

Opinnäytetyö (YAMK)

Master School, Kone- ja meritekniikka

2021

Olli-Pekka Hautala

VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN KOULUTUKSESSA.

Case: Virtuaalihitsauksen mahdollisuudet
Rasekossa.

OPINNÄYTETYÖ (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Master School, Kone- ja meriteknikka

2021 | 38 sivua, 2 liitesivua

Olli-Pekka Hautala

VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN KOULUTUKSESSA

Case: Virtuaalihitsauksen mahdollisuudet Rasekossa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia millaisia erilaisia virtuaallisia oppimisympäristöjä on käytössä toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa.

Case-tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää millaisia erilaisia mahdollisuuksia virtuaalihitsaukseen on tarjolla kaupallisesti. Työssä on tutkittu ja vertailtu virtuaalihitsauslaitteiden ominaisuuksia myös pohjustamaan mahdollista laitteiston hankintaa Rasekon kone- ja tuotantotekniikan koulutukseen. Laitteiden ominaisuuksissa kiinnitettiin huomiota miten laitteistojen toiminta oppilaitosympäristössä olisi mahdollisimman lähellä todellista hitsaustapahtumaa. Myös laitteistojen käytettävyyteen ja kestävyys on kiinnitetty huomiota.

Opinnäytetyö on toteutettu pääsääntöisesti kirjallisuuskatsauksena. Hitsaussimulaattoreiden vertailuun on käytetty hyödyksi pääasiallisesti kaupallisia lähteitä. Virtuaalihitsauslaitteistojen käyttökokemuksia on kartoitettu myös anonyymillä kyselyllä joka on osoitettu virtuaalihitsauksen kanssa tekemisissä oleville, lähinnä toisen asteen koulutuksessa työskenteleville opetushenkilöstölle.

ASIASANAT:

virtuaalihitsaus, hitsaus, virtuaalinen opiskelu, kone- ja tuotantotekniikka, ammatillinen koulutus

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Master School, Mechanical and Marine Engineering

2021 | 38 pages, 2 pages in appendices

Olli-Pekka Hautala

UTILIZATION OF VIRTUAL REALITY IN UPPER SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING.

- Case: Virtual Welding Possibilities in Raseko

The purpose of the thesis was to explore what kind of virtual learning environments are in use in upper secondary vocational education and training.

The main objective of Case research was to find out what kinds of opportunities for virtual welding are available commercially. The work has been studied and compared with the characteristics of virtual welding equipment. Also research to possible purchasing a virtual welding device to Raseko.

The thesis was generally implemented in the literature and article report. The comparison of welding simulators has been mainly used for commercial brochure. User experiences of virtual welding equipment have also been mapped by an anonymous survey addressed to those who are operate daily with virtual welding equipment.

KEYWORDS:

virtual welding, welding, virtual learning, vocational education and training (VET)

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Opinnäytetyön tausta, toimeksianto ja tavoite	6
1.2 Raison seudun koulutuskuntayhtymä	6
1.3 Tutkimus- ja tiedonkeruumenetelmät	7
2 HITSUKSEN OPETUS RASEKOSSA	9
2.1 Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto	9
2.2 Hitsauksen opetusmenetelmät	10
3 DIGITAALISET OPETUSYMPÄRISTÖT RASEKOSSA	12
3.1 Thinglink: Virtuaaliluokka, Sosiaali- ja terveysalan perustutkinto	13
3.2 Thinglink: Logistiikan perustutkinto	14
4 VIRTUAALIHITSAUS	16
4.1 Laitevalmistajat	18
4.1.1 Fronius	19
4.1.2 Lincoln Electric	20
4.1.3 Soldamatic	22
4.1.4 Miller	23
4.2 Taulukkovertailu	24
5 TUTKIMUSTULOKSET	27
5.1 Lomakekyselyn tulokset	27
5.2 Kirjallisen tutkimustiedon tulokset	30
5.3 Tutkimuksen luotettavuus	31
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	32
LÄHTEET	35

LIITTEET

Liite 1. Lomakekysely: Virtuaalihitsaus

KUVAT

Kuva 1. Varastonäkymä (Thinglink 2021a).	14
Kuva 2. Thinglink-aloitusikkuna. Trukinkuljettajan tehtävät. (Mansikka 2021.)	15
Kuva 3. Soldamatic AR-hitsauslaitteisto (Soldamatic 2019).	16
Kuva 4. Fronius virtuaalihitsauslaitteistot, lattiamalli ja mobiililaukku (Fronius 2018).	20
Kuva 5. VRTEX® Engage® -laitteisto (Lincoln electric 2020).	21
Kuva 6. VRTEX® Transport™ ja The VRTEX® 360 (Lincoln electric 2020).	22
Kuva 7. Soldamatic AR-hitsaussimulaattori (Soldamatic 2018).	23
Kuva 8. Augmented Reality Welding System (Miller 2020).	24
Kuva 9. Perusasennot (SFS-EN ISO 6947:2019).	26

KUVIOT

Kuvio 1. Vastaus kysymykseen 2.	27
Kuvio 2. Vastaukset kysymyksiin 3-5.	28
Kuvio 3. Vastaukset kysymyksiin 6-8.	29

TAULUKOT

Taulukko 1. Laitekohtaiset ominaisuudet (Fronius 2018, Lincoln electric 2020, Miller 2020, Soldamatic 2018, Soldamatic 2019).	25
---	----

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta, toimeksianto ja tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää millaisia virtuaalisia oppimisympäristöjä on tarjolla toiseen asteen ammatillisessa koulutuksessa. Pääpainopiste tutkimuksessa on selvittää millaisia laitteistoja on tarjolla hitsauksen virtuaaliseen harjoitteluun. Myös virtuaalياهوhitsauksen käyttökokemuksia ja hyötyjä oppimisen kannalta on tutkittu kyselyn avulla. Virtuaalisella harjoittelulla tarkoitetaan työtapahitumaa, joka on luotu keinotekoisesti tietokoneavusteisesti esimerkiksi virtuaalilasien tai muun havainnollistavan tekniikan avulla. Virtuaalihitsauslaitteistojen valmistajia on useampia ja laitteistot eroavat ominaisuuksiltaan toisistaan joten koneiden vertailu on tarpeen tehdä, että saadaan kokonaiskuva siitä miten laitteistot soveltuisi opetuskäyttöön.

Opinnäytetyön tavoitteena on vastata seuraavaan tutkimuskysymykseen: Miten hitsauksen virtuaalinen harjoittelu tukee hitsausharjoittelua?

Levyseppähitsaajan koulutuksessa keskeisessä osasassa on hitsaustaitojen osaaminen, tutkinnon perusteissa on kerrottu tarkemmin millaisia osaamista opiskelijalta vaaditaan tutkinnon suorittamiseen. Yleisimmät harjoiteltavat hitsausmenetelmä ovat MIG/MAG-, TIG- ja puikkohitsaus, joten tässä tutkimuksessa keskitytään kyseisiin hitsausmenetelmiin ja niiden soveltuvuuteen virtuaalihitsaukseen. Jokaisella tutkimuksessa mukana olevalla virtuaalihitsauslaitteisto valmistajalla on tarjota laitteisto jolla voidaan simuloida hitsauksia edellämainituilla kolmella hitsausmenetelmällä.

1.2 Raision seudun koulutuskuntayhtymä

Raision seudun koulutuskuntayhtymä, Raseko, on ammatillisen koulutuksen järjestäjä Varsinais-Suomessa. Raision seudun koulutuskuntayhtymän muodostaa vuoden 2020 lopussa kuusi kuntaa, Masku, Mynämäki, Naantali, Nousiainen, Raisio ja Rusko. Opintotarjontaan kuuluu perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkintoja, sekä runsaasti erilaisia ammatillisia lisäkoulutuksia. Opiskelijavuosimäärä on 1872 ja henkilökuntaa on 210, joista opettajia on 151. Oppilaitoksen päätoimipaikka on Raisio, muut toimipisteet sijaitsevat Naantalissa ja Mynämäellä. (Raision seudun koulutuskuntayhtymä 2020, 4-6, 30.)

1.3 Tutkimus- ja tiedonkeruumenetelmät

Tämän opinnäytetyön toteutuksessa päädyttiin kvalitatiiviseen eli laadulliseen tutkimukseen. Laadullisella tutkimuksen avulla pyritään selvittämään ja ymmärtämään ilmiötä, selittämään ilmiön koostumusta, tekijöitä ja niiden välistä suhdetta (Kananen 2014, 25). Laadullisen tutkimuksen käytetyimmät aineistonkeruumenetelmät ovat haastattelut, kysely, havainnointi ja erilaisiin dokumentteihin perustuva tieto. Laadullisessa tutkimuksessa voidaan käyttää myös rinnakkain haastatteluja, kyselyitä, havainnointia ja erilaisiin dokumentteihin perustuvaa tietoa sen mukaan miten miten paljon resursseja on käytettävissä tutkimukseen. (Tuomi & Sarajarvi 2002, 73.)

Tässä tutkimuksessa on käytetty tiedonkeruumenetelminä strukturoitua haastattelua joka on toteutettu lomakekyselyllä (liite 1) ja teemahaastatteluja, jotka on toteutettu kasvotusten tutkijan ja haastateltavan välillä. Lomakekyselyssä kysymykset ovat kaikille vastaajille samassa järjestyksessä ja suurimpaan osaan kysymyksistä on vastausvaihtoehdot valmiina.

Strukturoitu haastattelu muistuttaa lomaketutkimusta ja sen etuna on muun muassa suuremman vastausosuuden sekä tarkoituksenmukaisten vastaajien saavuttaminen (Puusa & Juuti 2020). Aineistonkeruumenetelmien valinnassa huomioitiin myös tutkimushetkellä vallitseva pandemiatilanne (COVID-19), joten strukturoitu haastattelu on toteutettu sähköisellä lomakkeella johon vastaajat vastasivat anonyymisti. Kyselyn vastauksista ei käy ilmi henkilötietoja, eikä tietoja mistä organiosatiosta vastaus on tullut. Lomakekyselyllä kerättiin tietoa pääsääntöisesti opettajilta, jotka ovat käyttäneet virtuaalilihtsausta omassa opetuksessa.

Haastateltavien valinnassa tärkeä kriteeri on, että haastateltavalla on omakohtainen kokemus tutkittavasta asiasta joko asiantuntemuksen tai kokemuksensa perusteella, näin ollen käsitysten tutkimiseen voidaan valita haastateltavia useammalla tavalla (Vilkkä 2021). Strukturoituun lomakehaastatteluun osallistuneet valikoituivat ennakkotiedon perusteella mitä on löytynyt muiden oppilaitoksen verkkosivuilta ja olemalla yhteydessä puhelimitse henkilöihin. Kyselyyn vastanneilla henkilöillä oli omakohtaista kokemusta virtuaalilihtsauksesta ja todellisesta lihtsauksesta aidossa oppilaitosympäristössä.

Teemahaastattelun tarkoituksena oli tutkia Rasekon omia virtuaalisia oppimisympäristöjä. Haastateltavat valikoituivat asiantuntemuksensa ja osaamisen perusteella.

Haastateltavat asiantuntijat ovat työskennelleet useita vuosi opetustehtävissä ja ovat olleet kehittämässä opetusmetelmiä digitaalisempaan suuntaan.

Tieteellisten tutkimuksien ja artikkelien etsimiseen on käytetty hyväksi erilaisia olemassaolevia tietokantoja. Valituista tietokannoista on etsitty artikkeleita ja tutkimuksia samoilla hakusanoilla. Tutkimuksessa käytettyjä hakusanoja:

- virtuaalihitsaus
- virtuaalitodellisuus
- virtual reality welding
- virtual and augmented reality
- virtuaalioppiminen
- vocational education training

Artikkeli ja tutkimustiedon hakemiseen on pääsääntöisesti käytetty englanninkielisiä hakusanoja. Virtuaalihitsaukseen ja siihen liittyvään tutkimukseen oli tarjolla todella niukasti tietoa suomenkielellä. Kotimaisten artikkelien ja julkaisujen etsimiseen on käytetty Arto artikkeliviitetietokantaa.

Kansainvälisten artikkelien ja tutkimusten hakupalveluna on käytetty Elsevier- tietokantaa. Elsevier on Amsterdamissa pääkonttoriaan pitävä tieteellisten julkaisujen kustantamo (Elsevier 2021). Elsevier tietokannan hakukielenä on englanti, hakusanalla ”virtuaalitodellisuus” ei löytynyt lainkaan tuloksia. Hakusanalla ”virtual reality”, hakutulokset vuosina 2015-2021 julkaisujen osalta oli 37 600 kappaletta.

Toisena hakupalveluna on käytetty Googlen Scholar hakupalvelua. Google Scholar on tieteellisten julkaisujen hakuun tarkoitettu maksuton hakupalvelu, 2004 avatun palvelun tarjoaa yhdysvaltalainen Google (Google Scholar 2021). Scholarin tietokannasta voi myös hakea suomenkielisillä hakusanoilla. Hakusanalla ”virtuaalitodellisuus”, ajanjaksolta 2015-2021 oli hakutulos noin 1320 erilaista tieteellistä julkaisua ja haun tulokset olivat pääasiassa ammatikorkeakoulu taseisia opinnäytetöitä ja yliopistojen kandiditutkelmia. Vertailun vuoksi englanninkielen hakusanalla ”virtual reality”, samalla ajanjaksolla löytyi hakutuloksia noin 533 00 kappaletta.

2 HITSUKSEN OPETUS RASEKOSSA

Raision seudun koulutuskuntayhtymä tarjoaa tuotantotekniikan osaamisalan koulutusta Raision Eeronkujan toimipisteessä. Koulutus noudattaa opetushallituksen hyväksymää opetussuunnitelmaa ja pääpaino Rasekon tuotantotekniikan koulutuksessa on levyseppähitsaajan ja koneistajan tutkintonimikkeen koulutuksissa. Tutkintojen perusteiden mukaisesti opiskelijalta vaaditaan levy- ja hitsausalan osaamista riippumatta siitä valitseeko koneistajan vai levyseppähitsaajan tutkinnon. Ensimmäisenvuoden opinnoissa on pakollinen tutkinnon osa, valmistustyötehtävissä toimiminen 25 osaamispistettä (osp), joka edellyttää jo lankahitsaamisen (MAG-hitsaus) osaamista (ePerusteet 2017a).

Levyseppähitsaajan tutkinnossa useamman tutkinnon osan arvioinneissa vaaditaan hitsaustekniikan osamiseen. Opiskelijalta edellytetään hitsaustekniikan tuntemusta useamman hitsausprosessin osalta. Pääpaino hitsauksen opetuksessa on MIG/MAG-hitsauksessa, puikkohitsauksessa ja TIG-hitsauksessa. Hitsausprosessien hallitsemisen lisäksi opiskelijan pitää osata tehdä päivittäiset huollot hitsauslaitteistolle, kuten kaapeleiden kunnontarkastukset ja hitsauspistoolin/elektrodipitimen huoltaminen.

2.1 Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto

Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon laajuus on 180 osaamispistettä. Tutkinto muodostuu ammatillisista tutkinnon osista (145 osp) ja yhteisistä tutkinnon osista (35 osp). Kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon sisältyy pakollisia tutkinnon osia 65 osaamispistettä ja tutkintonimikekohtaisia valinnaisia tutkinnon osia valitaan 40–80 ja kaikille valinnaisia 0–40 osaamispistettä. Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnossa on kaksi osaamisalaa ja viisi tutkintonimikettä. Tutkintonimikkeet asennuksen ja automaation osaamisalla ovat koneautomaatioasentaja ja koneasentaja. Tuotantotekniikan osaamisalan tutkintonimikkeitä ovat koneistaja, levyseppähitsaaja ja muovi- ja kumituotevalmistaja. (ePerusteet 2017a.)

2.2 Hitsauksen opetusmenetelmät

Hitsauksella tarkoitetaan kappaleiden liittämistä toisiinsa lisäämällä liitospintaan tai pintoihin soveltuvaa lisäainetta. Hitsausprosessit jaetaan kahteen pääryhmään: sulahitsaukseen ja puristushitsaukseen.

Sulahitsaus on hitsausmenetelmä, jossa hitsattavien liitoskohtien pinnat kuumennetaan sulaan lämpötilan, jolloin pinnat sulavat yhteen ilman puristusta. Sulahitsaus voidaan tehdä joko ilman lisäainetta tai lisäainetta apuna käyttäen. Lisäaineen sulamispiste on suunnilleen sama kuin perusaineen. (Lepola & Ylikangas 2019, 14.)

Yleisimmin teollisuuden käytössä olevat sulahitsausmenetelmät ovat MIG/MAG-hitsaus, puikkohitsaus ja TIG-hitsaus. Edellämainitut menetelmät ovat myös yleisemmät hitsausmenetelmät, joita harjoitellaan toisen asteen koulutuksessa.

Hitsauksen opetus toisen asteen koulutuksessa on määritelty opetushallituksen laatimissa tutkinnonperusteissa. Tutkinnonperusteissa on kerrottu yksityiskohtaisesti millaista ammatillista osaamista opiskelijalta vaaditaan kunkin tutkinnon osan suorittamiseen. Perinteisinä opetusmenetelminä käytetään teoriaopetusta luokkatiloissa ja käytännön harjoittelua työsalissa. Työelämälähtöisessä oppimisessä voidaan opetusta siirtää myös työpaikoille, tällöin pitää huomioida opiskelijakohtaiset valmiudet.

Hitsaustekniikan ja menetelmien opetus alkaa kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnoissa ensimmäisen vuoden aikana jolloin opiskelija tutustuu hyvinkin pintapuolisesti MAG-hitsaukseen. Opinnoissa tutustutaan MAG-hitsauslaitteiston käyttöön ja päivittäiseen huoltoon alkaen lisäainelangan vaihtamisesta MAG-hitsauslaitteiston. Tutkintojen perusteissa ei ole erikseen määritelty millaisia liitoksia ensimmäisen vuoden opiskelijan pitää osata hitsata. Hitsausharjoitukset koostuvat pääsääntöisesti pienaliitoksista eli T-liitos hitsauksista. Hitsausharjoittelun oikeaoppisessa suorituksessa keskitytään koneen parametrien säätöön, niiden tuntemukseen ja hitsauspolttimen oikeaoppiseen asentoon. Säädettäviä hitsausparametrejä MAG-hitsauksessa ovat langansyöttönopeus/hitsausvirta (I) ja kaarijännite (U). Hitsauskoneen säädöt tehdään näyttöpaneelin kautta, jotka ovat nykyaikaisissa hitsauskoneissa pääsääntöisesti varustettu digitaalisilla näytöillä. Hitsauspolttimen käsittelyssä huomiota kiinnitetään polttimen kulmaan, polttimen etäisyyteen (vapaalangan pituus) hitsausrailosta ja polttimen kuljetusnopeuteen. Hitsausharjoittelun valmisteleviin töihin kuuluu myös oikeaoppinen hitsausrailon valmistus, pienahitsausharjoittelussa hitsattavat kappaleet leikataan suuntaisleikkurilla haluttuun

kokoon. Oleellisena osana harjoittelua on työturvallisuus asioiden huomiointi päivittäisessä harjoittelussa niin oppilaitoksessa kuin työelämässä. Opiskelijan pitää tietää millaisia vaaroja aiheutuu puutteellisista suojavarusteista ja viallisista laitteista.

Levyseppähitsaajan tutkintonimikkeen suorittajalle tutkinnon osien sisältöjen mukaan hitsaukseen syvennyttään tarkemmin ja monipuolisemmin toisen ja kolmannen opiskeluvuoden aikana. Opeteltävien hitsausprosessien määrä lisääntyy, MAG-hitsauksen lisäksi harjoitellaan TIG-hitsausta ja puikkohitsausta. Hitsausharjoittelu koostuu pienahitsausharjoituksista kaikilla kolmella hitsausprosessilla, hitsausharjoitteluun oleellisena kuuluu myös hitsauksen laaduntarkastelu, esimerkiksi virheiden tunnistaminen ja hitsausauman koon mittaus. Opiskelija tutustuu myös hitsausohjeeseen (WPS) jonka perusteella opiskelija osaa säätää hitsauskoneen parametrit ja noudattaa hitsausohjeen kuljetusteknisiä vaatimuksia.

Hitsausharjoittelu oppilaitos olosuhteissa tapahtuu yleensä siihen erikseen varatulla työsalialueella. Kaarihitsauksessa valokaaren palaessa syntyy ultraviolettisäteilyä jolta hitsarin pitää suojautua. Ultraviolettisäteily voi aiheuttaa suojaamattomaan silmään tulehduksen, johon liittyy punoitusta, valonarkuutta, kyynelvuotoa ja kipua, myös suojaamaton iho on alttiina ultraviolettisäteilylle, joka aiheuttaa iholle punoitusta ja palamista (Lukkari 2006, 99). Asianmukaisella työvaatetuksella ja suojaimilla voidaan estää edellä mainitut vaaratilanteet. Ultraviolettisäteilyn vaikutusta kanssahitsaajiin vähennetään suorittamalla harjoittelu erillisissä ”hitsauskopeissa”, joissa valokaaren vaikutus ympäristöön on estetty ultraviolettisäteilyä läpäisemättömillä seinillä ja verhoilla.

Hitsauksen aikana muodostuu myös haitallisia hitsaussavuja/huuruja, joille altistumisen pitää olla mahdollisimman lyhytaikaista. Hitsauksessa muodostuvasta huuruista suurin osa peräisin lisäaineista ja huurujen määrään vaikuttavat hitsausprosessi, hitsausli-säaine, hitsausvirta, kaarijännite ja mahdollinen perusaineen pinnoitus (Lukkari 2006, 61). Lääketieteellisissä tutkimuksissa on havaittu, että sekä seostamattoman ja seostetun teräksen hitsaajilla on kohonnut riski sairastua keuhkosyöpään ja ruostumattoman teräksen hitsaushuurujen sisältämän kuudenarvoisen kromin karsinogeenisyydestä (Työterveyslaitos 2011). Savukaasujen poisto hoidetaan työsalin olosuhteissa tehokkaimmin kohdepoistolla, joka on mahdollisuuksien mukaan siirrettävissä mahdollisimman lähelle valokaarta. Myös hitsausasennolla voidaan vähentää hitsaushuuruille altistumista, esimerkiksi ylöspäin nousevan savupatsaan välttäminen.

3 DIGITAALISET OPETUSYMPÄRISTÖT RASEKOSSA

Digitalisaation yleistymisen ammatillisessa koulutuksessa on muuttanut opiskelijoiden ja opettajien työskentelytapoja. Digitalisaatio on tuonut käyttöön monia uusia oppimisalustoja, joilla oppiminen tavoittaa paremmin nuoret ja mahdollistaa pitämään opiskelumateriaalit paremmin ajan tasalla. Digitaalisen informaation määrän on arvioitu kymmenkertaistuvan viiden vuoden välein, joten informaation keräämiseen käytettävien laitteiden monipuolisuus ja saatavuus ovat tuoneet digitaalisia ratkaisumalleja uusiin ympäristöihin. Tämän ovat mahdollistaneet muun muassa laitteiden hintojen lasku ja pilvipalvelut. (Lampilehto 2015, 6.)

Ammatillisen koulutuksen monilla aloilla koulutetaan opiskelijoita pääsääntöisesti fyysiseen työhön, joka edellyttää opiskelijalta motoriikan ja aistien hyvää toimintaa, joita voidaan vahvistaa esimerkiksi virtuaalilasien avustuksella tapahtuvan opetussimuulaattori-koulutuksen avulla (Lampilehto 2015, 6). Tekniikan- ja liikenteenalan koulutuksissa opetuksen painopiste on käsillä tekemisessä ja fyysisten laitteiden kanssa toimimisessa. Koneiden ja laitteiden osaaminen vaatii useasti toistoja, näin varmistetaan että opiskelija on oppinut käyttämään laitetta turvallisesti ja taloudellisesti. Pääsääntöisesti opetuksessa on myös teoriaosuus, mutta käytännön harjoittelut vaativat yleensä opetushenkilöstön läsnäoloa ja opastusta. Varsinkin opiskeluiden alkuvaiheessa opiskelijoiden valmiudet ovat hyvin eritasoisia. Digitalisaation tuomat mahdollisuudet yksilöllisempien opintopolkujen rakentamiseen mahdollistaa ohjausresurssien kohdentamisen niille opiskelijoille, jotka sitä tarvitsevat eniten tai niille joiden tietotekniset valmiudet ovat heikommat (Koramo ym. 2018, 68).

VR-laitteiden (virtual reality) hyödyntämisessä opetuksessa ja ohjeistajana voidaan opetusresursseja vapauttaa tarpeen mukaan opiskelijoiden yksilölliseen ohjaamiseen ja opetukseen. Lisäarvoa VR-laitteiden käyttämisestä saadaan myös sillä, että reaali maailman rajat voidaan ylittää pääsemällä paikkoihin, joihin muuten ei olisi mahdollista päästä. (Huotari ym 2020, 26.) Digitalisaation lisääntyminen antaa paremmat mahdollisuudet opetukseen, joka ei ole riippuvainen aikaan ja paikkaan (Koramo ym. 2018, 70). Ilman digitaaliset oppimisalustoiden tuomia mahdollisuuksia opetuksen järjestäminen maailmaa hallitsevan COVID-19 viruksen aikana olisi ollut paljon työläämpää. Opetusmateriaalien jakaminen pilvipalveluissa ja erilaiset verkkopohjaiset oppimisalustat ovat tehneet digitaalisesta opettamisesta ja oppimisesta arkipäivää viimeistään COVID-19

aikana. Näin ollen opiskelijat ja opettajat ovat ehkä joutuneet pakon edessä opettelemaan uusia teknologioita, jotta tarvittava tieto ja opetus on löytänyt perille.

3.1 Thinglink: Virtuaaliluokka, Sosiaali- ja terveysalan perustutkinto

Lähihoitajien koulutukseen on luotu interaktiivisia oppimisympäristöjä helpottamaan opiskelijan itseopiskelua paikasta riippumatta, esimerkiksi kotona oman tietokoneen äärellä. Rasekossa digitaalisten oppimateriaalien kehittämisessä on keskitytty sosiaali- ja terveysalalla erityisesti aseptiikkaan eli infektioiden synnyn estämiseen. Opetushenkilöstön kokemusten mukaan kyseinen aihe kaipasi uusia digitaalisia oppimateriaaleja. Oppimateriaalien valmistamiseen on käytetty Thinglink ohjelmistoa. (Thinglink 2021a.) Thinglink on suomalainen innovaatio, jonka avulla 360-kuviin ja videoihin voidaan lisätä linkkejä ja lisätietoja (Thinglink 2021b). Tällä hetkellä digitaaliset oppimateriaalit koostuvat hyvinvoinnin ja toimintakyvyn edistämisen tutkinnon osaan, mutta jatkossa kyseisiä tehtäviä voisi hyödyntää laajemmin muissakin tutkinnon osissa (Maier 2021).

Oppimateriaalien valmistuksessa on ollut ajatus interaktiivisesta oppimisympäristöstä, jossa pakohuonepelimäisesti opiskelijat voivat kartuttaa osaamista. Thinglink ohjelmaan on lisätty kattavasti videoita ja muuta materiaali, tuleva pakohuonepeli tulee rakentumaan näiden materiaalien pohjalta. Thinglink-ohjelmistoon lisätyt materiaalit on pääosin valmistaneet Rasekon hoitotyön opettajat, materiaalien valmistuksessa on huomioitu myös kielten opiskelu. Tekstien selkokieliyysellä ja puheen tekstityksen kautta varmistetaan, että oppimateriaalia käyttävät myös muutkin kuin suomea tai ruotsia äidinkielenään puhuvat. Opetusmateriaali sisältää muun muassa videoita lakanoiden vaihdosta, näkymiä varastoihin ja näin ollen opiskelija voi etukäteen tutustua varastojen sisältöön ja tavaroiden sijaintiin (kuva 1). Tavoitteena hoitotyön opetuksessa on myös lisätä VR-tekniikkaa tuomaan loogisuutta esimerkiksi tavaroiden keräilyssä. (Thinglink 2021a.)



Kuva 1. Varastonäkymä (Thinglink 2021a).

Thinglik-oppimisympäristön materiaalit ovat useamman opettajan käytössä hoitotyön opetuksessa. Opiskelija palautteen perusteella materiaalit koetaan hyödyllisinä ja tarpeellisina varsinkin tuleville opiskelijoille. Mahdollisuus tutustua opetusmateriaaleihin ajasta ja paikasta riippumatta on opiskelijoiden mieleen. (Thinglink 2021a.)

3.2 Thinglink: Logistiikan perustutkinto

Logistiikan perustutkinnossa on käytetty digitaalista oppimateriaalia trukikoulutukseen. Logistiikan perustutkinnon digitaalinen oppimateriaali sisältää monipuolisesti materiaalia trukinkuljettajan tehtävät 15 osp tutkinnon osasta (kuva 2). Tutkinnon osan suorittajan pitää osata kuljettaa turvallisesti useampaa trukityyppiä ja huolehtia päivittäisistä huoltotoimista, sekä suorittaa ajoonlähtö- ja ajonlopetustoimenpiteet (ePerusteet 2017b).



Kuva 2. Thinglink-aloitusikkuna. Trukinkuljettajan tehtävät. (Mansikka 2021.)

Trukinkuljettajan tehtävät tutkinnon osan oppimateriaalin tekemiseen on käytetty Thinglink-ohjelmistoa, johon on lisätty 360-astetta kattavaa valokuvausta, upotettu sähköisiä lomakkeita ja liitetty erilaisia YouTube-videoita. Harjoitustehtävät on laadittu niin, että harjoituksissa pääsee jatkamaan eteenpäin vasta kun on vastannut tehtävään oikein ja näin poissuljetaan se, että opiskelija ”klikkailee” kaikki tehtävät läpi ilman, että sisäistää harjoiteltavaa asiaa. Thinglinkin välityksellä opiskelijat pystyvät harjoittelemaan ja kertaamaan tarvittavia asioita omatoimisesti ajasta ja paikasta riippumatta ennen kuin siirtyvät harjoittelemaan työsalinympäristöön. Työturvallisuusasiat ja laitekohtaiset perehdytykset on luonnollista siirtää digitaaliseen ympäristöön, josta opiskelijan on helppo löytää tarvitsemansa materiaali, joko uuden oppimiseen tai kerrataksaan muistin virkistykseksi. Opetusmateriaalin hyvä laatuiset valokuvat, videot ja helppolukuiset tekstit helpottavat opiskelijan oppimista visuaalisuudellaan ja viihdyttävyydellään verrattuna perinteiseen oppikirjaopiskeluun. (Mansikka 2021.)

Kertaalleen tehtyjen digitaalisten oppimateriaalien päivittäminen, ajan tasalla pitäminen ja jakaminen on helppoa alustasta riippumatta. Digitaalisten ja virtuaalisten opetusmateriaalin heikkoutena voi olla, että niistä tehdään liian pelinomaisia ja näin reaali maailman ongelmat eivät välity käyttäjälle, eli opiskelijalle. Esimerkiksi VR-tekniikkaan perustuva trukikoulutus saattaa aiheuttaa opiskelijalle tunteen, että trukilla voi törmäillä kiinteisiin esteisiin ilman mitään pysyviä laitevikoja, kustannuksia tai henkilövahinkoja. (Mansikka 2021.)

4 VIRTUAALIHITSAUS

Virtuaalihitsauslaitteisto antaa yksityiskohtaista palautetta harjoittelijalle, näyttää hyvin ja jatkuvasti hitauspolttimen kulmat ja ehdottelee kääntämään oikeaan kuljetuskulmaan, myös kuljetusnopeudelle tarkka ohjeistus kokoajan (Lomakekysely: Virtuaalihitsaus 2021). Useimmat virtuaaliset hitsausohjelmistot laskevat pisteet käyttäjälle, joiden mukaan hitsaajan ja opettajan on mahdollista havaita virheet hitsauksen suoritustekniikassa. Lisäksi virtuaalinen hitsausohjelmisto antaa opiskelijoille mahdollisuuden simuloida erilaisia hitsausprosesseja yhdellä napin painalluksella, yhdellä ja samalla laitteella. Virtuaalihitsauslaitteistolla harjoittelu ei ole sidottu mihinkään tiettyyn tilaan, vaan laitteistolla voi harjoitella luokkahuoneessa tai työsalissa. (American Welding Society 2016.) Virtuaalihitsauslaitteistot ovat fyysisiltä ominaisuuksiltaan lähes oikean hitsauskoneen kaltaisia, sisältäen virtalähteen, virtuaalilasit, hitsauspolttimen ja hitsattavan kappaleen (kuva 3).



Kuva 3. Soldamatic AR-hitsauslaitteisto (Soldamatic 2019).

Virtuaalisella harjoittelulla parannetaan myös työturvallisuutta, kun vältetään altistumista hitsauskaasuille ja korkeille lämpötiloille (Okimoto ym. 2015, 5). Virtuaalihitsauslaitteistolla mahdollistetaan todenmukainen hitsausympäristö alkaen roiskeista ja hitsausäänistä, joiden avulla hitsaaja oppii myös reagoimaan virheisiin ja parantamaan näin hitsauksen suoritustekniikkaa. Hitsausharjoittelijan on valittava suojakaasutyyppejä, hitsausprosessi, suojakaasun virtaus, hitsausvirta, kaarijännite ja langansyöttönopeus. Hitsausparametrien valintaan vaikuttavat, hitsausprosessi, hitsattavan materiaalin paksuus ja hitsausasento. VR-hitsaaja saa koneelta palautteen pisteytettynä hitsauksen tärkeimmistä parametreista, mukaan lukien hitsauspistoolin kuljetuskulma, hitsausnopeus, polttimen etäisyys railosta ja sijainti (Lincoln electric 2020, 6). Edellä mainitut hitsauksen aikana saadut tiedot ovat tarkeässä osassa myös todellisessa hitsausharjoittelussa, vaikkakin hitsaus harjoittelun alussa aloittelijan on vaikea havainnoida kyseisiä etäisyyksiä ja kulmia.

Virtuaalihitsauslaitteita käytetään yhä enemmän teollisuudessa hitsaajien kouluttamiseen, niin lähtötason opiskelijoiden valmentamiseen todellisiin hitsauslaboratoriotöihin, kuin ylemmän tason valmistus- ja konetekniikan opiskelijoiden tietotaidon lisäämiseen hitsaustekniikoihin. VR-tekniikoita on käytetty tunnetusti viihde-, elokuva ja pelimaailmoissa, mutta nykyään yhä enemmän myös koulutuksessa, jolloin voidaan simuloida todellisia työtiloja ilman riskejä ja pienemmällä kustannuksella. (Price ym. 2019, 1.) Esimerkiksi konsoli- ja tietokonepelaamiseen on tarjolla runsaasti erilaisia ratkaisuja virtuaaliympäristöjen luomiseen pelisovellusten kautta. Yleisemmät ovat tietokoneeseen tai konsoliin kytkettävät virtuaalilasit, jotka ovat hinnaltaan jokaisen saatavilla. Opiskelijoiden verratessa kokemuksia omiin laitteisiinsa, joita käyttävät kotona, virtuaalihitsauslaitteiston vr-kuva ja liike ei tehnyt heihin suurta vaikutusta, vaikkakin kokivat virtuaalihitsauksen kiinnostavana tapana työskennellä (Karstensen & Lier 2020, 103).

Virtuaalilaitteiden käyttö voi aiheuttaa käyttäjälle myös pahoinvointia, joka aiheutuu siitä että sisäkorva ja silmä havainnoi asioita eri tahtiin, pahoinvointi on merisairauden kaltainen olo (Digi2Market 2019). VR-simulaatiosta aiheutuvat pahoinvointioireet voivat jatkua käyttäjästä riippuen VR-laitteen käytön jälkeen minuuteista jopa useampaan tuntiin, jopa 4 tuntia käytön jälkeen (Dużmańska ym. 2018). Kirjoittajan omakohtaisen kokemuksen perusteella voidaan todeta, että VR-tekniikkaan perustuva konsolipelaaminen, eli VR-lasit päässä pelaaminen, aiheutti noin 30 min pelaamisen jälkeen voimakkaan huonovointisuuden tilan. Oireet muistuttivat merisairauden oireita.

Hitsausharjoittelun alkuvaiheessa on kulumien osien menekki ajoittain suurta, MAG-hitsauksessa väärin säädetyt hitsausparametrit ja kuljetustekniikka aiheuttavat lisääntyvää hitsauspolttimen suuttimien kulutusta. Puikkohitsauksessa valokaaren sytyttäminen oikein, ilman että puikko tarttuu kiinni hitsattavaan kappaleeseen vaati opiskelijalta useita toisto kertoja, valokaaren sytytysvaiheessa puikko tarttuu todella helposti kiinni kappaleeseen ja puikon päällyste rikkoutuu puikkoa irroittaessa. Täten puikkohitsauksen harjoittelun alkuvaiheessa hitsauslisäaineiden hävikki on huomattavan suurta. VR-hitsausprojektiin osallistuneet opettajat laskivat, että pienahitsauksen yksikkökustannukset normaalissa hitsausharjoittelussa on noin 6 euroa ja virtuaalihitsauslaitteistoilla hitsatessa pienahitsauksen yksikkökustannukset ovat noin 0,10 euroa (Karstensen ym. 2020, 104).

Tilanteessa, jossa hitsauslaboratorion käyttöaste on korkea, voidaan virtuaalihitsauksella lisätä hitsausharjoitteluaikaa ja näin alentaa laboratorion kustannuksia, kuten kaasukulutusta, materiaalikustannuksia ja ympäristövaikutuksia (Price ym. 2019,5). Opiskelija määrien ja tilojen käyttöasteen ollessa suuria, esimerkiksi tarvittavien hitsauskoneiden ja paikkojen osalta voi tulla rajoituksia hitsausopetukseen. Tällaisessa tilanteessa useammalla virtuaalilaitteistoilla voitaisiin tehostaa opetusta ja lisätä hitsausharjoitteluaikaa.

Toki hitsaussimulaattoreiden haittana on korkea hankintahinta (Lavrentieva ym. 2020, 6), joka kävi ilmi myös lomakekyselystä. Joten useamman VR-laitteen hankinta vaatii jo itsestään suuria investointeja ja myös luokkatilan, joka on varattu pelkästään virtuaalihitsauslaitteistolla tapahtuvaan opetukseen ja oikeanlaiseen säilytykseen. Lincoln Electric VRTEX 360+ Dual User Virtual Reality Welding -laitteistolla, jolla voi harjoitella kaksi henkilö yhtä aikaa, on hankintahinnaltaan n. 62 798,00 dollaria eli noin 51 700 euroa (Weldingmart 2021). VR-teknologiaan investoitaessa olisi tärkeää huomioida, että saamaa teknologiaa voisi käyttää useiden eri taitojen opetukseen ja hankinnat perustuisivat huolelliseen pedagogiseen selvitykseen, jolloin vältetään lukuisten kalliiden laitteiden hankinnalta (Huotari ym 2020, 27).

4.1 Laitevalmistajat

Tässä luvussa keskitytään esittelemään hitsaussimulaattoreiden valmistajia ja perehtymään virtuaalihitsauslaitteiden ominaisuuksiin. Opinnäytetyössä on tutkittu neljän virtuaalihitsauslaitteiston valmistajan tuotteita: Fronius, Lincoln Electric, Soldamatic ja Miller. Jokaisen valmistajan simulaattorista on kirjoitettu esittelyteksti, jossa esitellään

perusasioita ja ominaisuuksia kyseisestä virtuaalihitsauslaitteesta. Kerätty tieto on pääsääntöisesti peräisin laitetoimittajien esitteistä. Viimeiseen alalukuun, 4.2 Taulukkovertailu, on tehty taulukko simulaattoreiden teknisistä ominaisuuksista.

Opinnäytetyössä on tutkittu virtuaalihitsauslaitteita, jotka ovat kehitetty yleisemmin käytössä oleville hitsausprosesseille/menetelmille. Hitsausmenetelmille on standardin (SFS-EN ISO 4063) mukaiset prosessitunnukset, joita käytetään hitsausmenetelmien tunnistamiseen muun muassa valmistuspiirustuksissa ja hitsausohjeissa. Yleisimmät teollisuudessa ja oppilaitos käytössä olevat sulahitsausmenetelmät ovat Mag-hitsaus (135, 136), Tig-hitsaus (141) ja puikkohitsaus (111).

4.1.1 Fronius

Fronius on itävaltalainen yritys, joka on perustettu 1945. Hitsauslaitteiden valmistuksen yritys aloitti vuonna 1950. Fronius virtual welding -laitteistoja on saatavilla neljällä eri toimintopakettilla: MMA-hitsaus, MAG-hitsaus, mekanisoitu MAG-hitsaus ja TIG-hitsaus. Mekanisoitu MAG-hitsaus on tarkoitettu robottihitsauskoulutukseen. Kuvassa 4 on esitetty Froniuksen virtuaalihitsauslaitteiston yleisilme. Vasemmalla ns. lattiamalli ja oikealla mobiilimalli. Virtuaalihitsauslaitteisto on myös saatavilla kannettavana versiona, mobiililaukku mahdollistaa laitteiston käytön esimerkiksi messu- ja koulutustapahtumissa. Molemmissa virtuaalihitsauslaitteistoissa on mahdollisuus käyttää VR-laseilla varustettua hitsausmaskia hitsaustapahtuman todentuntuisuuden havainnointiin. Laitteisto tarjoaa laajat mahdollisuudet hitsauksen harjoitteluun niin pienahitseissä, kuin päittäisliitoshitseissä eri asennoissa. Jokaiselle hitsausprosessille on oma hitsauspoltin- tai elektrodinpidike, jolla tavoitellaan oikean hitsauspolttimen tuntumaa. Jokaisesta harjoiteltavasta hitsausliitoksesta on omat fyysiset kappaleet, jotka antavat todentuntuisen kuvan harjoittelun aloittamisesta. Käyttöjärjestelmä on saatavilla usealle eri kieliversiolla, vaihtoehtoina muun muassa suomi, ruotsi, venäjä, saksa ja englanti. (Fronius 2018, 1-5.)



Kuva 4. Fronius virtuaalihitsauslaitteistot, lattiamalli ja mobiililaukku (Fronius 2018).

4.1.2 Lincoln Electric

Lincoln Electric on yhdysvaltalainen hitsauslaitevalmistaja, joka on perustettu 1895. Yrityksen valikoimiin kuuluu laaja skaala hitsauslaitteistoja ja palveluita, niin perinteiseen hitsaukseen, kuin robotisoituun hitsaukseen. Lincoln Electric virtuaalihitsauslaitteisto mallistoon kuuluu kolme VRTEX mallia, joista kahdesta mallista on tarjolla dual user + -mallit. Dual user plus -mallistot mahdollistivat kahden virtuaalihitsaus tapahtumat suorittamisen samaan aikaan. Kyseinen ominaisuus on saatavilla VRTEX® Transport™ ja The VRTEX® 360 -malleihin. (Lincoln electric 2020, 2-3.)

VRTEX tuoteryhmän pienin malli VRTEX Engage on pienin ja kannettava ns. salkkumalli (kuva 5). Engage-mallilla pystytään simuloimaan MIG/MAG-hitsausta ja puikkohitsausta. Engage-malli on tuoteperheen ainoa malli, jolla ei pysty simuloimaan lainkaan TIG-hitsausta. Hitsaustapahtuman tarkastelu Engage-mallissa tapahtuu pelkästään simulaattorin näytöltä, kuin valmistajan kahdessa muussa mallissa hitsaustapahtuman tarkastelu on mahdollista VR-lasien välityksellä. Salkkumallin VRTEX Engage ominaisuuksiltaan VRTEX-malliston suppein. Perusaineena on ainoastaan rakenneteräs/hiilliteräs. Myös hitsausasentojen vaihtoehdot ovat suppeammat kuin muissa VRTEX-mallisarjan laitteistoissa. VRTEX Engage mallissa ei myöskään ole fyysisiä hitsauskappaleita. Hitsausliikokset ovat näkyvillä vain laitteen näytöllä. (Lincoln electric 2020, 2-8.)



Kuva 5. VRTEX® Engage® -laitteisto (Lincoln electric 2020).

Lincoln Electric VRTEX® 360 -mallissa (kuva 6) on enemmän ominaisuuksia, kuin VRTEX® Engage® -mallissa. VRTEX® 360 -laitteella pystytään simuloimaan MIG/MAG-hitsausta, puikkohitsausta ja TIG-hitsausta. Hitsauskappaleiden kiinnittämiseen ja kääntämiseen eri asentoihin on tässä mallissa lattialla seisova jalustin. Jalustimeen on myös kiinnitettynä kosketusnäyttö, josta voidaan myös seurata hitsaustapahtumaa samaan aikaan, kun simulointi tapahtuu. Malliin kuuluu oleellisena VR-lasit, joiden välityksellä hitsaaja seuraa hitsaustapahtumaa ja fyysiset hitsauskappaleet, joiden avulla hitsaustapahtumasta saadaan aidoin tuntuinen. Hitsausasentojen, liitostyyppien, perusaineen ja käyttökielen valikoima on huomattavasti kattavampi, kuin edellä esitellyllä salkkumalli VRTEX Engagessa. Laitteisto tarjoaa laajat mahdollisuudet hitsauksen harjoitteluun eri asennoissa niin pienahitseissä kuin päittäisliitoshitseissä. Tässä mallissa perusaineeksi on mahdollista valita rakenneteräksen/hiiliteräksen lisäksi ruostumatonteräs ja alumiini. VRTEX® 360, mallissa lisäominaisuutena on myös mahdollisuus simuloida polttoleikkausta. (Lincoln electric 2020, 2-8.)



Kuva 6. VRTEX® Transport™ ja The VRTEX® 360 (Lincoln electric 2020).

4.1.3 Soldamatic

Seabery Augmented Technology on globaali teknologiayritys, joka on edelläkävijä taitokoulutukseen sovellettavien lisätyn todellisuuden ratkaisujen kehittämisessä ja yrityksen valikoimaan kuuluu Soldamatic AR-hitsaussimulaattori (augmented reality) (kuva 7). Hitsaussimulaattori muistuttaa ulkoiselta muodoltaan perinteistä hitsauskonetta. Hitsauksen virtuaalinen maailman tuodaan käyttäjän näkökenttään AR-hitsausmaskin välityksellä. Soldamatic laitteistolla voidaan simuloida kolmea yleisintä hitsausprosessia, MIG/MAG-hitsausta, puikkohitsausta ja Tig-hitsausta. Hitsattavien perusaineiden valikoimaan kuuluu rakenneteräs/hiiliteräs, alumiini ja ruostumatonteräs. Jokaiselle perusaineelle on kattavasti lisäaine vaihtoehtoja, esimerkiksi eri halkaisijaltaan olevia lisäaineita on MIG/MAG-hitsauksessa 0,8–1,2 mm, puikkohitsauksessa 2,5–4,0 mm ja TIG-hitsauksessa 2,4 mm. Laitteistolla pystytään harjoittelemaan laajasti yleisimpiä hitsausliitoksia ja asentoja, pienahitsauksen lisäksi päittäisliitoksia levyille ja putkelle sekä päällekkäisliitoksia ja putki-levyliitoksia. (Soldamatic 2018; Soldamatic 2019.)



Kuva 7. Soldamatic AR-hitsaussimulaattori (Soldamatic 2018).

4.1.4 Miller

Miller on yhdysvaltalainen hitsauskonevalmista, jonka juuret ovat 1920-luvulla. Yrityksen tuotteisiin kuuluu laajalla valikoimalla hitsaukseen liittyviä laitteita, alkaen mm. hitsauskoneista, plasmaleikkureista, kärynpoistolaitteista ja hitsaukseen liittyviin suojaimeihin. Virtuaalihitsaukseen yrityksellä on tarjota yksi malli. AugmentedArc® Augmented Reality Welding System -laitteisto (kuva 8) mahdollistaa hitsausharjoittelun hyvinkin kattavasti. Simuloitavia hitsausmenetelmiä ovat MAG/MIG-, TIG- ja puikkohitsaus. Hitsattavien perusaineiden valikoimaan kuuluu yleisimmät materiaalit, valittavana on teräs, ruostumaton teräs ja alumiini. Laitteistolla voidaan harjoitella kattavasti erilaisia liitoksia ja asentoja, päittäisliitokset levyille, pienaliitokset, limiliitokset ja putkihitsauksen päittäisliitokseksi. Laitteisto muistuttaa hyvin paljon ”oikeaa” hitsauskoneetta, erillistä näyttöpäätettä koneessa ei ole, vaan kaikki säädöt ja asetukset tehdään virtalähteessä olevalla valintapainikkeilla. (Miller 2020.)



Kuva 8. Augmented Reality Welding System (Miller 2020).

4.2 Taulukkovertailu

Oheisessa taulukossa (taulukko 1) on esitetty tutkimuksessa mukana olevien virtuaali-hitsaus laitteistojen valmistajien eri mallien ominaisuuksia. Taulukkovertailussa ei ole huomioitu kaikkia laitteistojen ominaisuuksia, vaan vertailuun on listattu sellaisia ominaisuuksia, jotka ovat keskeisessä osassa hitsausharjoittelun aloittamiseen toisen asteen koulutuksessa. Esimerkiksi laitteistojen käyttökielen vaihtoehdot olivat joillakin valmistajilla hyvinkin laaja, mutta tässä vertailussa on huomioitu käyttökielenä vain suomi ja englantia. Taulukossa on esitetty mitä hitsausprosesseja kyseisellä laitteistolla voi harjoitella/simuloida. Hitsausharjoittelun monipuolisuudesta laitekohtaisesti on taulukossa esitetty millaisia hitsausasentoja ja liitoksia on mahdollista hitsata/simuloida kyseisellä laitteella. Perusaineiden materiaaleina on huomioitu yleisimmin käytössä olevat materiaalit.

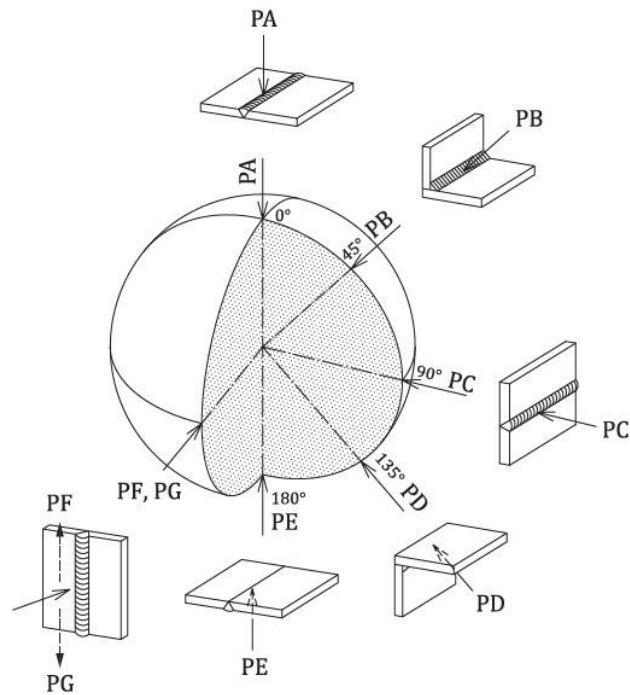
Taulukko 1. Laitekohtaiset ominaisuudet (Fronius 2018, Lincoln electric 2020, Miller 2020, Soldamatic 2018, Soldamatic 2019).

Valmistaja	Fronius	Soldamatic	Lincoln Electric			Miller
	Virtual Welding		VRTEX® 360	VRTEX® Transport	VRTEX® Engage™	Augmented Arc
MIG/MAG	x	x	x	x	x	x
Puikkohitsaus	x	x	x	x	x	x
TIG	x	x	x	x		x
Virtuaali- maski/VR- Lasit	x	x	x	x		x
Hitsausasennot						
PA (1G)	x	x	x	x	x	x
PB (2F)	x	x	x	x	x	x
PC (2G)	x	x	x	x	x	x
PD (4F)	x	x	x			x
PE (4G)	x	x	x			x
PF (3G,3F)	x	x	x	x		x
PH (5G)	x	x	x			x
PF (5F)		x	x			
PF (5G)		x				x
PJ (5G)	x					
Liitostyyppi						
Levy	x	x	x	x	x	x
T-Liitos (Piena)	x	x	x	x	x	x
Putkiliitos	x	x	x			x
Putkiliitos le- vyyen	x	x	x			x
Päällekkäisliitos		x	x	x		
Monipalkohits	x					
Perusaine						
Rakenneteräs	x	x	x	x	x	x
Ruostumaton		x	x	x		x
Alumiini		x	x	x		x
Käyttökieli						
Suomi	x		x	x		
Englanti	x	x	x	x	x	x

Kuvassa 9 on esitetty standardin SFS-EN ISO 6947 (2019) mukaiset perushitsausasennot:

- PB jalko-vaaka-asento
- PC vaaka-asento
- PD vaaka-lakiasento
- PE lakiasento
- PF pystyasento, hitsaus ylöspäin
- PJ putkiasento alaspäin hitsausta varten

Taulukossa 1 sulkujen sisään merkityt hitsausasennot ovat USA:n hitsausasentojen merkintäjärjestelmän mukaisia. Vertailut SFS standardien ja USA:n merkintöjen välillä löytyy standardista SFS-EN ISO 6947 (2019) liitteestä B.



Kuva 9. Perusasennot (SFS-EN ISO 6947:2019).

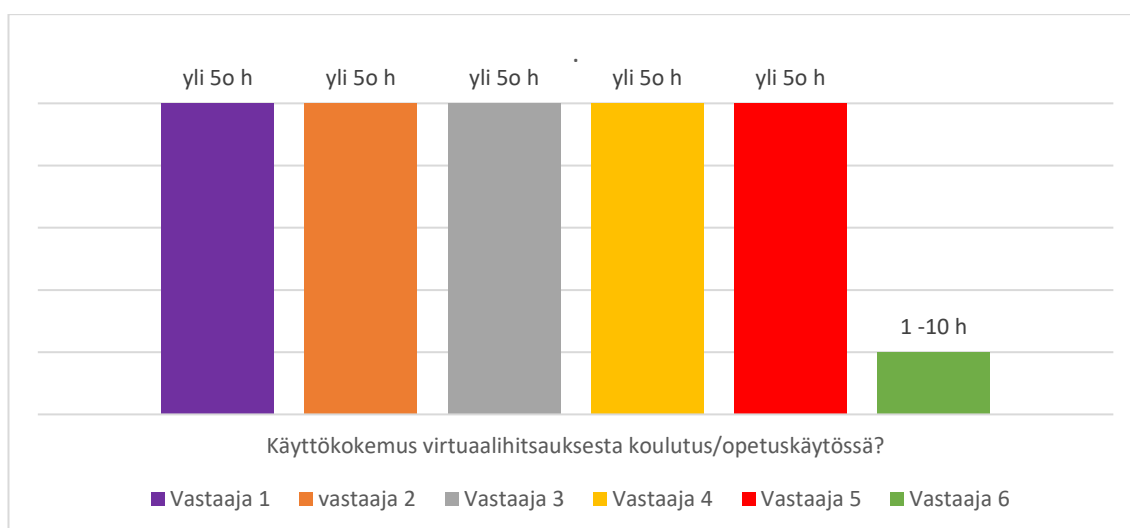
5 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä osiossa esitetään tutkimuksen tulokset, tehdään tuloksista tulkinta, sekä luotettavuustutkinta. Virtuaalihitsaukseen liittyvän lomakehaastattelun tulokset ovat eriteltynä eri alakappaleessa, kuin kirjallisuuteen ja tutkimuslähteisiin liittyvän tutkimuksen tulokset. Strukturoidussa lomakehaastattelussa (liite1) virtuaalihitsauksen asiantutijoille esitettiin kysymyksiä, joilla oli tarkoitus saada virtuaalilaitteita käyttävien käyttökokemuksia. Kyselyllä kartoitettiin myös perinteisen hitsausharjoittelun hyöty- ja haittapuolia verrattuna virtuaalihitsaukseen.

Kysely lähetettiin viiteen suomalaiseen ammatilliseen oppilaitokseen kuudelle virtuaalihitsauksen parissa työskentelevälle opettajalle/kouluttajalle. Kyselyn vastauslinkki oli lähetetty vastaajille henkilökohtaisesti, joten näin poissuljettiin mahdollisuus, että kyselyyn olisi vastannut muu kuin virtuaalihitsauksen ammattilainen. Vastauksia kyselyyn tuli kuusi kappaletta.

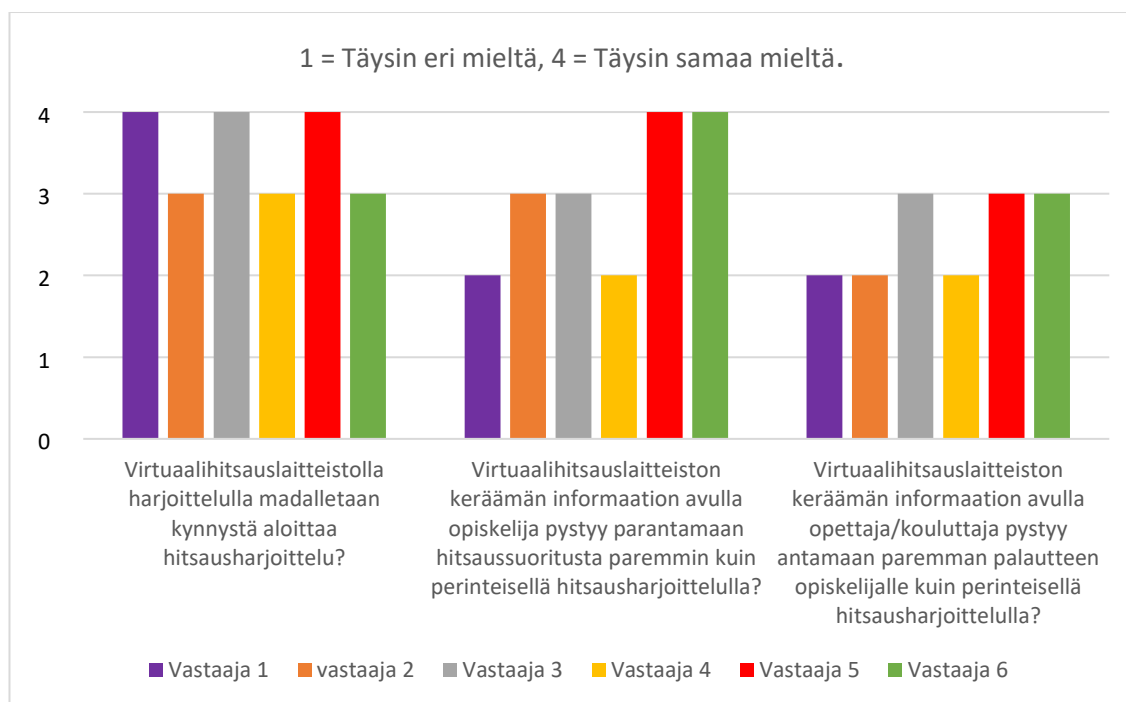
5.1 Lomakekyselyn tulokset

Käyttökokemuksen osalta vastaajien virtuaalihitsauksen tuntemus oli pääsääntöisesti yli 50 h joten voidaan todeta että vastaajilla on hyvä tuntemus laitteiden käytöstä (kuvio 1).



Kuvio 1. Vastaus kysymykseen 2.

Vastauksista ilmenee, että virtuaalihitsauslaitteistolla madalletaan huomattavasti kynnystä aloittaa hitsausharjoittelu (kuvio 2). Hitsausharjoittelun aloittaminen luokkaympäristössä on helpompaa ryhmille ja opiskelija saa rauhassa keskittyä hitsauksen alkeiden harjoitteluun rauhallisessa ympäristössä.



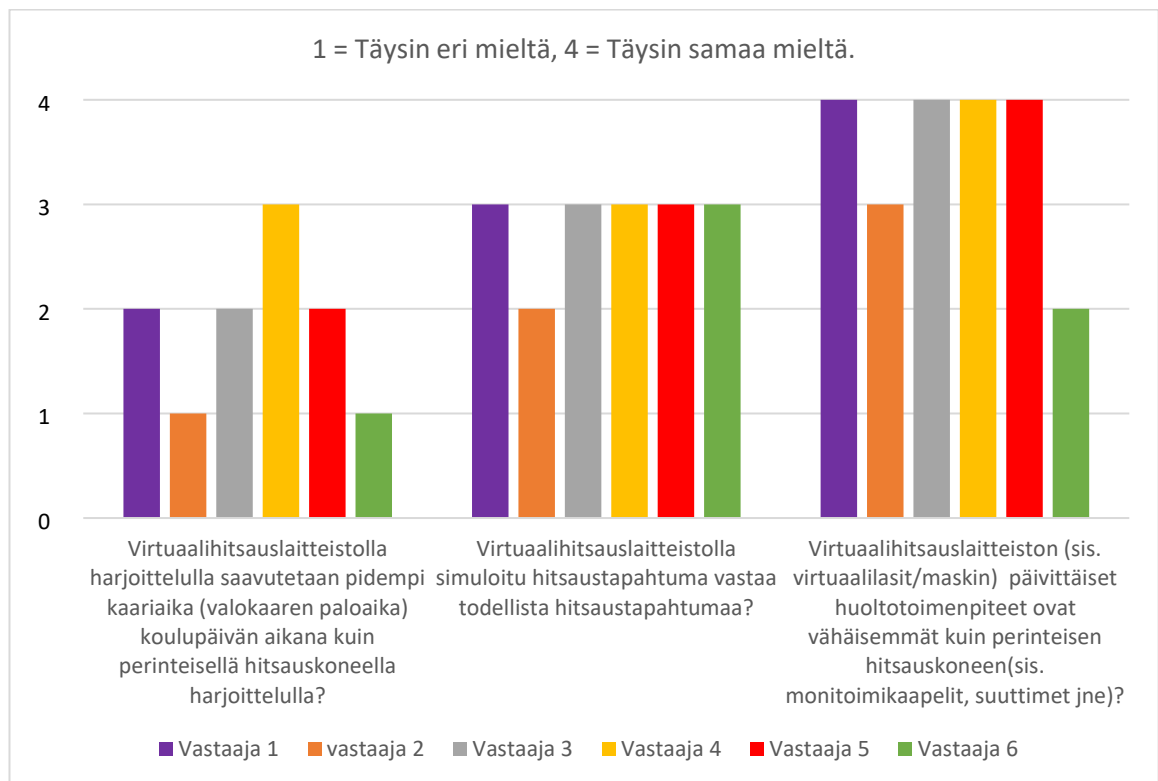
Kuvio 2. Vastaukset kysymyksiin 3-5.

Virtuaalihitsauslaitteiston harjoittelijalla antama palaute koetaan parantavan hitsaussuoritusta verrattuna perinteiseen hitsausharjoitteluun, hitsaustapahtuman analysointi on helppoa ja mahdollisten virheiden sattuessa voidaan helposti todeta mistä kyseiset virheet johtuvat. Harjoittelun aikana laitteisto näyttää jatkuvasti hitsauspolttimen kulman ja ehdottelee mahdollisia korjaustoimenpiteitä. Henkilöt, joilla ei aikaisempaa hitsauskokemusta, hyötyvät virtuaaliharjoittelusta ja laitteistojen käyttäminen ei vaadi kallista oppimisympäristöä.

Opettajan antama palaute on varsinkin hitsausharjoittelun aloitusvaiheessa ensiarvoisen tärkeää, opiskelijan valmiudet arvioida ja parantaa omaa suoritustaan kasvaa kokemuksen myötä. Laitteisto neuvoo reaaliaikaisesti hitsaustapahtuman aikana koko ajan, näyttää hitsauspolttimen kulmat ja ehdottelee kääntämään oikeaan kuljetuskulmaan. Myös kuljetusnopeudelle on tarkka ohjeistus koko ajan. Laitteisto antaa pisteet suoritukselle ja raportoi harjoituksen tiedot. Virtuaalihitsauslaitteiston keräämän palautteen perusteella opettaja/kouluttaja pystyy antamaan opiskelijalle kattavamman palautteen (kuvio 2) ja

näin hitsauksen analysointi on helpompaa ja on helpompaa todeta mistä mahdolliset virheet hitsauksen suoritustekniikassa ja parametreissä johtuu.

Kuviosta 3 voidaan todeta että virtuaalihitsauslaitteistolla harjoittelemalla ei kasvateta huomattavasti päivittäistä kaariaikaa verrattuna perinteiseen hitsausharjoitteluun työolosuhteissa. Opiskelijoiden keskittyminen ei riitä pitkäkestoiseen harjoitteluun virtuaalilaitteilla ja virtuaalilaitteiden rajallisen määrän vuoksi osa opiskelijoista pitkästävät odottamaan vuoroaan.



Kuvio 3. Vastaukset kysymyksiin 6-8.

Virtuaalihitsauslaitteistolla harjoittelu koetaan vastaavan hyvin todellista hitsausharjoittelua (kuvio 3). Puikkohitsauksessa puikon kiinni juuttuminen ei vastaa todellisuutta, valokaaren aiheuttama lämpö ei välity virtuaalimaailmassa reaali maailman tavoin, myös virtuaalilaitteiden aiheuttaman huonovointisuus saattaa aiheuttaa ongelmia opiskelijalle.

Virtuaalihitsauslaitteiston päivittäiset huolto toimenpiteet eivät kuitenkaan ole kustannuksiltaan korkeammat kuin perinteisellä hitsausharjoittelulla (Kuvio 3). Päivittäisillä huoltokustannuksilla tarkoitetaan kaasuja ja lankasuuttimien kulumista ja kaapeleiden rikkoutumista.

Lomakekyselyn tuloksena voidaan todeta, että virtuaalihitsauslaitteita opetuksessa käyttävien kokemukset ovat pääsääntöisesti positiivisia. Laitteiden hitsaajalla antama palaute on varsinkin aloitus vaiheessa opiskelijan kannalta rakentavaa. Oppimisympäristönä laitteita käytettäessä on luokkatila, joten harjoittelu on siistimpää ja materiaalikustannukset ovat lähes nolla.

5.2 Kirjallisen tutkimustiedon tulokset

Tässä tutkimuksessa eri virtuaalihitsauslaitteistojen ominaisuuksien vertailussa on käytetty valmistajien/jälleenmyyjien esitteitä. Laitteistojen ominaisuuksien vertailun, Taulukko 1. sivu 25, perusteella voidaan todeta, että laitteiden ominaisuudet ovat kattavia ja niiden kehittämissä on panostettu virtuaalihitsauksen todenmukaisuuteen. VR-lasien avustuksella harjoittelijalle luodaan keinotekoisesti hitsaustapahtuma, hitsauslaitteistot ovat fyysisiltä ominaisuuksiltaan lähes oikean hitsauskoneen kaltaisia alkaen virtalähteestä ja hitsauspolttimista. Laitteilla voidaan simuloida/harjoitella kattavasti eri hitsausasentoja ja suurimmalla osalla vertailussa olevista laitteista pystytään harjoittelemaan kaikkia toisen asteen koulutuksessa vaadittavia pienahitsausharjoituksia.

Virtuaalihitsauslaitteet keräävät kattavasti tietoa hitsauksen aikana. Hitsaaja saa koneelta palautteen pisteytettynä hitsauksen tärkeimmistä parametreista, mukaan lukien työkulma, kuljetus kulma, hitsausnopeus, polttimen etäisyys ja sijainti (Lincoln electric 2020, 6). Edellä mainittujen parametrien ja hitsauksen suoritustekniikan harjoittelun toistamiseen virtuaalilaitteet ovat vahvoilla perinteisten menetelmien rinnalla. Varsinkin hitsausharjoittelun alkuvaiheessa on kaikki on uutta ja ihmeellistä, virtuaalihitsaus tarjoaa mahdollisuuden harjoitteluun rauhallisessa ympäristössä ilman materiaali kustannuksia.

Virtuaalihitsauslaitteiden käyttö hitsausharjoittelussa minimoi materiaali ja lisäaine kustannukset. Yksikkökustannukset pienahitsauksessa ovat perinteiseen hitsausharjoitteluun verrattuna huomattavasti alhaisemmat. Hitsauksen aikana tapahtuvat virheet eivät "tuhoa" harjoituskappaletta, vaan virtuaalilaitteilla harjoiteltaessa hitsauksen voi aloittaa välittömästi alusta.

Virtuaalihitsauslaitteiden yleistymistä saattaa haitata niiden kallis hankintahinta. Jotta harjoittelu olisi tehokasta ja jos laitehankinnoilla pyrittäisiin helpottamaan hitsauslaboratorion/hitsaustyösalin ruuhkaa, niin laitteita pitäisi olla useampi kappale.

5.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksessa käytettiin taustamateriaaleina tieteellisiä julkaisuja, tutkimuksia, haastatteluja, lomakekyselyä, laitetoimittajien markkinointi materiaaleja ja koneiden käyttöohjeita. Julkaisu- ja tutkimusmateriaalia on käytetty laajaasti, tutkimusta varten on tutustuttu niin kotimaisia, kuin kansainvälisiin tutkimusartikkeleihin.

Tutkimuksen luotettavuuden ja tutkimuskysymyksen kannalta laitetoimittajien myyntiesitteiden vaikutus tutkimuksen tulokseen oli häviävän pieni. Laitetoimittajien mainos- ja myyntiesitteiden tarkoitushan on tuoda juuri kyseinen laite selvästi esille kilpailijoista, esim laitteistojen huonoja puolia ei yleensä tuoda julki. Laitetoimittajien esitteiden perusteella laitteiden ominaisuuksista on koottu kattava taulukko, taulukko 1. sivu 25, josta voi vertailla laitteiden ominaisuuksia keskenään.

Tutkimuskysymyksen kannalta kattavimmat tutkimustiedot ovat lomakekyselyllä saadut tiedot alan ammattilaisilta. Lomakekyselyn kysymyksillä oli tarkoitus saada ensikäden tietoa virtuaalihitsauslaitteiden käytöstä toisen asteen koulutuksessa ja siitä onko virtuaalihitsauksesta apua hitsausharjoitteluun. Kyselyn vastausprosentti oli 100%, eli jokainen kyselylinkin saanut on vastannut kyselyyn. Kyselyn tuloksia voidaan pitää luotettavina, sillä voidaan varmasti todeta, että kaikki kyselyyn vastanneet olivat henkilöitä, jotka ovat käyttäneet/käyttävät virtuaalihitsausta opetustehtävissä toisen asteen koulutuksessa. Lomakekyselyllä on myös saatu tämän tutkimuksen tuorein informaation, mikä liittyy virtuaalihitsauslaitteiden päivittäiseen koulutus käyttöön.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuskysymyksenä oli: miten hitsauksen virtuaalinen harjoittelu tukee harjoittelua? Tutkimuksessa saatujen tietojen perusteella virtuaalinen hitsaus tukee todellista harjoittelua seuraavasti:

- Hitsausharjoittelun aloittaminen luokkaympäristössä on helpompaa ryhmille ja opiskelija saa rauhassa keskittyä hitsauksen alkeiden harjoitteluun rauhallisessa ympäristössä.
- Virtuaalihitsauslaitteistolla harjoittelu koetaan vastaavan hyvin todellista hitsausharjoittelua.
- Laitteiston harjoittelijalla antama reaaliaikainen palaute koetaan parantavan hitsaussuoritusta verrattuna perinteiseen hitsausharjoitteluun.
- Hitsaustapahtuman analysointi on helppoa ja mahdollisten virheiden sattuessa voidaan laitteiston keräämästä datasta helposti todeta, että mistä kyseiset virheet johtuvat.
- Laitteet laskevat pisteet käyttäjälle, joiden mukaan hitsaajan ja opettajan on mahdollista havaita virheet hitsaustekniikassa ja hitsissä.
- Harjoittelun aikana laitteisto näyttää jatkuvasti hitsauspolttimen kulman ja ehdottelee mahdollisia korjaustoimenpiteitä.
- Laitteistojen käyttäminen ei vaadi kallista työsaliympäristöä vaan virtuaalilaitteistolla voidaan harjoitella perinteisessä luokkaympäristössä.
- Virtuaalihitsauslaitteiston keräämään palautteen perusteella opettaja/kouluttaja pystyy antamaan opiskelijalle kattavamman palautteen.
- Useimmat laitteistot antavat opiskelijoille mahdollisuuden simuloida erilaisia hitsauksia ja prosesseja yhdellä napin painalluksella, yhdellä ja samalla laitteella.
- Virtuaalisella harjoittelulla parannetaan työturvallisuutta kun vältetään altistumista hitsauskaasuille ja korkeille lämpötiloille.

Case-tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa/tutkia millaiset mahdollisuudet virtuaalihitsauksella olisi Rasekon kone- ja tuotantotekniikan opetuksessa. Tässä tutkimuksessa saadun tiedon perusteella virtuaalihitsauslaitteistot eivät vaadi suuria investointeja luokkatiloihin ja opiskeluympäristöön. Joten laitteiston sijoittaminen oppilaitoksen tiloihin olisi mahdollista ja jokapäiväinen käyttö mahdollistettu. Virtuaalihitsauslaitteistojen korkea hankintahinta on varmasti suurin rajoittava tekijä laitteiden yleistymiselle. Kuten tässä

tutkimuksessa on käynyt ilmi, niin virtuaalihitsauslaitteistolla harjoittelulla on merkittävää hyötyä hitsaustaidon kartoittamiseen. Joten pelkkä laitteen hankintahinta ei saisi olla esteenä investointiin, vaan kokonaisyötyjen merkitys, opiskelijoiden, työelämän ja opettajien näkökulmasta olisi tärkein kriteeri laitehankintaa tehtäessä.

Virtuaalihitsauslaitteiston hankinta Raseko:n kone- ja tuotantotekniikan opetusvälineistöön edellyttäisi empiirisiä lisätutkimuksia. Ennen mahdollista hankintaa pitäisi päästää testaamaan laitteita opetustehtävissä ja vertaamaan mikä laite olisi kokonaisvaltaisesti soveltuvin. Laitteiden testaukseen osallistuisivat niin opettajat kuin opiskelijat. Mahdollisuuksia eri valmistajien laitteiden testaamiseen olisi ollut ilman COVID-19 aiheuttamia rajoituksia, joten rajoitusten poistuessa laitteiden omakohtainen testaaminen tulee varmasti kysymykseen.

Virtuaalihitsauslaitteissa on paljon potentiaalia ja mahdollisuuksia opetuksen monipuolistamiseen. Tämän tutkimuksen myötä kiinnostus virtuaalisten oppimisympäristöjen käyttämiseen toiseen asteen koulutuksessa lisääntyi. Myöskään ei pidä unohtaa, että laitteisto voisi toimia myös hyvänä markkinointi välineenä kone- ja tuotantotekniikan koulutukselle. Ennen laitteistojen hankintaa olisi myös hyvä kartoittaa olisiko virtuaalihitsauksesta hyötyä muidenkin kuin kone- ja tuotantotekniikan opiskelijoiden koulutuksessa, esimerkiksi autoalan perustutkinnossa tai rakennusalan perustutkinnossa. Mahdollisella yhteiskäytöllä saataisiin laitteet tehokaaseen käyttöön ja hankintakustannuksia voitaisiin jakaa useamman kustannuspaikan kesken. Myös hitsausalan yritysten halukkuudesta käyttää virtuaalihitsausta hitsareiden koulutukseen olisi tarpeellista selvittää laitehankintoja tehtäessä.

Kuten aikaisemmin on käynyt ilmi, niin laitteiden hankinta edellyttäisi monipuolista laitteiden testausta. Yhtenä jatkotutkimus mahdollisuutena olisi laitekohtaiset testaukset jossa vertailtaisiin eri valmistajien laitteiden ominaisuuksia. Laitteiden testaus ja vertailu opetuskäytössä tulisi suorittaa useamman päivän testijaksoissa, jotta virtuaalihitsauksen tarjoamat mahdollisuudet tulisivat tutuksi. Tässä tutkimuksessa mukana olleista virtuaalihitsauslaitteista mahdolliseen jatkotutkimukseen voisi ottaa mukaan jokaisen laitevalmistajan laitteen pois lukien ns. matkalaukkumallit joiden tarjoamat hitsausasennot olivat suppeita.

Jatkotutkimuksessa laitteiden päivittäinen käytettävyys ja käytännöllisyys tulisi varmistaa, alkaen koneen käyttökielestä ja laitteiston osien kestävydestä opetuskäytössä. Vallitsevasta maailmantilanteesta (COVID-19) johtuen olisi myös ensiarvoisen tärkeää saada

tietoa miten hitsauskypärän/virtuaalilasien puhtaudesta huolehditaan. Laitetoimittajien luetteloista ei vielä ainakaan löytynyt mainintaa miten käytettävien laitteiden desinfiointi/puhdistus on hoidettavissa. Tutkimuksissa on toki jo todettu että ultraviolettivaloa säteilevillä ledeillä voidaan tappaa tehokkaasti koronavirusta (Tekniikan Maailma 2020). Hitsausmaskien ja muiden tarvikkeiden puhdistuksen voi suorittaa samaan tapaan kuin pöytäpintojen desinfiointin, mutta käyttäjien vaihtuessa puhdistus pitäisi olla huolellista ja valvotusti suoritettua.

Tässä tutkimuksessa lähdemateriaaleina on käytetty tieteellisiä julkaisuja ja opetuhenkilöstön kokemuksiin perustuvia tietoja. Opiskelija ja käyttäjälähtöiset kokemukset ovat jääneet tietoisesti tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Ensiarvoisen tärkeää olisi saada myös palautetta suoraan opiskelijoilta. Esimerkiksi sähköisellä kyselylomakkeella tehty tutkimus opiskelijoiden käyttäjäkokemuksista liittyen virtuaalihitsaukseen antaisi myös kattavasti informaatiota siitä, millaisia oppimistuloksia virtuaalihitsauksella voidaan saavuttaa. Digitaalisaation kehityksen myötä kyselyiden ja tutkimusten teko on kohtalaisen helppoa, joten käyttäjäkokemuksia on luonnollista kysellä ilman tieteellistäkin tutkimusta.

Maailma muuttuu ja kehittyä huimaa vauhtia, uusia teknologioita tulee helpottamaan meidän elämää, niin arjessa, kuin teollisuudessa. Tekniikan alalla on lukuisia ammatteja, joita robotit ja tietokoneen eivät voi täysin korvata. Toki teknologia helpottaa, esimerkiksi robottihitsauksella voidaan suorittaa työtehtäviä, jotka on ”ihmiskädelle” liian yksitoikkoisia. Käsillätekemisen taitoja ei pidä väheksyä eikä vähentää, ei perusopetuksessa, eikä ammatillisessa koulutuksessa. Kehityksen ja muutoksen suurempana esteenä on asenteet, toki taloudelliset resurssit myös, asenteita muutetaan tutkimalla ja kokeilemalla uusia asioita.

Alla oleviin sanoihin ja tunnelmiin päätän tämän tutkimuksen!

Hitsausta ei opi muuten kuin harjoittelemalla oikealla hitsauskoneella. Melu, lämpö, kipinä ja hitsaushuuruksen muodostuminen kuuluu todelliseen hitsaukseen joten niiden vaikutukselta suojautuminen oikeanlaisella työvaatetuksella ja suojaimilla on erityisen tärkeää hitsausharjoittelun alkuvaiheessa. (Vuorinen 2021; Virtain 2021)

LÄHTEET

- American Welding Society. 2016. Virtual reality is revolutionizing welding education. Viitattu 2.5.2021. <https://awo.aws.org/2016/04/virtual-reality-is-revolutionizing-welding-education/>
- Dużmańska, N.; Strojny, P. & Strojny, A. 2018. Can Simulator Sickness Be Avoided? A Review on Temporal Aspects of Simulator Sickness. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.02132/full>
- Digi2Market. 2019. VR-kokemus voi aiheuttaa merisairautta. Viitattu 5.5.2021. <https://digi2market.karelia.fi/2019/11/04/vr-kokemus-voi-aiheuttaa-merisairautta/>
- Elsevier. 2021. History. Viitattu 4.9.2021. <https://www.elsevier.com/about/history>
- ePerusteet. 2017a. Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto, tutkinnon muodostuminen. Viitattu 7.2.2021. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/esitys/3855075/reformi/rakenne>.
- ePerusteet. 2017b. Logistiikan perustutkinto, Trukinkuljettajan tehtävät, 15 osp. Viitattu 20.5.2021. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/esitys/6930620/reformi/tutkinnonosat/6930565>
- Fronius. 2018. Fronius virtual welding/ tulevaisuuden hitsauskoulutus. Viitattu 19.2.2021. https://fronius.fi/uploads/Esite_VirtualWelding_FI.pdf
- Google Scholar. 2021. Viitattu 4.9.2021. <https://scholar.google.com/intl/en/scholar/about.html>
- Huotari, P.; Toivonen, S.; Lämsä, J. & Hämäläinen, R. 2020. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus virtuaalimallitodellisuuksien lisäarvosta ammattikasvatuksen kentällä. Ammattikasvatuksen aikakauskirja, 22(2).
- Kananen, K. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. JAMK julkaisu.
- Karstensen, S. & Lie, AR. 2020. Virtual welding: A didactic perspective. <https://njet.ep.liu.se/article/view/1063>
- Koramo, M.; Brauer, S. & Jauhola, L. 2018. Digitalisaatio ammatillisessa koulutuksessa. Opetushallitus. Grano OY. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/191033_digitalisaatio_ammattillisessa_koulutuksessa.pdf
- Lampilehto, P. 2015. Ammatillisen koulutuksen digitalisaation nykytilanne koulutuspalveluissa. Ammattiosaamisen kehittämissyhditys AMKE ry. Helsinki. https://www.amke.fi/media/amke_digitalisaationnykytilannekoulutuspalveluissa-1.pdf
- Lavrentieva, O.; Arkhypov, I.; Kuchma, O. & Uchitel, A. 2020. Use of simulators together with virtual and augmented reality in the system of welders' vocational training: past, present, and future. <http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper15.pdf>
- Lepola, P. & Ylikangas R. 2019. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Lincoln electric. 2020. Virtual training - Real results. Viitattu 3.5.2021. <https://www.lincolnelectric.com/assets/global/Products/K3433-1/mc1854.pdf>
- Lukkari, J. 2006. Terveys ja turvallisuus hitsauksessa. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK. Savion Kirjapaino OY.
- Maier, J. 2021. Raison seudun koulutuskuntayhtymän lehtori Jonna Maier s-posti keskustelu 7.8.2021.

Mansikka, M. 2021. Haastattelu. Raision seudun koulutuskuntayhtymän lehtori Markus Mansikka haastatteli 18.5.2021 Olli-Pekka Hautala.

Miller. 2020. AugmentedArc®, Augmented Reality Welding System. Viitattu 3.5.2021. <https://www.millerwelds.com/-/media/inriver/ts20-augmentedarc-system--english.pdf>

Okimoto, ML.; Okimoto, PC. & Goldbach, CE. 2015. User Experience in Augmented Reality applied to the Welding Education.

Price, A. H.; Kuttolamadam, M. & Obeidat, S. 2019. Using Virtual Reality Welding to Improve Manufacturing Process Education. Texas A&M University. Proceedings of the 2019 Conference for Industry and Education Collaboration. https://scholar.google.fi/scholar?q=Using+Virtual+Reality+Welding+to+Improve+Manufacturing+Process++Education&hl=fi&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar

Raision seudun koulutuskuntayhtymä. 2020. Raision seudun koulutuskuntayhtymän toimintaker-tomus ja tilinpäätös 2020. Viitattu 25.9.2021. <https://www.raseko.fi/wp-content/uploads/2021/09/Liite-TKERT2020.pdf>

SFS-EN ISO 6947:2019. 2019. Hitsaus ja sen lähiprosessit. Hitsausasennot. Helsinki: Suomen standarditoimisliitto.

SFS-EN ISO 4063. 2019. Hitsaus ja sen lähiprosessit. Prosessien nimikkeet ja numerotunnukset. Helsinki: Suomen standarditoimisliitto.

Soldamatic. 2018. Catalogue Soldamatic 2018. Viitattu 1.5.2021. <https://www.soldamatic.com/wp-content/uploads/2016/10/Catalogue-Soldamatic-2018-28EN29.pdf>

Soldamatic. 2019. Welding Training & Performance Digitalization Solution. Viitattu 1.5.2021. <https://www.soldamatic.com/wp-content/uploads/2019/10/Brochure-Soldamatic-IE-EN-Screen.pdf>

Tekniikan Maailma. 2020. Ultraviolettisäteilyä lähettävät ledivalot tappavat koronaviruksen tehokkaasti ja nopeasti, tutkijat havaitsivat. Viitattu 12.8.2021. <https://tekniikanmaailma.fi/ultravioletti-sateilya-lahettavat-ledivalot-tappavat-koronaviruksen-tehokkaasti-ja-nopeasti-tutkijat-havaitsivat/>

Thinglink. 2021b. Viitattu 9.5.2021. <https://www.thinglink.com/edu>

Thinglink. 2021a. Rasekossa lähihoidon ja logistiikan virtuaaliset oppimisympäristöt valmentavat lähiopetukseen. Viitattu 3.8.2021. <https://blog.thinglink.com/edufinland/raseko-0>

Tuomi, J. & Sarajarvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusyhtiö Tammi 1.-4 painos.

Työterveyslaitos. 2011. Terästen hitsaussavun/huurun tavoitetasoperustelumui-stio. https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/Hitsaushuuru_tavoitetaso.pdf

Vilka, H. 2021. Tutki ja kehitä. PS- kustannus. 5., päivitetty painos. e-Kirja Ellibslibrary.com.

Virtain, J. 2021. Haastattelu. Raision seudun koulutuskuntayhtymän tuntiopettaja Jari Virtain haastatteli 25.5.2021 Olli-Pekka Hautala.

Vuorinen, J. 2021. Haastattelu. Raision seudun koulutuskuntayhtymän tuntiopettaja Jami Vuorista haastatteli 25.5.2021 Olli-Pekka Hautala.

Weldingmart. 2021. Lincoln Electric VRTEX 360+ Dual User Virtual Reality Welding Training Simulator-K4602-1. Viitattu 16.5.2021 <https://weldingmart.com/lincoln%20electric%20vrtext%20360plus%20dual%20user%20virtual%20reality%20welding%20training%20simulator%20-%20k4602-1>

Lomakekysely: Virtuaalihitsaus

Arvoisa vastaanottaja,

teen tutkimusta (YAMK) virtuaalisten oppimisympäristöjen käytöstä toisen asteen koulutuksessa ja työelämässä. Tutkimuksessa selvitetään millaisia kokemuksia oppilaitoksissa ja työelämässä on virtuaalitekniikoiden käytöstä. Pääosassa tutkimuksessa on virtuaalihitsauksen hyödyntäminen kone- ja tuotantotekniikan koulutuksessa ammatillisessa koulutuksessa.

Tällä kyselyllä selvitetään virtuaalihitsauksen käyttökokemuksia. Kysely on tarkoitettu vain henkilöille joilla on käytännön kokemusta virtuaalihitsauslaitteistojen käytöstä.

Kysely on täysin anonyymi joten mitään henkilötietoja emme kerää. Kysely sulkeutuu 28.5.2021 klo 18.00

Lopuksi paina "Lähetä" painiketta.

Kiitoksia yhteistyöstä!

Olli-Pekka Hautala

Raseko, Raision seudun koulutuskuntayhtymä etunimi.sukunimi@raseko.fi (<mailto:etunimi.sukunimi@raseko.fi>). * Pakollinen

1. Millaisessa työtehtävässä olet tutustunut ja käyttänyt/käytät virtuaalihitsauslaitteistoa?

- Ammatillisessa koulutuksessa
- Teollisuuden palveluksessa
- Korkeakoulu opetuksessa

2. Käyttökokemus virtuaalihitsauksesta koulutus/opetuskäytössä? *

- 0-10 tuntia
- 10-50 tuntia
- yli 50 tuntia

3. Virtuaalihitsauslaitteistolla harjoittelulla madalletaan kynnystä aloittaa hitsausharjoittelu? *

1 2 3 4

Täysin eri mieltä

Täysin samaa mieltä

4. Virtuaalihitsauslaitteiston keräämän informaation avulla opiskelija pystyy parantamaan hitsaus-suoritusta paremmin kuin perinteisellä hitsausharjoittelulla? *

1 2 3 4

Täysin eri mieltä

Täysin samaa mieltä

5. Virtuaalihitsauslaitteiston keräämän informaation avulla opettaja/kouluttaja pystyy antamaan paremman palautteen opiskelijalle kuin perinteisellä hitsausharjoittelulla? *

1 2 3 4

Täysin eri mieltä

Täysin samaa mieltä

6. Virtuaalihitsauslaitteistolla harjoittelulla saavutetaan pidempi kaariaika (valokaaren paloaika) koulupäivän aikana kuin perinteisellä hitsauskoneella harjoittelulla? *

1 2 3 4

Täysin eri mieltä

Täysin samaa mieltä

7. Virtuaalihitsauslaitteistolla simuloitu hitsaustapahtuma vastaa todellista hitsaustapahtumaa? *

1 2 3 4

Täysin eri mieltä

Täysin samaa mieltä

8. Virtuaalihitsauslaitteiston (sis. virtuaalilasit/maskin) päivittäiset huoltotoimenpiteet ovat vähäisemmät kuin perinteisen hitsauskoneen (sis. monitoimikaapelit, suuttimet jne)? *

1 2 3 4

Täysin eri mieltä

Täysin samaa mieltä

9. Kerro omin sanoin virtuaaliharjoittelun hyviä puolia? *

10. Kerro omin sanoin virtuaaliharjoittelun huonoja puolia? *

1 1. Kerro omin sanoin perinteisen hitsausharjoittelun huonoja puolia?

1 2. Kerro omin sanoin perinteisen hitsausharjoittelun hyviä puolia? *

Tämä ei ole Microsoftin luomaa tai suosittelemaa sisältöä. Lähettämäsi tiedot lähetetään lomakkeen omis