



Opetus,
Opiskelu,
Oppiminen

Tieto- ja viestintäteknikka
tiederajat ylittävissä konteksteissa

Seppo Tella, Heli Ruokamo,
Jari Multisilta & Riitta Smeds
(toim.)

Rovaniemi 2005

Opetus, opiskelu, oppiminen

Tieto- ja viestintätekniikka

tiederajat ylittävissä konteksteissa

**Seppo Tella, Heli Ruokamo,
Jari Multisilta & Riitta Smeds (toim.)**

Lapin yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja 12

Rovaniemi 2005

**Opetus, opiskelu, oppiminen:
Tieto- ja viestintäteknikka tiederajat ylittävissä konteksteissa**

Lapin yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja 12

Julkaisija / jakaja [<http://www.ulapland.fi/julkaisut>]

Lapin yliopisto,
Kasvatustieteiden tiedekunta (KTK) [<http://www.ulapland.fi/ktk>],
Mediapedagogiikkakeskus (MPK) [<http://www.ulapland.fi/mpk>]
PL 122
96101 ROVANIEMI
Puh: +358 (0)16 341 341
Fax: +358 (0)16 341 2401

Publisher / distributor [<http://www.ulapland.fi/publ>]

University of Lapland,
Faculty of Education [<http://www.ulapland.fi/ktk>],
Centre for Media Pedagogy (CMP) [<http://www.ulapland.fi/mpk>]
P.O. BOX 122
FI-96101 ROVANIEMI
FINLAND
Tel: +358 16 341 341
Fax: +358 16 341 2401

Lapin Yliopistopaino, Rovaniemi 2005

ISBN 951-634-981-1 (nidottu) (paperback)
ISBN 951-634-982-X (PDF)

ISSN 1457-9553 (nid.) (print)
ISSN 1795-0368 (online)

URN:ISBN:951-634-982-X (online)
URN:ISSN:1795-0368 (online)

<http://ktk.ulapland.fi/ISBN951-634-980-3/> (online)

© 2005 Lapin yliopisto ja kirjoittajat

Tämä julkaisu on tekijänoikeussäännösten alainen. Teosta voi lukea ja kopioida eri muodoissaan henkilökohtaista sekä eikaupallista tutkimus-, opetus-, ja opiskelukäyttöä varten. Lähde on aina mainittava. Käyttö kaupallisiin tai muihin tarkoituksiin ilman nimenomaista lupaa on kielletty.

© 2005 University of Lapland and the authors

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for your own personal and non-commercial research, teaching and studying purposes; the source must always be mentioned. Commercial and other forms of use are strictly prohibited without permission from the authors.

Teksti digitaalisen oppimateriaalin elementtinä: Empiirinen tutkimus luettavuuteen vaikuttavista tekijöistä

Lauri Kempainen & Harri Ketamo

Usein kuulee valitettavan kuinka vaikeaa ja epämiellyttävää tietokoneen näyttöpäätteellä on lukea tekstiä. Niinpä moni kertoo joutuvansa tästä syystä tulostamaan kaikki vähänkin pidemmät tekstit lukemista varten. Useimmat sähköiset asiakirjat, lomakkeet, raportit jne. noudattavat taitoltaan edelleenkin tiukasti A4 -muotoa ja -kokoja. Varsinkin digitaalisten oppimateriaalien suunnittelussa tarvittaisiin empiiristä tietoa siitä, millainen merkitys tekstin visuaalisella ilmeellä on luettavuuden kannalta. Tässä tutkimuksessa otetaan ensi askeleet edellä mainitun ongelman parissa. Tutkimuksen kohteeksi päätettiin ottaa mahdollisimman selväpiirteiset ja helposti erotettavat tekstimuotoilut: 1) kirjasinkoko, 2) kirjasimen väri, 3) kirjasintyyppi, 4) palstojen määrä ja 5) palstojen leveys sekä 6) riviväli. Tekstimuotoilujen vaikutusta tutkittiin kuuden oppikirjatekstin perusteella muodostetun monivalintatehtävän avulla. Koehenkilöt (n=222) saivat luettavakseen keskenään eri tavoin muotoiltuja tekstejä. Tuloksia tarkastellessa kiinnitettiin huomiota paitsi siihen, kuinka kauan oikean vastauksen löytämiseen vastaajilta kului keskimäärin aikaa, niin myös oikeiden ja väärin vastausten määrään. Tuloksia tarkasteltiin myös henkilöiltä ennen testiä mitattujen hiirenkäyttönopeuden ja havaintonopeuden avulla. Tehtävien visuaalisen ilmeen erojen merkityksen arvioiminen on mahdollista silloin, kun voidaan vertailla iältään, koulutukseltaan, sukupuoleltaan ja tietokoneen käyttökokemukseltaan samanlaisten vastaajien tuloksia tilastollisesti.

Tutkimuksen tehtävät ja ruudulta luettavaksi tarkoitetut tekstit – huolimatta niiden visuaalisesta ilmeestä – osoittautuivat vaikeiksi nuorimmille (perusopetuksen yläluokkalaisille) vastaajille. Erityisen vaikeaa ohjeiden mukainen tehtävien tekeminen oli 12–15-vuotiaille pojille (2/3 vastauksista hylättiin). Suurin osa hylätyistä vastauksista oli seurausta vastaajan halusta siirtyä eteenpäin testissä perehtymättä lainkaan tehtäviin. Mittarin keräämistä lokiliedoista ilmenee, että useat vastaajat olivat koettaneet arvata vastauksen "klikkaamalla" jokaista vastausvaihtoehtoa. Vaikka tämä ilmiö saattaakin olla seurausta liian vaativista tehtävistä, voi se olla myös sähköisiin oppimateriaaleihin yleisemmin liittyvä ominaisuus. Joidenkin oppilaiden on selvästi vaikeaa keskittyä monia mahdollisuuksia tarjoaviin oppimateriaaleihin ja vastustaa tämän "online experienceksi" nimitetyn "klikkailuvimman" houkutusta.

"Klikkailuvimman" vaikutusta voidaan vähentää suunnittelemalla sähköiset oppimateriaalit dynaamisiksi ja selailuun kannustaviksi, eikä staattisiksi ja suoraviivaisiksi. Myös sähköisten oppimateriaalien sisältämiin toimintaohjeisiin pitäisi kiinnittää huomiota. Moni tutkimukseen osallistuneista vastaajista ohitti tekstinä esitetyt toimintaohjeet lukematta niitä lainkaan.

Ruudulta lukeminen ei ehkä eroa painetun tekstin lukemisesta kognitiivisena prosessina tarkasteltuna; kumpikin taito kehittyy kokemuksen myötä. Niinpä voidaan olettaa, että ruudulta lukemisen kokevat vaikeaksi lähinnä ne, jotka ovat ylipäättään tottumattomia lukijoita. Toisaalta tietokoneen käyttökokemuksella voi olla merkitystä ruudulta lukemisen kannalta. Tästä syystä tutkimuksessa mitattiin koehenkilöiden tietokoneen käyttörutiniina kolmella eri tavalla: 1) koehenkilöiden oman ilmoituksen perusteella, sekä kehittämämme 2) hiirenkäyttötestin ja 3) havaintotestin avulla. Tuloksista ilmenee, että "rutinoituneimmat" 10 % tietokoneenkäyttäjistä selvisivät mittarin tehtävistä tilastollisesti merkittävästi paremmin kuin vähiten tietokonetta käyttäneet 10 % koehenkilöistä. Kaikkein kokeneimmat/ rutinoituneimmat tietokoneenkäyttäjät saavuttavat testissä hyviä tuloksia riippumatta siitä, millaisia tekstimuotoiluja heidän luettavakseen annetuissa tekstikatkelmissa oli käytetty. Tietokoneen käyttörutiniin tai kokeneisuuden merkitys testitulosten selittäjänä jäi kuitenkin paljon ennalta arveltua vähäisemmäksi. Niinpä on todettava, että vastaajien ikä selittää tutkimustuloksia paljon kokeneisuutta kattavammin. Tämä tulos antaa olettaa, että tekstien lukemiseen perustuvan sähköisen oppimateriaalin suuntaaminen alle lukiokäisille ei ole mielekästä.

1 Johdanto

Perusopetuksen alaluokille suunnattujen oppikirjasarjojen mukana on viime aikoina alkanut tulla erilaisia digitaalista dataa sisältäviä "lisukkeita". Opettajanoppaan kansilehden välissä saattaa olla rompullinen oppimispeljä ja tehtäviä tai vapaa pääsy johonkin kustantajan tarjoamaan verkkopalveluun. Digitaaliset oppimateriaalit ovat yleistyneet nopeasti varsinkin teknologiakasvatuksen alalla. Tämä ei ole sikäli yllättävää, että puheena olevasta aihepiiristä on tähän saakka ollut tarjolla sangen niukalti painettuja oppimateriaaleja. Teknologiakasvatuksen oppisisällöt – kuten kaikki teknologiasidonnainen informaatio – vanhenee nopeasti. Siksi varsinkin tietoverkon käyttöön perustuvat oppimateriaaliratkaisut ovat perusteltuja teknologiakasvatuksen alalla – niille on suorastaan tarvetta sillä informaatioteknologian hyödyntäminen sopii erittäin hyvin puheena olevan oppiaineen yleisiin tavoitteisiin ja päämääriin.

Oppimateriaaleja ei ole mielekästä käsitellä yhtenäisenä kirjallisuudenlajina (ellei huomiota kiinnitetä sitten ainoastaan julkaisujen pedagogiseen päätarkoitukseen: opettamiseen). Vaikka erilaiset oppimateriaalit poikkeavatkin toisistaan sisältämänsä informaation, näkökulmien, yleisen vaativuuden, esitystavan ja julkaisumuodon osalta, on niiden päätarkoituksena tukea tavoitteen suuntaista opiskelua, opetusta tai oppimista.

Oppimateriaalien julkaisumuoto – ovatpa ne sitten sähköisiä tai painettuja – on varsinaisen sisältöön verrattuna toissijainen kysymys. Karkeasti ottaen on tärkeämpää kysyä: "Ovatko tehtävät mielekkäitä?" kuin pohtia niiden julkaisukanavaa tai visuaalista ilmettä. Olisi kuitenkin perusteetonta väittää, ettei sähköisillä ja painetuilla oppimateriaaleilla olisi muuta eroa kuin julkaisukanava tai -muoto. Digitaalisissa l. sähköisissä oppimateriaaleissa voidaan hyödyntää monia sellaisia ilmaisukeinoja, jotka eivät ole olleet aiemmin käytettävissä. Niinpä monet pedagogit innostuivat 1990-luvulla sähköisten oppimateriaalin tarjoamasta uusista mahdollisuuksista: nyt voitiin ensimmäistä kertaa tuottaa oppilaiden käyttöön erilaisia vaikeusasteeltaan muuttuvia oppimispeljä, interaktiivisia ohjeita, jatkuvasti ajan tasalla olevia tietokantoja ja välittömästi palautteen antavia (itsearviointia auttavia) testejä. Rohkeimmat teknokraatit väittivät – ja väittävät yhä edelleen – informaatioteknologian multistavan koko koululaitoksen. Vaikka tämä sama väite on esitetty jo 1950-luvulla rainakoneiden tullessa kouluihin, 1960-luvulla diaprojektorien ja 1970-luvulla piirtoheitinten sekä koulu-TV:n yhteydessä, lienee näkemys tällä kertaa aiempaa perustellumpi. Informaatioteknologian pedagogiseen käyttöön liittyvät rajoitukset ja ongelmat eivät ole toki jääneet huomiotta. Sähköiset oppimateriaalit tarvitsevat toimiakseen tietokoneen sekä yhteyden sähkö- ja tietoliikenneverkkoon. Niiden käyttämien vaatii usein jonkinasteista opettajille ja oppilaille suunnattua koulututusta. Lisäksi sähköisten oppimateriaalien valmistaminen on suhteellisen työlästä, kallista ja vaikeaa. Ollaanpa informaatioteknologian pedagogisten sovelusten tulevaisuudesta mitä mieltä hyvänsä, ei hyvän lukutaidon ja luetunymmärtämisen merkitys ainakaan vähene tulevassa tietoyhteiskunnassa.

Taitavan lukijan sanotaan osaavan vaihtaa lukutyyliään tilanteen mukaan. Joskus on tarpeen vain "silmäillä" tekstiä, toisinaan taas jokaisen sanan lukeminen on välttämätöntä. Tässä tutkimuksessa koehenkilöille esitettyihin kysymyksiin vastaukset löysivät nopeimmin ne, jotka osaavat etsiä tehokkaasti yksittäisiä sanoja tekstimassasta. Ovatko he siten parhaita lukijoita tai oivallisimpia opiskelijoita?

Tämän tutkimuksen kirjoittajat ovat syvästi tietoisia siitä, että oppimateriaalitekstin luettavuudessa on kysymys paljon muustakin kuin visuaalisesta ilmeestä, tekstin asettelusta. Semanttiset ratkaisut kuten: sanaston vaativuus, metaforien käyttö, narratiivisuus, tekstin sisäinen koherenssi, tekstinsisäiset viittaukset aiemmin esitettyihin asioihin, yleistysten/yksityiskohtien määrä jne. vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka erilaiset lukijat kykenevät ymmärtämään ja omaksumaan tekstin sisällön. Tässä tutkimuksessa ei myöskään voida arvioida sitä, ovatko testissä esitetyt kysymykset mielekkäitä testattavien kannalta, tai ovatko koehenkilöt ymmärtäneet lukemansa tekstikatkelmat. Mielekkyyden tutkiminen olisi vaatinut tutkimuksen sitomista johonkin tiettyyn koulukurssiin; ymmärtämisen empiirinen testaaminen olisi puolestaan merkinnyt mittarin, tutkimusasetelman ja tutkimusongelmien täydellistä uudelleenmuokkausta.

Näyttöpäätteeltä luettavaksi tarkoitetun oppimateriaalitekstin visuaalisen ilmeen merkityksen empiirinen tutkiminen on edellä mainituista rajoituksista huolimatta perusteltua, sillä aihepiiriin liittyvää perustutkimusta on tehty hyvin vähän. Erilaisissa verkkosivujen tuottamista käsittelevissä oppaissa (esim. Nielsen 1999; Krug 2000; Pearrow 2000; Nielsen & Tahir 2002) on toki kirjoitettu paljon myös visuaalisen ilmeen suunnittelusta. Tällaisissa opaskirjoissa lähdetään yleensä siitä, että teksti on vain yksi visuaaliseen ilmeeseen liittyvä graafinen elementti. Karkeasti yleistäen: tekstin sisältö on toissijaista sen rinnalla, millainen vaikutus sillä on sivun yleisilmeeseen. Muun muassa Nielsenin teos *Designing Web Usability* (1999) ja hänen Tahirin kanssa kirjoittamansa *Homepage Usability* (2002) julistavat, että teksti on suorastaan verkkosivuille eksyneen asiakkaan vihollinen: mitä enemmän kaupallisella sivustolla on tekstiä sitä varmemmin ihmiset siirtyvät muualle. Nielsenin, kuten muidenkin edellä mainittujen verkkosivusuunnittelun asiantuntijoiden opit puhuttelevat varmasti enemmän yritysten myyntipäälliköitä ja heille verkkosivuja suunnittelevia graafikoita kuin oppimateriaalien tuottajia. Toistaiseksi markkinoilla ei ole kuitenkaan ainuttakaan sellaista teosta, jossa olisi keskitytty nimenomaan sähköisen oppimateriaalin visuaalisen ilmeen suunnittelun ja toteutuksen ongelmiin.

Jos sähköisten oppimateriaalitekstien visuaalisen ilmeen merkitystä on tutkittu vähän, on informaation esittämistapojen vaikutusta oppimistuloksiin tutkittu sitäkin enemmän. Erityisesti mediaelementtien (kuva, ääni, teksti) samanaikaista käyttöä on tutkittu paljon. Niin sanotun "Dual Coding (DC) -teorian" lähtökohtana on, että ihmiset käsittelevät informaatiota kahden toisistaan riippumattoman "kanavan" tai "väylän" kautta. Toinen kanava käsittelee verbaalista informaatiota, kuten tekstiä tai puhetta ja toinen kanava puolestaan ei-verbaalista informaatiota, kuten kuvaa tai ääntä (sound). Nämä kanavat voivat mallintaa informaatiota pitkäkestoiseen muistiin siten, että kanavien informaatiot täydentävät toisiaan. (Paivio, 1991; Mayer, 1998; Mayer, 2000). Oppimisen pitäisi – DC-teorian mukaan – olla tehokkaampaa silloin, kun oppija saa informaatiota samanaikaisesti molempien kanavien kautta. Tutkimustulokset näyttävät tukevan tätä oletusta, sillä valvotuissa olosuhteissa parhaita oppimistuloksia on saavutettu oppimateriaalilla, jossa yhdistyy tiivis (mutta aiheen kannalta olennainen) teksti aiheita selittäviin kuviin tai animaatioihin. (Mayer & al, 1996). Mayer tosin huomauttaa, että puheena esitettyä "tekstiä" voi olla oppimateriaaleissa paljon: se jättää visuaaliseen kanavaan selittävälle kuvituksille enemmän tilaa kuin kirjoitettu teksti. (Mayer & Anderson, 1991; Mayer & Moreno, 1998). Puheen ja kirjoitetun tekstin samanaikainen käyttö kuormittaa vain verbaalista kanavaa, ei molempia. Tämä saattaa jopa heikentää oppimateriaalin vaikuttavuutta. (Mayer, 1993). Multimedian käyttö ei ole kuitenkaan ainoa keino hyödyntää Dual Coding -teoriaa. Myös lukijoiden omat, tekstiin perustuvat, kuvitukset auttavat ymmärrystä yhtä hyvin, kuin valmiit selittävät kuvitukset. (Hall & al,

1997). Multimediaa käytettäessä kuvituksen tulisi kuitenkin keskittyä täsmälleen samaan olennaiseen aiheeseen kuin tekstinkin. Viihteellinen kuvitus vie huomion pois itse asiasta (Harp & Mayer, 1998; Garner & al, 1991).

2 Tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät

Tämän tutkimuksen empiiriset ongelmat voidaan tiivistää kolmeksi kysymykseksi:

1. Miten näyttöpäätteeltä luetun tekstin visuaalinen ilme vaikuttaa koehenkilöiden vastausnopeuteen? Tässä tutkimuksessa tekstin *visuaalisella ilmeellä* tarkoitetaan kirjasintyyppiä (Arial, Courier, Times New Roman), kirjasimen väriä, fontin kokoa (10, 12, 14 pt), paltan leveyttä (10, 15, 20 cm), palstojen määrää (1, 2, 3) sekä riviväliä (1, 1,5 ja 2).
2. Miten näyttöpäätteeltä luetun tekstin visuaalinen ilme vaikuttaa koehenkilöiden testituloksiin? (Testituloksilla tarkoitetaan tässä yhteydessä koehenkilöiden antamien oikeiden, väärin ja hylättyjen vastausten määrää.)
3. Voidaanko vastausnopeutta ja testituloksia selittää jonkin muun mittarin keräämän muuttujan avulla?

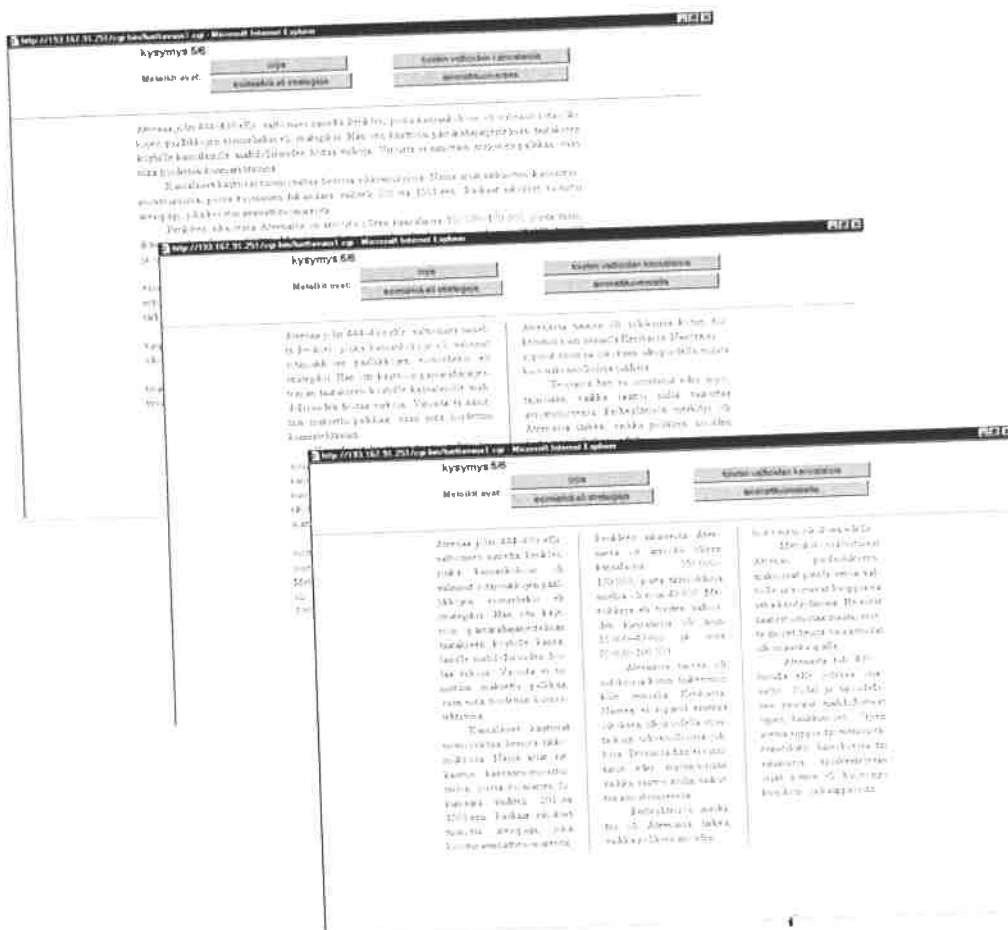
Tutkimuksen empiirinen aineisto kerättiin vuonna 2001 Satakunnassa. Mittaukseen osallistuneista 469:stä koehenkilöstä vertailukelpoisia ovat keskenään samanlaisilta näyttöpäätteiltä testin tehneiden 222:n henkilön tulokset. Muut kokeeseen osallistuneet suorittivat joko kämmentietokoneita varten muokatun testin, tai he käyttivät vastatessaan hiiren sijasta kosketusnäyttöä. Tässä tutkimuksessa käsitellään siis vain sitä 222 henkilön testijoukkoa, joiden mittauksen toteutusta voidaan pitää vertailukelpoisena.

Sähköisten dokumenttien visuaalisen ilmeen merkitystä (esim. käyttöliittymän omaksuttavuutta) on tavallisesti tutkittu käyttäjien esittämien sanallisten kuvausten perusteella. Tällaisissa tutkimuksissa koehenkilöt kertovat verkkosivuja käyttäessään syntyviä tuntemuksiaan observoijalle. Tämän kaltainen jatkuvan ääneen puhumisen, toiminnan sanallistamisen, on todettu tekevän tutkimuksen kohteena olevasta prosessista epäautenttista. Niinpä koehenkilöitä saatetaan toisinaan pyytää kommentoimaan toimintaansa vasta myöhemmin, koetilanteesta nauhoitetun kuvataallenteen avulla. Nielsen, kuten lähes kaikki muutkin "käytettävyytystutkijat" ovat keränneet aineistonsa jommallakummalla edellä mainitulla tavalla. Tässä tutkimuksessa aineisto on kerätty yhdistelemällä mittarin kokoamia lokitietoja koehenkilöiden lomakekyselyssä antamiin vastauksiin. Järjestelmä valvoi koehenkilöiden valitsemia vastausvaihtoehtoja, vastaamiseen käytettyä aikaa, sekä hiiren käytön tehokkuutta. Mittariin kuuluvan kyselylomakkeen avulla selvitettiin muun muassa koehenkilön ikä, sukupuoli, koulutus ja hänen ilmoittamansa tietokoneen käyttökokemus. Näitä koehenkilöiden itse ilmoittamia tietoja käytettiin hyväksi tutkimustulosten tilastollisessa analysoinnissa.

Kehittämäämme mittaria voidaan siis pitää eräänlaisena automaattisena tai virtuaalisena havainnointijärjestelmänä. Virtuaalista havainnointia voidaan perustella ekologisen validiteetin käsitteen näkökulmasta (Loomis & Blascovich, 1999), jonka mukaan luonnollisissa tilanteissa ekologinen validiteetti on korkea — kokeellisen kontrollin lisääntyessä ekologinen validiteetti heikkenee. Virtuaalisessa observoinnissa valitut käyttäjän toiminnat

(hiiren liikkeet, näppäimistön käyttö) talletetaan ohjelmallisesti havaintorekisteriin yhdessä valittujen taustamuuttujien (henkilö, aika, istunto, selain...) kanssa. Virtuaalista observointia hyödyntämällä voidaan mittaustilanne säilyttää luonnollisemman kaltaisena, kuin perinteisellä video-observoinnilla. Tosin virtuaalinen havainnointi mittaa ainoastaan ihminen-kone vuorovaikutusta ja siten siinä menetetään paljon tilannesidonnaista havaintoaineistoa.

Tekstin lukemista näyttöpäätteeltä tutkittiin lukion ensimmäisen luokan historian oppikirjasta valittujen lyhyiden tekstikatkelmien avulla. Tekstit valittiin siten, että esitettiin kysymyksiin oli vaikea vastata laajojenkaan yleistietojen perusteella. Tekstikatkelmat olivat lyhyitä, 150–300 sanan pituisia. Tämä lähtökohta on ehkä pedagogisesti arveluttava, eihän opiskellessa useinkaan ole tarkoitus kahlata tekstiä nopeasti läpi. Testissä ei kuitenkaan pyritty mittaamaan luetunymmärtämistä tai oppimista, vaan erilaisten lukijoiden kykyä etsiä vastauksia ruudulla näkyviin – eri tavoin muotoiltuihin – tekstistä esitettyihin kysymyksiin. Testin käyttöliittymä oli erittäin yksinkertainen (Kuva 1): henkilön tuli vain klikata oikeaa vastausta.



Kuva 1. Lukutestin käyttöliittymä kolmella eri tekstiasettelulla.

Koehenkilöt testattiin 1024x768 -tilaan asetetuilla 17" putkinäytöillä tai 14" nestekidenäytöillä varustetuilla tietokoneilla, joiden laskentateho ja verkkoyhteys olivat riittävän korkeat viiveettömään testaukseen. Käytännössä tämä edellytti vähintään 200Mhz prosessorinopeutta ja 10Mb/s verkkonopeutta. Osa testauksessa käytetyistä työasemista oli 11Mb/s langattomassa verkossa. Langaton verkkoyhteys oli välttämätön jotta testijärjestelmästä saatiin helposti siirrettyä eri testipaikkoihin. Näppäimistöä ei testissä käytetty ja testikoneiden hiiret oli asetettu keskinkertaiseen nopeuteen. Testijärjestelmä sijaitsi 750Mhz PII palvelimella, jossa 100Mb/s kiinteä verkkoyhteys ja 11Mb/s langaton verkkoyhteys. Testijärjestelmä oli rakennettu verkko-oppimateriaalin kaltaiseksi sivustoksi, johon oli liitetty havainnointijärjestelmä.

Lukutesti osoittautui sisäisesti johdonmukaiseksi: Ne jotka menestyivät hyvin yhdessä osiossa, menestyivät hyvin kaikissa osioissa. Lukutestin osat korreloivat tilastollisesti merkittävästi toistensa kanssa. Samoin lukutestin yhteisaika (summamuuttuja) korreloi tilastollisesti merkittävästi jokaisen osansa kanssa.

3 Tutkimuksen otos

Tutkimuksen otos painottui voimakkaasti nuoriin, alle 35 vuotiaisiin, henkilöihin (taulukko 1). Otoksen ikäjakauman vinous on huomioitava tarkastellessa vanhimpien ikäryhmien tuloksia. Toki tilastolliset testit huomioivat laskennallisesti pienet ryhmät, mutta ne eivät huomioi otoksen yksipuoleisuudesta johtuvia mahdollisia vääristymiä.

Taulukko 1. Koehenkilöiden tietokoneen käyttökokemus ikäryhmittäin.

ikäryhmä	Naiset/tytöt		Miehet/pojat	
	ka (vuotta)	n	ka (vuotta)	n
12-15 vuotta	3,8	28	4,1	32
16-20 vuotta	3,8	21	4,2	19
21-35 vuotta	4,0	54	4,7	34
36-50 vuotta	4,7	15	4,7	9
51-65 vuotta	3,6	9	4,0	1

Sukupuolten suhteen aineisto on nuorten ikäryhmien osalta vertailukelpoinen. Vanhimmissa ikäryhmissä ryhmän koko jää liian pieneksi, jotta sukupuolten välisiä eroja voitaisiin tutkia. Miehet ovat käyttäneet tietokonetta keskimäärin 4,4 vuotta ja naiset 3,9 vuotta. Tietokoneet alkoivat yleistyä Suomessa 90-luvun loppupuolella, mikä näkyy myös tässä aineistossa. Mitään suunnattomia eroja ei eri ikäryhmien välillä tästä syystä ollut.

Tietokoneen käyttökokemuksen ja hiiren käyttörutiinin välillä oli mielenkiintoinen yhteys. Vähemmän aikaa tietokonetta käyttäneet menestyivät (hiiren)käyttörutiinia mittaavassa testissä paremmin kuin kauemmin tietokonetta käyttäneet ($r=0,144$, $p=0,002^{**}$). Niinpä sellaiset koehenkilöt, jotka ilmoittivat käyttäneensä tietokonetta jo vuosikautia, saattoivat haravoida hiiren hallintaa mittaavassa testissä. Käyttökokemus vuosissa mitattuna ja käyttörutiini ovat tämän tuloksen perusteella eri asioita. Laajemmin ottaen tutkimustulos saattaa johtua yksinkertaisesti siitä, että nuoret tottuvat hiiren käyttöön aikuisia tehokkaammin tietokonepelien pelaamisen ja internetin käytön seurauksena.

4 Tulokset

Analysoitaessa visuaalisen ilmeen merkitystä vastausnopeuteen käytetään hyväksi vain niiden henkilöiden tuloksia, jotka tekivät vähemmän kuin neljä virhettä testin aikana. Neljä tai enemmän virhettä tehneet hylättiin, koska he ovat oletettavasti koettaneet arvausta vastauksia. Myöskään liian nopeasti vastanneiden tuloksia ei huomioitu tässä yhteydessä. Lopulta ainoastaan 151:n henkilön katsottiin suorittaneen testi hyväksytysti (71 hylättiin jommastakummasta edellä mainitusta syystä).

Kirjasintyyppi ei yleisesti ottaen selitä vastausnopeutta millään tavalla (taulukko 2). Jos tilannetta tarkastellaan ikäryhmittäin (taulukko 3), voidaan kuitenkin todeta, että alle 16-vuotiaille (n=11) Courier kirjasintyyppi on saattanut tuottaa ongelmia. Tämä ikäryhmä on löytänyt Courier -teksteistä vastaukset selvästi hitaammin ($p=0,003^{**}$), kun muita Timesiä ja Arialia lukeneet ikätoverinsa. Huomattakoon, että yli 35-vuotiaiden ryhmään (n=4) kuuluvat ovat selvinneet Courierilla kirjoitetusta tekstistä kaikkein nopeimmin. Tosin pienet ryhmäkoot antavat aiheita epäillä tuloksen yleistettävyyttä. Tuloksia on pidettävä korkeintaan suuntaa antavina, silloinkin varovaisesti.

Taulukko 2. Kirjasintyyppi vastausnopeuden selittäjänä.

Kirjasintyyppi	Testiin käytetty aika (s)	n
Times	50	50
Courier	51	55
Arial	48	46

Courier on perinteinen kirjoituskoneissa käytetty kirjasintyyppi, jota nykyinen aikuisväestö on tottunut näkemään ja lukemaan eri yhteyksissä. Viime vuosina Courier on lähes kadonnut käytöstä, vaikka se kuuluukin edelleen kaikkien tekstinkäsittelyohjelmien kirjasinvalikoimiin. Courier poikkeaa kahdesta muusta tutkimukseen valitusta kirjasintyypistä myös leveytensä osalta: se vie ruudulla muihin verrattuna lähes kaksi kertaa enemmän tilaa.

Taulukko 3. Vastausnopeus ikäryhmittäin eri kirjasintyypeillä.

		Testiin käytetty aika (s)	n
12-15 vuotta	times	66	9
	courier	93	11
	arial	49	7
16-20 vuotta	times	45	6
	courier	44	15
	arial	49	7
21-35 vuotta	times	47	28
	courier	37	23
	arial	48	22
36-50 vuotta	times	50	6
	courier	35	4
	arial	51	7

Myös kirjasimen koko on huono vastausnopeuden selittäjä. Eri ikäryhmien tuloksia tarkasteltaessa ei löydy aihetta tilastolliseen tarkasteluun. Tulos ei muutu, vaikka aineistoa tarkasteltaisiin koehenkilöiden tietokoneen käyttökokemuksen tai -rutiinin perusteella. Taulukosta 4 ilmenee, että 10pt kirjasin tuottaa aavistuksen verran hitaampia vastausaikoja kahteen muuhun kirjasinkokoon verrattuna. Keskiarvojen ero ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä.

Taulukko 4. Kirjasinkoon vaikutus vastausnopeuteen.

Kirjasimen koko	Testiin käytetty aika (s)	n
10pt	23	50
12pt	21	55
14pt	21	46

Kirjasimen koolla saattaa olla merkitystä vastausnopeuteen silloin kun tekstiä on vaikea nähdä (8pt tai alle), tai kun teksti on todella suurikokoista (16pt tai yli). Tutkimukseen ei kuitenkaan valittu tällaisia kirjasinkokoja, sillä tulokset olisivat olleet liian ilmeisiä. Lähtökohtana oli, että tutkittavat kirjasinkoot ovat sellaisia, joita todennäköisesti käytetään oppimateriaalia tuottaessa.

Myös kirjasimen värin tarkastelussa pyrittiin välttämään tahallista tulosten ohjaamista. On arvattavaa, että esimerkiksi oranssi teksti punaisella taustalla olisi tuottanut pidempiä vastausaikoja kuin testiin valitut väriyhdistelmät. Testissä päädyttiin käyttämään mustaa, vihreää ja punaista fonttia. Taustan värinä oli kaikissa tehtävissä valkoinen.

Alla olevasta taulukosta (taulukko 5) ilmenee, ettei tekstin väri vaikuttanut vastausnopeuteen. Tämän tuloksen perusteella voidaan todeta, että oppimateriaalissa voidaan käyttää värillistä tekstiä, mikäli kirjasimen ja taustan välinen kontrasti on riittävän suuri (kirjasin erottuu taustasta). Olisi mielenkiintoista selvittää saadaanko erilaisilla tekstin ja taustan väriyksillä syntymään eroja, mikäli luettavana on pitkiä tekstejä.

Taulukko 5. Kirjasimen värin vaikutus lukunopeuteen.

Kirjasimen väri	Testiin käytetty aika (s)	n
Musta	30	50
Vihreä	32	55
Punainen	32	46

Tekstin taiton vaikutusta vastausnopeuteen tutkittiin kolmen muuttujan avulla: 1) riviväli, 2) palstan leveys ja 3) palstojen määrä. Kuten edellä, tarkastellaan tälläkin kertaa vain testin hyväksytysti suorittaneiden tuloksia.

Riviväliillä (taulukko 6) ja palstan leveydellä (taulukko 7) ei todettu olevan vaikutusta koehenkilöiden vastausnopeuteen. Tulos pysyi samana, ryhmiteltiinpä vastaajia taustamuuttujien perusteella miten hyvänsä. Seuraavissa taulukoissa esitetään kootusti kaikkien koehenkilöiden tuloksista lasketut keskiarvot.

Taulukko 6. Rivivälin vaikutus vastausnopeuteen.

Riviväli	Testiin käytetty aika (s)	n
1	50	50
1,5	50	55
2	50	46

Taulukko 7. Palstan leveyden vaikutus vastausnopeuteen.

Palstan leveys	Testiin käytetty aika (s)	n
20cm	26	50
15cm	25	55
10cm	28	46

Palstojen määrä oli ainoa kiistattomasti vastausnopeuteen vaikuttanut muuttuja tässä tutkimuksessa. Taulukosta 8 voidaan havaita, että kolmepalstaisesta tekstistä oikean vastauksen löytämiseen on mennyt noin 70 % enemmän aikaa yksipalstaiseen ($t=-4,590$, $p=0,000^{***}$) ja 50 % enemmän aikaa kaksipalstaiseen verrattuna ($t=-2,885$, $p=0,004^{**}$). Yksi- ja kaksipalstaisen tekstin lukeneiden vastausnopeuden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 8. Palstojen määrän vaikutus vastausnopeuteen.

Palstojen määrä	Testiin käytetty aika (s)	n
1	25	50
2	28	55
3	42	46

Kolmepalstaiseksi taitetun tekstin lukemista saattoi hidastaa se, että yhdelle riville mahtui keskimäärin kolme sanaa. Tällöin lukijan on kohdistettava katseensa jatkuvasti uudelleen sekä pysty että vaakasuunnassa. Silmänliikkeiden rekisteröintiin perustuneissa tutkimuksissa on havaittu, että silmät siirtyvät luettaessa hyppäyksenomaisesti rivillä pysähtyäkseen 200–300 millisekunnin ajaksi. Informaation sisäänotto tapahtuu tämän, fiksaatioksi nimitetyn "pysähdyksen" aikana. Käytännössä pysähdysten välillä luetaan 8–11 kirjainta. (Niemi, Poskiparta & Lindeman 1993, 12) Kapeapalstaisessa tekstissä silmän "pysähdyksiä" ja taaksepäin suuntautumisia (regressio) tapahtuu luultavasti tavallista useammin. Tutkimustuloksen tarkempi selittäminen vaatii kuitenkin tuekseen syvällistä lukututkimusten analysointia.

Yleisesti ottaen voidaan todeta, ettei tässä tutkimuksessa tarkastelluilla kirjasin -muuttujilla, rivivälillä eikä palstojen leveydellä ollut käytännössä mitään vaikutusta koehenkilöiden vastausnopeuteen. Tämä tarkoittaa toisaalta sitä, että oppimateriaalitekstin ei tarvitse olla väriltään mustaa, kooltaan 12pt tai Times New Roman -kirjasimella tuotettua, mikäli teksti laaditaan valkoiselle pohjalle. Eriväristen taustojen vaikutusta olisi kuitenkin tutkittava lisää. Kuten edellä on todettu, vaikutti palstamäärä testituloksiin tilastollisesti merkitsevästi.

Tällä perusteella voitaneen todeta, että digitaalista oppimateriaalia tuotettaessa tulisi kaapeita tekstipalstoja käyttää harkiten.

Perinteisesti uskotaan, että naiset naisten ja miesten lukutaidossa on eroja – varsinkin nuorten osalta. Tytöt ovat pärjänneet luetunymmärtämistesteissä johdonmukaisesti poikaa paremmin. Tässä tutkimuksessa ei vastausnopeuksien suhteen löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja minkään ikäryhmän osalta. Tulos saattaa vaikuttaa yllättävältä, mutta on muistettava, ettei tässä tutkimuksessa tarkasteltu luetun ymmärtämistä. Niinpä se nopeus, millä koehenkilö löytää jonkin kysytyn asian tekstimassasta, ei luultavasti kerro paljoakaan hänen kyvystään ymmärtää lukemansa.

Tutkimuksen esitestauksessa selvitettiin tietokoneen käyttökokemusta sekä haastatteleamalla testihenkilöitä että lyhyellä hiirenkäyttörutiinia mittaavalla testillä. Tämä tehtiin, koska oli syytä olettaa että tietokoneen käyttökokemus vaikuttaisi jollain tasolla ruudulta lukemiseen. Koko otoksen laajuudessa oletus osoittautui kuitenkin vääräksi. Tietokoneen käyttökokemuksella ei ollut yhteyttä ruudulta lukemiseen ($r=-0,008$ $p=0,146$). Myöskään koehenkilöiden ilmoittama tietokoneen käyttömäärä (tunteja viikossa) ei vaikuttanut lukunopeuteen ($r=0,157$, $p=0,052$). Hiirenkäyttörutiinia mittaavalla testillä haluttiin täydentää lomakekyselyllä saatuja tietoja. Kuitenkaan tällä käyttörutiinilla ei ollut yhteyttä lukunopeuteen ($r=0,133$, $p=0,101$). Kuitenkin, kun tarkastellaan lukutestin parhaan 10 % ja huonoimman 10 % välisiä eroja, sekä käyttökokemuksessa ($t=-2,768$, $p=0,009$) että käyttörutiinissa ($t=2,230$, $p=0,032$) on merkitseviä eroja. Yllättävää on myös se, että parhaiten menestynyt 10 % koostuu pääosin naisista, kun taas huonoiten 10 % koostuu pääosin miehistä. Ääripäiden tuloksiin on suhtauduttava varauksella, sillä niitä selittää parhaiten otoksen hajanaisuus ja koulutuserot. Paras 10 % koostui pääosin kohtuullisen korkeasti koulutetuista 21–35 -vuotiaista, kun taas huonoiten 10 % koostui yksinomaan nuorista vielä koulua käyvistä henkilöistä.

Kokonaisuutena voidaankin sanoa, että vastausten löytymisnopeus näyttöpäätteellä esitetystä tekstimassasta ei ole yhteydessä tietokoneen aikaisempaan käyttökokemukseen/rutiiniin, vaikka aivan ääripäissä ennako-oletukset ovatkin toteutuneet.

Tutkimuksen selvin tulos on iän ja lukunopeuden käänteinen yhteys ($r=-0,181$, $p=0,001^{**}$). Tämä näkyy erityisen selvästi, kun tarkastelemme alle 16 vuotiaiden lukusuorituksia verrattuna vanhempiin ikäryhmiin. Alle 16-vuotiaista testin läpäisi alle 50 % testatuista, muissa ryhmissä läpäisyprosentti oli yli 70. Virheiden ja iän välinen yhteys oli tilastollisesti merkitsevä ($r=-0,1$, $p=0,000^{***}$), vaikkakin korrelaatiokertoimen arvo jää vaatimattomaksi.

Virheiden tekeminen saattaa liittyä nuorten weppiä selatessa oppimaan impulsiiviseen verkkokäyttäytymiseen. Toisaalta he ovat saattaneet omaksua informaation etsimisen liittyviä hyödyllisiä taitoja vanhempiin ryhmiin paremmin, vaikka eivät voineet hyötyä niistä tässä testissä.

Tarkasteltaessa alle 16-vuotiaiden tuloksia tehtäväkohtaisesti (taulukko 9) havaitaan, että he ovat suoriutuneet hitaammin kaikista tehtävistä vanhempiin vastaajaryhmiin verrattuna. Vain kahdessa testissä kuudesta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Taulukko 9. Alle 16-vuotiaiden suoritusten merkitsevyyserot yli 16-vuotiaisiin verrattuna.

Muuttuja	Alle 16v ka (s)	Yli 16v ka (s)	t	p
Kirjasin	72	45	4,110	0,000***
Kirjasimen koko	24	21	0,883	0,378
Kirjasimen väri	35	30	1,097	0,274
Riviväli	67	46	2,724	0,007**
Palstan leveys	33	24	2,726	0,007**
Palstojen määrä	37	27	2,658	0,008**

Testituloksista ilmenevät ikään liittyvät erot ovat riippumattomia testin visuaalisesta ilmeestä. Kuitenkin, voidaan todeta, että erityisesti tekstin taitolla oli merkitystä alle 16-vuotiaiden saavuttamiin tuloksiin. Kirjasimen tyyppiin liittyvä tilastollisesti merkitsevä ero eri ikäryhmi- en välillä selittyi pitkälti jo edellä esitellystä Courierin tuloksia jakavasta vaikutuksesta. Tulosten perusteella voidaan todeta, että nuorille suunnatuissa oppimateriaaleissa tulisi kiinnittää erityistä huomiota tekstin asetteleluun.

Taulukko 10. Hylätyt ikäryhmän ja sukupuolen mukaan lajiteltuna.

ikäryhmä	Naiset/tytöt		Miehet/pojat	
	hylätty	hyväksytty	hylätty	hyväksytty
12-15 vuotta	12	16	21	11
16-20 vuotta	6	15	6	13
21-35 vuotta	9	45	6	28
36-50 vuotta	4	11	3	6
51-65 vuotta	3	6	1	0

Tutkimustulosten hylkääminen ja siihen liittyvät seikat antaisivat mahdollisuuden aivan erilisen tutkimuksen kirjoittamiseen. Näyttää siltä, että virtuaalinen mittaaminen tarjoaa uusia mahdollisuuksia perinteisille *survey*-lomaketutkimuksille. Virtuaalisen mittarin avulla aineis- tosta oli mahdollista poistaa ne, jotka eivät olleet voineet ehtiä lukea kysymystä käyttä- mässään ajassa. Sama koskee myös mahdollisia "arvaajia" (liian monta väärää vastausta peräkkäin). Vaikka koehenkilöiden suorituksen hylkääminen oli tutkimuksen tavoitteen kan- nalta valitettavaa, herätti hylkäämistapausten tarkastelu paljon ajatuksia. Kertooko hylkää- minen jotakin sähköisten oppimateriaalien luonteesta? Millaisia tuloksia saataisiin, jos liit- täisimme seurantaohjelman jonkin internetin "opetussivuston" sivuille?

Tutkimukseen osallistuneiden suoritusten hylkäämisistä 9 johtui liian nopeasta klikkailusta (alle 5 sekuntia vastaukseen) ja 62 hylkäämistä johtui useammasta kuin neljästä väärästä vastauksesta (yhteenlaskettu virheiden määrä kaikista tehtävistä). Suurin osa koehenki- löistä oli ainakin koettanut perehtyä tehtäviin. Liiallisesta nopeudesta hylätyistä 4 on alle 16-vuotiasta poikaa, 2 alle 20-vuotiasta miestä ja yksi 21-35 -vuotias mies. Molemmat liiallisesti nopeuden vuoksi hylätyt naiset olivat yli 35-vuotiaita. Vaikka jakauma onkin mie- lenkiintoinen, rajoittaa aineiston pieni määrä intoamme tehdä yleistyksiä tuloksen perus- teella.

5 Yhteenveto

Tutkimuksen tehtävät ja ruudulta luettavaksi tarkoitetut tekstit – huolimatta niiden visuaalisesta ilmeestä – osoittautuivat vaikeiksi nuorimmille (perusopetuksen yläluokkalaisille) vastaajille. Erityisen vaikeaa ohjeiden mukainen tehtävien tekeminen oli 12–15-vuotiaille pojille (2/3 vastauksista hylättiin). Suurin osa hylätyistä vastauksista oli seurausta vastaajan halusta siirtyä eteenpäin testissä perehtymättä lainkaan tehtäviin. Mittarin keräämistä lokitiedoista ilmenee, että useat vastaajat olivat koettaneet arvata vastauksen "klikkaamalla" josta vastausvaihtoehto. Vaikka tämä ilmiö saattaakin olla seurausta liian vaativista tehtävistä, voi se olla myös sähköisiin oppimateriaaleihin yleisemmin liittyvä ominaisuus. Joidenkin oppilaiden on selvästi vaikeaa keskittyä monia mahdollisuuksia tarjoaviin oppimateriaaleihin ja vastustaa tämän "online experienceksi" nimitetyn "klikkailuvimman" houkutus- ta. "Klikkailuvimman" vaikutusta voidaan vähentää suunnittelemalla sähköiset oppimateriaalit dynaamisiksi ja selailuun kannustaviksi, eikä staattisiksi ja suoraviivaisiksi. Myös sähköisten oppimateriaalien sisältämiin toimintaohjeisiin pitäisi kiinnittää huomiota. Moni tutkimukseemme osallistuneista vastaajista ohitti tekstinä esitetyt toimintaohjeet lukematta niitä lainkaan.

Ruudulta luettavaksi tarkoitetun tekstin visuaalisella ilmeellä ei näytä olevan suurta merkitystä silloin, kun koehenkilöiden tehtäväksi annetaan etsiä vastaus yksiselitteiseen ja rajoitettuun kysymykseen lyhyehköstä testistä. Tosin Courier-kirjasintyyppin lukeminen vaikutti olevan nuoremmille lukijoille huomattavasti työläämpää kuin aikuisille. Pienet tekstin koon muutokset tai maltillinen värinkäyttö eivät vaikuttaneet tuloksiin. Tekstin asettelu (rivit, palstat) ei kokonaisuutena vaikuttanut luettavuuteen. Tiiviisti kolmelle palstalle ahdetun tekstin lukeminen osoittautui testissä huomattavasti yksipalstaisen tekstin lukemista hitaammaksi. Tekstinasettelun selkeyteen tulee kiinnittää huomiota varsinkin nuorille suunnatuissa oppimateriaaleissa.

Digitaalisten oppimateriaalin käytön kannalta keskeisimpänä tuloksena voidaan pitää iän tuoman kokemuksen ja digitaalisen lukutaidon välistä selvää yhteyttä: iäkkäämmät koehenkilöt selviytyivät testeistä tilastollisesti merkitsevästi nuoria nopeammin ja tekivät vähemmän virheitä. Tämän perusteella voidaan todeta, että erityisesti nuorille tarkoitetuissa sähköisissä oppimateriaaleissa kannattanee käyttää tekstiä harkitusti. Tuloksemme viittaavat siihen, että heikoimpien lukijoiden sähköisistä oppimateriaaleista saama hyöty on käytännössä hyvin rajallinen. Näyttää siltä, että tutkimamme kaltaiset oppimateriaalit jakavat opiskelijoita oppimisvalmiuksiensa perusteella tehokkaasti "hyviin" ja "huonoihin". Tässä tutkimuksessa käytetystä mittarista onkin mahdollista jalostaa suuntaa antavaa mittaria, jolla voitaisiin ennustaa jossain määrin esim. lukivaikeuksia tai esim. käyttäjäprofileja digitaalisiin oppimateriaaleihin määrittelevää testimoduulia. Tämänhetkinen aineisto ei vielä riitä tuohon tarkoitukseen, mutta nykyisen perusteella voidaan jo nähdä mahdollisuuksia kehittää tällaisesta testistä työväline digitaalisten oppimateriaalien tueksi.

6 Lähteet

- Garner, R., Alexander, P., Gillingham, M., Kluowich, J. & Brown, R. 1991. Interest and learning from text. *American Educational Research Journal*, vol 28, 4/91, 643–659.
- Hall, V.C., Bailey, J. & Tillman, C. 1997. Can student-generated illustrations be worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, vol 89, 4/97, 677–681.
- Harp, F. & Mayer, R.E. 1998. How seductive details do their damage: A theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, vol 90, 3/98, 414–434.
- Krug, S. 2000. *Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability*. Que, A Division of Macmillan: Indianapolis, Indiana.
- Mayer, R.E. & Anderson, R.B. 1991. Animations need narrations: An experimental test of dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, vol 83, 4/91, 484–490.
- Mayer, R.E. 1993. Illustrations that instruct. Teoksessa: *Advances in Instructional Psychology*. R. Glaser (toim.). Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum, 253–284.
- Mayer, R.E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R. & Tapangco, L. 1996. When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, vol 88, 1/96, 64–73.
- Mayer, R.E. & Moreno, R. 1998. A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, vol 90, 2/98, 313–320.
- Nielsen, J. 1999. *Designing Web Usability*. USA: New Riders Publishing.
- Nielsen, J. & Tahir, M. 2002. *Homepage Usability*. USA: New Riders Publishing.
- Niemi, P., Poskiparta, E. & Lindeman, J. 1993. Lukeminen ja lukemisvaikeudet. Teoksessa: *Oppimisvaikeudet ja opetuksen kehittäminen: Katsaus Turun yliopiston Oppimistutkimuksen keskuksen toimintaan ja tutkimukseen*. Marja Vauras (toim.). Acta Psychologica Fennica 6: Suomen psykologinen seura, 1–16.
- Loomis, J. & Blascovich, J. 1999. Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology. *Behavioral Research Method, Instruments, & Computers*, vol 31, 4/99, 557–564.
- Paivio, A. 1991. Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, vol 45, 255–287.
- Pearrow, M. 2000. *Web Site Usability Handbook*. Charles River Media Inc.: Rockland, Massachusetts.
- Raskin, J. 2000. *The Humane Interface, New Directions for Designing Interactive Systems*. Massachusetts: Addison-Wesley Longman Inc.