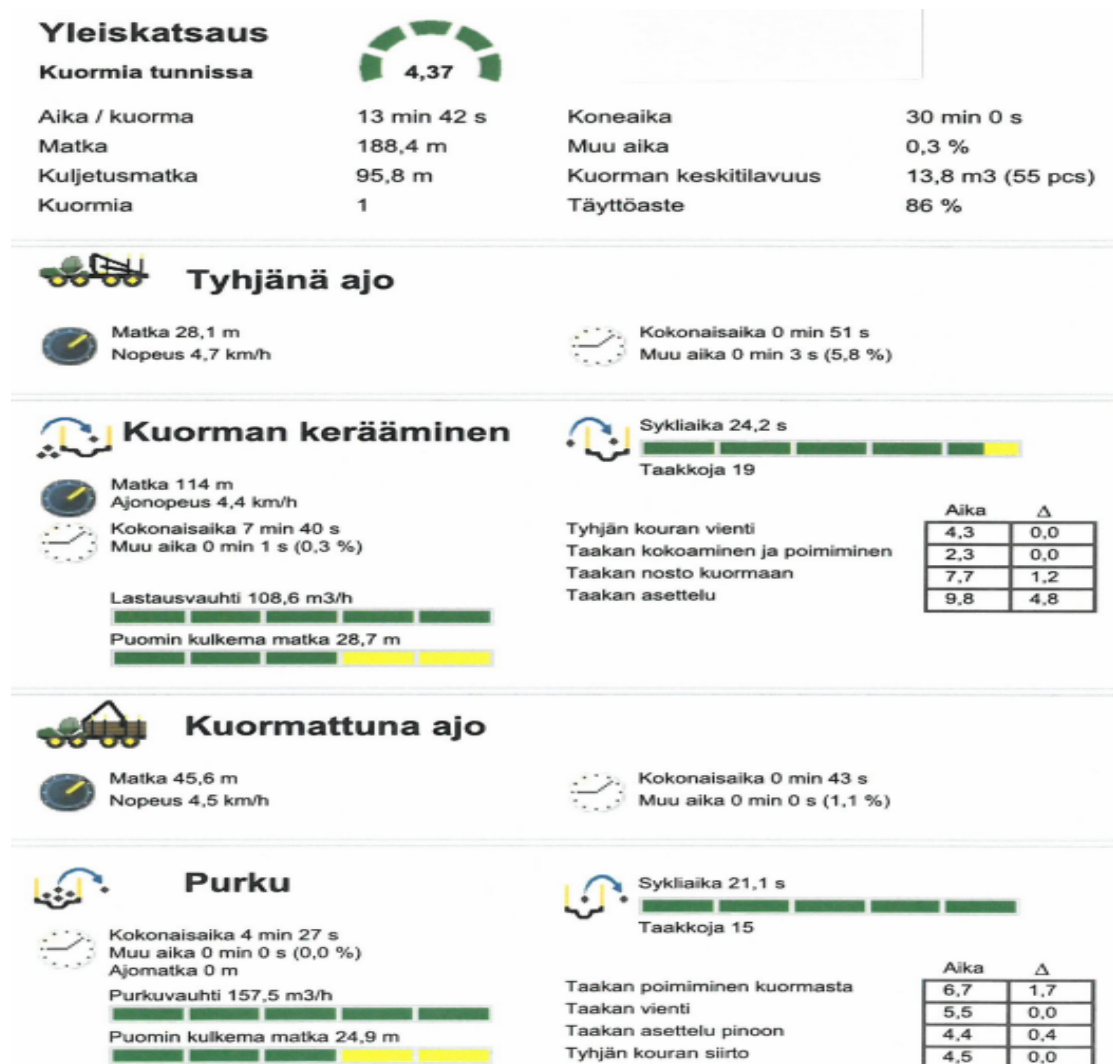
6.2 Metsäkonealan simulaattoriympäristö

Tutkimuksen benchmarking vierailut tehtiin Redun ja Riverian koneopetusta antaviin tulosityksiköihin. Simulaatioympäristöissä Riveria oli hankkeiden avulla aloittanut voimakkaan oppimisympäristöä koskevan kehittämisen vuonna 2018 ja Redu puolestaan 2021. OSAO simulaattoriympäristön kehittäminen ja päivittäminen käynnistyi syksyllä 2022. Koneopetus osoittautui olevan merkksidonnaista metsäkonealan simulaattoriopetuksessa. Sekä Riverian että Redun oppimisympäristöissä käytössä olivat samantyyppiset simulaattorit, joilla metsäkone opetusta toteutetaan. Poikkeavuudet simulaattorien käyttöasteesta ja niiden hyödyntämisestä johtui suurimmalta osin laitteiden käyttöiästä ja olemassa olevista ohjelmistoalustoista. Simulaattorit olivat pääasiassa elinkeinoelämässä vallitsevat konemerkit; Ponsse, John Deere ja Komatsu. Merkkikohtaisten simulaattoreiden valmistajia ovat edelleen pääsääntöisesti itse konevalmistajat, joten simulaattorit ovat ns. digitaalisia kaksosia. Simulaattoreiden oppimisalustoissa oli käytössä toiminnanohjausjärjestelmät Woodforce ja Logforce. Woodforce on metsäyhtiöiden puutavarankorjuun suunnitteluun ja Logforce puutavarankuljetukseen liittyvä oppimisalusta.

Riverian ja Redun metsäkonealan simulaattorikoulutuksessa suuntautumisvaihtoehtoina ovat kuormatraktorin-, harvesterin- ja puutavara-autokuljetuksen osaamisalat. Kuormatraktorin simu-

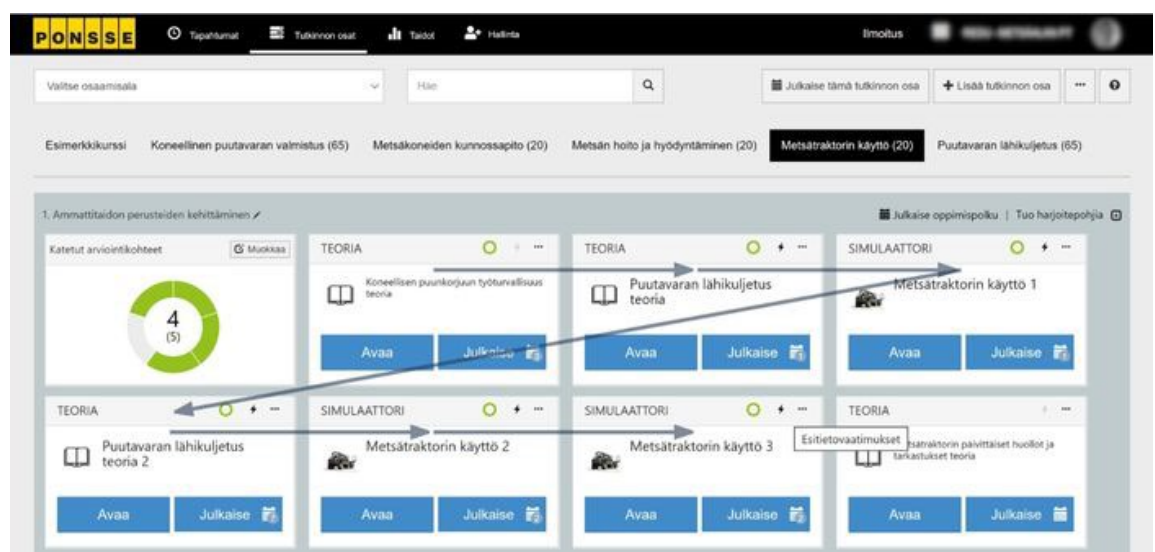
laattoriharjoituksissa ovat sekä ajoharjoittelu että kuorman käsittelyn harjoitukset erilaisissa toimintaympäristöissä. Oppijoiden menestymistä mitataan suoritusnopeuksina eri tilanteissa simulaattorilla kuvan 6 mukaisesti (John Deere, 2023).

Kuljettajaraportti kuvaa oppijan suoriutumista kuorman noudosta ja purkamisesta. Vastaavasti kuormaimen käsittely ja suuntanopeus kirjautuu suoritusaikoina. Simulaattoriopetuksessa pyritään saamaan kuormaimen käsittelyn motoriikka virheettömäksi ja autonomiseksi alusta alkaen. Lisäksi simulaattoriopetus kehittää oppijan arviointikykyä tehdä itsenäisiä päätöksiä nopeasti kuorman käsittelyn aikana, jota kuljettaja tarvitsee tulevassa ammatissaan. Oppimislustassa voidaan lisätä vaikeusastetta harjoituksen edetessä mm. vaikeuttamalla maasto-ympäristössä ajamista tai tehdä koneeseen keinotekoinen vikaantumisen.



Kuva 6. John Deere simulaattoriharjoituksen kuljettajaraportti suorituksesta (John Deere, 2023).

Redu esitteli oppilaitoksen oppimisympäristöön hankittuja 2021 mallin simulaattoreita. Opetusympäristö pohjautuu Ponsse kuormatraktoriasimulaattoriin ja oppimistehtäviä sisältävään ohjelmistoalustaan Workseed integraatio. Harjoituksen etenemistä kuvassa 7 esittää nuoli tehtävän suoritusta teoriaopinnoista kuormatraktorin alkeisiin ja edelleen vaativampaan kuormatraktorin käytön hallintaan. Kuormatraktorisimulaattoriin oppimisympäristön harjoituksessa on oppimisen etenemiseen liittyviä vaiheita (oppimisen askelmerkit), joilla oppijan mielenkiinto saadaan oppimisen näkökulmasta pysymään tavoitteeseen pyrkivänä. Oppijan harjoittelu tehtävineen tallentuu ohjelmistoalustaan tai tehtävän voi myös keskeyttää ja jatkaa seuraavalla harjoituskerralla viimeksi tallennetusta kohdasta.



Kuva 7. Ponsse simulaattoriin ja Workseedin integraatio (Ponsse, 2023).

Harvesterin kuljettajalta vaaditaan nopeita ratkaisuja puutavaran valmistuksessa. Sen vuoksi varsinainen peruskoneen, harvesterin käsittelytaito tulee olla riittävän korkealla tasolla. Kuormatraktorista siirryttäessä harvesterin käyttöön, kuormatraktorin käyttökokemus edesauttaa ja nopeuttaa oppijaa motoriikan ja käytön hallinnan osalta. Korkeatasoisella autonomisella osaamisella oppijalle saadaan enemmän aikaa tehdä harkintoja ja valintoja puutavaran valmistuksessa. Kuormatraktorisimulaattori on muunneltavissa harvesterikäyttöön hallintalaitteita vaihtamalla. Redun Ponsse integraatio simulaattoriympäristö poikkeaa hieman John Deeren oppimisympäristöstä. Poikkeuksena ovat lähinnä merkkikohtaiset erot ja ohjelmistoalustan monipuolisuus. Ponsse integraatiosta löytyvät lähes vastaavat harvesteritoiminnot kuin John Deerestä.

Riveriassa on kuormatraktorin käytön ajo-opetus suunniteltu oppijalähtöisesti tavoitteelliseksi. Opetuksen toteuttamista esittää kuvan 8 mukaisesti lähtien perusteorian osaamisesta työpaikalla

tapahtuvaan oppimiseen saakka vaiheistettuna. Vaiheistetussa opetuksen mallissa jokaiseen oppimisympäristöön (virtuaalisimulaattorit, harjoituskenttä, harjoitustyömaa, työpaikalla tapahtuva oppiminen) liittyy tavoitteet, jotka oppijan täytyy vähintään saavuttaa päästäkseen seuraavaan vaiheeseen. Oppija itse tuottaa eri vaiheissa dataa eri muodoissa simulaattorin antamista harjoituksen palautteista ja täydentää itse tuottamalla kuvaa, videomateriaalia ja tekemällä tehtäviä omatoimisesti eri vaiheissa Workseedin digitaaliselle oppimisalustalle.

Vaiheistetun opetuksen malli



Kuva 8. Vaiheistetun opetuksen malli. (Riveria, 2023).

Riverian simuloitussa oppimisympäristössä oli käytössä opetuksessa luokkasimulaattoreiden lisäksi ulkona yhden opettajan ohjauksessa kolme sähkökäyttöistä ja kaksi fyysistä kuormatraktoria. Sähkökäyttöisissä kuormatraktoreissa moottorin tilalla oli kolme voimakasta sähkömoottoria, jotka muodostivat tarvittavan hydraulisen voiman kuormausharjoitteluun. Kuormaustraktoreissa käytettiin kuormaamisen videokamerakuvausta, josta opettaja seurasi kuormaimen käsittelyä ja ohjeisti puhelimen välityksellä oppijaa harjoituksen aikana. Simulaatioympäristössä oli myös fyysisen kuormatraktorin kuormaamisen ja ajoharjoittelun rata varustettuna estepylväillä. Estepylväissä oli kiihtyvyyssanturit, jotka antoivat kuormatraktorin osumasta virhesignaalin ajo- ja kuormainharjoittelun edetessä harjoitteluradalla. Harjoittelun suoritus tallentui valvomon tietokoneyksikköön ja tallennettu tieto analysoitiin palautekeskustelussa. Harjoituskentällä fyysisillä koneilla jäljiteltiin kuljettajan ajo- ja kuormauksen opetusta todellisessa toimintaympäristössä.

Lisäksi Riveria käytti kuormatraktoreiden tapaan puutavara-auton kuormaimen käytön harjoittelussa puutavara-autossa kiinnitettynä voimavirtasähköllä toimivaa sähköhydraulista aitoa puutavarakuormainta. Kuormaimen käsittelyssä tavoitteena oli puutavarakouran ja puomin vakaa hallinta. Samassa simulaatioympäristössä olevat sähkökäyttöiset kuormatraktorit kolme kappaletta;

kaksi fyysistä kuormatraktoria ajorata- ja kuormausharjoittelussa ja yksi puutavara-auto oli yhden opettajan ohjauksessa tornivalvomossa, jossa yhteydet UHF-puhelimen, kameravalvonnan ja näköyhteyden avulla. Vain kahdessa energianlähteenä oli kevyt polttoöljy, muut toimivat sähkövirralla. Toimintaympäristöllä saavutettiin huomattava määrä toistoja, muuttuvien (polttoainekulujen) kulujen aleneminen ja opetuksen tehostuminen työmaamatkojen jäädessä pois kokonaan.

Riverian puutavara-autokuljetuksen ajo- ja kuormauksen harjoittelussa oli erillinen ajosimulaattori. Ajoharjoittelussa tärkeimmät ovat täysperävaunun yhdistelmän ja puutavarakuormaimen käsittely. Simulaattorin lisäksi opetuksessa käytettiin käsittely- ja kuormaussimulaattoria laptop. Molemmissa oli tavoitteena toistuvan harjoituksen avulla luoda perusta autonomiselle yhdistelmäajoneuvon ja kuormaimen käsittelylle. Harjoituksissa harjoitusraportti kertoo oppijalle poikkeamat, jotka tulisi saada korjattua ennen fyysiseen harjoitteluun siirtymistä. Toistuvat harjoitukset simulaatioympäristössä lisäävät itsevarmuutta ja alentaa muuttuvia kustannuksia kuljettajakoulutuksessa.

6.3 Maarakennuskoneen kuljetuksen simulaatioympäristö

Simulaatioympäristöjen pääasiallisia laitetoimittajia ovat Mevea, Tenstar, Creanex ja Sandvik. Sandvik on keskittynyt pääasiallisesti kaivosympäristön koneiden simulointiin, jossa pääartikkelina ovat poralaitesimulaatiot. Mevea, Tenstar ja Creanex simulaatioympäristöt ovat keskittyneet sekä hyötyajoneuvojen, työkone- että teollisuusajoneuvojen simulaatioympäristöihin. Yleisesti ottaen em. laitetoimittajien ympäristöt ovat maarakennuskoneet, maatalouskoneet, kuljetuslogistiikka ja kuorman käsittely ympäristöt aina satamahuolintaan saakka.

Simulaattorien laitetoimittajille (Mevaa, Tenstar, Creanex) suoritettussa sähköpostikyselyssä simulaattoreiden moniajossa todettiin olevan nykyisellään yleensä neljästä kuuteen eri työkoneratkaisua samassa simulaattorissa. Monikäyttösimulaattoreissa käytönhallintaan liittyvä hallinta- ja käyttölaiteisto ovat helposti vaihdettavissa ajoneuvotyypin mukaiseksi. Sovellukset ohjelmistotalustassa tulevat laitehankinnan yhteydessä ja ohjelmistopäivitys ja ylläpito sopimus pohjaisesti. Ohjelmistosovelluksissa ovat mukana oppimisen näkökulmasta kuljettajille kuuluvia osaamisen suorittamiseen ja suoritusmenestymiseen liittyvät analysointi tehtävät ja palautteet metsäkonesimulaattoreiden tavoin. Simulaattori kerää tietoa oppijan suorituksesta, joka voidaan pisteyttää arviointikriteereiden perusteella opettajan toimesta. Harjoitustehtävien vaikeustasoa lisätään oppijan osaamisen kehittymisen edetessä, jossa yleensä edeltävä tieto ja osaaminen

perustuu seuraavan tehtävän suoritukseen. Oppijan suoritusta analysoi opettaja tehtäväkohtaisesti harjoituspalautteen yhteydessä, jossa tehdään arvio siirtymisestä seuraavaan vaiheeseen. Oppijan harjoituksen edessä virhesuoritusten, harjoituksen vaikeusasteen tai toistojen lisääminen on oppimisolustassa vielä osittain kehitysasteella. Kuljetuslogistiikassa tieliikenteessä analytiikkaan perustuvan simuloinnin todetaan olevan helpommin toteutettavissa nopeasti vaihtuvien liikennetilanteiden ja ympäristön muutoksen seurauksena. Työkoneista maarakennuskoneiden kohdalla todetaan tämän olevan mahdollista tulevaisuudessa toteuttaa.

Tutkimuksen perusteella simulaattoriharjoitukset poikkeavat osaamisalakohtaisesti konetyötehtävän ja toimintaympäristön mukaan. Ajoneuvo- ja työkoneopetuksessa ovat lähtökohtaisesti moottorinohjauksen, hydraulikan, jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmän osalta samankaltaisia. Eroavuudet tulevat käyttötarkoituksen, rakenteensa, toimilaitteen ja oppimisympäristön osalta. Eri laitetoimittajien välillä on vähäisessä määrin poikkeuksia ohjelmisto sovelluksissa. Itse simulaattorin ohjainlaitteisto ei ole maarakennusalan työkoneissa konemerkkikohtainen siten kuin metsäkonesimulaattoreissa. Metsäkoneopetuksen simulaattoriparvi on maarakennus- ja kaivoskonealan simulaattoreihin verrattuna jonkin verran kehittyneempiä. Järjestelmän laitekokoisuus sisältää paremmat oppimisen arviointiin liittyvät työkalut oppimistulosten arvioimiseksi.

Kuvassa 9 s.45 esitetyistä harjoituksista saadaan oppijakohtainen ja tehtäväkohtainen raportti. Raportista saadaan kokonaisaika, tehtävän suorituksen jälkeisen tilanteen virhemäärä, keskeytykset ja suoritus aika. Raportin tuloste esittää myös virhekohteet, minkä seurauksena voidaan oppijakohtaisesti tehdä toistoja virheiden määrän vähentämiseksi ennekuin oppija siirtyy fyysiseen työkoneympäristöön yksikön harjoitustyömaalle.



■ Valmis: 39
■ Valmis, virheitä esiintyi: 21
■ % Törmäys: 0 %
■ Keskeytetty: 39 %

Tela-alustainen kaivukone

1.8.2021 - 15.4.2022

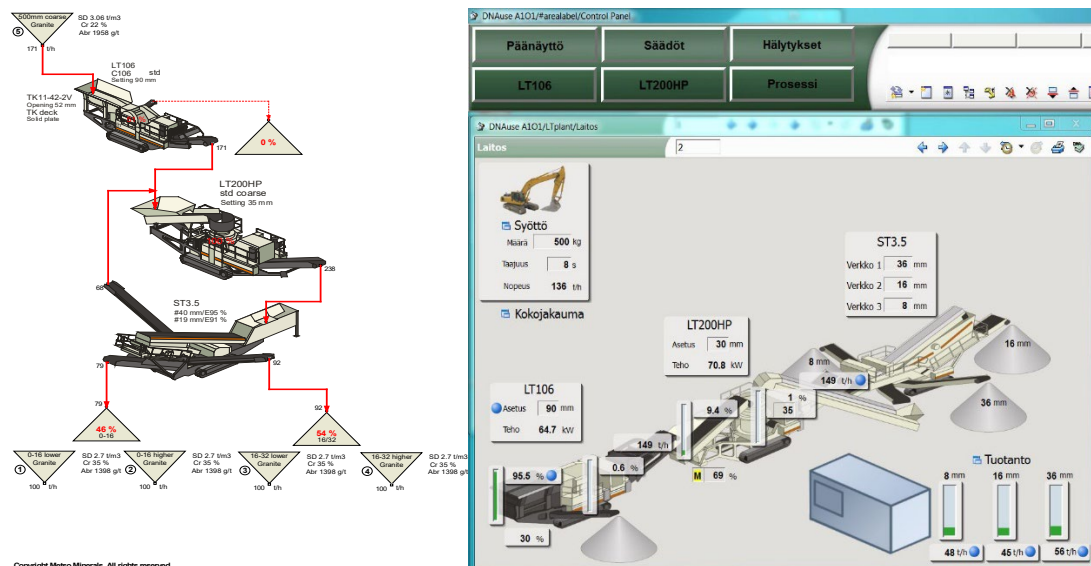
Harjoitus	Kokonais aika	Valmis	Valmis, virheitä esiintyi	Törmäys	Keskeytetty	Paras aika
1.3 Ajoon lähtö tarkastus	00:21:24	1	1	-	2	00:03:19 (29.3.2022)
1.6 Ajoharjoitus	00:08:49	1	1	-	-	00:05:30 (29.3.2022)
2.1 Täyttö	00:04:50	1	-	-	-	00:04:50 (26.1.2022)
2.2 Kaiva	00:03:02	1	-	-	-	00:03:02 (26.1.2022)
2.3 Tasoita	00:11:06	1	-	-	-	00:11:06 (26.1.2022)
2.4 Tasoita osanäkymän kanssa	00:02:28	1	-	-	-	00:02:28 (26.1.2022)
2.5 Täytä kaivanto	00:22:15	1	-	-	1	00:15:19 (31.1.2022)
2.5 Kaiva kaivanto	00:27:44	1	-	-	-	00:27:44 (31.1.2022)
2.7 Kuorma-auton lastaaminen	00:03:22	1	-	-	-	00:03:22 (31.1.2022)
2.8 Lastaa kuorma-auto korkealta	00:03:09	1	-	-	-	00:03:09 (31.1.2022)
2.9 Kaiva ja täytä	01:19:15	-	2	-	-	-
3.2 Profiilinäkymä	00:22:25	-	-	-	2	-
3.3 Kaivanto viitteillä	-	-	-	-	-	-
3.4 Kaivanto	00:14:50	-	-	-	2	-
3.5 Useiden tasojen kaivaminen	00:09:35	-	-	-	1	-
3.6. Korkeuksien nosto	00:13:52	-	-	-	1	-
3.7 Kaltevien pintojen tasoittaminen	-	-	-	-	-	-
7.1 Lastaa kuorma-auto otettaessa aikaa	00:00:14	-	-	-	1	-
7.4 Monitoiminen ajoharjoitus	00:06:11	-	2	-	-	-
7.5 Työpäivä	00:51:44	1	-	-	-	00:51:44 (29.3.2022)
8.1 Maanpinnan muodot	-	-	-	-	-	-
8.2 V-oja	-	-	-	-	-	-
8.3 Muodot ja kiertäjä - kallistaja	-	-	-	-	-	-
A. Kalibroi kauha	00:06:19	-	-	-	1	-
B. Pituuden mittaus	-	-	-	-	-	-
C. Laser	-	-	-	-	-	-
D. Laser, jossa yksi kaltevuus	-	-	-	-	-	-
E. Laser, jossa kaksi kaltevuutta	-	-	-	-	-	-
F. Tallenna sijainnit	-	-	-	-	-	-
G. Pystysiirtymä	-	-	-	-	-	-
H. Ohjemalli	-	-	-	-	-	-
I. Luo tiemalli	-	-	-	-	-	-
Hiekkalaatikko	-	-	-	-	-	-
Summa	05:12:34	11	6	-	11	

Kuva 9. Tenstar simulaattoriharjoituksen kuljettajaraportti suorituksesta. (Tenstar, 2023).

Tutkimuksessa vertailtiin OSAOn (Tenstar, Mevea) lisäksi Riverian simulaattorimalleja ja ominaisuuksia. Riverialla maarakennuskonealan koulutuksen puuttuessa ei ollut vastaavia alan simulaattoreita. Sen sijaan käytössä olivat sekä ajosimulaattori että laptop kuormaussimulaattori puuta-vara-autokuljetuksen osaamisalalla. Kuorma-auton C-kuljettajakorttikoulutuksen ajosimulaattorit soveltuvat myös maarakennuskoneen-, metsäkoneenkuljettajien ja kaivostyöntekijän osaamisaloille.

6.4 Kaivosalan simulaattoriympäristö

Kaivosalan koulutuksessa OSAOssa simuloitu oppimisalusta vastaa todellista fyysistä ympäristöä. Kuvassa 10 on Metso prosessinohjaussimulaatio, jossa Bruno-murskauspiirin mitoitus vasemmalla ja prosessin käynnissä pidon simulointi oikealla. Louhinnassa ja hienonnusprosessissa ovat poralaitesimulaattori ja murskausympäristön simulointialustat kaivinkoneen ja pyöräkuormaajan lisäksi. Oppijat harjoittelevat murskauspiirin rakentamisen koneyksiköistä ja testaavat rakentamansa laitekoonpanon simuloimalla sitä tuotannossa. Oppijat myös harjoittelevat laitosten ympäristön käynnissä pitoa ja prosessin optimointia tuotannon parametrejä muuttamalla prosessin toiminnan ja tuotannon sekä laadun näkökulmasta. Prosessin käynnissä pidon simulaatioharjoituksessa kolme tuotantoyksikköä toimivat keskenään puoliautomaatio-ohjauksella. Oppija muuttaa parametreja ja valvoo järjestelmää oppiakseen ja ymmärtääkseen laitoksen toiminnan ja käynnissä pidon eri tuotantoerille ja laaduille.



Kuva 10. Murskauspiirin mitoitus Bruno-ohjelmistolla vasemmalla, murskausprosessin simulointi oikealla (Metso, 2023).

6.5 Laitetoimittajien simulaattoriympäristöt

Laitetoimittajille suunnatuissa kyselyissä kuvailtiin kaivoskoneiden ja maarakennuskonealan simulaatioympäristöjä samantapaisina mitä edellä koulutuksenjärjestäjillä on käytössä. Uudenai-

kaisempiin oppimisympäristöihin tulee lisää erityyppisiä työkoneita samaan simulaattoriympäristöön. Tenstar laitetoimittajalla on yli 20 erilaista työkone- ja laitetyyppiä samassa DEMO esittelysimulaattorissa. Simulaattoriympäristössä mennään yhä enemmän yksittäisen koneitehtävän hallinnasta kohti kokonaisuuden hallintaa, jossa oppijan suoriutumista arvioidaan eri toimintaympäristöissä. Tällä hetkellä kaksi jopa kolme simulaattoria voi harjoitella samassa toimintaympäristössä, tulevaisuudessa kokonainen simulaattoriparvi voi työskennellä samassa ympäristössä. Samassa ympäristössä toimivien koneiden tarkka yksityiskohtainen hallinta täytyy osata ennen koneparvessa tapahtuvaa konetyön harjoittelua ympäristössä olevien muuttujien vuoksi.

6.6 Opetuksen kustannusosuudet

OSAO Taivalkosken yksikön metsäkoneopetus toimii kolmessa opetuskohteessa, jossa kussakin kohteessa on yksi harvesteri ja kaksi kuormatraktoria sekä yksi opettaja oppilaineen. Konetyön turvallisuuden varmistamiseksi opettajia on oltava riittävästi työmaakohteissa, joka aiheuttaa korkeammat henkilöstökulut opintovuotta (myöhemmin opv) kohti. Maarakennuskoneenkuljetuksen koneopetuksessa kaksi opetuskohdetta eri toimintaympäristöissä ja molemmissa yksi opettaja oppijoineen. Kaivostyöntekijöiden osaamisalalla yksi opetuskohde ja opettajat kahdessa vuorossa.

Vuosina 2021 ja 2022 opetushenkilöstöä oli palkattuna noin 1,5 henkilötyövuotta opintovuosien kasvun seurauksena riittävän turvallisuuden takeeksi. Tässä kohtaa on myös hyvä huomata, että yksikön kaikki kolme osaamisalan koulutusta ovat investointivaltaisia työkonealoja, jossa oppijaa kohti oleva koneiden määrä on oltava riittävän suuri opetuksen laadun varmistamiseksi. Työkoneiden määrää kasvatettiin kahden maanmuokkauskoneen osalta kahdeksi kuukaudeksi, joka osittain näkyy myös vuokratukustannuksissa syksyllä 2022.

OSAOn Taivalkosken yksikön rahoitusjärjestelmien toteutuminen kokonaisuudessaan voidaan kuvata taulukon 9 s. 48 mukaisesti opv mukaisesti. OSAO Taivalkosken yksikön opv kohden henkilöstökulut ja aineiden ja tarvikkeiden kustannukset ovat kasvaneet huomattavasti vuodesta 2019 opiskelijavuosien kasvaessa samanaikaisesti. Vuonna 2022 erityisesti korjauksen ja huollon ja poltto- ja voiteluaineiden hintojen nousu sekä korjauskulut, jotka näkyvät taulukossa 9 kohdassa aineet ja tarvikkeet. Sama hintojen nousu näkyy myös taulukossa 10 tilastokeskuksen konekustannusindeksin muodossa.

Taulukko 9. Kustannusten muodostuminen 2021 Koulutuskuntayhtymä OSAOn tulosityksiköissä opiskelijavuotta kohden (OSAO Intra, 1/2023).

Toimintakulujen %- jakauma, OSAO Taivalkosken yksikkö				
	2019	2020	2021	2022
Opiskelijavuodet (opv)	138,69	156,01	190,0	180,65
Henkilöstökulut	1 604 970	1 924 377	2 215 461	2 284 735
Palvelujen ostot	612 995	664 952	788 915	976 756
Aineet ja tarvikkeet	387 991	369 654	589 049	654 724
Avustukset	1 850	1 600	87	2 307
Vuokrat	481 142	509 290	493 528	542 496
Toimintakulut, yht. €/opv	22 489	22 449	21 644	24 874

Tilastokeskuksen tilastossa 1/2023 metsäkonealan konekustannusindeksin näkyvin kustannusten nousu ovat poltto- ja voiteluaineiden, korjaus ja huolto sekä koneiden siirto kustannuksissa. Pääoman poistot ja rahoituskulut lähtivät myös huomattavaan nousuun heinä-elokuun aikana vuoteen 2020 verrattuna. (Tilastokeskus, 1/2023).

Taulukko 10. Metsäkonealan konekustannusindeksit (Tilastokeskus, 1/2023.)

Vuosi	Metsäkonealan konekustannusindeksi										
	Indeksit kustannustekijöittäin ilman arvonlisäveroa										
2020=100	Vuosi	Palkat	Välilliset palkat	Matka- ja päivärahat	Korjaus ja huolto	Polttoaineet	Vakuutukset	Pääoman poisto	Rahoituskulut	Hallinto	Kokonaisindeksi
1–12/2020	2020	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
12/2020		100,6	98,5	100,0	100,1	114,3	97,7	101,6	101,0	99,5	100,5
1–12/2021	2021	101,6	106,9	102,3	118,6	208,7	97,7	102,7	97,7	101,9	105,9
12/2021		102,3	108,3	102,3	109,2	142,6	97,7	106,4	92,9	102,6	109,1
1–12/2022	2022	103,7	109,8	106,4	118,6	208,7	101,4	111,6	130,4	105,5	120,5
12/2022		104,4	110,5	106,4	126,1	194,8	101,4	119,6	229,1	107,2	124,3

7 ESITYS SIMULAATTORIOPETUKSEN TOTEUTUKSESTA

Simulaattoreilla tapahtuvan opetuksen tuomat edut on havaittu hyväksi myös oppijan koneiden käytön opetuksessa Riveriassa. Etuina ovat mm. hallinta- ja ohjainlaitteiden toimintaperiaatteiden oppiminen, työturvallisuuden huomioiminen, oppijan motoriikan kehittyminen, stereonäkökyvyn ja etäisyyden arvioinnin kehittyminen, toimintaympäristön havainnointi, jne. Ennen simuloitua opetusta oppijan tulee ymmärtää, käsittää ja omaksua oppimisen tavoitteet. Riittävien perustietojen omaksuttua oppija osaa soveltaa teoriaansa simuloitussa ympäristössä tiedon ja ymmärryksensä kautta. Opettajaohjauksessa simulaattorin palautteiden ja tulosten kautta oppimisen ja epäonnistumisen askelmerkit tulevat ilmi oppijalle itselle palautteena sekä oppimisalustan että ohjaavan opettajan palautteena. Heikkoa osaamista tai suoriutumista tulee toistaa riittävän monta kertaa, kunnes osaamisen tavoite simulaatioympäristössä on saavutettu.

Tutkintovaatimuksen mukaisesti oppijan osaamisen tason tutkinnon osan hyväksyttävälle suoritukselle ratkaisee viime kädessä opettaja. Turvallisuusnäkökulma huomioiden ammattitaitovaatimukset tulee olla korkealla. Samoin koneen turvallinen ja oikeaoppinen käyttö ennen siirtymistä todelliseen fyysiseen konetyöympäristöön kone-elimien vahinkojen välttämiseksi. Oppijalle on tärkeä tietää ja osata simulaattoripetuksen vaiheiden tavoitteet, mikä edistää oppijan taitojen siirtovaikutusta luonnolliseen ympäristöön. Opettajien ja metsäkoneopetuksen suunnittelupohjaksi tutkija on laatinut Riveria ja Redu koulutuksen järjestäjien sähköpostikyselyn ja haastattelujen pohjalta esimerkki taulukon 11 vaiheistetun opetuksen toteuttamiseksi.

Taulukko 11. Metsäkonealan vaiheistetun opetuksen toteuttamisen suunnittelupohja.

		Luokkaopetus ammattiliset h/tutk.osa.osp	SIMU = h/tutkos.osp Lähiopetus	Hakkuukoneet = h/osp Lähiopetus	Puutavara-autok. = h/osp Lähiopetus	Ajokoneet = h/osp Lähiopetus	TJK = h/osp
Ammatilliset tutkinnon osat, 145 osp							
Lähiopetus		1	3	6	6	6	6
Pakolliset tutkinnon osat	145						
Metsäkoneenkuljetuksen osaamisala	60	60	180	360	360	360	360
Metsän hoito ja hyödyntäminen		20	60	120	120	120	120
Metsätraktorin käyttö		20	60	120	120	120	120
Metsäkoneiden kunnossapito		20	60	120	120	120	120
Valinnaiset tutkinnon osat	85	215	645	510	510	510	1470
Koneellinen puutavaran valmistus		65	195	390			390
Puutavaran autokuljetus		65	195		390		390
Kuljetusalan perustason ammattipätevyys		10	30	60	60	60	60
Puutavaran lähikuljetus		65	195			390	390
Paikallisesti tarjottava tutk.osa (Lähikulj, kaukokulj, Hakkuu)		10	30	60	60	60	240
Amm.opinnot tunnit		200	825	870	870	870	1830

Taulukossa 11 on kuvattu; perusteoria, simulaattoriopetus, koneen käytön opetus ja työelämässä tapahtuvan opintojen tuntimäärät osaamisalakohteisesti. Opetustiimin tulee käydä tutkinnon osittain lävitse tuntikehys ja arvioida keskimääräinen tuntimäärä opetuksen toteuttamiseksi. Pedagogisen opetuksen määrään vaikuttavat oppijan ikä, verkko-opinnot, simulaatioympäristö, työ-koneiden määrä ja oppijan henkilökohtaistaminen. Vaiheistettu opetus täytyy sisältää soveltuvin osin tavoitteelliset askelmerkit Riverian opetuksen mallin mukaisesti. Vaiheistetun opetuksen mallilla Riveriassa saavutettiin hyviä kokemuksia oppimisen etenemisestä ja kustannustason alenemisestä.

Perustutkinnoissa, joissa on C-kuljettajakortti osaamisalan pakollisissa ja/tai valinnaisissa tutkinnon osissa, tulee olla määriteltynä oppimisen etenemisen askelmerkit. Oppimisen askelmerkkejä määriteltäessä tuntimäärä on kuvattu tuntimäärä simulaattoriopetusta oppijaa kohden. Askelmerkit tulee määrittää mitoituksen näkökulmasta keskimääräisen oppijan oppimiskykyjen mukaisesti ammattiopinnoissa 14–16 tuntia osaamispistettä ja yhteisten aineiden tutkinnon osien 12 tuntia osaamispistettä kohden. Pakollisen tutkinnon osan lisäksi erikoistumisopinnoissa perusteorian osuus arvioilta 16 %, simulaatio-opetus 13 %, fyysinen koneharjoitus 21 % ja työelämässä tapahtuva harjoittelu 50 %.

7.1 Fyysisen koneopetuksen korvaaminen simulaattoriopetuksella

Tutkimuksessa tehtiin simulaattorien ja työkoneiden välinen kustannustarkastelu käyttömenoissa kuvan 11 mukaisesti vuoden 2022 kustannuksilla. Kustannusvaikutus todetaan olevan merkittävä, mikäli opetus voidaan koneenkäytön peruskäytön osalta korvata simulaattoriympäristössä. Kuvassa verrattiin työelämässä olevien koneiden kustannuksia Taivalkosken yksikön käyttökustannuksiin. Konetyön kustannukset yrittäjän koneille perustuvat Metsäteho Oy laskentaperiaatteisiin (Uusitalo J & Kivinen V-P, 2022).

Metsäkone kustannukset	Ajokone Ponsse Buffalo €/vuosi (2727 h/v), ei sisällä huoltoaikaa (yrittäjän kone)	Ajokone John Deere €/v (637 h/v) OSAOn kone	Hakkuukone John Deere €/vuosi (2569 h/v), ei sisällä huoltoaikaa (yrittäjän kone)	Hakkuukone John Deere €/v (746 h/v) OSAOn kone	Kaivinkoe KKHT Doosan DX210LC-7 €/v (335 h/v) OSAOn kone
		2-konetta ketjussa		1-kone ketjussa	1-kone
- Kiinteät kustannukset €/vuosi	43 195 (15,84 €/h)		69 678 (25,81 €/h)		
- Työvoima kustannukset €/vuosi	96 875 (35,52 €/h)		112 964 (41,87 €/h)		
- Muuttuvat kustannukset €/vuosi (poltto- ja voiteluain, voimas/vaiht/hydrö, korj/huolto, siirrot)(keskim. pitoaikana)	91 746 (32,03 €/h)	21 422 €/kone/v (33,63 €/kone-h)	118 146 (43,78 €/h)	28 915 €/kone (38,76 €/kone-h)	12 526 €/kone (37,39 €/h)
YHTEENSÄ	231 816 €/v (84,99 €/h)		300 787 (117,04 €/h)		

Kuva 11. Koneyrittäjän ja OSAOn konetuntikustannus vuodessa (OSA Intra 1/2023).

Työkoneiden käyttötuntimäärät oppilaitoksessa ovat keskimääräinen tuntimäärä vuodessa käyttö-
töian aikana; harvesterit 746 h/v, kuormatraktorit 637 h/v, murskauskoneet 1 054 h/v, kaivinko-
neet tela-alustainen 335 h/v, kaivinkoneet pyöräalustainen 224 h/v ja erikoiskuljetusajoneuvo
(koneiden kuljetuslavetti) 6 700 km/v.

Kuvassa 12 laskenta esimerkki, jossa kuormatraktorin opetustuntimäärä 435 h korvataan simu-
laattoriopetuksella (2 h/osp). Tämä aiheuttaa 14 629 € kustannuksen pientymisen muuttuvissa
kustannuksissa kuormatraktoria kohden. Vastaavasti harvesterin opetustuntimäärä 435 h korvaa-
minen simulaattoriopetuksella, kustannukset pienenevät 16 861 €/v.

Jos yksi ketju poistetaan käytöstä ja korvataan SIMU-opetuksella, syntyy kokonaissäästö muuttuvat
kustannukset = poltto- ja voiteluaineet $42\,844 + 28\,915 = 71\,759$ €/v (2 ajokonetta 1 274 h/v ja hakkuukone 746 h/v)
Korjuuketjun 1-ajokone korvataan SIMU:lla 2h/osp = 435 h → $435\text{ h} \cdot 33,63\text{ €/kone-h} = 14\,629\text{ €/v}$
Korjuuketjun 1-hakkuukone korvataan SIMU:lla 2 h/osp = 435 h → $435\text{ h} \cdot 38,76\text{ €/kone-h} = 16\,861\text{ €/v}$
Kaivinkone opetus korvataan SIMU:lla 2 h/osp = 290 h noin 10 vko → $290\text{ h} \cdot 37,39\text{ €/kone-h} = 10\,843\text{ €/v}$
Metsäkoneopetus, pysäytetään iltavuoro ajokoneet 8 kpl (319 h noin 13 vko) → $8 \cdot 637/2\text{ h} \cdot 33,63\text{ €/h} = 85\,689\text{ €/v}$
Metsäkoneopetus, pysäytetään iltavuoro ajokoneet 8 kpl (160 h noin 6,65 vko) → $8 \cdot 160\text{ h} \cdot 33,63\text{ €/h} = 43\,046\text{ €/v}$
Murskausympäristön opetus korvataan SIMU:lla 2h/osp = 235 h, noin 8 vko → $235\text{ h} \cdot 5\text{-konetta} \cdot 37,39\text{ €/h} = 43\,933\text{ €/v}$

Kuva 11. Esimerkkejä kustannusvaikutuksesta koneopetuksen tapahtuessa simulaattoriympäris-
töissä.

Edellisten kustannustietopohjien mukaisesti puutavaran lähikuljetuksen ajomäärien vähäisyyden
vuoksi iltapetus kuormatraktoreiden kohdalla voidaan korvata simulaattoriympäristössä (18
viikkoa, 24 h/vko, kaksi kuormatraktoria) yhteensä 870 h käyttötunnin ajan. Tämä aiheuttaa 29
258 €/v käyttökustannusten alenemisen. Simulaattoriympäristön toimiessa tavoitteiden mukai-
sesti, voidaan varsinainen koneopetus aloittaa lyhyemmällä simulaattorijaksolla (12 viikkoa, 24
h/vko, kaksi kuormatraktoria) yhteensä 288 h käyttötunnin ajaksi, jolloin kustannusalenema on
19 371 €/v. Koneiden siirtokuljetusten määrä vähenee arviolta 48 h/v eli 30,25 €/h aiheuttaa 1
452 €/v kustannusten alenemisen, jossa keskeytyksen ajaksi ei tehdä koneiden siirtoa yksikköön.
Kustannustehokkaan opetuksen ja oppijan näkökulmasta lopputulemana odotusarvona on var-
haisempi työelämän jakson alkaminen, opiskeluajan lyheneminen ja laadukkaampi oppijan osaa-
minen.

Vastaavasti kuljettajien koulutukseen valinnaisena tutkinnon osana oppija voi valita kuorma-au-
ton kuljettajan C-ajo-opetuksen. Ajotuntimäärä kuorma-autolla on 10 h, josta puolet eli 5 h voi-
daan suorittaa simulaattorilla ja puolet 5 h tieliikenteessä. Valittaessa C-kuljettajasuorituksen,
opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti on suoritettava myös kuorma-autonkuljettajan pe-
rustason ammattipätevyys 280 h (nuoret kuljettajat). Ammattipätevyyden suorituksessa ajo-

määrä on 20 h, josta simulaattorilla voidaan suorittaa 8 h. Taivalkosken yksikössä kuljettajaopiskelijoita aloituspaikkojen mukaan on 66, josta ajo-opetusta voidaan korvata 858 h simulaattoriopetuksella. Kolme-akselisen kuorma-auton polttoaineen kulutuksen ollessa tyhjänä ajettaessa riippuen ajoneuvon ilmavastuskertoimista ja renkaista arvioilta 25 l/100 km kohti (ajomäärä 67 500 km/v, 1 125 h/vuosi, kulutus 25 l/100 km, Diesel 2,13 €/l). Vuotuisella 858 h ajotuntimäärällä 32,80 €/h aiheuttaa 28 142 €/v kustannusten alenemisen.

Yhteenvetona simulaattoripedagogiikan hyödyntäminen alentaa muuttuvia kustannuksia kokonaisuudessaan, harvesterin osalta 16 861 €/v, kuormatraktoreiden 29 256 €/v, erikoiskuljetuksissa 1 574 €/v. Kuorma-auton kuljettajakoulutuksessa vastaavasti 28 142 €/v. Maarakennuskoneen kuljetuksen 235 h/v pudottaa käyttökustannuksia neljällä kaivinkoneella kustannuksia 43 372 €/v ja kaivoskoulutuksen osalta 235 h/v 5-työkonetta 43 933 €/v. Kokonaisuudessaan Taivalkosken yksikön simulaattoriympäristön kustannustehokkaampi käyttö alentaa noin 163 138 €/v kuvan 11 ja 12 mukaisilla lähtötiedoilla.

8 TULOSTEN ARVIOINTI

Tässä luvussa esitetään tutkimustyön laskentatiedot, sähköpostikyselyjen ja benchmarking vierailujen tulosten arviointi.

8.1 Tutkimusaineiston kerääminen

Tutkimusaineisto ammatillisen koulutuksen valtionosuusrahoituksesta noudettiin opetus- ja kulttuuriministeriön tietokannasta ja kohdentaminen Taivalkosken yksikköhintarahoituksen rahoitustiedot OSAO intrasta. Työkoneiden kustannuslaskentaperusteet noudattelevat metsäkonealan puuhuollon laskentaperiaatteita syksyltä 2022, jossa muuttuvat kulut ovat kohdennettu todellisten käyttötuntimäärien (keskiarvo) suhteessa Taivalkosken yksikön työkonekohtaisiin kustannuksiin.

8.2 Opetussimulaattoritutkimukset

Kirjallisuustutkimuksessa haettiin simulaattoriopetuksen oppimistuloksia sekä Suomen että ulkomaan tutkimuksista. Tutkimusten tulokset rajoittuvat vähäiseen määrään, mutta ovat eri ammattiryhmistä. Soveltuvuutta tutkimusaineistoksi pidän hyvänä, koska opintomenestys esiintyi numeroina, joka on tulosten luotettavuuden näkökulmasta helpommin osoitettavissa.

Fysiikan oppimistuloksissa koeryhmä huomattavasti parempi 12,01, kontrolliryhmä (perinteinen) 10,09. B-kuljettajakoulutus 2017, ajotutkintosuorituksissa ei simulaattoriryhmän 71 % ja autoryhmän 75 % läpäisyssä juurikaan ole eroa. Hoitoalan opiskelijapalautteet ovat simulaattoriopetuksen hyväksi >4,3 asteikolla 1–5.

Vertaileva tutkimus Riviera ja Redu simulaattoriympäristöissä toi uusia näkemyksiä opetuksen toteutuksessa. Verrattaessa laitevalmistajien antamiin simulaattoriympäristöissä oleviin ohjelmistoalustoihin, koulutuksenjärjestäjät olivat luoneet metsäkonesimulaattoriympäristöön oman kehittyneemmän opetustavan ”vaiheistettu opetus”. Simulaattoriharjoitusten lisäksi oppija vaiheistetussa opetuksessa kuvasi ja dokumentoi oman suorituksen oppimisalustaan niin teoriasta ja simulaattoriharjoituksista kentällä kuin fyysisen koneenkäytön vaiheista todellisessa käyttöympäristössä. Simulaattoriympäristön etuina todettiin toistettavuus, ympäristömuuttujien helppo

muunneltavuus eri tilanteissa, joka ei muutoin olisi mahdollista ja oppijan etenemisen seuranta sisältäen harjoitusten palautekeskustelut. Simulaattoriopetuksen ja vaiheistetun opetuksen malli on sovellettavissa myös kaivos- ja maarakennuskoneen kuljettajien simulaattorioppimisympäristöissä Taivalkosken yksikössä. Riverian vaiheistetun opetusmallin ja OSAOn metsäkoneopetuksen kustannukset;

- Riverian vaiheistettu oppimisympäristön kustannukset olivat (vuonna 2022) noin 24 300 €/opv.
- Taivalkosken yksikön opetus kustannukset olivat (vuonna 2022) noin 24 900 €/opv.

8.3 Kuljettajakoulutuksen kustannukset

Kustannustarkastelussa työkoneiden käyttötuntimäärät ovat keskimääräisiä tuntimääriä Koulutuskuntayhtymä OSAO Taivalkosken yksikön osaamisalan toteutuneita tuntimääriä. Harvesterit ja kuormatraktorit ovat hankittu uutena ja niiden tuntimäärät ovat keskiarvo vuotuinen käyttötuntimäärä käyttöiän ajalta. Kaivos ja maarakennuskoneiden käyttötuntimäärät ovat vuoden 2022 toteutuneet tunnit.

Kustannustarkastelussa luotettavuuden ja vertailukelpoisuuden vuoksi laskennassa käytettiin Muhoksen yksikön metsäkoneiden kustannustarkastelussa Taivalkosken yksikön koneiden käyttötuntimääriä. Tällä varmistetaan, ettei laskentatuloksiin sisälly muita ympäristöolosuhteista johtuvia tekijöitä.

Simulaattoriympäristössä tapahtuvan opetuksen tuntimäärä on tavoitteellinen, joka tulee poikkeamaan oppijan henkilökohtaisen opetussuunnitelman ja motoristen taitojen kehittymisen vuoksi. Toisella oppijalla tuntimäärä voi olla vähäisempi ja toisella korkeampi. Tavoitteena on varhaisempi yrityksessä tapahtuva harjoittelu ja kustannustehokkaampi vaiheistettu opetusympäristökokonaisuus. Tuntikehys keskimäärin toteutuessaan mahdollistaa kustannusten alenemisen ja on realistinen tavoite. Ennen opinnäytetyön tekemistä arvioni oli, että muuttuvat kustannukset olisivat -100 000 € alhaisemmat. Tarkempi kustannustarkastelu tutkimuksen laskennan kautta on noin -163 000 €. Tuloksen saavuttaminen edellyttää simulaattoriympäristössä tapahtuvan opetuksen vähimmäistuntimäärän toteutumista. Vaatii opettajakunnalta toimintakulttuurin muutoksen kohti vaiheistettua simulaattoriopetusta, jolla saavutetaan parempia oppimistuloksia kustannustehokkaasti. Liukuma laskelman tuntimääräisestä tavoitteesta lisää epävarmuutta saavuttaa tavoite.

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmien uudistamisen kautta opetus- ja kulttuuriministeriö ohjaa koulutusjärjestelmää enemmän työelämälähtöiseksi ja osittain myös ohjaa koulutusvastuuta elinkeinoelämän suuntaan. Lisäksi opintojen läpäisyä tehostetaan tulosrahoituksen kautta, jolla kannustetaan koulutuksen järjestäjiä tukemaan oppijaa saattamaan ammatillisen tutkintonsa loppuun keskeytyksen sijaan. Kolmanneksi ikärakenteiden muutokset vaikuttavat työntekijäpulaan. Tämän vuoksi myös opiskelun nopeutuminen kesäajan opinnoilla lyhentää opiskeluaikaa, jolloin työntekijöitä olisi riittävästi tarjolla elinkeinoelämän tarpeisiin.

Kustannusten kasvaessa opetus- ja kulttuuriministeriö ei ole tehnyt indeksikorotuksia yksikköhintarahoitukseen, jolloin koulutuksen järjestäjien täytyy etsiä kustannustehokkaampia ratkaisuja opetuksen toteuttamiseksi. Investointivaltaisilla ajoneuvo- ja työkonealoilla se tarkoittaa, että tulee etsiä ratkaisuja muuttuvien kustannusten alentamiseksi pedagogisista opetusmenetelmistä.

Tässä tutkimuksessa kysymysten asettelussa kysyttiin:

Mitkä ovat kuljettajakoulutuksen kustannustehokkaat opetuksenratkaisut?

Mitä ovat simulaattoriopetuksen toteutustavat työkoneiden kuljettajaopetuksessa ja oppimistulokset?

Riverian opintovuoden kustannukset ovat alhaisemmat OSAO Taivalkosken yksikköön verrattuna. Tulosten perusteella vaiheistetun simulaattoriympäristössä tapahtuva opetus alentaa metsäkoneopetuksen käyttökustannuksia. Myös simulaattoriympäristön vaiheistetun opetuksen voidaan todeta olevan toimiva ratkaisu.

9.1 Luotettavuus

Tutkimus on tapaustutkimus, joka kohdistui koulutuksen järjestäjän OSAO Taivalkosken tulosityksikköön. Tutkimus toteutettiin sähköpostikyselytutkimuksena, teemahaastatteluin ja benchmarking vierailulla kahden vastaavan koulutuksen järjestäjien tulosityksiköihin. Aineiston hankinnassa tukeuduttiin analyysihin pyytämällä tarkentavia kysymyksiä heidän koulutuksensa toteutusmaileista ja tuloksista simulaatioympäristössä. Toinen benchmarking kohteista vastasi myös oppimistuloksiin ja arvioi oppimismenetelmien käytön vaikutusta kustannuksiin.

Koulutuksen järjestäjän toimiessa asiakastyömailla ja saaden siitä korvauksen, voidaan opetuksen koneenkäytön kuluista kirjata opetuksen kuluihin ja osa kuluista työmaan työtoimintamenoihin. Toimintakulujen kirjaamisen poikkeavuudet heikentävät jonkin verran tutkimuksen kustannustason vertailun luotettavuutta. Vertailtaessa Taivalkosken yksikön ja Riverian sekä Redun simulaattoriympäristöä, todetaan niiden olevan eri kehitysvaiheessa. Riverian ollessa kehittynein opetuksen toteutuksessa simulaattoriympäristöissä, näkyy toteutuminen myös kustannustehokkaimpana. Riverian toimiessa aktiivisesti oppimisympäristöjen kehittämisessä valtakunnallisessa kouluverkostossa, myös oppimistuloksia on saavutettu käytettäessä pedagogisesti kehittyneitä ratkaisuja. Simulaattoriopetuksen toteuttamismallia voidaan pitää esimerkillisenä ja luotettavana lähteenä aineistossa, joka on sovellettavissa OSAOn koneopetuksen oppimisympäristöissä.

Kirjallisuuden teoreettisessa tarkastelussa simulaattoriopetuksen vertailevia tutkimuksia ei juurikaan ole tehty. Työkoneiden kuljettajien koulutuksen kirjallisuustutkimukset rajoittuvat yrityskohtaisiin toimintaympäristöjen kehittämistehtäviin, eikä niistä oppijan oppimisen näkökulmasta vertailevaa tietoa juurikaan ole saatavilla. Kirjallisuudessa ajokorttiopetuksen simulaattoreilla tapahtuvan opetuksen tutkimukset painottuvat enemmän kuljettajan rikkomuksiin tai liikennekäyttäytymiseen ajokortin saatuaan niin Suomessa kuin muuallakin Euroopassa. B-kuljettajaopetuksessa ajotutkintosuorituksissa ei simulaattoriryhmän ja autoryhmän läpäisyssä ole juurikaan eroa. Simulaattoriopetuksella tapahtuvan opetuksen todetaan kuitenkin olevan positiivinen vaikutus oppimiseen sen alkeiden, toistettavuuden ja vaarallisten työvaiheiden ennakkoharjoittelun vuoksi. Simulaattoriympäristössä koettu ja harjoiteltu tehtävä on helpommin sovellettavissa uudessa tilanteessa tai ympäristössä opintojen päätyttyä.

Kirjallisuustutkimuksissa todetaan luonnontieteiden ja hoitoalan simulaattoriympäristössä tapahtuvan opintomenestyksen olevan parempi perinteiseen opetukseen verrattuna. Opetuksen eri vaiheissa tai tilanteissa käytännön ja teorian tiedon opetuksessa oppimiskäsitysten sovellukset toteutuvat opittavan asian yhteydessä. Monesti oppimiskäsitys on näkymättömissä eikä opettaja tietoisesti ajattele vaiheittaisessa opetuksessa mikä pedagoginen malli on toimivin. Simulaattoreiden avulla tapahtuvassa opetuksessa tulevat näkyvimmin esille eri oppimiskäsitykset juuri työkoneiden kuljettajien koulutuksessa, jossa tekniikka ja teknologia opitaan ulkoa (behavioristinen oppimiskäsitys) ja soveltaminen todellisessa oppimisympäristössä yrityksessä tapahtuvassa harjoittelussa (konstruktivistinen oppimiskäsitys).

Tutkimuksen tutkimusmenetelmänä tapaustutkimus mittaa opinnäytetyössänisi sitä mitä olikin tarkoitus selvittää; simulaattoriopetuksen soveltuvuutta opetukseen ja oppimistuloksiin. Tutkimusstrategia voidaan pitää validina tutkimuksen tukeutuessa aikaisempiin tutkimustuloksiin ja

oppimisteorioihin, jota soveltava vaiheistettu opetus täydensi. Validi tieto on sovellettavissa kulluttajaopetukseen toisessa oppimisympäristössä kustannuksia alentavana pedagogisena menetelmänä.

9.2 Tutkimustyöni

Työn tavoitteena oli saada näkyville simulaattoriopetuksen vaikutus opetuksen kustannuksiin. Kustannusten tarkastelun ja vertailun kautta fyysisen koneopetuksen ja simulaattoriopetuksen kustannustaso tuli hyvin selville. Konevaltaisilla aloilla on simulaattoriopetuksen hyödyntämisessä kaksi seikkaa; harjoituksen toistaminen alkeiden oppimisessa ja sitä kautta oppimisen tehostuminen. Erityisesti oppijoilla, joilla on oppimisvaikeuksia ja motorisia häiriöitä, jotka vaativat runsaasti lisäharjoitusta, voidaan edesauttaa simulaattoreiden avulla.

Opinnäytetyö on tehty pääosin työn ohessa ja perustuu todelliseen tarveselvitykseen oppimisympäristöä kehitettäessä. Oppimisympäristöjä tullaan uudistamaan koulutuksen järjestäjän toimesta ja opinnäytetyön tuloksia hyödynnetään tarkasteltaessa tuloksellisuutta sekä talouden että oppimisen näkökulmasta. Tutkimustyö edesauttaa päätöksien tekemisessä tehtäessä rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia oppimisympäristöjä kehitettäessä OSAOssa.

Tutkijan havainnekuva (sivulla 63, kuva 13) simulaattoriympäristöjä tutkiessa muodostui metsäkonealan toiminnanohjausjärjestelmästä. Toiminnanohjausjärjestelmää ei sellaisenaan simulaattoreiden laitetoimittajilla ole, mutta kiinnostuivat ajatuksesta niin, että malli on toimitettu ohjelmistoalustojen suunnittelijoille. Simulaattoriympäristön kehittyessä mukaan todennäköisesti tulevat enenevässä määrin oppimisanalytiikka ja tekoäly, jolla voidaan saada oppijan oppiminen havainnollisemmin esille.

10 EHDOTUS JATKOKEHITTÄMISELLE

Simulaattoriopetuksen tehokkaampi hyödyntäminen alentaa kustannuksia noin 163 000 € vuodessa (s. 52). Kustannusryhmien kertoimien kr4 ja kr5 alentuessa valtionosuustulo aleni noin 180 000 €/v (Taulukko 8, s. 39). Lisäksi taulukossa 9 (s. 48) aineet ja tarvikkeet kustannukset kasvoivat vuonna 2022 noin 66 000 € vuoteen 2021 verrattuna ja noin 285 000 € vuoteen 2020 verrattuna. Kustannusten kasvu on pääosin poltto- ja voiteluainekuluja. Talouden tasapainottamiseksi tarvitaan simulaattoriopetuksen lisäksi toiminnallisia ja rakenteellisia muutoksia. Simulaattoriopetuksen opetusmenetelmänä alensi kustannuksia aikaisemman tarkastelun mukaisesti oppimistuloksia heikentämättä noin -163 000 €/v.

Tässä luvussa tarkastellaan jatkokehittämiseksi esimerkkinä koneopetuksen keskittämisen vaikutusta Taivalkosken yksikköön. Toisena ehdotuksena on eri tulosyksiköiden verkkopedagogiikan ja simulaattoriympäristöjen hyödyntäminen yli yksikkörajojen.

Yksikössä kolmen konevaltaisen koulutusalan koneet ja laitteet ja erikoisopetustilat sekä simulaattorit ovat hyödynnettävissä koulutusalojen kesken merkittävässä määrin. Vertailtaessa metsäkoneopetuksen keskittämistä Muhokselle ja maarakennuskone- ja kaivosalan koulutuksen keskittämistä Haukiputaan yksikköön, eivät mahdollista samantapaista kokonaisinvestoinnin käyttöasetta ja hyödyntämistä Taivalkosken yksikköön verrattuna. Koneopetuksen keskittäminen vaatii kokonaisvaltaisen kustannustarkastelun lisäksi, tarkastelut;

1. alueellinen työvoimantarve (Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa ja Lappi)
2. opiskelijahakeutuminen, yhteishaku ja jatkuva haku, ammatti- ja erikoisammattitutkinnot
3. opiskelija-asuntolan kapasiteetti
4. nuorten ikäluokkien pienentyminen – työvoiman saatavuus
5. oppilaitosyksikön kiinteistöjen tila, korjaustarve
6. koulutuksen järjestäjän tahtotila järjestää laadukasta koulutusta
7. valmistuvien opiskelijoiden pitovoima alalla.

Kustannukset yleisesti jakaantuvat kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteisiin kustannuksiin lukeutuvat kuluerät, jotka eräänntyvät pysyvinä eikä yleensä voida vaikuttaa sopimusten voimassaolo aikana. Muuttuvat kustannukset puolestaan kasvavat yleensä samassa suhteessa liiketoiminnan kasvaessa. Muuttuviin kustannuksiin pyritään vaikuttamaan ja saamaan taloudellisesti parempi kustannustehokkuus. Tehtävien priorisointi ja tarkempi toimintasuunnitelma analyysi edesauttaa tavoitteeseen pääsemiseksi. Samankaltaisten liiketoimintojen hajasijoittaminen vaatii yhtäläiset koneet ja laitteet useammassa paikassa, joka aiheuttaa kasvavia kustannuksia käyttöasteen jäädessä alhaiseksi. Kysynnän laskiessa toimintoja joudutaan usein keskittämään kustannustehokkuuden lisäämiseksi.

10.1 Hajasijoitetun koneopetuksen keskittäminen

Koulutuskuntayhtymä OSAOssa metsäkoneenkuljettaja opetusta on sekä Taivalkosken että Muhoksen yksiköissä. Vastaavasti maarakennuskoneenkuljettajien koulutusta on sekä Taivalkosken että Haukiputaan yksikössä. Lisäksi Taivalkosken yksikössä on kaivostyöntekijän konevaltainen koulutus suuntautuen louhinta- ja hienonnuksen prosesseihin. Haukiputaan yksikön maarakennuskoneenkuljettajien koulutuksessa ovat sekä perustutkinnot että ammatti- ja erikoisammattitutkinnot. Molempiin yksiköihin hakeutujia on ollut riittävästi, joten voivat toimia kannattavasti molemmissa yksiköissä. Haukiputaan yksikön maarakennuskoneenkuljettajien koulutuksen kustannustehokkuuden lisäämiseksi tulisi saada logistiikan koulutukset samaan yksikköön Haukiputaalle. Keskittämällä saadaan C-kuljettajakoulutuksen ajo-opetuskalusto, erikoiskuljetusajoneuvokalusto ja liikenneopettajat integroitua maarakennuskoneenkuljettajakoulutuksen kanssa kustannustehokkaasti.

Taivalkosken ja Muhoksen yksiköiden harjoitustyömaiden matkoissa syntyy menetettyä työ- ja opetusaikaa taulukon 12 mukaisesti keskimäärin 0,25–0,5 h/matka. Matka-aikaa opettajan keskimääräisenä palkkakuluna 1 867–3 695 €/v ja ajoneuvokustannuksena 10 491–17 896 €/v.

C-kuljettajakoulutus Muhoksella, jossa liikenneopettajien siirtyminen Haukiputaalta 12 166 €/v ja Kempeleestä 7 943 €/v. Taivalkoskella vastaavaa kustannusta ei tapahdu, koska yksikössä on koulutukseen tarkoitettu opetushenkilöstö ja ajoneuvokalusto.

Mikäli metsäkonealan opetus keskitetään Taivalkoskelle, vaatii opetus yhden liikenneopettajan tai metsäkoneopettajan palkkaamisen. Vastaavasti Muhokselle keskitettäessä tarvitaan C-kuljettajaopetukseen kuorma-auto ja kaksi liikenneopettajaa, jossa kokonaiskustannukset ovat arviolta 466 672 €, josta 116 672 €/v on liikenneopettajien palkkamenot.

Mikäli metsäkoneopetus siirtyy kokonaisuudessaan Muhoksen yksikköön, edellä mainittua kustannusta ei synny, koska liikenneopettajat, kuorma-auto ja erikoiskuljetusajoneuvo siirtyvät Taivalkosken yksiköstä Muhoksen yksikköön.

Taulukko 12. Metsäkoneopetuksen kuljettajakoulutuksen kulujen vertailu Taivalkosken ja Muhoksen yksikössä.

C-Kuljettajaopetus, kuorma-auton ammaattipätevyys ja opetustyömaa-ajot vuodessa			Muuttuvat kulut €/v		Investoinnit €/v	
			Taivalkoski	Muhos	Taivalkoski	Muhos
C-opetus + ammattipätevyys	Yksiköstä opetustyömaalle, vain meno (4xhenkilöä.) (Tki 17 km, Muh. 28 km)	190 koulupv	25 840 km/v	44 080 km/v		
	MUH Haukipudas-Muhos 57km (henkilöä.) (k-a. C-ajo-opetus, 24 opp 6 h/pv)	40 koulupv		12 166		
	Työajan menetys ajoon 0,73 h (Liikenneopettaja)	58 h/v		2 271		
	Kilometrikustannus 0,73 h (kuorma-auto 2,17 €/km)	4 560 km/v		9 895		
	MUH Kempele-Muhos 35 km (kuorma-auto)(C-k-a ajo-opetus 24 opp, 6h/pv)	40 koulupv		7 943		
	Työajan menetys ajoon 0,60 h (Liikenneopettaja)	48 h/v		1 867		
	Kilometrikustannus 0,60 h (kuorma-auto 2,17 €/km)	2 800 km/v		6 076		
	MUUTOS Liikenneopettajat jos keskitetty opetus Tai +½ hiötv tai Muh +2 hiötv				29 168	116 672
MUH Kuorma-auto ja erikoiskulj. ajoneuvon investointi, jos opetus keskitetty MUH					350 000	
Yksikön työmaa-ajot	Vuoron vaihto yksikössä, 4-koneketjua, 2-ajokonetta/hakkuukone)	190 koulupv				
	TAI Ajokustannus, 17 km/sivu (0,406 €/km)	25 840 km/v/auto	10 491			
	MUH Ajokustannus, 29 km/sivu, (0,406 €/km)	44 080 km/v/auto		17 896		
	Vuoron vaihto yksikössä, 4-koneketjua, 2-ajokonetta/hakkuukone)(2 kpl 1+8 bussi)					
	TAI Opetusajan menetys työmaa-ajoon 17 km/sivu, 0,25 h	25 840 km/v/auto	1 847			
	MUH Opetusajan menetys työmaa-ajoon 29 km/sivu, 0,5 h	44 080 km/v/auto		3 695		
Työmaa-ajon kustannukset ja investoinnit (Keskitetty TAI ei vaadi kalustoinv.)		12 338	21 591	29 168	466 672	

Metsäkoneopetuksen keskittäminen Muhoksen yksikköön aiheuttaa Taivalkosken yksikölle kiinteistön ja opetus- ja tukipalvelujen kustannusten kohdentumisen pienemmälle opiskelijamäärälle. Kiinteät ja muuttuvat kustannukset kasvavat siinä määrin, ettei yksikkö ole toimintakykyinen, eikä valtionosuusrahoitus tule kattamaan kaivos- ja maarakennuskonealan opetuksen kustannuksia.

Kustannustehokkaampi ratkaisu on aloittaa Muhoksen yksikön metsäkoneenkuljettajien koulutus vuosittain 16 ryhmällä ja tulisi olla yksi vuotinen, joka jatkuu Taivalkoskella erikoistumisopinnoilla metsäkoneen, harvesterin tai puutavara-autokuljettajaksi. Taivalkoskella metsäkoneenkuljettajien aloituspaikkojen 32 pysyessä entisellään, Taivalkosken opiskelijamäärä kasvaa siten Muhoksen yksikön aloituspaikkojen mukaan. Muhoksen yksikön aloituspaikkojen ollessa 16 oppijaa lukuvuotta kohden, Taivalkosken metsäkoneopetuksen opiskelijamäärä kasvaa nykyisestä 96 oppijasta kokonaismäärään 112 oppijaan ensimmäisenä vuonna. Kolmantena vuonna oppijamäärä olisi 144. Määrän kasvaessa opetus on kustannustehokkaampaa konetyötuntia kohti ja investoidun konekaluston käyttöastetta voidaan lisätä iltaopetuksella. Lisäksi Muhokselta vapautuvaa metsäkonekalustoa voidaan hyödyntää Taivalkosken yksikössä käyttämällä kaluston käyttöikä

loppuun ja vähentää kalustomäärä tarvittavalle tasolle (harvesterit 5–6 kpl, kuormatraktorit 10–12 kpl).

Hajasijoitetun koulutuksen keskittäminen erikoistumisopintojen osalta alentaa kustannuksia metsäkoneiden ja erikoiskuljetusajoneuvojen käyttökuluja (vesi, sähkö, lämpö, jne.) arviolta -25 % laskee -91 196 €/v (taulukko 13, jossa hinta on uushankintahinta). Harvestereita yksi ja kuormatraktoreita kaksi siirtyvät Taivalkosken yksikköön. Neljä kuormatraktoria jää Muhoksen yksikön 1-luokan oppijoiden ajo- ja kuormausharjoittelu käyttöön. Metsäkoneiden käytön osalta Muhoksen yksikön kokonaisvolyyymi pienenee, jossa muuttuvien kulujen kustannusvaikutus; kuormatraktorit (637 h/kone hx33,63 €/h) 21.422 €/v/kone ja harvesterit (746 h/konex38,76 €/h) 28.915 €/v/kone. Muhoksen yksikön poistot -392 167 €/v (taulukko 12) ja työkoneiden muuttuvat kustannukset alenevat yhteensä; kuormatraktorit (6x21.422 €/kone) -128.532 €/v ja harvesteri (5x28 915 €/v/kone) -144.575 €/v. Vastaavasti Taivalkosken yksikköön siirtyneet metsäkoneet lisäävät yksikön käyttökuluja, kaksi kuormatraktoria 42.844 €/v ja harvesteri 28.915 €/v (71.759 €/v). Poistot 93 241 €/v siirtyvät koneiden siirron yhteydessä Taivalkosken yksikölle. Muhoksen yksiköstä vapautuu harvestereita 3–4 kpl ja kuormatraktoreista 3–4 koneyksikköä, jotka poistetaan käyttöään tullessa täyteen, jolloin poistorasitus pienenee. Vastaavasti koneiden kuljetuksessa käytetyn erikoiskuljetusajoneuvon metsäkoneiden siirtokuljetuksen kustannukset alenevat Muhoksella noin 3 000–5 000 €/v pitkien kuljetusetäisyyksien vuoksi.

Taulukko 13. Kustannusten muutos keskitettäessä opetus Taivalkosken yksikköön.

Erytisopetustilojen kiinteistökulut ja koneiden poistot (Muh poistot+kulut →Tai) (Yksikköhinta on uushankintahinta)										
Nimike	Tai(1) kpl	Muh(1) kpl	Hinta €/kpl	Tai(1) Hinta yht.	Muh(1) Hinta yht.	Keski-ikä (MUH/TAI)	Tai(1) Poisto €/v	Muh(1) Poisto €/v	Muh → Muh(2) Poisto €/v	
Uushankintahinta (alv 0%)										
Harvesteri (poistoikä 8+4 v)	4	5	390 000	1 560 000	1 950 000	7,3/7,4	130 000	162 500		
Kuormatraktori (poistoikä 12+2 v)	8	10	280 000	2 240 000	2 800 000	15,7/11,1	160 000	200 000	93 333	
Kuljetusauto (poistoikä 12 v)	2	1	132 000	264 000	132 000	18,5/6,0	22 000	11 000	11 000	
Kuorma-auto (C-kortti)(poistoikä 12 v)	1		128 000	128 000		16	10 667			
Pikkubussi (poistoikä 15 v)	6	10	28 000	168 000	280 000	18,6/15,4	11 200	18 667	7 467	
Huolto ja kunnossapito välineet										
Kiinteistövuokrat, erityisopetustila	1	1	275 813	275 813	275 813	25	275 813	275 813	275 813	
Käyttökulut (vesi, sähkö, lämpö, jne)	1	1	260 560	260 560	1	1	260 560	260 560	169 364	
Yhteensä				4 896 373	5 437 814		Käyttökulut+ poistot 870 240	928 540	556 977	
							Kaluston poistot	333 867	392 167	111 800
							Kaluston Poistot MUH	-	280 367	
							Kiint.käyttökulut MUH	-	91 196	
							Kustannukset pienenee	-	371 563	

Yhteenvetona Taivalkosken yksikköhintarahoitus ensimmäisenä vuonna kasvaa +352 000 €, toisena vuonna summa on +704 000 €. Metsäkonekaluston siirtyminen Taivalkosken yksikköön lisää koneista johtuvia poistokuluja 70 324 € (taulukko 14). Kuormatraktorit 2 kpl ja harvesteri kasvattavat käyttökuluja 71 759 €. Poistot ja kulut lisäys yhteensä 142 083. Lisäksi 2:n opettajien palkkakustannukset +116 672 €/v. Laskelman muuttuvat kulut ja poistot 258 755 €/v. Simulaattoripedagogiikan hyödyntäminen alentaa kustannuksia arviolta -20 % harvesterin ja kuormatrak-

torin käytöstä, eli sivun 53 laskentaesimerkin mukaisesti; harvesteri -2 300 €/v ja 2 kuormatratkoria -5 600 €/v. Lopullinen muuttuvien kulujen summa opettajakuluineen olisi noin + 82 000 €/v.

Vastaavasti Muhoksen yksikössä kiinteistökulut laskevat -65 000 € ja poistot -280 000 €. Opiskelijatulot alenevat -352 000 €/v. Kuormatratkoreiden (6 kpl) ja harvesterin (5 kpl) käyttökulut alenevat -273 000 €. Kulut laskevat yhteensä -618 000 €. Lisäksi 2 opettajan palkkakustannukset alenevat noin -117 000 €/v.

Taulukko 14. Metsäkoneiden kustannusten poistot Taivalkosken yksikössä.

Erityisopetustilojen kiinteistökulut ja koneiden poistot keskitetty TAI									
Nimike	Tai(1)	Tai(2)	Hinta	Tai(1)	Tai(2)	Keski-ikä	Tai(1)	Tai(2)	Muh→
Uushankintahinta (alv 0%)	kpl	kpl	€/kpl	Hinta yht.	Hinta yht.		Poisto €/v	Poisto €/v	Poistomyynti €
Harvesteri (jäännösarvo 4x85000)€	4	5	390 000	1 560 000	1 950 000	7,3	130 000	162 500	340 000
Kuormatratkori (jäännösarvo 4x70 000)	8	10	280 000	2 240 000	2 800 000	13,33	160 000	200 000	280 000
Kuljetusauto	2	2	132 000	264 000	264 000	18,5	22 000	22 000	
Kuorma-auto (C-kortti)	1	1	128 000	128 000		16	10 667	1 024	
Pikkubussi	6	10	28 000	168 000	280 000	18,6	11 200	18 667	
Huolto ja kunnossapito välineet									
Kiinteistövuokrat, erityisopetustila	1	1	275 813	275 813	275 813	25	275 813	275 813	
Käyttökulut (vesi, sähkö, lämpö, jne)	1	1,25	260 560	325 700	1	1			
Yhteensä				4 961 513	5 569 815	Poistot	609 680	680 004	
						Poistojen erotus Tai(1)→Tai(2)		70 324	
								Poistomyynti (arvio) MUH	620 000

10.2 Toiminnanohjausjärjestelmän kehittäminen simulaatioympäristössä

Tutkimuksessa kuvatut simulaattoreiden pedagogiset toteutustavat kuvaavat case tyyppisiä tapausharjoituksia. Pedagogisista malleista case-oppimisen vahvuutena nähdään vaihteellinen todellisen tapahtuman simulointi autenttisisessa ja todellisen tuntuissa tilanteissa, joka herättää oppijan ajattelun ja mielenkiinnon uuden opittavan asian yhteyteen.

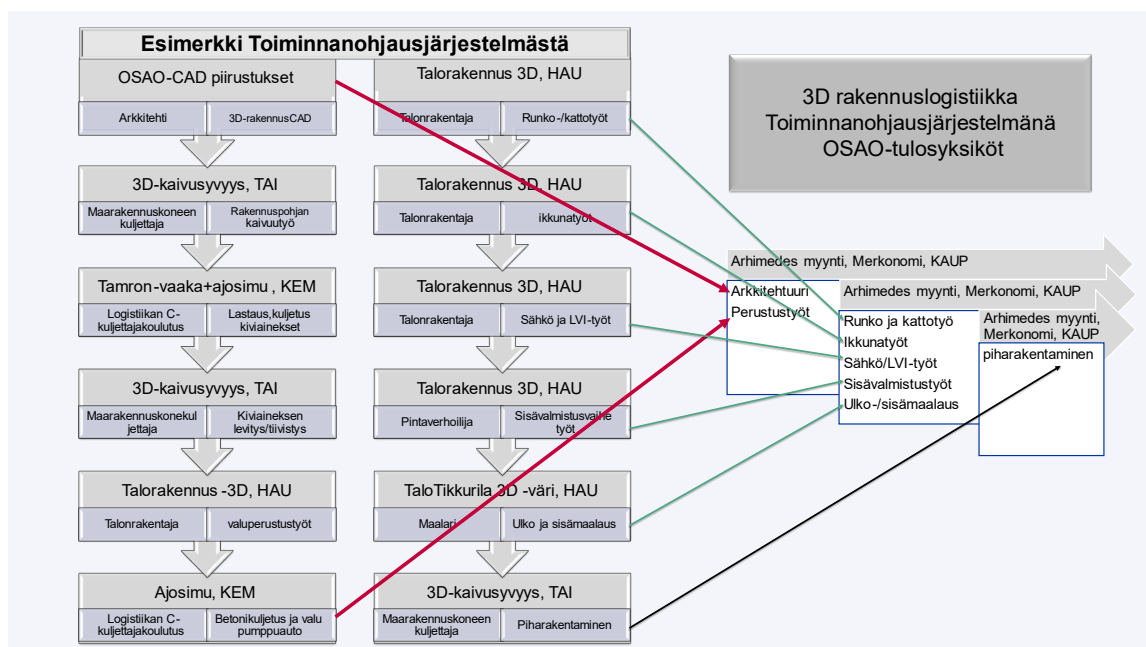
Simulaattorien laitetoimittajilta kysyttiin, voisiko kuvan 13 mukaisen ”rakennusalan toiminnanohjausjärjestelmän” oppimisympäristö olla kuvaus tulevaisuuden oppimisympäristöstä. Tämänkaltaisessa ympäristössä muut toimijat, ympäristömuuttajat ja turvallisuus ovat prioriteetissa avaintekijöitä. Laitevalmistajien tuotekehityksen suuntauksina tulevaisuudessa tulee olemaan kokonaisuusien hallinta. Pisimmälle Suomessa kehittyneitä kohti kokonaisen toiminnan ymmärtämistä ja toteutumista ovat metsäkonealan simulaatioympäristöt Woodforce ja Logforce.

Kirjallisuustutkimuksissa kävi ilmi, että simulaattoriharjoituksen aikaista oppijan menestymistä analysoidaan tulevaisuudessa enemmän simulaatioympäristössä tietokonepohjaisen arvioinnin

avulla. Harjoituksen edetessä simulaattorin ohjelmisto voi analyysin perusteella muuttaa vaikeusastetta harjoituksen edetessä. Suorituksen virheisiin perustuen simulaattoriympäristö lisää samankaltaisia toistoja harjoituksen kuluessa, kunnes virheiden määrä pienenee tavoitetasoon. Eri-tyisen tärkeä tämä on vaarallisissa tehtävissä, jossa perusasiat tulee osata hyvin. Rutiininomainen osaaminen poikkeavassa tilanteessa esimerkiksi hengenpelastustehtävässä, ratkaisu siinä hetkessä rakentuu perusosaamisen ja rutiinin kautta soveltavaksi toiminnaksi.

Kaikille työkonesimulaattoriympäristöille ominaista on CASE-tyyppinen pedagogiikka, jonka siirtovaikutus on oppijan ymmärtämisen kannalta heikompi uudessa toimintaympäristössä. Heikompi syystä, että oppija ei välttämättä heti ymmärrä oman toiminnan riippuvuussuhdetta ympäristöön ja toisiin toimijoihin. Etuja CASE-tyyppisessä pedagogiikassa ovat laitehallinta ja varsinainen työkoneen käytön perustekniikan hallinnan oppiminen. Toimintaympäristön kokonaisuuden ymmärtäminen antaa kuitenkin oppijalle mahdollisuuden soveltaa osaamista uudessa oppimisympäristössä ja tehdä tilannekohtaisia ratkaisuja nopeastikin kuljettajan tehtävässä.

Toiminnanohjausjärjestelmiä kehitettäessä voisi simulaatioympäristö näyttäytyä pelillistämisen kautta, joka rakentuu yksittäistä simulaattoreista muodostaen toiminnallisen kokonaisuuden simulaatioympäristön; simulaatioperheen tutkijan muodostaman havainnekuvan 13 mukaisesti.

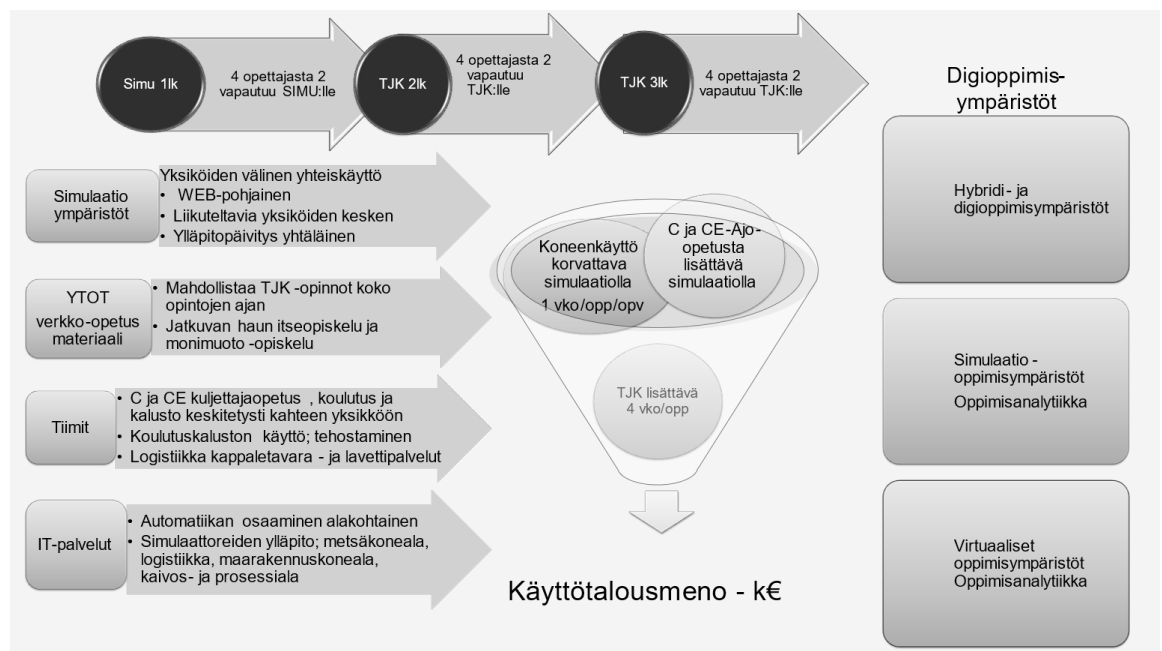


Kuva 12. Maarakennuskonealan toiminnanohjausjärjestelmä (Tutkijan havainnekuva).

Vertailevana voisi kehittämisen kannalta pitää yhteenliittymänä Ponsen ja John Deeren ja Workseedin sekä metsähallituksen WoodForce ja Logforce integraation kaltaisia vastaavia tuotannon koneohjausjärjestelmiä laajennettuna erilaisiin toimintaympäristöihin. Vastaava simulaatioympäristö tuoteperheineen olisi mahdollisesti toteutettavissa myös maarakennus- ja kaivoskonealoilla.

10.3 Digitaalisten oppimisolustojen hyödyntäminen

Simulaattorissa tapahtuvan oppimisen näkökulmasta, simulointi on tehokas keino havainnollistaa todellisessa ympäristössä oppijan itsensä saaman kokemuksen ja ymmärtämisen avulla vahvistaa työelämässä tarvittavia tietoja ja taitoja. Erilaiset pedagogiset toteutusmallit opetuksessa vaikuttavat opetuksen toteutuksen kautta opetustoimen kustannuksiin ja resursseihin. Digitalisaation mahdollistamia ratkaisuja voidaan esittää tutkijan kuvan 14 mallisella skenaariolla.



Kuva 13. Simulaatioympäristön ja verkko-opintojen pedagogiikkaa (TJK = työelämäjaksot, YTOT = yhteiset opinnot).

Pedagogisia oppimistyyliä sovellettaessa luokkatilassa tai verkko- ja simulaatioympäristöissä monipuolistaa oppijan tietopohjan laajentumisen ja soveltaa oppimaansa tietoja ja taitoja eri toimintaympäristöissä. Monipuoliset pedagogiikan keinot alkuopetuksessa alentavat työkonien käyttökustannuksia. Mitä pidemmälle askelmerkkien kautta suunnitellut oppimistavoitteet simu-

loidussa digiympäristössä toteutetaan kohdentamalla opetuksen resurssia, sitä todennäköisemmin opetus tapahtuu kustannustehokkaammin. Monipuoliset pedagogiset keinot mahdollistavat opettajan eri oppimistilanteissa toteuttaa opetus oman oppimiskäsityksensä (behavioristinen, ym.) mukaisesti vaihtelevissa tilanteissa.

Kirjallisuustutkimuksessa kehittyvän teknologian käyttöönottoaminen ja digitaalisten oppimisympäristöjen kehittäminen joustavoittavat opintojen suoritusta. Digipedagogiikan hyödyntäminen enenevässä määrin mahdollistaa pedagogiikan soveltamisen eri oppimistilanteissa. Teknologian hyödyntäminen mahdollistaa perustutkinnon suorittamisen lisäksi eri ikäluokkien kouluttautumisen; tutkinnon osien suoritukset päiväopintoina oppilaitoksessa, monimuoto-opintoina tai oppisopimuksella yrityksissä. Tutkimuksessa esitetään nykytilan ja tulevaisuuden tavoitteena mm.; koulutuksen järjestäjän tulee selvittää digiosaaminen ja infra, jota kehittää työelämäkumppanuuksien lisäämiseksi ammatillisessa koulutuksessa. (Koramo, Brauer & Jauhola, 2018:9.)

Opetuksen ja oppimisympäristöjen kehittymisen seurauksena opiskelijaryhmien opinnot tulee edetä opetussuunnitelman tavoitteiden mukaisesti. Oppijan tulee saavuttaa työelämässä vaadittu ammatillinen perusosaaminen. Riittävät perustason ammattitaitovalmiudet mahdollistavat oppijan siirtymisen varhaisemmassa vaiheessa yritys ympäristössä tapahtuvaan harjoitteluun. Tämä tarkoittaa myös osaamisperusteisuuden perustuvaa oppimisen arviointia, jossa opiskelijan henkilökohtaistaminen muodostaa yksilölliset opintopolut.

11 LÄHDELUETTELO

- Ahola, S. 2022. Ponsse ja Worksheed nostivat REDUn kuljettajakoulutuksen uudelle tasolle. Saatavilla 20.2.2023 <https://www.workseed.fi/web/fi/case-ponsse/>
- Ailisto, H. & Myllymäki, P., Tarkoma S., ym. Tulevaisuusvaliokunta. 1/2022. Tekoälyratkaisut tänään ja tulevaisuudessa Helsinki: ISSN 2342-6608 (verkkójulkaisu). Saatavilla 5.1.2023 https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj_1+2022.pdf
- Alaniska, H., Hurskainen J., Kähkönen T., Maikkola, M., Pihlaja, M., Tauriainen T-M. 2019 Pedagogisia malleja. Oulu OAMK. Saatavilla 28.2.2023 <https://www.oamk.fi/c5/fi-les/2515/7173/0994/pedagogisiamalleja.pdf>
- Anssi, S. 2022. Simuloitu vuosi 2021. Aaltoyliopisto. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Saatavilla 18.11.2022 <https://www.simulaattori.fi/simuloitu-vuosi-2021/>
- Blomberg, K. 2015. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Simulaatiot - melkein leikkiä, melkein totta. Saatavilla 28.2.2023 <https://www.duodecimlehti.fi/duo12860>
- Brauer, S., Halttunen, T., Hartikainen, A., Juntunen, E. 2021. Osaamismerkki työelämässä. ePooki, 27/2021. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisu. Saatavilla 10.4.2023 <https://www.oamk.fi/epooki/index.php?cID=2425>
- Finlex. 2021. Oppivelvollisuuslaki 30.12.2020/1214. Opetus ja kulttuuriministeriö. Oppivelvollisuuden laajeneminen. Saatavilla 10.4.2023 <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2020/20201214>
- Finlex. Laki ammatillisesta koulutuksesta (531/2017). Saatavilla 25.1.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170531>
- Finlex. 2014. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus nuorille työntekijöille vaarallisten töiden esimerkkiluettelosta annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 188/2012 liitteen muuttamisesta. Saatavilla 28.2.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140928>
- Haapasalo, M & Erämies, S. Jyväskylän yliopisto, opettajankoulutuslaitos. 2017. Erilaiset oppimiskäsitteet. Saatavilla 10.2.2023 <https://peda.net/jyu/okl/ko/ktkp010-biologia/eo>

- Helovu, A. 2021. Merenkulun, ilmailun ja lääketieteen ammattilaiset simulaatiopedagogiikka kehittämässä. Saatavilla 11.4.2023 [Merenkulun, ilmailun ja lääketieteen ammattilaiset simulaatiopedagogiikkaa kehittämässä | READ Xamk](#)
- Hemminkinen-Reijonen. 3/2021. ISBN 978-952-13-6776-2 (pdf). Opetushallitus. Virtuaalitoellisuus oppimisessa opas opettajalle. Grano Oy. Saatavilla 10.1.2023 https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Virtuaalitoellisuus_oppimisessa.pdf
- Hänninen, S. Webinaari (14.9.2022). Opetushallitus. Luonnonvara- ja ympäristöalan, rahoitus ja kustannukset. Saatavilla 5.1.2023 <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Luonnonvara-ja%20ymp%C3%A4rist%C3%B6alan%20webinaarit%20rahoitus%2014.9.2022.pdf>
- Jeffries, P. 2005. A framework for designing, implementing, and evaluating simulations used as teaching strategies in nursing. *Nursing education Perspective* 26(2), (s.96–103).
- Jokela J. 2011. Hoitotyön simulaatiokoulutuksen kehittäminen. Opinnäytetyö Hämeen opettajakorkeakoulu. Saatavilla 8.11.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/31239/Jorma_Jokela.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Joyce, B., 1992. *Models of teaching*. s.a. Allyn and Bacon.
- Järvenpää, K. 2013. Simulaattoriopetuksen kehittäminen opiskelijapalautteen avulla. Tampereen ammatillinen opettajakorkeakoulu. Saatavilla 18.11.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/55040/Jarvenpaa_Pala.pdf;jsessionid=2CB7AA9A04068553500AC236D6D465C6?sequence=1
- Kallioinen, O. (27.1.2021). Strategisen ohjelman toteuttamissuunnitelman väliarviointi. Tredu, Tampere. Saatavilla 3.1.2023 <file:///C:/Users/OMISTAJA/Downloads/Liite%20elosa%20Strategisen%20ohjelman%20toteuttamissuunnitelman%20raportti.pdf>
- Kamberg, S-C. 2022. Vuorovaikutuksellinen verkkosimulaatio hoitotyön opetuksen välineenä toisella asteella. Turun yliopisto Pro gradu tutkielma. Saatavilla 18.11.2022 <https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/154745/Kamberg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Kivimäki, T. 2014. Simulaattoriopetus koneopetuksen tukena. Tampereen ammatillinen opettajakorkeakoulu. Saatavilla 18.11.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/72752/Kivimaki_Roivanen.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kolb, D., 1984: Experimental learning: Experience as the Source of Learning and Development. Prentice-Hall, ISBN: 0132952610.
- Korpi, A., Hietala, R., Kiesi, J., Räikköläinen, M. 2018. Ammatillisen koulutuksen osaamisperustaisuus, asiakaslähtöisyys ja toiminnan tehokkuus. Valtioneuvoston kanslia, osaamisperusteisuuden tila julkaisusarja 85/2017, 120–126. Saatavilla 25.2.2023 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160511/85_2017_Osaamisperusteisuuden-tila_KARVI_VNTEAS%203.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Koramo, M, Jauhola, L, Brauer, S. 9:2018. Digitalisaatio ammatillisessa koulutuksessa. Opetushallitus. ISBN 978-952-13-6497-6 (pdf). Saatavilla 10.1.2023 https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/191033_digitalisaatio_ammattillisessa_koulutuksessa.pdf
- Kuurre, J. 2017. 3D-Koneohjauksen osaamistarpeiden selvittäminen ja opetuksen kehittäminen Oulun seudun ammattiopistossa. Opinnäytetyö, Lapin YAMK. Saatavilla 18.11.2022 <https://www.theseus.fi/handle/10024/132002>
- Lahervo, K. 2020. Simulaattorilla annettavan opetuksen määrän korrelointi kuljettajatutkinnon ajokoemenestykseen henkilöauton kuljettajaopetuksessa. Turun yliopisto kasvatustieteen aineopinnot. Saatavilla 18.11.2022 https://www.epicautokoulu.fi/wp-content/uploads/2020/05/Proseminaari_Kalle_Lahervo_884098.pdf
- Lahtinen, N. (23.-24.4.2022). Oulu. Opetusalan Ammattijärjestö OAJ. Ajankohtaiset koulutuspoliittiset asiat. Saatavilla 5.1.2023 https://www.akol.fi/uploads/2022/06/a10376cf-koulutuspoliittiset-ajankohtaiset_kevat2022_nina_lahtinen.pdf
- Litmanen, T. 2019. Yhteiskäyttöisen oppimisalustan selvitys. Saatavilla 25.2.2023 <https://wiki.eduuni.fi/pages/viewpage.action?pageId=123769108>
- Manne V, Niskanen A. (20.8.2021). Helsinki. Metsäkoulutus ry vaikutti toisen asteen rahoitusasetukseen opetusministeriön lausuntokierroksella. Metsäkoulutus Ry. Saatavilla 15.1.2023 <https://www.xn--metskoulutus-jcb.fi/metsakoulutus-ry-vaikutti-toisen-asteen-rahoitusasetukseen-opetusministerion-lausuntokierroksella/>

Metsähallitus, 2020. Toiminnanohjausjärjestelmä Ohjas. Saatavilla 30.1.2023

<https://www.metsa.fi/maat-ja-vedet/paikkatieto/paikkatietojarjestelmat/>

Mhamed Ben Ouahi. 2021. The Effect of Using Computer Simulation on Students' Performance in Teaching and Learning Physics: Are There Any Gender and Area Gaps? Saatavilla

28.2.2023 [https://www.hindawi-com/jour-](https://www.hindawi-com/journals/edri/2021/6646017/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=fi&x_tr_hl=fi&x_tr_pto=wapp&x_tr_his)

[nals/edri/2021/6646017/? x tr sl=en& x tr tl=fi& x tr hl=fi& x tr pto=wapp& x tr his](https://www.hindawi-com/journals/edri/2021/6646017/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=fi&x_tr_hl=fi&x_tr_pto=wapp&x_tr_his)
[t=true](https://www.hindawi-com/journals/edri/2021/6646017/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=fi&x_tr_hl=fi&x_tr_pto=wapp&x_tr_his)

Mikkonen, V. 8/2008. Simulaattorien hyödyntäminen ajo-opetuksessa ja kuljettajatutkin-
nossa. Ajoneuvohallintokeskus AKE. Helsinki. Edita Prima Oy. Saatavilla 18.11.2022

[https://docplayer.fi/1626310-Simulaattorien-hyodyntaminen-ajo-opetuksessa-ja-kuljettaja-](https://docplayer.fi/1626310-Simulaattorien-hyodyntaminen-ajo-opetuksessa-ja-kuljettaja-tutkinnossa.html)
[tutkinnossa.html](https://docplayer.fi/1626310-Simulaattorien-hyodyntaminen-ajo-opetuksessa-ja-kuljettaja-tutkinnossa.html)

Mikkonen, V. 2017. Simulaattori vai autokoulu. Väliraportti seurantatutkimuksesta. Saata-
villa 18.12.2022 [https://www.traficom.fi/sites/default/files/me-](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/CAP%20group%20Oy%20v%C3%A4liraportti%20%201_2017.pdf)

[dia/file/CAP%20group%20Oy%20v%C3%A4liraportti%20%201_2017.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/CAP%20group%20Oy%20v%C3%A4liraportti%20%201_2017.pdf)

Murtonen, M. (2017). Käsitukset ja uskomukset oppimisen tukena tai esteenä. Teoksessa M.
Murtonen (toim.) Opettajana yliopistolla. Korkeakoulupedagogiikan perusteet. Tampere:
Vastapaino, 63–82.

Nehring, W. & Lashley, F. 2004. Current use and opinions regarding human patient simula-
tors in nursing education: an international survey. Nursing Education Perspectives 25(5),
244–248.

Opetus- ja kulttuuriministeriö. Amisreformi. 2015. Saatavilla 25.1.2023 [https://okm.fi/amis-](https://okm.fi/amis-reformi)
[reformi](https://okm.fi/amis-reformi)

Opetus- ja kulttuuriministeriö. Opetus- ja kulttuuritoimen rahoitus (957/2017) ja asetus
(682/2017). Saatavilla 10.4.2023 [https://okm.fi/ammattillisen-koulutuksen-hallinto-ja-rahoi-](https://okm.fi/ammattillisen-koulutuksen-hallinto-ja-rahoitus)
[tus](https://okm.fi/ammattillisen-koulutuksen-hallinto-ja-rahoitus)

Opetus- ja kulttuuriministeriö. VN/29068/2022. Ammatillisen koulutuksen vuoden 2023 var-
sinaisen suoritepäätöksen liiteraportti. Saatavilla 28.11.2023 [https://okm.fi/docu-](https://okm.fi/documents/1410845/138679024/Liite+1_Ammattillisen+koulutuksen+vuoden+2023+varsinaisen+suorite%C3%A4%C3%A4t%C3%B6kseen+liiteraportti.pdf/a0eda902-0122-698f-f462-)
[ments/1410845/138679024/Liite+1_Ammattillisen+koulutuksen+vuoden+2023+varsinai-](https://okm.fi/documents/1410845/138679024/Liite+1_Ammattillisen+koulutuksen+vuoden+2023+varsinaisen+suorite%C3%A4%C3%A4t%C3%B6kseen+liiteraportti.pdf/a0eda902-0122-698f-f462-)
[sen+suorite%C3%A4%C3%A4t%C3%B6kseen+liiteraportti.pdf/a0eda902-0122-698f-f462-](https://okm.fi/documents/1410845/138679024/Liite+1_Ammattillisen+koulutuksen+vuoden+2023+varsinaisen+suorite%C3%A4%C3%A4t%C3%B6kseen+liiteraportti.pdf/a0eda902-0122-698f-f462-)

[51c5c7bd9389/Liite+1_Ammatillisen+koulutuksen+vuoden+2023+varsinaisen+suoritep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6ksekseksi+liiteraportti.pdf?t=1671443860254](https://okm.fi/51c5c7bd9389/Liite+1_Ammatillisen+koulutuksen+vuoden+2023+varsinaisen+suoritep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6ksekseksi+liiteraportti.pdf?t=1671443860254)

Opetus- ja kulttuuriministeriö. Vuoden 2023 varsinainen suoritepäätös. Saatavilla 20.11.2022 <https://okm.fi/suoritepaatokset>

Opetus- ja kulttuuriministeriön laskentaperusteasetus. (1244/2020). Asetus ammatillisen koulutuksen rahoituksen laskentaperusteista. Perustelumuistio 26.10.2021. Saatavilla 28.11.2023 https://okm.fi/asetus_ammattillisen_koulutuksen_rahoinnista_laskentaperusteista_2021_Perustelumuistio_26.10.2021.pdf/

Paukkunen, M. (2004). Perehdyttämien uuteen tietojärjestelmään ja tietotekniikan alkeisiin. Oulu. Lisensiaattitutkimus, Tampereen yliopisto. Saatavilla 8.1.2023 <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/76364/lisuri00017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pedagoginen suunnittelu. Tampereen yliopisto ja Tampereen ammattikorkeakoulu. Pedagoginen tutkimus ja hankkeet. Saatavilla 18.11.2022 <https://www.tuni.fi/tlc/suunnittelu/pedagoginen-suunnittelu/>

Peltola, A. Creanex Oy. Simulaattoreiden ja virtuaaliodellisuuden hyödyntäminen metsäalalla. Saatavilla 18.11.2022 https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Antti_Peltola_Creanex.pdf

Pietikäinen L: Oppimiskäsitykseni. Blogi oppimisen keinot. Saatavilla 8.1.2023 http://oppimisenkeinot.blogspot.com/p/oppimiskasitykseni_9.html

Ponsse tehokkaimmat työkalut koulutukseen. Saatavilla 18.11.2023 <https://pim.ponsse.com/media/ponsse-pim-api/api/content/getfile/15812998.pdf>

Puuhuolto, WoodForce-LogForce, Uuden ajan metsäjärjestelmä. Saatavilla 30.1.2023 <https://puuhuolto.fi/woodforce-logforce/woodforce/woodforce-tyokalu/>

Pylkkä, O. Oppimiskäsitykset. Kognitiivinen oppimiskäsitys ja oppimisen ohjaaminen. S.a. Jyväskylän ammattikorkeakoulun ammatillisen opettajakoulutuksen avoimia oppimateriaaleja. Saatavilla 18.12.2023 <http://oppimateriaalit.jamk.fi/oppimiskasitykset/>

Ranta. 2003. Simulaattorit opetuksessa. Opetushallitus. Saatavilla 28.2.2023 <http://www10.edu.fi/ammattipeda/?sivu=simulaatiot/ohjaus>

Rantavuo, E. Scaroil simulators öljynkeräyssimulaattori. Saatavilla 18.11.2022

<https://www.xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/scaroil-simulators/>

Rauste-Von Wright, M., Von Wright, J., Soini, T. 2003. Oppiminen ja koulutus. Helsinki: WSOY.

Real-Time Operator Training Simulator. Saatavilla 18.11.2022 <https://mevea.com/solutions/>

Salakari, H. 2004. Käytännön taitoja virtuaalisesti – simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin kehittäminen. Saatavilla 18.11.2022 <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/76389/lisuri00022.pdf?sequence=1>

Salakari, H. 2010: Simulaattorikouluttajan käsikirja, ISBN: 9789526742908. Helsinki: Haka-paino.

Sköld-Nurmi A, Paavola P, Rintala M, Kujansuu J, Löytökorpi M. Simulaatio-oppiminen eri aloilla (9.11.2021). Saatavilla 28.2.2023 <https://blog.edu.turku.fi/visu/2021/11/09/simulaatio-oppiminen-eri-aloilla/>

Talonen, T. 2007. Simulaattorin käyttö opetuksessa. Jyväskylän ammatillinen opettajakorkeakoulu. Saatavilla 18.11.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/19699/jamk_1183542725_2.pdf?sequence=1

Tilastokeskus, taloustilastot. 2022. Metsäalan kone- ja autokustannusindeksi. Maksullinen palvelu. Saatavilla 13.2.2023 <https://www.stat.fi/tup/kustannusindeksit/index.html>

Tilastokeskus, taloustilastot. 2022. Maarakennusalan konekustannusindeksi. Maksullinen palvelu. Saatavilla 13.02.2023 <https://www.stat.fi/tup/kustannusindeksit/index.html>

Tilastokeskus, taloustilastot. 2022. Kuorma-autoliikenteen kustannusindeksi. Maksullinen palvelu. Saatavilla 13.2.2023 <https://www.stat.fi/tup/kustannusindeksit/index.html>

Tontti, K., Elsilä. Simulaattori logistiikka- ja maarakennusalan opetuksessa Salon seudun ammattiopistossa. Saatavilla 17.11.2023 <https://blog.edu.turku.fi/visu/2021/11/17/simulaattorit-logistiikka-ja-maarakennusalan-opetuksessa-salon-seudun-ammattiopistossa/>

Tuominen, J. 10/2020. Uusien kuljettajien seurantatutkimus. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Traficom tutkimuksia ja selvityksiä. Saatavilla 18.1.2023 <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Uusien%20kuljettajien%20seurantatutkimus%20->

[%20tyytyv%C3%A4isyys%20kuljettajaopetukseen%20ja%20kokemukset%20liikenteest%C3%A4%2C%20vuoden%202019%20aineisto.pdf](#)

Tynjälä P, 1999. Konstruktivistinen oppimiskäsitys ja asiantuntijuuden edellytysten rakentaminen koulutuksessa. Teoksessa Eteläpelto, A. & Tynjälä, P. 1999. Oppiminen ja asiantuntijuus. Työelämän ja koulutuksen näkökulmia. Porvoo: WSOY, 160–179.

Uusitalo J & Kivinen V-P. (4.11.2022). Metsäteho Oy. Metsäkoneoppi, Metsäteknologian perusteet. Saatavilla 15.1.2023 <https://puuhuolto.fi/metsakoneoppi/konekustannuslaskenta/tuntikustannuslaskennan-laskeminen/>

Vahtera, V. 2013. Timberskills 2.0 Koulutusmateriaali Esimiehille. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Saatavilla 28.2.2023 <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/71219/Timberskills+2+esimiesten+koulutusmateriaali.pdf;jsessionid=DDEB8FFA10B74CD7D3243F06DD858FEB?sequence=1>

Viljamaa J. (2018) Puutavarajärjestelmien toiminta John Deeren metsäkoneissa, Tampere. Kandidaattityö, Tampereen yliopisto. Saatavilla 30.1.2023 <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/26322/viljamaa.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Vipunen. Opetushallinnon tilastopalvelu. Saatavilla 28.11.2022 <https://vipunen.fi/fi-fi>

Vuorinen I, Tuhat tapaa opettaa. 2001. Vammala. Vammalan kirjapaino Oy. Saatavilla 28.2.2023 <https://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Opetusmenetelmat06a/html/simulatio.html>