

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Vesisenaho, Mikko; Rentola, Hannu

Title: Monimenetelmällistä lentosimulaatiotutkimusta : neurofysiologiaa ja oppimiskokemuksia

Year: 2023

Version: Published version

Copyright: © Puolustusvoimat

Rights: In Copyright

Rights url: <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

Please cite the original version:

Vesisenaho, M., & Rentola, H. (2023). Monimenetelmällistä lentosimulaatiotutkimusta : neurofysiologiaa ja oppimiskokemuksia. In J. Koivisto, & J. Suominen (Eds.), Puolustustutkimuksen vuosikirja 2023 (pp. 67-70). Puolustusvoimat. Puolustustutkimuksen vuosikirja, 2023.
[https://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/5874661/Puolustustutkimuksen_vuosikirja_2023+\(1\).pdf/](https://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/5874661/Puolustustutkimuksen_vuosikirja_2023+(1).pdf/)

Monimenetelmällistä lentosimulaatiotutkimusta

– neurofysiologiaa ja oppimiskokemuksia



Simulaatioharjoite ja mittaukset Ilmasotakoululla 2019. (Kuva: Antti Siukola/Puolustusvoimat)

Vuonna 2019 aloitettiin KoKemus-hanke – Koulutuspalveluiden ekosysteemin kehittäminen fysiologisen mittaustiedon ja älykkäiden järjestelmien avulla – jossa Ilmasotakoulu oli yksi pääyhteistyökumppani. Tavoitteena oli linkittää eri simulaatio-oppimisen toimijoita erityisesti Keski-Suomessa, ja hanketta rahoitti Keski-Suomen maakuntaliitto.

Tiedossa oli, että verkostossa on mukana jo urauurtavaa työtä simulaatio-oppimisen alalla tehneitä aloja, kuten ilmailu (Ilmasotakoulu ja Patria) ja hyvinvointi (Jamk ja Liikkeen viisaus), mutta myös vahvasti kasvavia aloja kuten ammatillisen opetuksen metsäsektori ja logistiikka (POKE), aistihuoneet (valtion erityisoppilaitos Valteri-koulu) ja hyvinvointisektorin yrittäjyys (Firstbeat Technologies). Mielenkiintoinen oli myös koordinoivan organisaation eli Jyväskylän yliopiston yhdistelmä, jossa oli niputettu aivotutkimus, kasvatustiede, kognitiotiede ja informaatioteknologia. Yhtenä yhteisenä

tavoitteena oli tieteenalojen rajoja ylittävä tekeminen ja toisilta oppiminen.

Mitä muuta sitten tavoittelimme yhdessä tällä verkostolla? Verkostoa kiinnosti erityisesti, miten neurofysiologiset mittausten tulokset ja oppijan oma oppimiskokemus voitaisiin luotettavasti yhdistää, ja miten tätä tietoa sitten voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää mahdollisimman optimaalisten oppimistilanteen luomiseksi kullekin oppijalle.

Miten ja miksi tätä tehtiin?

KoKemus-hankkeen verkostoitumistoimenpiteinä järjestettiin avoimia työpajoja ja seminaareja. Useat näistä toteutuivat verkossa erilaisilla alustoilla jo koronastakin johtuen, mutta toisaalta ne saavuttivat laajemminkin niin kansallisen kuin kansainvälisenkin kuulijakunnan. Merkittävä rooli oli hankkeen sisäisillä ja eri organisaatioiden kanssa erikseen pi-

detyillä työpajoilla, joihin liittyi yleensä myös pilotointi ko. organisaatiossa.

Teoreettisena taustana hankkeessa oli kokemuksellinen oppiminen (päävastaussa kasvatustieteen tohtori Anita Malinen), johon pureuduttiin mahdollisimman paljon todellisuutta jäljittelevän simulaatio-oppimisen (päävastaussa kognitiotieteen tohtori Minna Silvennoinen) kautta. Lisäksi tuotiin vahvasti mukaan aivojen ja kehon (neurofysiologisten) reaktioiden mittaaminen (päävastaussa aivotutkimuksen professori Tiina Parviainen). Kokonaisuudesta ja oppimisen teknologioista vastasi opetusteknologian dosentti Mikko Vesisenaho.

Kokemuksellista oppimista on paljolti tutkittu laadullisen menetelmien välityksellä, ja neurofysiologinen aivotutkimus taas tuottaa määrällistä dataa. Päätimme ennakkoluulottomasti yhdistellä näitä kahta hyvin erilaista tulokulmaa, mihin KoKemus-kehittämishanke tarjosi loistavan pohjan, ja tällaista oli tehty kansainvälisestäikin hyvin vähän. (Lisää tietoa lähestymistavasta: Combining Physiological and Experiential Measures to Study the Adult Learning Experience. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08518-5_7).

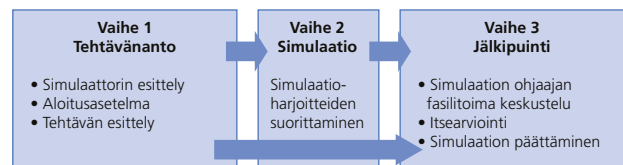
Toinen innovatiivinen elementti tutkimuksessa oli, että siirsimme aivomittaukset laboratorion sinne, missä tavallisestikin toimitaan (luonnolliseen toimintaympäristöön). Aivotutkimuksen kentällä on kansainvälisestäikin käynnissä trendi, jossa mittareita sovelletaan laajemmin luonnollisiin ympäristöihin. Jyväskylän yliopiston monitieteisen aivotutkimuskeskuksen (Center for Interdisciplinary Brain Research, CIBR) EEG-laitteistot (Bittium NeurOne™) siirrettiin lentosimulaattorin yhteyteen Ilmasotakoululle. Lisäksi käytimme mittauksissa kevyempiä laitteistoja, johon FirstBeat Bodyguard II tarjosi hyvän mahdollisuuden tarkemmalla sykedatalla kuin laajasti yleistyneet rannesyke-mittarit. Näitä mittareita ei ole yleensä käytetty oppimisen tutkimiseen, ja mielenkiintoista oli havaita näidenkin kautta

kehollisia reaktioita ja linkittää niitä omiin kokemuksiin ja tarkempaan neurofysiologiseen dataan.

Tutkimushankkeesta tehtiin useita julkaisuita ja konferenssi-esitelmiä, joista lisää tietoa löytyy KoKemus-hankkeen esitekirjasta (<http://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-202206273630>).

Ilmasotakoulun lentokoulutus toimintaympäristönä

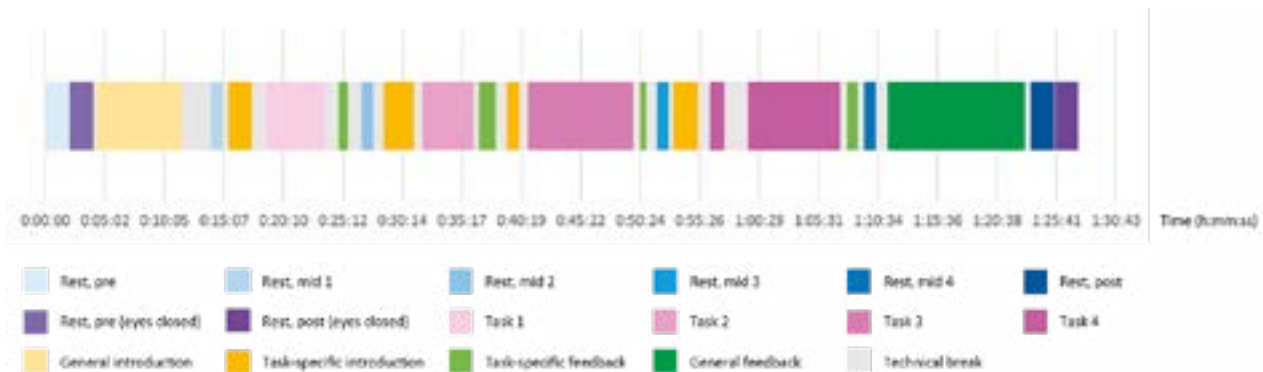
Ilmasotakoululla toteutimme ensimmäisenä pilotoinnin, jossa hyödynnettiin mahdollisimman tavanomainen oppimistilanne 1. vuoden lentokadettikoululaisten kanssa. Kuviossa 1 on kuvattuna tutkimuksen simulaatiopedagoginen rakenne.



Kuvio 1. Tutkimuksen simulaatiopohjaisen oppimisen pedagoginen rakenne. (Grafiikka: Johanna Suominen)

Simulaatio-oppimisen rakenteen mukaisesti harjoitus toteutettiin kolmessa vaiheessa, tehtävänanto, simulaatio ja jälkipuinti. Ennakkovalmistelut olivat kuitenkin hieman tavallista laajemmat jo muutamaa päivää aiemmin aloitettujen sykemittauksen ja EEG-mittalaitteiden asennusten kautta.

Tutkimustapahtumaan sisältyi myös yllätyksellisiä lentotilanteen elementtejä, kuten säätilan vaihdoksia tai hallintalaitteistojen toimintahaasteita. Halusimme mitata samalla simulaatiotapahtumassa olevan kouluttajan reaktioita. Tavoitteena oli oppijan kouluttajan neuro-fysiologisen synkronian selvittäminen, millä tavoitelimme tietoa siitä ”ovatko



Kuvio 2. ”Räsymatto”-prosessikuvio simulaatioharjoitteesta (metsäala) (Artikkelista: Methodology Development in Adult Learning Research: Combining Physiological Reactions and Learning Experiences in Simulation-Based Learning Environments. EDULEARN Proceedings. IATED. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2020.1316>)

opiskelija ja kouluttaja samalla aallonpituudella”. Koko tilanne myös videoitiin.

Kouluttaja kirjasi harjoituksen aikana ylös omia havaintojaan suorituksesta ja sen aikaisesta toiminnasta. Sekä kouluttaja että opiskelija haastateltiin vielä erikseen. Opiskelija katsoi simulaatiolientotallenteen myöhemmin haastattelun aikana läpi ja merkitsi sinne merkityksellisiä hetkiä (esim. haaste, onnistuminen, epäonnistuminen) aikaleimoin. Mukana oli yhteensä 2 kouluttajaa ja 6 opiskelijaa.

Simulaatioharjoite prosessikuviona

Luonnollisena käyttäytymisvuorovaikutuksena etenevän mittaustilanteen analyysi on haastavaa. Tutkimusryhmämme kehitti tätä tarkoitusta varten ”Räsymatto” -analyysin, jossa simulaatioharjoitus pilkotaan toiminnallisiin vaiheisiin, kuvio 2. Kuvaajassa näkyvät eri värein eri vaiheet simulaatioharjoituksesta. Tällainen prosessin kuvaus loi pohjan sille, että pystyttiin yhdistämään erilaisia kokemuksia ja mitauksia toisiinsa.

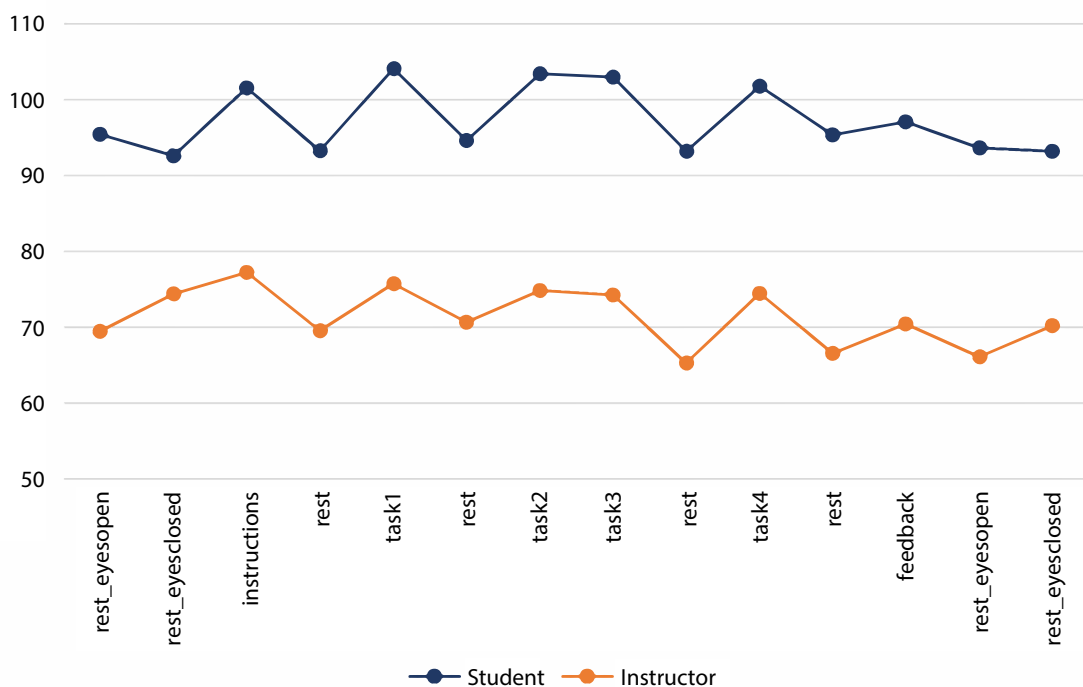
Aineistojen yhdistämiset, analyysit ja työpajat

Laadullisen ja määrällisen aineiston yhdistäminen on aikaa vievää ja haastavaa. Toisaalta tällä rintamalla puuttuu systemaattista selvitystyötä siinä, mikä on oikea tapa yhdistämi-

sen toteuttamiseksi. Pilottimme tarjosi siis mahdollisuuden urauurtavaan kehitystyöhön.

Tutkimuksessa selvitettiin myös tieteellisin menetelmin opiskelijan sekä kouluttajan kehosta ja aivoista mitattavat samanaikaiset biosignaalit. Kuviossa 3 on havainnollistettu, miten opiskelijan ja kouluttajan keskisyke vaihtelee simulaation eri vaiheissa. Neurofysiologisten ja fysiologisten mitausten integroinnista oppimiskokemuksen seuraamiseen vastasi Tiina Parviaisen johdolla toimiva työryhmä, jossa aineiston keruussa oli mukana Suvi Karjalainen, Tiina Kullberg ja Jarno Mikkonen, ja aineiston analyysia olivat toteuttamassa edellisten lisäksi Juha Leukkunen, Jari Korpela ja Pyry Heikkinen.

Tutkimuksen tuloksia purettiin yhdessä Ilmasotakoulun henkilökunnan kanssa työpajoissa. Erityisesti laadullisen analyysin kommentoinnissa käytettiin delfoi-tyyppistä lähestymistapaa, jossa kohderyhmä pääsi itse kommentoimaan ja arvioimaan tutkijoiden tekemiä tulkintoja. Samalla saatiin syvällisesti keskusteltua tutkijoiden tekemistä grounded theory -pohjaisista havainnoista, ja rakennettiin ideoita kehittämistoimenpiteiksi. Tästä osasta on tulossa vielä erillinen julkaisu Anita Malisen ja Minna Silvennoisen toimesta myöhemmin. Laadullista aineiston käsittelyssä olivat mukana myös Mari Manu, Eeva Rantala ja Mikko Vesisenaho.



Kuvio 3. Opiskelijan ja kouluttajan sykevälivaihtelu yhteisessä simulaatio-oppimistilanteessa (Teoksesta: How can learning experiences be explored in simulation-based learning situations? https://www.eapril.org/sites/default/files/2022-04/proceedings_2021_0.pdf)

Tutkimushavaintoja ja jatkotutkimustarpeita

Tutkimuksessa todettiin ensinnäkin tällaisen ennakkoluelottoman tutkimuksen olevan mahdollista toteuttaa, mutta se vaatii paljon aikaa ja monialaista asiantuntemusta. Tutkimuksessa ei ollut tarkoituksena selvittää, miten hyvin yksilö oppii, vaan miten tutkimusdataa voitaisiin käyttää optimaalisemman oppimistilanteen rakentamiseen. Samalla todettiin tärkeäksi kehittää itsearviointijärjestelmiä ja erilaisten järjestelmien tukea siihen, että ne tukevat myös kouluttajan antamaa palautetta suorituksen aikana ja sen jälkeen. Tärkeäksi osa-alueeksi todettiin myös optimaalisen fysiologisen tilan määrittäminen erilaisiin harjoituksiin. Todettiin myös, että tällainen tutkimus kannattaa toteutetaan hyvin samantyyppisellä eri sektoreilla, kuten tässä teimme myös metsäkonealalla ja logistiikassa, jotta sektorirajat ylittävää dataa voidaan yhdistää isommaksi aineistokokonaisuudeksi.

Tutkimuksessa nousi esiin muun muassa kysymys siitä, voisiko koulutusjärjestelmä tukea myös mahdollisuutta kokeilla ja/tai tehdä myös virheitä turvallisessa oppimisympäristössä (merkityksellinen oppimiskokemus). Tämä on keskeinen osa muun muassa lentokoulutusta, jossa opiskelija

voi harjoitella ja harjoittaa itseään simulaatioympäristössä siten, että hän ei tee samoja virheitä todellisessa lentosuoritusvaiheessa. Lisäksi hänen on mahdollista oppia ratkaisemaan virheistä johtuvia korjaustoimenpiteitä turvallisessa simulaatioympäristössä. Opiskelijalle on tärkeää oppia ymmärtämään itseään ja oman toimintakykynsä erilaisia tiloja sekä hankkimaan kokemusta erilaisista harjoitustilanteista, joiden pohjalta rakentuu esimerkiksi todellisissa lentotilanteissa tapahtuva toiminta ja päätöksenteko.

Tutkimuksen kautta saatiin hankittua poikkitieteellistä informaatiota, joka osaltaan rohkaisee jatkossakin ylittämään erilaisia organisaatio-, oppiaine- ja tieteenalarojoja. Ilmavoimien kannalta on merkityksellistä liittyä jatkossakin osaksi siviilioppilaitosten ja tutkimusyhteisöiden tutkimuksia. Tämä palvelee Ilmavoimia tutkimusinformaation hankkimiseksi esimerkiksi lentokoulutuksen kehittämiseksi ja samalla se tarjoaa oivallisen tutkimusalustan yliopistollisten yhteishankkeiden tutkimusdatan hankkimiseksi. Tämän tutkimuksen kautta havaittiin, että erilaisista käytännön ympäristöistä kerätyllä informaatiolla on paljon yhteisiä näkökohtia, jotka mahdollistavat laaja-alaisemman ilmiöiden tarkastelun jatkotutkimushankkeissa.

Kirjoittajat:

Opetusteknologian dosentti, FT Mikko Vesisenaho on KoKemus-hankkeen (2019–2022) vastuullinen johtaja, joka työskentelee Digivisio 2030 -muutoskoordinaattorina Jyväskylän yliopistossa.

Majuri, ST Hannu Rentola toimii Ilmavoimien tutkimusjohtajana.