



Virtuaalitodellisuus opiskeluympäristönä

- Loppuraportti Tietoyhteiskuntainstituutin myöntämän rahoitukseen

2003
Laatinut
erikoistutkija
Pekka Ranta
TTY/DMI/
Hypermedialaboratorio

1. Johdanto

Virtuaalidellisuuden hyödyntäminen koulutuksessa on poikkitieteellinen ja haastava kokonaisuus. Miten virtuaalidellisuusmenetelmiä ja teknologioita hyödynnetään tarkoituksenmukaisesti koulutuksessa ja opiskeluympäristöissä? Minkälaisia rajoitteita ja mahdollisuuksia virtuaalidellisuusteknologioiden hyödyntäminen aiheuttaa koulutusorganisaatioiden toimijoille? Teema kiinnostaa useita toimialoja sekä koulutusorganisaatioita (vrt. CGTV 1994, Peltoniemi 2000, Hatakka 2002, Ranta 2002, 2003). Vallitseva tutkimus on keskittynyt merkittävästi tekniikan, ohjelmistojen sekä erilaisten opiskelumenetelmien hyödyntämisen tarkasteluun. Kokonaisvaltaista opiskeluprosesseihin kohdentuvaa tarkastelua ei ole toteutettu.

Virtuaalidellisuus opiskeluympäristönä -projektissa on tutkittu ja kartoitettu pääpainopisteinä simulaattoripohjaisten opiskeluympäristöjen näkökulmasta em. ongelmia. Konkreettisenä casena toimii Metsäkonesimulaatio-opetuksen tuotteistaminen -projekti (MetSimu), jossa metsäkonesimulaattoripohjaista opiskelua on kehitetty ja integroitu opetussuunnitelmiin. Euroopan sosiaalirahaston ja Itä-Suomen lääninhallituksen päärahoittamassa kolmivuotisessa (v. 2002-2004) projektissa kehitetään simulaattoripohjaista opetusta ja tehdään näkyväksi kokeneiden harvesterikuljettajien hilja ista tietoa. Osaamisyhteistyössä toimivat Pohjois-Karjalan Ammattiopisto Valtimo, Partek Forest Oy Ab, Ponsse Oyj, Timberjack Oy, TTY/DMI/Hypermedialaboratorio, Joensuun yliopisto metsätieteellinen tiedekunta, Metsäntutkimuslaitos Joensuun yksikkö, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä ja Valtimon kunta.

Simulaattorit tarvitsevat tuekseen myös opetusta tukevia tukiprosesseja, sovelluksia ja havainnollistuksia. Lisäksi koulutusorganisaation suunnittelun ja resurssoinnin tarpeiden huomiointi on merkityksellistä. Opetuksen ja opiskelun tavoitteena on kehittää opiskelijan sisäisen mallin muodostumista siten, että sillä olisi siirrettävyyttä myös aitoon toimintaympäristön vaatimuksiin. Sisäinen malli ei kata vain yksilöllistä osaamista vaan myös sosiaalisia ja yhteisöllisiä taitoja. Näitä ovat toimintakulttuurin käsitteet, asiakaslähtöisyys, prosessin toimijoiden työn huomioiminen sekä käytännöt. Oppijoiden tulisi saavuttaa kohdetiedosta havainnollisia, riittävän kompleksisia sekä autenttisia näkökulmia (CGTV 1994), jonka ymmärtämistä virtuaalidellisuusmenetelmiä, multimodaalisia (eri aistijärjestelmien syötekokemukset) ja rikkaita interaktiomahdollisuuksia mahdollistavat järjestelmät tukevat. Opiskelijoiden tulisi voida tarkastella ja arvioida aidoissa ympäristöissä vaadittavia toimintamalleja simulaattoriopiskelun yhteydessä. Selkeä mielikuva, tavoite ja rajaus tukee taitojen kehittämistä perusteltuun suuntaan. Eräänä ratkaisumallina on havainnollistaa toimintamallit videoina, kuvina tai animaatioina erilaisiin tarkoituksiin soveltuvissa päätelaitteissa kuten Internet ja DVD-soitin. Tällöin nousee tärkeäksi tekijäksi ratkaisujen käytettävyys, pedagoginen käytettävyys ja saavutettavuus.

Mielenkiintoista on tarkastella, kuinka virtuaalidellisuusympäristöissä tuetaan opiskelijan suunnittelu-, ennakointi-, päätöksenteko- ja ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä. Etenkin simulaattoripohjaiset ympäristöt tarjoavat opiskelijalle harjoittelumahdollisuuden toiminnassa vaadittavien taitojen kehittämiseksi. Toimintaan liittyy tietyt välineet, laitteen tai teknisen ratkaisun käytön lisäksi myös havainnointiin ja informaation prosessointiin liittyviä prosesseja. Näiden taitojen kehittämisen tukeminen pedagogisin ja teknisin ratkaisuina on varsin haastava ja poikkitieteellistä osaamista vaativa alue. Tähän alueeseen liittyy myös kokeneen toimijan osaamisen ja etenkin hiljaisen tiedon näkyväksi tekemisen problematiikka. Kokeneella toimijalla on paljon osaamista, jota on vaikea tuoda formaalisti esille. Kuitenkin kokeneen ratkaisut huomioivat kokonaisvaltaisesti ja tilannesidonnaisesti päätösvaruudessa vaikuttavat tekijät, mahdollisuudet, rajoitteet sekä syy-seuraussuhteet. Simulaattorit mahdollistavat täsmälleen saman toimintaympäristön ja toiminnan rajauksen määrittelyn useiden toimijoiden yhteisen hiljaisen tiedon tutkimuksessa. Hiljainen tieto on ajankohtaista ns. suurten ikäluokkien siirtyessä pois työelämästä. Tällöin myös suuri määrä kokemusta katoaa, jos sitä ei tallenneta. Varsinkin prosesseihin liittyvä osaamisen näkyväksi tekemisen haaste on ilmeinen. Metsäkonesimulaatio-opetuksen tuotteistaminen -projektissa on kehitetty Internet pohjainen sovellus, jolla aikasensitiivisten linkitysten avulla voidaan videopohjaista materiaalia ajastetusti kommentoida ja tallentaa. Lisäksi tiedon keruuta tukee aihepiirien dynaamisten jäsenysten luonti ja päivitys.

Loppuraportin tavoitteena on kuvata ja jäsentää ISI -rahoitteisen virtuaalitodellisuus opiskeluympäristönä projektin tutkimus- ja kehityskohteita, tutkimustuloksia ja rahoituksen perusteella luotuja lisähankkeita. Alkuperäisen suunnitelman toteutumista on rajoittanut vallitseva tutkimus- ja yritysrahoitustilanne. Uskomme, että tutkimus- ja kehitystuloksilla on aikaansaatu merkittäviä vaikutuksia etenkin simulaattoripohjaisten opiskeluympäristöjen, toimijoiden osaamisen kehityksen ja teknologista kehitystä edistäviä ratkaisujen soveltamiseen. Lisäksi tulosten perusteella voidaan suunnata hankkeita kohti rajatumpia kohteita. Tulevaisuudessa virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen koulutuksessa integroituu useille toimialoille etenkin pc- pohjaisten ratkaisujen myötä. Peruskysymykset teknologioiden ja pedagogisten ratkaisujen hyödyntämisestä perustellusti ovat jatkossakin ajankohtaisia.

2. Tutkimus- ja kehityskohteet

Tutkimus- ja kehitysalueina Virtuaalitodellisuus opiskeluympäristönä projektissa ovat olleet simulaattoripohjaisten opiskeluympäristöjen tutkimus- ja kehitystyö, kokeneen kuljettajan hiljaisen tiedon tutkimus, opiskelua tukevien teknologisten sovellusten kehitystyö, virtuaalitodellisuusmenetelmien oppimista tukevien mahdollisuuksien ja rajoitusten kartoitus. Näkökulmina ovat olleet toimijoiden osaamista tukevat käyttäjakeskeiset, käyttötarpeita tukevat ja kokonaisvaltaisesti eri prosesseja huomioivat ratkaisut. Teknologian integrointi koulutukseen ei ole irrallinen tapahtuma, vaan se on yhteydessä koulutuksen kokonaisvaltaiseen ja syvälliseen kehitykseen (CGTV 1993). Kehitys- ja tutkimustyö vaatii poikkitieteellistä lähestymistapaa, jolloin tarvitaan sisällön, useiden tutkimusmenetelmien, teknologian ja pedagogiikan yhteistä asiantuntemusta. Seuraavissa kappaleissa esitetään tutkimusteemoittain viitekehys ja projektissa saavutetut tutkimustulokset.

2.1. Opiskeluympäristöjen tutkimus ja kehitys

Virtuaalitodellisuuteen pohjautuva opiskeluympäristö voidaan määritellä tarkoituksenmukaisia pedagogisia ratkaisuja, virtuaalitodellisuusmenetelmiä sekä mahdollisesti tietoverkkoja hyödyntävää opiskelua tukevaa ympäristöä. Määritelmästä havaitaan, että ei ole yhtä ainoata opetuksen toimintamallia, vaan opetussuunnitelman rajaamien moduulien ja tavoitteiden perusteella valitaan perustellut menetelmät, ryhmäkoot, harjoitustehtävät, yhteys maasto-opetukseen sekä riittävä ohjausresurssointi. Simulaattoripohjaisessa opiskelussa voidaan hyödyntää opiskelijakeskeisiä ongelmapohjaisia ja ongelmalähtöisiä menetelmiä, jolloin opiskelijat hyödyntävät simulaattoreita ongelmanratkaisuprosessin tukena ja ratkaisumallien arvioinnissa. Perinteisiä menetelmiä voidaan myös perustellusti hyödyntää. Käytännön sovellutuksen toteuttaminen vaatii huolellista määrittelyä, suunnittelua, kartoitusta, kehityspalavereja sekä opetuskokeiluja.

Mitä lisäarvoa simulaattoripohjainen opiskelu mahdollistaa? Seuraavassa on kuvattu muutamia tutkimuksissa havaittuja lisäarvoja.

1. Turvallisuus
 2. Toistettavuus
 3. Kustannushyöty
 4. Harjoitusten ajoitus ja hallittavuus
 5. Harjoiteltavan tehtävän sovittaminen opiskelijan osaamiseen
 6. Toimintaan lisättävät vihjeet ja palaute
 7. Simulaattorin hyödyntäminen nauhoituksissa ja opiskelijan osaamisen arvioinnissa
 8. Opetuksen ja ohjauksen mahdollinen automatisointi
 9. Kestävän kehityksen periaatteiden huomiointi
- (vrt. Vartiainen 1985, Reed ja Green 1999; Van Emmerik ja van Rooij 1999)

Simulaattoripohjaisella opiskelulla on myös rajoitteita, joihin voidaan pitää:

1. Käyttäjä tietää kyseessä olevan jäljitelmän.
 2. Täysin realistista simulaatiota on lähes mahdoton tehdä.
 3. Harjoittelu puutteellisesti mallinnetulla simulaattorilla tai vähäisessä ohjauksessa aiheuttaa vääriä toimintamalleja.
 4. Simulaattoreissa näytettävä prosessi-informaatio (esim. tuntituotos) saattaa ohjata väärään toimintamalliin.
 5. Virtuaaliset vihjeet eivät riittävästi ohjaa tai ohjaavat väärin arviointia ja päätöksentekoprosessia.
- (Ranta 2003, vrt. Vartiainen 1985)

Simulaattoripohjaiselta koulutukselta odotetaan taloudellista säästöä, turvallista harjoitteluympäristöä, toistettavuutta sekä erityisesti osaamisen siirtymistä aitoon toimintaympäristöön. Virtuaalikontekstissa tapahtuvan opiskelun tavoitteena on tuottaa merkityksellisiä vihjeitä, jotka tukevat aidossa kontekstissa tapahtuvaa päätöksentekoa, arviointia sekä oppimista. Kontekstin kartoituksen avulla selvitetään ilmiöiden autenttisuus, opiskelussa havaitut ongelmat, käyttäjien odotukset sekä mahdolliset riskitekijät. Lisäksi sen avulla suunnitellaan aihepiiriin opiskelua tukevat tarkoituksenmukaiset modaliteetit sekä valitaan tekninen toteutus. Multimodaalisuudella on suora yhteys merkitykseen ja tarkoituksenmukaisuuteen (vrt. Raisamo 1999).

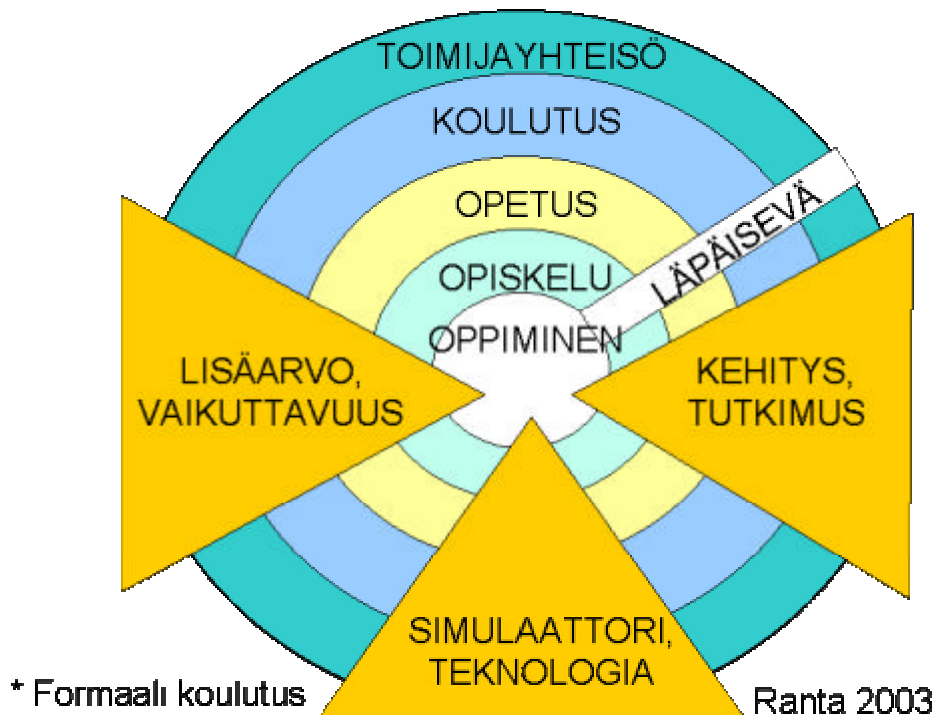
Virtuaalitodellisuusmenetelmien avulla voidaan luoda immersiiivisiä sekä elämyksellisiä oppimistilanteita, mutta perustelemattomilla menetelmien käytöllä voidaan aiheuttaa kognitiivista kuormaa siten, että oppimisprosessit jäävät taka-alalle, jos esimerkiksi keskeiset ilmiön syy - seuraussuhteet jäävät informaatiotulvassa jäsentämättä (Ranta, 2000).

Sovellusten käytettävyysongelmat häiritsevät opiskelua ja oppimista. Valmiiden VR-sovellusten käyttö että osallistuminen virtuaalitodellisuussovelluksen tekoprosessiin ovat tutkimuksissa osoittautuneet perinteistä kouluopetusta tehokkaammaksi oppimismetodeiksi. Toteutetuissa ympäristöissä immersiiivisyyttä tärkeämmäksi oppimisen kannalta on osoittautunut interaktiivisuus (Youngblut 1998.)

1. Teknologisen innovaation (hakkuukonesimulaattori) hyödyntäminen ja käyttöönotto on osa syvällistä muutosprosessia koko koulutuksen kehittämisessä (vrt. Cognition and Technology Group at Vanderbilt 1994)
 2. Simulaattoripohjainen koulutus perustuu opetussuunnitelmaan, josta voidaan rajata moduuleja
 3. Kehitettävät ratkaisut tuovat lisäarvoa ihminen-kone -vuorovaikutusprosessiin
 4. Opetusmenetelmät ja kehitettävä oppimateriaali perustuu todelliseen tarpeeseen ja soveltuu moniin käyttötarkoituksiin.
 5. Tuetaan opiskeluprosessia ja opettajan työtä.
 6. Simulaattoripohjainen opiskelulla pyritään madaltamaan maasto-opetuksen kynnyksiä ja tehostamaan opetuksen siirtovaikutusta.
 7. Käytäntöä ja teoriaa hyödynnetään hallitussa ja perustellussa toiminnassa.
- (Ranta 2003)

Etelämäki on kartoittanut puolustusvoimien simulaattorikoulutuksen strategiaa. Eri tyyppiset simulaattorit ja järjestelmät tulisi integroida kokonaisvaltaisesti koulutukseen. Lisäksi simulaattoriavusteisten aihepiirien tulisi liittyä laajasti maanpuolustuksen eri osa-alueisiin. Opiskeluun ja sen arviointiin tulisi kehittää toimintaa tukevia ratkaisuja. Etelämäki (2000). On perusteltua laajemminkin arvioida eri toimialoilla simulaattori- ja virtuaalitodellisuusympäristöissä tapahtuvan opiskelun tuomia lisäarvoja.

Ranta on kuvannut näkökulmia koulutussimulaattoreiden perusteltuun ja hallittuun käyttöön seuraavassa kuvassa.



Kuva 1. Koulutussimulaattorien lisäarvojen tarkastelunäkökulmat.

Simulaattorien koulutuskäyttöä on perusteltua tarkastella kokonaisvaltaisesti. Usein lisäarvoja arvioidaan oppimisen ja opetuksen näkökulmista. Tällöin näkökulma on varsin kapea, sillä simulaattorit tulisi integroida koko koulutusorganisaation toimintaa kehittävästi. Hyvin harva organisaatio tarjoaa simulaattoreita esimerkiksi opiskelijoiden jatkuvaan käyttöön. Tietyt opiskelijakeskeiset opiskelumenetelmät edellyttäisivät jatkuvaa käyttöä. Simulaattoripohjainen opiskelu jaksetaan muuhun opiskeluun esimerkiksi ilmaston ja merenkulun koulutusalueilla. Koulutuksen vaikuttavuutta ja opiskelijan osaamisen arvioinnin tueksi tulisi suunnitella ratkaisuja, jotta eri toimijat saisivat suunnittelua tukevaa palautetta.

Simulaattoripohjaista koulutusta järjestetään Suomessa laajasti. Esimerkkeinä toimivat

Ilmailu:

- Finnair, Suomen ilmailuopisto,

Merenkulku:

- Sydväst Turku, Kotka,

Puolustusvoimat:

-Lennostot, Panssariprikaati, Laivasto, Tulenjohto,

Metsäkoneet:

-8 metsäkonekoulua

Pelastus ja järjestys:

- Pelastusopisto Kuopio, Poliisi Pieksämäki

Autokoulu ja ajoneuvot:

- Simrac ralliauto ja linja -autosimulaattori

Muut:

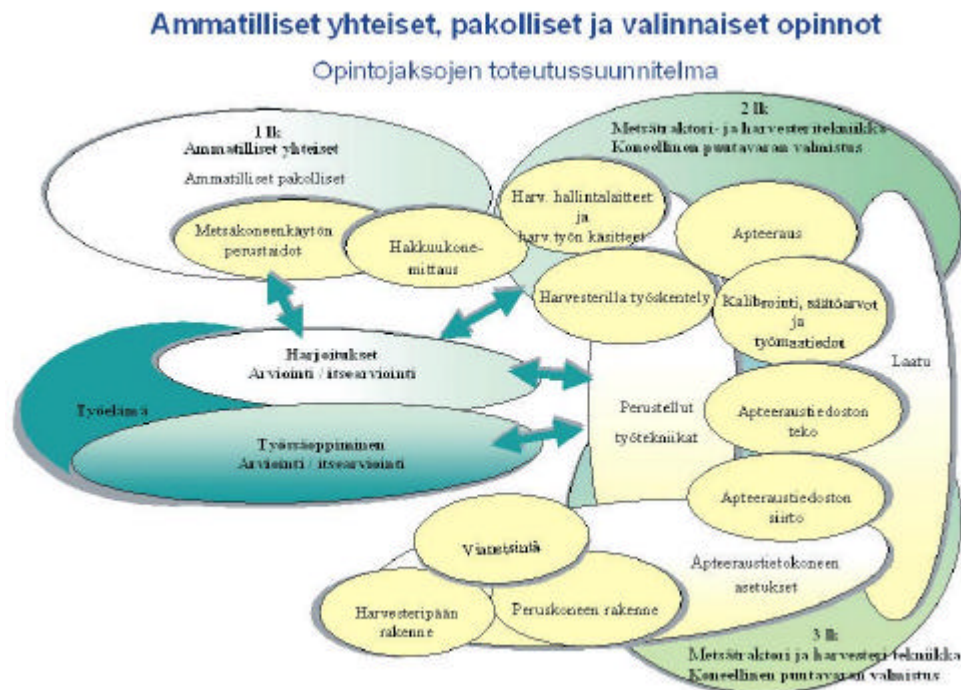
Ydinvoimat, henkilönostin, tehdassimulaatio, pelit

2.2. Simulaattoripohjaisten opiskeluympäristöjen lisäarvojen tutkimustulokset

Metsäkonesimulaatio-opetuksen tuotteistaminen -projektin tavoitteena on kehittää metsäkonesimulaattoripohjaiseen opetukseen opetussuunnitelma ja opiskeluympäristö, joiden avulla voidaan opetuksen laatua sekä yhteyttä metsäopetuksen kanssa kehittää. Kehitettävissä koulutustuotteissa huomioidaan suomalainen ja kansainvälinen käyttö. Projektin tutkimus kohdistuu harvesterin kuljettajan hiljaisen tiedon näkyväksi tekemiseen. Hiljainen tieto tarkoittaa sisäistettyä kokemuksen myötä tullutta osaamista, jota on vaikea toiselle kertoa tai pelkistää numeroiksi. Harvesterinkuljettajan työn ja osaamisen jäsentäminen toimii perustana myös koulutuksen kehittämässä. Projektin tuloksena syntyvällä tutkimustiedolla ja kehitetyillä koulutustuotteilla mahdollistetaan miellyttävä, tarkoituksenmukainen ja laadukas opiskeluprosessi.

Hakkuukonesimulaattorit tarjoavat multimodaalisen, dynaamisen ja interaktiivisen toimintaympäristön, jossa opiskelija voi työskennellä aidossa puunkorjuussa vaadittavaa osaamista turvallisessa, varsin autenttisessa, ympäristössä säästävässä ja monipuolisia opetuksellisia ratkaisuja mahdollistavassa ympäristössä. Hakkuukonesimulaattoreihin on mahdollista liittää liikealusta, paikkatietojärjestelmä sekä juuri kehitettynä uutuuksena kuormakonesimulaattori, jolloin koko puunkorjuuketjun toimintaa voidaan harjoitella. Alustavana tarkoituksena oli laajentaa tutkimus- ja kehitystyötä koskettamaan laajemmin multimodaalisia, monipuolisempia interaktiivisuusmahdollisuuksia ja paikkatietoa käsitteleviä ympäristöjä. Tämän osa-alueen tutkimus odottaa vielä rahoituksen toteutumista.

Metsäkonesimulaatio-opetuksen tuotteistaminen projektissa kehitettiin v. 2002 opetussuunnitelma, oppimateriaalia simulaattoripohjaiseen opiskeluun sekä määriteltiin puunkorjuun käsitteitä, sillä näitä ei ole aiemmin ollut käytössä. Opetuksessa rytmitettiin hakkuukonesimulaattoria ja aitoa hakkuukonetta. Kehitetyt ratkaisut perustuivat opiskelijoilta ja opettajilta saatuihin palautteisiin opiskelun kehittämistarpeista. Kokonaisuutta kokeiltiin opetuskokeilussa Pohjois-Karjalan ammattiopisto Valtimon 2. vsk:n opiskelijoiden kanssa.



Kuva 2. MetSimu-projektissa kehitetty opetussuunnitelma

Opetuskokeilussa opiskelijat opiskelivat suunnitelmien mukaan. Kokeilun aikana opiskelua havainnoitiin. Kokeilun jälkeen opiskelijat arvioivat opiskelukokemuksia kyselylomakkeella.

Taulukko 1. Opetuskokeilun tutkimustulokset

Simulaattoripohjaisen opiskelun lisäarvot (n=34) Asteikko 1 - 5 (1= täysin eri mieltä 5=täysin samaa mieltä)	Moodi	Keskiarvo	Mediaani
001 Tavoitteet	4	3.70	4
002 Sisältö	4	3.72	4
003 Ajankäyttö	3	3.44	3
004 Opiskeluprosessin tuki	5	4.30	4
005 Ohjaus	4	3.91	4
006 Mahdollisuus harjoitella	4	3.73	4
007 Käsitteet	5	4.06	4
008 Toimintamallit (videot)	3	3.77	4
009 Vastuu omasta opiskelusta	4	4.06	4
010 Opettajakeskeinen opiskelu	3	2.80	3
011 Moduulien järjestys	4	3.94	4
012 Arviointi	4	3.87	4
013 Aidon hakkuukoneen käyttöaika	3	3.15	3
014 Simulaattorin autenttisuus	4	3.25	3.5
015 Motivaatio aidolla hakkuukoneella	5	4.41	5
016 Kokemukset (negatiivinen kysymys)	3	2.38	2
017 Mahdollisuus opiskella itsenäisesti	3	3.31	3
018 Päätöksenteon tukeminen	3	3.81	4
019 Olennaisen informaation havaitseminen	3	3.57	3
020 Simulaattorin ja oikean hakkuukoneen aikojen jakautuminen	4	3.61	4
021 Opiskeluprosessi kokonaisuutena	4	3.94	4
022 Opetustyyli	3	3,45	3

(Ranta 2003)

Opettajat teemahaastateltiin ryhmässä.

Tutkimustulokset osoittivat, että simulaattoripohjainen opiskelu tuo paljon lisäarvoa opiskeluun. Kehitetty opetussuunnitelma rajasi ja tuki opetusta mielekkäästi. Etenkin opettajan työtä ops:n moduulit selkeyttivät merkittävästi. Tämä heijastui myös koulutussuunnittelijan työhön, koska hän määrittelee tarkennetun ajoituksen, ohjausresurssin sekä tarvittavat kone- ja tilaratkaisut. Kehitetty oppimateriaali ja määritellyt käsitteet vaikuttivat perustellulta. Tältä pohjalta kehitystyötä voidaan jatkaa edelleen.

Oppimateriaalin kehitys jatkuu edelleen. Ensi vuoden alussa valmistuu laaja opetusvideo "Hallitun puunkorjuuprosessin toimintamallit" -dvd. Loppueditointi on parhaillaan käynnissä. Video sisältää 40 kpl käsitteitä, 63 kpl videoleikkeitä teemoista:

- Työmaan aloitus, suunnittelu ja lopetus;
- Hakkuukoneen siirtokuntoon laitto
- Varastointi ja sen suunnittelu
- Hakkuutyömenetelmät päätehakkuulla
- Hakkuutyömenetelmät kasvatushakkuulla.

Videoista tuotetaan myös kieliversio englanniksi ensi vuoden aikana. Käännöstyö on alkanut. Toimintamallit muokataan myös Internetissä näkyvään muotoon. Näin videot ovat opiskelijoiden ja opettajien laajassa käytössä.

2.3. Kokeneen toimijan hiljaisen tiedon tutkimus

Hiljaisen tiedon merkitys on tunnustettu oppivan ja uutta tietoa luovan organisaation toiminnassa. Nonaka ja Takeuchi (1995) ovat määritelleet hiljaisen tiedon muuttumisen näkyväksi tiedoksi SECI (Socialization, Externalization, Combination, Internalization) mallin avulla.



Kuva 3. Hiljaisen tiedon luomisprosessi. Nonaka et. al 1995; Nonaka et al. 2000.

Nonaka, Toyama ja Konno (2000) lisäävät Nonakan ja Takeuchin 1994 SECI -malliin (Socialization, Externalization, Combination, Internalization) käsitteen Ba, joka on tiedon luonnin konteksti. Organisaation johdon pitää keskittyä luomaan uutta tietoa. Tiedon luontia on tuettava, sillä se ei synny itsestään. Tarvitaan paikka, jossa tieto jaetaan. Ba voi olla joko fyysinen, virtuaali tai mentaali tila. Tiedon luonti on kontekstispesifiä. Ba on jaettu konteksti, jossa tietoa jaetaan, luodaan ja käytetään hyväksi.

Raivola ja Vuorensyrjä 1998 ovat pohtineet hiljaista tietoa seuraavasti: "Hiljaisen tiedon (tacit knowledge) käsite on Michael Polanyin jo 1940-luvulla alkaneen teoreettisen kehittäytyksen tulos. Polanyin perusidea on, että aitoa keksimistä ei voida ohjata muodollisilla säännöillä eikä algoritmeilla. Kaikki tieto on yhtä aikaa sekä jaettua ja julkista että henkilökohtaista, koska tietoon aina liittyvät tietäjän tunteet ja suhtautumistapa. Kaiken tiedon pohjalla on hiljainen tieto, jossa jaettu ja eksplikoitu tieto sekoittuu yksilön ainutlaatuisiin kokemuksiin. Näin tiedolla on aina kaksi ulottuvuutta, kohdennettu tieto eli tietämisen kohde (knowledge) ja hiljainen tieto välineenä tuon kohteen käsittelyyn (knowing). Ulottuvuudet ovat toisiaan täydentäviä ja vahvasti tilannesidonnaisia. Usein hiljainen tieto ilmenee sellaisina tiedostamattomina sääntöinä ja normeina, jotka tukevat muuta kohdetietoa. ... Hiljainen tieto on jatkuvasti muuttuvaa ja se muodostaa eräänlaisen tiedon suodattimen. Uudet kokemukset sulautetaan ymmärrykseksi niiden käsitteiden avulla, jotka yksilöllä on hallinnassaan ja jotka hän on perinyt toisilta kielen käyttäjiltä. Tyypillisimmillään hiljainen tieto esiintyy käsityötaidoissa, mutta myös uskomukset ja todellisuuden tulkinnat muodostavat annetun, itsestään selvänä pidetyn osan sosiaalisesta todellisuudesta. ... Hiljainen tieto on upotettu sosiaaliseen todellisuuteen. Hiljaisen tiedon ymmärtäminen, oppiminen ja tietoinen käsittely onnistuu siten useimmiten nimenomaan käytännön vuorovaikutuksessa tai dialogissa. Osin halu oppia hiljaista tietoa merkitsee alistumista auktoriteetille (mestarille), mutta mestaria seuraamalla on mahdollista oppia myös sääntöjä, joita mestari itse ei tiedosta. Hiljaisen tiedon haltuunottamisen keinot ovat pitkälti mallioppimisen keinoja: jäljittelyä, identifioimista ja tekemällä oppimista."

On tärkeää havaita teorian ja käytännön välinen yhteys toiminnan taustalla. "Samalla tavalla kuin teoria ja käytäntö erotetaan toisistaan, voidaan myös käytäntö ja kokemus erottaa toisistaan. Teorian ja käytännön vastakkain asettamisen sijaan syntyy triangelikuvauksessa, jossa kokemus nähdään teoriaa ja käytäntöä integroivana tekijänä. Samalla avautuu näkökulma myös hiljaiseen tietoon, joka kätkeytyy ammatilliseen, yhteisölliseen ja organisationaaliseen osaamiseen." (Poikela 2000.) Hiljainen tieto ei ole tietty "tempukokoelma", joka luo ratkaisumallin kaikkiin tilanteisiin ja toimintaympäristöihin. Lähinnä sen tarkoitus on toimia merkityksellisinä vihjeinä ja päätöksenteon tukena yksilön ja yhteisön

toimintamallien ylläpidossa ja kehityksessä. Ulkoistettua ja analysoitua toimintaa voidaan opiskella, havainnollistaa, jäsentää sekä käyttää toiminnan reflektoinnissa, jolloin osaamisesta muodostuunee yhteisöllistä jaettua asiantuntijuutta. (Laamanen, Ranta, Pohjolainen 2002, 2003)

Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen tarkoittaisi, että kuljettajalla on sisäistettyä kokemuksen myötä tullutta tietoa, jota on vaikea toiselle kertoa (esim. koneen sijoittaminen hakkuu-uralle). Kuljettajaopiskelija voi seurata kokeneen kuljettajan työskentelyä ja muokata omaa toimintamalliaan mallin mukaan. Tieto on kuitenkin piilevänä ja jokaiselle opiskelijalle pitää järjestää tarkkailumahdollisuus. Jos kokeneen kuljettajan toiminta videoidaan, toiminnasta kerätään prosessidataa ja kuljettaja kertoo esim. ääneen, mitä kulloinkin on tekemässä ja miksi, on toiminta ulkoistettu havaittavaksi tiedoksi. Useiden kokeneiden kuljettajien toimintaa analysoimalla ja yhdistelemällä, voidaan kehittää ohjeistus, opetusmateriaali tai muuttaa toimintamallia. Yhdistämisympäristössä voidaan tuoda lisälähteitä, jo tiedettyä tietoa. Yhdistettyä tietoa voidaan hyödyntää myös tuotekehityksessä. Kun tämä tieto on otettu käyttöön, on se sisäistettyä tietoa ja spiraalimaisesti kehitytään eteenpäin. (Ranta 2002)

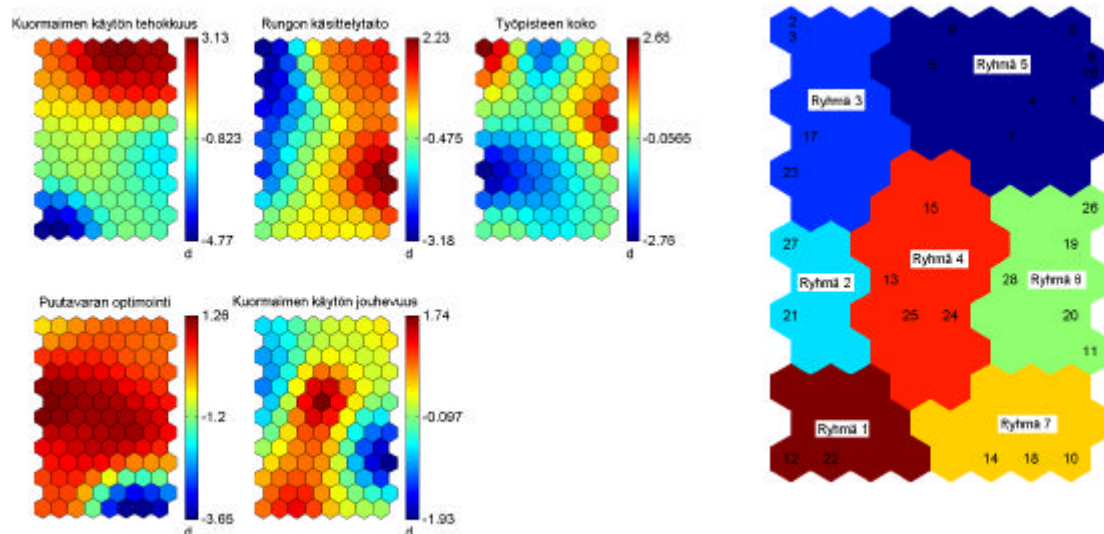
Hiljaista tietoa on mahdollista tutkia simulaattoriympäristöissä, jolloin toimintaympäristö voidaan määrittellä samankaltaiseksi. Tällaisten toisiaan vastaavien tilanteiden luominen on usein vaikeaa. Simulaattoreita on käytetty jo 1950 -luvulta asti tutkimustarkoituksiin. Samassa toimintaympäristössä tapahtuneita valintoja ja päätöksiä voidaan analysoida prosessista kerättävän rikkaan datan ja ääneen ajattelun avulla. Lisäksi voidaan hyödyntää videoanalyysia, katseen seuranta ja haastatteluja.

2.4. Tutkimustulokset

Tutkimusta kuvaavia artikkeleita on useita. Seuraavassa on koottu raportista Laamanen, V. , Ranta, P. , Pohjolainen S. & Ruohonen, K. 2003. HAKKUUKONEENKULJETTAJAN HILJAISEN TIEDON NÄKYVÄKSI TEKEMINEN HAKKUUKONESIMULAATTORIN AVULLA. TTY/DMI/Hypermedialaboratorio abstrakti ja keskeisiä tutkimustuloksia.

Metsäkonesimulaatio -opetuksen tuotteistaminen projektissa tutkitaan hakkuukoneenkuljettajan hiljaista tietoa, joka tarkoittaa osaamista, jota on vaikea puhe sanoiksi, kaavoiksi tai numeroiksi. Hiljaista tietoa analysoitiin hakkuukonesimulaattorilta kerätyn (n=28 kuljettajaa) prosessidata-, video- ja haastatteluaineiston perusteella. Kuljettajat hakkasivat pätehakkuu- ja harvennushakkuuleimikot. Analyysissa käytettiin matemaattisina menetelminä itseorganisoiuvia karttoja, pääkomponentti- ja regressioanalyysia. Lisäksi 9 kuljettajaa haastateltiin teemahaastattelu- sekä oman toiminnan itsearviointimenetelmillä (video). Hakkuukonesimulaattorilla voitiin tutkia kuljettajan hiljaista tietoa. Simulaattorin vastaavuusongelmat hättäsivät vähän kuljettajan omaa kokemukseen perustuvaa toimintamallia.

Matemaattisten tutkimustulosten perusteella löydettiin kuljettajan toimintaa jäsentävät työn komponentit. Kuljettajat jakautuivat eri profileihin, joita voitiin arvioida komponenttien perusteella.



Kuva 4: Kuvassa on itseorganisoidun kartan tuottama kuljettajaryhmittely. Oikeanpuoleisessa kuvassa kukin värialue havainnollistaa kuljettajaryhmää ja vasemmanpuoleisessa kuvassa on ryhmiä vastaavat komponenttien arvot.

Taulukko 2. Kuljettajaprofiilit päätehakuulla.

Kuljettajaryhmä	kuljettajia (kpl)	Kuormaimen käytön tehokkuus	Rungon käsittelytaito	TyöpiSTEEN kOko	Puutavaran optimointi	Kuormaimen käytön jouhevuus	m ³ /h	Kolhut
1	2	pieni	keski-määräinen	keski-määräinen	suurehko	suuri	14,26	2
2	2	keski-määräinen	pienehkö	pieni	suuri	pienehkö	13,32	4
3	4	suurehko	pieni	suuri	suurehko	pieni	16,15	0,75
4	4	keski-määräinen	keski-määräinen	pienehkö	suuri	suuri	18,76	0,25
5	8	suuri	suurehko	keski-määräinen	keski-määräinen	suurehko	23,92	0,63
6	5	pienehkö	suuri	suurehko	suurehko	pieni	18,96	2,4
7	3	keski-määräinen	keski-määräinen	keski-määräinen	pieni	keski-määräinen	15,36	0,33

Kuljettajien välillä oli eroja. Tuottavuuden ja neljän yhtäaikaisen liikkeen osuuden väliltä löytyi riippuvuussuhte, joka tukee kuormaimen jouhevan ja merkityksellistä hallintaa. Haastatteluaineistosta nousevat teemat olivat samansuuntaisia. Työprosessia voidaan jäsentää varsinkin harvennushakuulla sektorien avulla. Tulosten perusteella keskustelua kuljettajan osaamisesta voidaan syventää ja jäsentää. Analyysia vaikeutti se, ettei käytettävissä ollut kuljettajan osaamisen laatua ja kokonaisvaltaista hyvyttä kuvaavia kriteerejä.

Kuljettajan hiljaisessa tiedossa tärkeäksi nousee tilannesidonnan, työsuuntaisen ajattelun ja kokonaisvaltaisen osaamisen merkitys. Kokenut kuljettaja osaa valita toimintaympäristön vihjeistyksestä olennaisen, priorisoida argumentit ja havaita suuren määrän hienojakoisia tekijöitä sekä niiden suhteita. Tältä pohjalta kokeneen kuljettajan näkökulma ja sisäinen malli prosessiin on hyvin rikas ja ennakoiva. Kokenut kuljettaja ennakoii, suunnittelee, hallitsee ja oppii korjuuprosessia työn eri suunnittelutasolla. Suunnittelutasot ovat eri tarkkuuksisia, koska kokemuksen mukaan voidaan määrittellä tietyt kokonaisvaltaiset ja tilanteeseen soveltuvat linjat ja hahmotukset. Hän osaa myös nähdä työn jäljen mielikuvissaan, jolloin tavoitteeseen osataan perustellummin suunnata. Koneen

automatisoitunut hallinta ja etenkin kuormaimen on. Hiljainen tieto ei ole tempukokoelma, vaikka taitavassa korjuussa näitä esiintyykin. Keinot ovat sidoksissa tilanteeseen, toimintaan ja merkitykseen.

Hakkuukoneen kuljettajan osaamisesta on varsin vähän tutkimusta.). Kariniemi (2003) on laatinut hakkuukoneenkuljettajan ajattelusta ja suunnittelusta mallin, johon kannattaa tutustua lähteenä. Muilla simulaattoripohjaisen koulutuksen alueilla on tuotettu mielenkiintoisia malleja. Euroopan yhteisössä tehtiin kattava tutkimus autosimulaattorien hyödyntämisestä opetuksessa (TRAINER, <http://www.trainer.iao.fhg.de>). Samalla määriteltiin osaaminen eri tasoihin eli yksilöllinen ominaisuus, strateginen, taktinen ja kulkuneuvon hallinnan taso. Kuljettajan toimintaan vaikuttavat myös taidot, tiedot, riskitietoisuus ja toiminnan itsearviointi. Tästä muodostuu mielenkiintoinen matriisi (taulukko) GADGET – MODEL (Hatakka et al. 1999, vrt. Michon 1985). Ranta (2003) on laatinut hakuukoneenkuljettajan osaamisesta sovelletun määrittelyn.

2.3. Opiskelua tukevien teknologisten sovellusten tutkimus ja kehitys

Simulaattoripohjainen hallitun puunkorjuuprosessin opiskelu vaatii työtä tukevia sekä opiskelijan päätöksentekoa, toiminnan arviointia, suunnittelua ja varsinaista toimintaa tukevia esimerkkitoimintamalleja, keskeisiä käsitteitä, harjoituksia, arviointiperusteita ja ohjeistuksia yhtenäisesti opetussuunnitelman kanssa. Opetussuunnitelma on keskeinen opetusta ja opiskelua ohjaava dokumentti. Opetussuunnitelman rakenne (moduulit) luo kehysrakenteen myös tukeville ratkaisuille. Myös opettaja kaipaa työnsä tuekseen "työkalupakin", josta löytyy useisiin käyttötarkoituksiin soveltuvia oppimateriaaleja, teemoituksia, harjoituksen toteuttamisvaihtoehtoja, keskeiset tiedostot, dokumentit ja esimerkiksi koneen (simulaattori/hakkuukone) asetukset helposti löydettävässä muodossa.

TTY/DMI/Hypermedialaboratoriossa kehitettiin WWW- ja tietokantapohjainen ohjelmisto SIMUBA (vrt. Nonakan et.al ba-ajatus), joka vastaa simulaattoripohjaisen opiskelun tarpeisiin. Lisäksi kokeneen kuljettajan hiljaista tietoa voidaan tallentaa videoiden kommentoinnin avulla. Kommentit näkyvät ajastetusti teemoittain tekstityksenä ja listauksena videon vieressä. Kommentit toimivat myös linkityksenä, sillä kommentin valinta käynnistää leikkeen juuri tästä kohdasta.

SIMUBA -ohjelmisto tarjoaa ympäristön, jonne pääosa opiskelua tukevasta sähköisestä materiaalista voidaan sijoittaa. Ohjelma koostuu kahdeksasta tilasta:

1. Metsäkoneopiskelu (pääsivu)
2. Opetussuunnitelma (määrittelee opiskeltavat aihepiirit ja järjestysehdotuksen)
3. Käsitteet (määrittelee ja havainnollistaa keskeiset korjuuprosessin käsitteet)
4. Toimintamallit (esittää videoina esim. työtekniikat, työmaan aloituksen, hakkuutavat)
5. Harjoitukset (tarjoaa harjoitustehtävät opiskelun toteuttamiseksi)
6. Opettajan opas (kokoaa ops:n, harjoitustehtävät, vinkit, ohjeet ja materiaalin)
7. Opiskelijan oma sivu (opiskelijat arvioivat toimintamalleja; kommentoi videoita)
8. Opettajan oma sivu (Koostaa ajankohtaiset arviointia odottavat harjoitustehtävät listaksi. Mahdollistaa harjoitustehtävien luonnin, muokkauksen, julkaisun ja tarjoaa pääsyn opettajan oppaaseen.)

WWW-pohjaisesta SIMUBA -ohjelmistosta löytyy opettajalle ja oppimateriaalin tuottajalle mahdollisuus tuottaa uusia käsitteitä, toimintamalleja, opetustuokioita ja erityyppisiä harjoitustehtäviä. Lisäksi käyttäjä voi lisätä videomateriaaliin ajastettuja kommentteja sekä hallita, selata ja katsella videotallenteita ajastettujen kommenttien kanssa

Ohjelmisto sisältää

- autentikointi ja käyttäjähallinta
- video- kuva- ja tiedostokirjastot (monipuolinen haku ja järjestys metatiedon avulla)
- harjoitustehtävien luonti ja hallinta
- harjoitustehtävien julkaisutoiminto
- harjoitustehtävien suoritus-, palautus- ja arviointitoiminnot

Harjoitustehtävät, toimintamallit ja käsitteet julkaistaan modulaarisessa rakenteessa, jota voidaan päivittää ja muokata. Rakenteisuus mahdollistaa dynaamisen käyttöliittymän hyödyntämisen, jolloin samalle "sivulle" voidaan sijoittaa mittava määrä linkityksiä varsinaisiin mediaresursseihin eli harjoitustehtäviin, videoihin, kuviin ja arviointeihin. Harjoitustehtävät, kuvat ja videot sijoitetaan kukin omaan kirjastoon, josta niitä voidaan hakea eri metatietojen avulla (esim. moduulit, tehtävätyyppi, konemerkki, luontipäivämäärä).

Ohjelmiston tekninen toteutus:

Sovelluslogiikka ja WWW-selainkäyttöliittymä: PHP -ohjelmointikieli

Videon ja tekstin yhdistäminen: SMIL + RealText

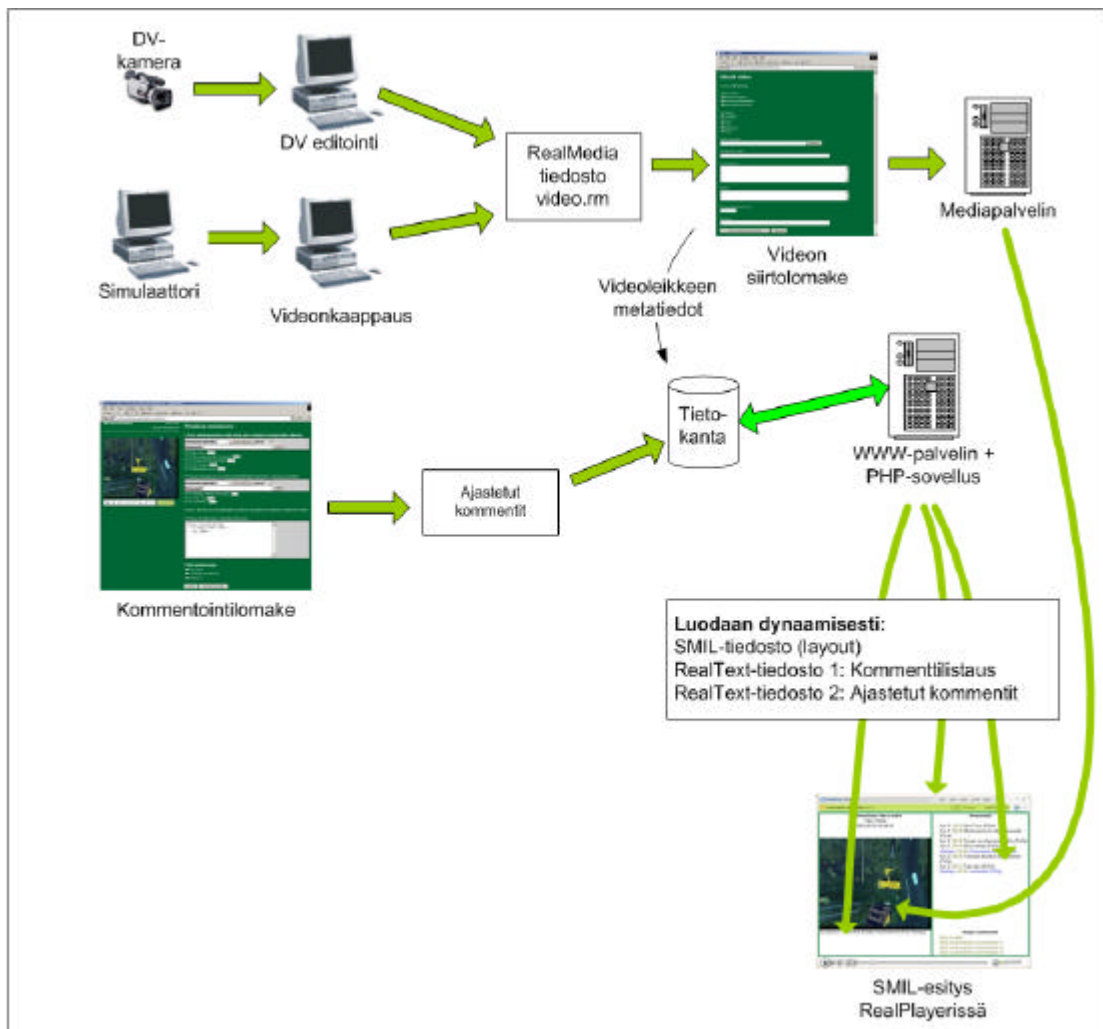
Sovellusdata: tietokannassa (ei videot, kuvat, liitetiedostot)

Palvelin: Apache + PHP 4.3.x + MySQL 3.23.x

Asiakaspää: WWW-selain (IE 5.5/Mozilla) + RealOnePlayer

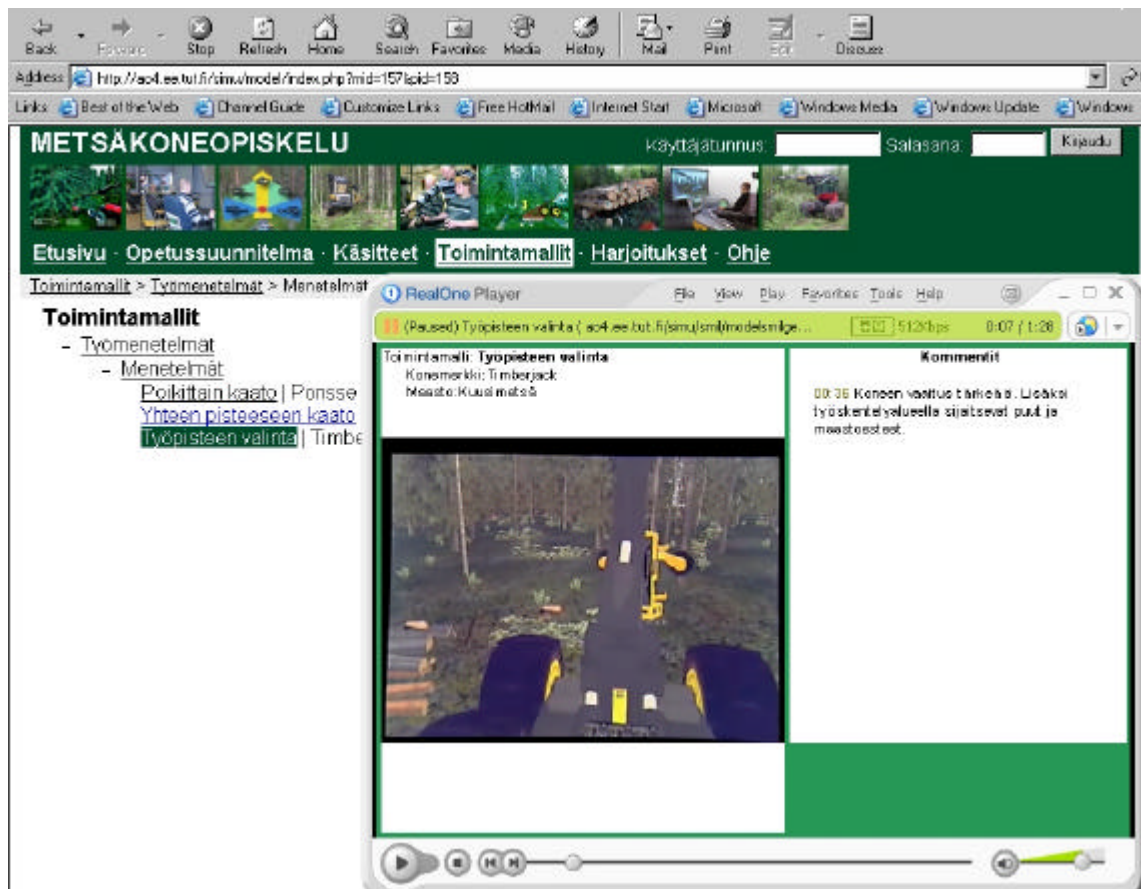
(videoiden pakkaamiseen lisäksi RealProducer tai Helix Producer)

Seuraavassa kuvassa esitetty järjestelmä ja sen toimintaperiaatteet . (Häkkinen P, Mäkelä, T & Ranta P. 2003).



Kuva 5. SIMUBA-ohjelmiston tekninen rakenne ja toiminnallisuus

Kuvassa 6 esitetään ohjelmiston rakenne, esimerkki videoleikkieestä ja ohjelmistolla tuotetusta kommentista. (Häkkinen P, Mäkelä, T & Ranta P. 2003)



Kuva 6: Näytönkaappauskuva ohjelmiston tuottamasta käyttöliittymästä sekä esimerkki toimintamallista.

2.4. Virtuaalitodellisuusmenetelmien ja -teknologioiden kehitys

Projektissa kartoitettiin virtuaalitodellisuusmenetelmien ja teknologioiden mahdollisuuksia tukea opiskelu- ja oppimisprosesseja.

Seuraavassa taulukossa esitetään virtuaalitodellisuusmenetelmiä ja teknologioita sekä niiden mahdollisuuksia tukea oppimista ja opiskelua.

Teknologia	Oppimisen opiskelun tuki	Esimerkki:
Lisätyn todellisuuden monipuoliset näkymät ja kuvakulmat	Tarjoaa toimintaan ja sen reflektointiin vaihtoehtoisia näkökulmia, jolloin opiskelija voi arvioida ja kehittää toimintaa. Lisäksi palautetta voidaan kohdentaa perustellusti.	Lintu- ja sammakkoperspektiivit. Mikro ja makrotason näkymät. Vaihtuvat näkymät prosessiin paperikoneessa.
Lisätyn todellisuuden rajaus tai lisäys.	Opiskelijalta voidaan keventää ja yksinkertaistaa toimintaympäristöä, kontekstia, jolloin voidaan keskittyä tiettyyn alueeseen yleensä opiskelun alussa. Voidaan myös tuottaa hyvin monimutkainen tilanne ongelmanratkaisun pohjaksi.	Autokoulusimulaattorissa tien pinnan kitkaominaisuuksien muutos. Lentosimulaattorissa usean samanaikaisen häiriötekijän mallinnus.
Modaliteetit	Tarjotaan rikkaita kokemuksia multimodaalisten interaktiomahdollisuuksien avulla. Modaliteettien yhdistelmillä voidaan tukea toimijan päätöksentekoa ja siirrettävyyttä aitoon ympäristöön.	Visuaalinen ja auditiivinen kinesteettinen palaute rallisimulaattorissa.
Immersiivisyys	Tarjotaan uppoutuva ja rikas kokemus ilmiöstä, joita on vaikea tai mahdoton tuottaa. Motivaatioon vaikuttavat tekijät.	Cave, jossa voidaan toimia tilassa esimerkiksi kaupungeissa tai peliympäristöissä
Interaktiomahdollisuudet	Mahdollisuus monipuoliseen vuorovaikutukseen, jonka avulla voidaan saada sisäisen mallin selittävydestä palautetta ja kehittää sitä edelleen.	Käyttöliittymät, jotka mahdollistavat poimia, työntää, nostaa, liikuttaa virtuaalisesti esineitä. Sosiaalinen vuorovaikutus mahdollista esimerkiksi usean toimijan kanssa.
Jaetut ympäristöt	Mahdollisuus arvioida ja kehittää usean toimijan yhteistä toimintamallia.	Jaetut simulaatiot (DIS ja HLA) puolustusvoimien joukko-osastojen johtamisessa.
Informaation lisäys	Perus- tai lisäinformaation tarjoaminen kohteen ominaisuuksista, jolloin tilannekohtaisesti voidaan tarjota opiskelijalle mielikuvan rakennus- ja työvälineitä.	Fyysiseen tilaan lisätään alueita, joihin silmälasinäytön kohdistuessa esitetään järjestelmään määritelty informaatio esimerkiksi huoltotieto.
Autenttisuus	Virtuaalitodellisuuden rakentaminen todellisen mallin perusteella. Vaikuttaa oppimiseen, sillä virtuaaliympäristöissä rakentuneella sisäisellä mallilla (vihjeet, päätökset, prosessit) tulee olla selittävyttä myös aidossa ympäristössä. Aidon kaltaisten ongelmakuvausten tuottaminen esimerkiksi ongelmaperustaisessa opiskelussa.	Dynamiikan (kitkat, heilunnat, kiihtyvyydet, törmäykset jne.) simulaatiot hakkuukonesimulaattoreissa. Lääketieteen leikkaussovellukset.

Sisältörakenteiden jäsentäminen	Voidaan tuottaa opiskelua tukevia ja osaamisen kehittymisen mukaisia eteneviä teemoituksia.	PC-pohjaiset hakkuu- ja kuormakonesimulaattorit.
Adaptiivisuus ja muokkaus	Ympäristöjen adaptiivinen muokkaus osaamisen mukaan	Lentosimulaattorien ominaisuuksien hallinta. Osaamisen edistymisen mukainen vaikeuden manuaalinen tai automaattinen säätö
Paikkatieto	Voidaan tukea käyttäjän navigointia ja havainnollistaa rikkaasti ympäristön tekijöitä ja niiden ominaisuuksia. Voidaan kerätä ja havainnollistaa reittejä.	Caven paikkatietojärjestelmä, joka mahdollistaa liikkumisen monipuolisesti erilaisissa tiloissa.
Nauhoitukset	Opiskelija voi arvioida itse tai ohjaajan kanssa toimintaa jälkikäteen.	Simulaattorien nauhoitusmahdollisuudet.
Prosessidatan kerääminen	Toiminnasta kerätään prosessidataa, jonka avulla toimijalle esitetään toiminnan aikana informaatiota tai laaditaan raportti itsearvioinnin tueksi.	Lentosimulaattorien automaattiset tiedonkeruujärjestelmät.
Ajalliset hidastukset ja nopeutukset	Hyvin nopeasti tai hitaasti tapahtuvista ilmiöistä on mahdollisuus saada sisäisen mallin rakentamista ja jäsentymistä tukeva ulkoistus.	Sääilmiöiden havainnollistus. Metsänkasvun visualisointi
Havainnollistukset	Tuetaan olennaisen informaation havaitsemista ja tarkkaavaisuuden suuntaamista. Voidaan koota informaatiota,	Puiden runkoihin liitetty mittavihjeistus hakkuukonesimulaattorissa. Puutavaralajien havainnollistus kuormakonesimulaattorissa.
Etäkäyttö	Mahdollisuus jakaa ja kehittää kokemuksia yhteisesti pitkilläkin etäisyyksillä.	Caven etäkäyttö avatarien ja chatin avulla

Virtuaalitetökalu- ja teknologioiden, -menetelmien ja pedagogisten ratkaisujen yhteisestä tarkastelusta tuotettiin yhteistyössä VRC ja TTY/Hypermedialaboratorio animaatioita ja esitys, jonka avulla mahdollisuuksia ja rajoitteita voidaan ulkoistaa ja niistä voidaan keskustella.

Kuva 7. Esimerkki lintuperspektiivistä autokouluopetuksessa Raivio, Reunanen & Ranta 2002



3.4. Koulutus ja esitykset

TTY/DMI/Hypermedialaboratorio ja VRC ovat järjestäneet yhteistyössä ja erikseen useita koulutustilaisuuksia ja esittelyjä eri toimialojen simulaattoripohjaisesta koulutuksesta vastaaville ja siitä kiinnostuneille henkilöille.

Koulutus- ja luennointitilaisuuksia:

- Hakkuukonesimulaattorien kehittäjät Timberjack ja Ponsse, 2002
- Akateemisten ihmettelijöiden klubi 2002
- Pohjois-Karjalan ammattiopisto Valtimo 2002, 2003
- Merenkulkuoppilaitos Sydvästin ja Suomen ilmailuopiston simulaattoriopettajien koulutus 2 kertaa 2003
- Metsäpäivät 2003
- Metsäkoneoppilaitosten neuvottelupäivät 2003
- Oppimisympäristöjen monitieteinen tutkijakoulu 2003

Konferenssiesityksiä:

- ITK -tutkijatapaaminen 2003
- PEG -konferenssi, Pietari 2003

Tutustumisia:

- Suomen ilmailuopisto Pori
- Sydväst Turku
- Satakunnan lennosto, Pirkkala

3.6. Hankkeet ja hankehaut

Virtuaaliodellisuus opiskeluympäristönä siemenrahoituksella on aikaansaatu Metsäkonesimulaatio-opetuksen tuotteistaminen -projekti, jossa TTY/DMI/Hypermedialaboratorion rooli on projektin koordinointi, tutkimuspanos sekä tekninen kehitys. MetSimu -projektin kokonaisbudjetti on 692 000 euroa, josta pääosa rahoituksesta tulee Euroopan Sosiaalirahastolta ja Itä-Suomen lääninhallitukselta.

TTY/DMI/Hypermedialaboratorion osuus on projektista on

- v. 2002 51 490 euroa
- v. 2003 89 000 euroa
- v. 2004 71 100 euroa

Yhteensä: 211 590 euroa

Lisäksi VRC ja TTY/DMI/Hypermedialaboratorio ovat olleet mukana ja suunnitelleet useita hankehakuja yhteistyössä muiden tutkimusorganisaatioiden kanssa.

Edugame in Finland TEKES:n Fenix -ohjelma, jossa tutkitaan peliympäristöjen mahdollisuuksia oppimisessa. Tila: Hakemusta laaditaan.

Simulaattorikoulutuksen kehityskonsortio TTY:n laitosten ja simulaattoripohjaista koulutusta järjestävien organisaatioiden kanssa. Kartoitus TEKES:n rahoituksella. Tila: Hakemus suunnitteilla

Lisäksi aikaisemmin on haettu ISI -kärkihankerahoitusta. Rahoitus kariutui viimeisessä vaiheessa.

4. Johtopäätökset

Tutkimus- ja kehitystyössä on havaittu, että tarve laajempaan, syvällisempään ja kokonaisvaltaiseen tutkimukseen on ilmeinen. Virtuaalitodellisuuden hyödyntämisestä koulutuksessa tiedetään tietyillä alueilla paljonkin, mutta kokonaisvaltaista käsitystä ei ole hahmottunut. Tämä johtunee myös siitä, että kokonaisuuden hallinta vaatii systemaattista ja poikkitieteellistä kartoitusta. Hyvin harvalla osajalla on käsitys ilmiöön vaikuttavista tekijöistä ja niiden rajoitteista riittävällä tasolla. Pelkät tekniset tai pedagogiset näkökulmat eivät riitä, sillä eri toimialojen sisältöjen aihepiirit vaikuttavat merkittävästi valintoihin. Selkeä tarve on yhteisen tavoitteen määrittely, kokonaisuuden kartoitus ja ilmiöön vaikuttavien käsitteiden määrittely. Lisäksi pitäisi huomioida koulutusorganisaation tukiprosessit ja resurssointi, sillä nämä vaikuttavat merkittävästi toteutuskehikseen.

Voidaan todeta, että PC-pohjaiset ratkaisut mahdollistavat edullisimpien laitteiden ja järjestelmien toteuttamisen. Lisäksi näiden laskentateho ja sovelluskehitysvälineet ovat kehittyneet siten, että simulaattorin toteutus on edullisempaa. Myös laskentamallit ja järjestelmien laskennan toteutusratkaisut ovat kehittyneet.

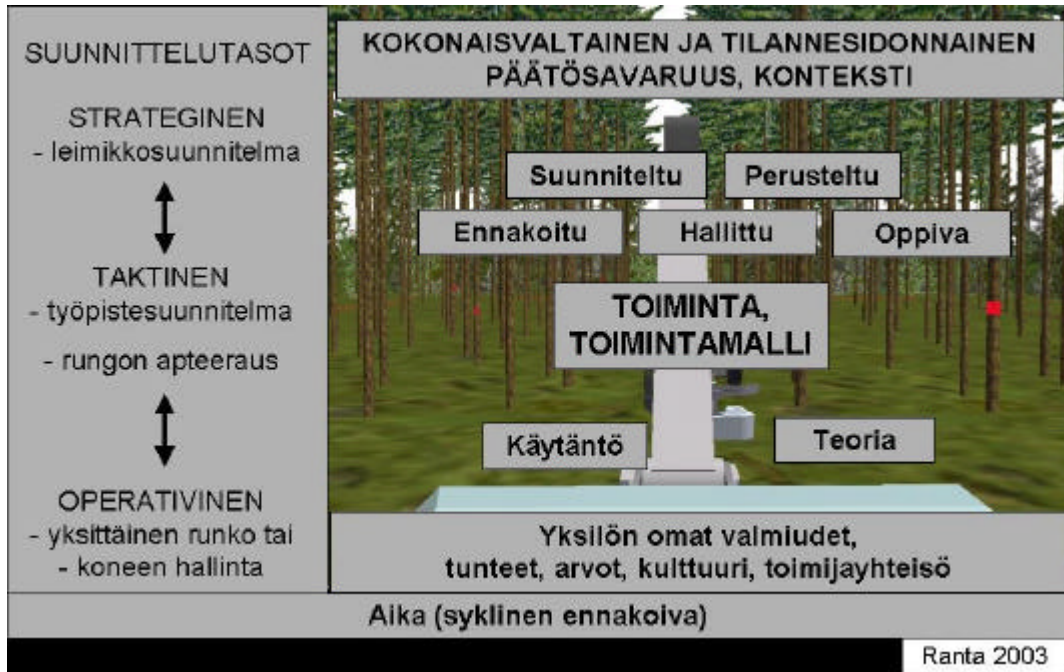
Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen pitää huolellisesti ja kokonaisvaltaisesti suunnitella. Ratkaisujen käyttöönotossa tulee huomioida myös tukiprosessit kuten ylläpito, tilaratkaisut (valaistuksen säätö ja teho, heijastukset, ilmastointi, muokattavuus, verkkoratkaisut jne.), käyttäjien koulutus, tukimateriaalin saatavuus, päätelaittevalinnat sekä hallinnon päätöksenteon tukeminen. Lisäksi varsinainen opiskeltava tema tai aihepiiri tulee jäsentää huolellisesti ja suunnitella lisämateriaalin käyttö.

Käytettävyystekijät nousevat tärkeään asemaan, sillä virtuaalitiloissa tulee voida toimia siten, että voidaan keskittyä opiskeluun ja minimoida toteutusratkaisujen vaikutus. Tämä kehitystyö on erittäin vaativaa, sillä vaikuttavia tekijöitä on suuri määrä. Lisäksi kaikki interaktiomahdollisuudet, käyttöliittymät ja päätelaitteet eivät ole yhteensopivia, vaan vaaditaan teknistä kehitystyötä rajapintojen ja laitteiden osalta. Teknologian valinta nousee tärkeään asemaan, sillä tietyillä toimialoilla odotetaan, että koulutuksesta saadaan informaatiota arvioinnin ja päätöksenteon tueksi. Miten hyvin uudet laiteratkaisut integroidaan olemassa olevaan järjestelmään. Minkätyyppistä informaatiota halutaan ja missä muodoissa?

Pedagogisesti ajatellen hyvin usein kohtaa odotuksia, että olisi tietty optimaalinen tapa opiskella. Vaikuttaa siltä, että on hyvin vaikea määrittellä yhtä oikeaa tapaa opiskella. Perustellumpaa on arvioida opiskelumenetelmiä voidaan soveltaa, millaisilla ryhmillä, ohjausresurssin tarve, opiskeltava aihepiiri sekä opiskelijoiden aiempi osaaminen. Kontekstin ja tarpeen määrittelyn perusteella voidaan tuottaa vaihtoehtoisia ratkaisuja, joiden perusteella valitaan tilanteeseen sopivin ratkaisu. Koulutuksen tavoitteena on kehittää osaamista, jolla on siirrettävyyttä myös aitoon toimintaympäristöön.

On perusteltua arvioida myös osaamisen kehittymistä ja hiljaisen tiedon olemusta. Seuraava pohdinta pohjautuu Laamanen, Ranta, Pohjolainen & Ruohonen 2003 tutkimusraporttiin. Hiljaista tietoa ei voida irrottaa erilleen toimijasta, vaan se kuuluu ammattitaitoon ja osaamiseen. Hiljaista tietoa voidaan ulkoistaa siten, että siitä ja sen perusteella voidaan keskustella asioista. Nonakan (2000) mallin mukaisen hiljaisen tiedon dokumentoinnissa pitäisi aikaan saada jäsenetty, rikas merkitysyhteyksinen, verkostomainen ja tilannesidonnainen kuvaus, jotta organisaation muut jäsenet voivat "hiljaista tietoa" arvioida, jäsentää ja hyödyntää. Hiljainen tieto ei ole temppukokoelma, vaikka taitavassa toiminnassa näitä esiintyykin. Temput, keinot ovat sidoksissa tilanteeseen, toimintaan ja merkitykseen. Tehtävään liittyvän keinon valinta ja ratkaisun selittävyden arviointi vaatiikin syvällistä osaamista. Muuttuvissa ja tilannesidonnaisissa toimintaympäristöissä toimijan tulee voida muuttaa toimintamalliaan tilanteen mukaan. Tällainen laaja-alainen, syvälinen, nopea ja syklinen päätöksentekoprosessi aiheuttaa kuljettajan kognitiivisille prosesseille merkittävän kuormituksen.

Seuraavassa kuvassa kootaan kuljettajan toimintaan vaikuttavia tekijöitä yleisellä tasolla. Kuva tarjoaa erään näkökulmaan hallittuun puunkorjuuprosessiin tämän tutkimuksen perusteella (vrt. Ranta 2003). Voidaanko kuvan käsitteitä ja jäsennyksiä soveltaa muillekin toimialoille



Kuva 8: Hakkuukoneenkuljettajan osaamisen viitekehys (vrt. Ranta 2003).

Virtuaalitodellisuusperustaiset opiskeluympäristöt ovat mielenkiintoinen mahdollisuus koulutuksen ja osaamisen kehittämiseen. Kokonaisvaltainen hyödyntäminen vaatii paljon osaamista ja kehitystyötä. Lisämielenkiinnon tuo mahdollisuus hyödyntää ympäristöjä tutkimuksessa, kuten aiemmin esitettiin. Rikas prosessidata antaa mahdollisuuden kuvata ajallisia ilmiöitä muuttuvissa ympäristöissä, joita on ollut aiemmin vaikea tutkia. tutkimustietoa on varsin vähän.

Kiitokset:

Virtuaalitodellisuus opiskeluympäristönä -projekti kiittää lämpimästi tietoyhteiskuntainstituuttia saamastaan rahoituksesta. Toivottavasti projektissa toteutettu tutkimus- ja kehitystyö vastaa odotuksia, joita rahoitukselle on toivottu.

5. Lähteet

- Fisher, D & Muirhead, P. (2001). Practical Teaching Skills for Maritime Instructors. WMU Publications.
- Freedman, P. (1998) Forestry Machine Simulators.: looking for added value in training. <http://www.simlog.com/pdf/cwf-2001.pdf>
- Hatakka, M., Keskinen, E., Gregersen, N.P., Glad, A., Hernetkoski, K. (1999) Results of EU-project GADGET, Work Package 3. In: S. Siegrist (ed): Driver Training, Testing and Licensing –towards theory based management of young drivers' injury risk in road traffic. BFU-report 40.
- Laamanen, V., Ranta, P. & Pohjolainen S. (2003). Harvesterinkuljettajan hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen hakkuukonesimulaattorin ja matemaattisten menetelmien avulla. ITK-konferenssi 2003. Tutkijatapaaminen. Hämeenlinna. [<http://www.uta.fi/hyper/julkaisut/index.html#information>]
- Laamanen, V., Ranta, P. & Pohjolainen S. & Ruohonen, K. (2003). Hakkuukoneenkuljettajan Hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen hakkuukonesimulaattorin avulla. Tampereen teknillinen yliopisto, Hypermedialaboratorio. Julkaistaan lähiaikoina.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company. London: Oxford University Press.
- Nonaka, I. and Konno, N., (1998). The Concept of "Ba": Building a Foundation for Knowledge Creation", California Management Review, Vol. 40, Issue 3, 1998, pp. 40-55. 7
- Peltoniemi, R. 2000. Maavoimien simulaattoriavusteisen koulutuksen optimointi -maavoimien simulointistrategia. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Julkaisusarja 2, No 9.
- Raivola R. & Vuorensyrjä M. (1998) Osaaminen tietoyhteiskunnassa. Sitra 180 Helsinki 1998 [<http://194.100.30.11/tietoyhteiskunta//suomi/st21/sitra180.htm>]
- Ranta, P. (2002). toim. Metsäkonesimulaatio-opetuksen tuotteistaminen -projekti (MetSimu) projektisuunnitelma.. Euroopan sosiaalirahaston ja Itä-Suomen lääninhallituksen päärahoittama projekti.
- Ranta, P. (2002) Opiteen mittaaminen ja arviointi -miten oppi siirtyy käytäntöön? Hakkuukonesimulaattorin merkitys opiskeluympäristönä. Tapaus: Opetuskokeilu Itä-Suomen metsäkonekoulussa Valmet –hakkuukonesimulaattorin avulla v. 2000. eLearning-seminaari Kontakti.net. Espoo. 30.10.2002 Partek Forest Oy Ab, Tampereen yliopisto, TTY/DMI/hypermedialaboratorio
- Ranta, P. (2003). Possibilities to develop forestmachine simulator based studying. Proceedings of PEG 2003. [<http://PEG2003.org>]. St.Petersburg, Russia. University of Exeter, England.
- Ranta, P. (2003). Oppimisympäristöt, hakkuukoneet ja hiljainen tieto. Joensuun yliopisto. Edita. Ilmestyy maaliskuussa 2003.
- Reed, M.P., Green, P.A. (1999). Comparison of driving performance on-road and in a low cost simulator using a concurrent telephone dialing task, Ergonomics, 42(8) 1015-1037.
- Saariluoma, P. (1989). Taitavan ajattelun psykologia. Helsinki: Otava.
- Saariluoma, P., Maartola, I. & Niemi P. (1998) Ajatteluriskit ja kognitiiviset prosessit taloudellisessa toiminnassa. <http://www.tekes.fi/julkaisut/ajattelu.pdf>
- Trainer-system for driver training (2001): http://www.trainer.iao.fhg.de/deliverables/TRAINER%20D2.1_Final.pdf

Van Emmerik M.L. & van Rooij, (1999). Efficient Simulator Training: Beyond Fidelity, Proceedings of 10 th International Training & Education conference.

Vartiainen, M. (1985). Simulaatio työtaidon kehittäjänä. TKK.