



VAASAN YLIOPISTO

PÄIVI SAMPOLA

Käyttäjäkeskeisen käytettävyyden  
arviointimenetelmän kehittäminen  
verkko-opetusympäristöihin  
soveltuvaksi

ACTA WASAENSIA NO 192

---

TIETOTEKNIikka 7

Esitarkastajat: FT Anne Aula  
User experience researcher  
Google Inc.  
1600 Amphitheatre Parkway  
Building #40  
Mountain view, CA 94043  
USA

FT Kari Kuutti  
Professori  
Oulun yliopisto  
Tietojenkäsittelyopin laitos  
Linnainmaa  
90570 OULU

<b>Julkaisija</b> Vaasan yliopisto	<b>Julkaisuajankohta</b> Elokuu 2008	
<b>Tekijä(t)</b> Sampola, Päivi	<b>Julkaisun tyyppi</b> Monografia	
	<b>Julkaisusarjan nimi, osan numero</b> Acta Wasaensia, 192	
<b>Yhteystiedot</b> Vaasan yliopisto Teknillinen tiedekunta Tietotekniikan laitos PL 700 65101 Vaasa	<b>ISBN</b> 978-952-476-234-2	
	<b>ISSN</b> 0355-2667, 1455-7339	
	<b>Sivumäärä</b> 186	<b>Kieli</b> suomi
<b>Julkaisun nimike</b> Käyttäjakeskeisen käytettävyyden arviointimenetelmän kehittäminen verkko-opetusympäristöihin soveltuvaksi		
<b>Tiivistelmä</b> Tämän tutkimuksen tavoitteena on edistää verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointia ja kehittää erityisesti verkko-opetuksen käyttäjän näkökulman huomioiva verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointimenetelmä. Käytettävyyden arviointimenetelmän kehittämisessä lähtökohtana ovat Nielsenin heuristinen käytettävyydsarviointi ja toiminnan teoriaan (Activity Theory) perustuva toiminnan tarkastuslista. Tutkimuksessa analysoidaan aikaisempia käytettävyyden arviointimenetelmiä sekä uuden arviointimenetelmän soveltuvuutta verkko-opetusympäristön käytettävyydsarviointiin. Tavoitteena on kehittää arviointikriteeristö, joka ottaa käyttäjän ja kontekstin paremmin huomioon kuin Nielsenin heuristiikat.  Arviointitietoa kerättiin pääasiassa kyselytekniikalla, jota kehitettiin kahdessa vaiheessa. Lisäksi vertailutietoa verkko-opetusympäristöjen (Moodle ja WebCT) käytettävyydestä ja käytettävyyden arvioinnista hankittiin käytettävyydestäutuksella, heuristisella arvioinnilla ja haastatteluilla. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa kehitettiin heuristisen arvioinnin pohjalta väitemuotoinen arviointikriteeristö (HA). Toisessa vaiheessa kehitettiin HA-käytettävyydkyselyä toiminnan tarkastuslistaa soveltamalla verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointiin soveltuvaksi.  Tutkimuksen lopputuloksena on kyselymuotoinen käyttäjän ja kontekstin huomioiva verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointimenetelmä HA&TT käytettävyydkysely. Tuloksena saadaan myös vertailutietoa käytettävyyden arviointimenetelmistä.		
<b>Asiasanat</b> käytettävyys, arviointi, verkko-opetus, toiminnan teoria (Activity Theory)		



<b>Publisher</b> University of Vaasa	<b>Date of publication</b> August 2008	
<b>Author(s)</b> Päivi Sampola	<b>Type of publication</b> Monograph	
	<b>Name and number of series</b> Acta Wasaensia, 192	
<b>Contact information</b> University of Vaasa Faculty on Technology / Department of Information Technology P.O.Box 700 FI-65101 Vaasa Finland	<b>ISBN</b> 978-952-476-234-2	
	<b>ISSN</b> 0355-2667, 1455-7339	
	<b>Number of pages</b> 186	<b>Language</b> finnish
<b>Title of publication</b> The development of the user-centric usability evaluation method adapted to the evaluation of Virtual Learning Environments		
<b>Abstract</b> <p>The objective of this research is to develop usability assessment method of Virtual Learning Environments, especially with the view of incorporating user- and context-centric subjects. The Nielsen's usability heuristics and Activity Checklist (Activity Theory) are used in developing of the evaluation method (HA&amp;TT usability questionnaire). The earlier usability assessment methods are analyzed and compared with the new questionnaire. The main research problem is: How can the user- and context-centric evaluation criteria be taken into consideration in the usability evaluation of Virtual Learning Environments.</p> <p>A questionnaire, which is developed in two steps, is used as the main research method. Also usability tests, heuristic evaluation and interviews are used in comparing evaluation methods in Virtual Learning Environments (WebCT and Moodle). The information about usability and evaluation of usability is acquisitioned with usability questionnaires. In first step a HA-questionnaire is developed based on Nielsen's heuristics. In the second step a HA&amp;TT-questionnaire is developed by adapting Activity Checklist and Nielsen's heuristics in usability evaluation criteria.</p> <p>The final result of this research is the new user- and context-centric usability evaluation method, HA&amp;TT Usability Questionnaire. This research produces also a comparison of different usability evaluation methods.</p>		
<b>Keywords</b> usability, evaluating, e-learning, Activity Theory		



## ESIPUHE

Kiitän erityisesti ohjaajaani, emeritusprofessori Pertti Järvistä Tampereen yliopistosta, hänen rakentavasta ja pitkäjänteisestä ohjauksestaan. Hän antoi hyödyllisiä ohjeita väitöskirjatyön eri vaiheissa, ohjasi tieteelliseen työskentelyyn, sekä jakoi kerta toisensa jälkeen esittää parannusehdotuksia väitöskirjani käsikirjoitukseen. Hänen ohjauksensa oli erityisen tärkeää väitöskirjani valmistumiselle.

Kiitän lämpimästi epävirallista ohjaajaani KTT Anja Jousrantaa Vaasan yliopistosta hänen merkittävästä ohjaustyöstään ja kannustuksesta väitöskirjatyöskentelyn eri vaiheissa. Häneltä sain parannusehdotuksia väitöskirjani käsikirjoitukseen, ohjeita ja tietoa tiedeyhteisön menettelytavoista. Hänen tukensa oli erityisen tärkeää väitöskirjaprojektin eri vaiheissa.

Professori Kari Kuutti ja FT Anne Aula saavat kiitokseni käsikirjoitukseni esitarkastamisesta ja parannusehdotuksista. Kiitän professori Lorna Udenia Staffordshiren yliopistosta ja professori Kimmo Salmenjokea Vaasan yliopistosta heidän avustaan artikkelin kirjoittamisessa sekä kustosta professori Matti Linnaa.

Kiitän Vaasan ammattikorkeakoulun LM-yksikön toimialajohtaja Elisabeth Malkaa ja osastonjohtaja Kenneth Norrgårdia heidän tuestaan väitöskirjatyöskentelyn eri vaiheissa. He ovat antaneet mahdollisuuden tehdä tutkimusta työn ohella Vaasan ammattikorkeakoulussa. Suomen Akatemiaa kiitän saamastani apurahasta ja ajasta väitöskirjan tekemiseen. Kiitän FM Sanna Pelkosta väitöskirjani suomen kielen tarkastamisesta ja julkaisusihteeri Tarja Saloa esitysasun hiomisesta julkaisukuntoon. Seminaareihin ja konferensseihin osallistuneita kiitän heidän rakentavista kommentteistaan ja ohjeistaan, sekä kyselyihin vastanneita kiitän arvioinneista.

Vanhempiani, veljiäni perheineen, anoppia ja appea, ystäviäni, työtovereitani ja muita minua kannustaneita kiitän heidän myötäelämisestään, avusta ja tuesta pitkän tutkimusprosessin aikana. Erityisen lämpimät kiitokset kaikille rakasta Jennatyttäremme hoitaneille hoitajille, teidän apunne on ollut todella arvokasta.

Aviomiestäni Jussi-Pekkaa kiitän hänen merkittävästä tuestaan väitöskirjan tekemisen eri vaiheissa. Hän on omista kiireistään huolimatta jaksanut kannustaa ja tukea koko tutkimustyöskentelyn ajan. Kiitän tytärtäni Jennaa, joka on saanut äidin välillä unohtamaan tutkijan roolinsa sekä suonut ilon ja onnen hetkiä omalla suloisella olemuksellaan.

Vaasassa, elokuussa 2008

Päivi Sampola





## Sisällys

Esipuhe.....	VII
1 JOHDANTO .....	1
1.1 Verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointi tutkimusaiheena .	2
1.2 Käytettävyydestutkimuksen taustaa .....	4
1.3 Tutkimuksen tavoitteet .....	9
1.4 Tutkimuksen tulokset.....	13
1.5 Tutkimuksen raportointi ja jakautuminen lukuihin .....	14
2 OPETUS VERKKO-OPETUSYMPÄRISTÖSSÄ .....	15
2.1 Ihminen, oppiminen ja verkko-opetusympäristö .....	16
2.2 Verkko-opetuksen pedagogiikka .....	22
2.2.1 Verkko-opetuksen suunnittelu ja toteuttaminen .....	23
2.2.2 Oppiminen verkko-opiskelussa.....	26
2.3 Verkko-opetusympäristön ominaisuudet ja välineet.....	30
2.4 Verkko-opetusympäristöt Moodle ja WebCT.....	33
2.4.1 Open source verkko-opetusympäristö Moodle .....	34
2.4.2 Kaupallinen verkko-opetusympäristö WebCT .....	35
3 KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTIMENETELMIÄ .....	37
3.1 Käytettävyyden määritelmiä ja käytettävyyden merkitys.....	38
3.2 Käytettävyyden arviointimenetelmiä ja niiden vertailua .....	45
3.3 Heuristinen arviointi käytettävyyden arviointimenetelmänä.....	59
3.4 Toiminnan teorian soveltaminen käytettävyyden arviointiin .....	66
3.5 Käytettävyyden heuristiikat ja toiminnan teoria tutkimusaiheena.....	73
4 KAHDEN KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTIMENETELMÄN SUUNNITTELU .....	74
4.1 Nielsenin heuristiseen arviointiin perustuvan käytettävyyden arviointi-menetelmän suunnittelu .....	75
4.2 HA&TT-käytettävyysskyselyn suunnittelu.....	85
5 HEURISTISEN KÄYTETTÄVYYSSKYSelyn TOTEUTUS JA ARVIOINTI VERKKO-OPETUSYMPÄRISTÖISSÄ .....	93
5.1 Heuristisen käytettävyysskyselyn toteutus.....	93
5.2 Käytettävyyden arvioinnin tulokset.....	97
5.2.1 HA-käytettävyysskyselyllä saadut tulokset WebCT- ympäristössä.....	98

5.2.2	HA-käytettävyysskyselyn testauksen tulokset Moodle- ympäristössä .....	103
5.2.3	Opettajien käytettävyysskyselyarvioinnit .....	106
5.2.4	Käytettävyysskysely testauksen arviointimenetelmänä .....	109
5.2.5	Heuristisen asiantuntija-arvioinnin tulokset .....	115
5.3	Käytettävyyden arviointimenetelmien testausten ja tulosten tarkastelua.....	117
6	TOIMINNAN TARKISTUSLISTAN SOVELTAMINEN KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTIIN .....	120
6.1	HA&TT-käytettävyysskyselyn toteutus.....	120
6.2	HA&TT-käytettävyysskyselyllä saadut tulokset .....	121
6.3	HA&TT-käytettävyysskyselyn tulosten arviointia ja vertailua muihin menetelmiin .....	123
7	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTIA .....	131
8	KESKUSTELUA.....	136
8.1	Tulosten merkitys ja suhteutus .....	136
8.2	Tutkimuksen rajoituksia ja jatkotutkimusaiheita.....	138
8.3	Käytännön suosituksia.....	141
	SUMMARY .....	143
	LÄHTEET.....	145
	LIITTEET .....	168

## Kuviot

<b>Kuvio 1.</b>	Järvisen ja Järvisen (2004) tutkimusmetodien taksonomia. ....	11
<b>Kuvio 2.</b>	Kolmitasoinen muistimalli (Sinkkonen ym. 2002) .....	19
<b>Kuvio 3.</b>	Kolbin oppimistyyli (Kolb 1984). ....	20
<b>Kuvio 4.</b>	Oppimisen täydennetty malli.....	25
<b>Kuvio 5.</b>	Malli järjestelmän hyväksyttävyydestä ja käytettävyydestä sen osana .....	38
<b>Kuvio 6.</b>	Viisi näkökulmaa käytettävyyteen (Löwgren 1995: 3). ....	39
<b>Kuvio 7.</b>	ISO 9241-11 -standardin määritelmä käytettävyydestä. ....	41
<b>Kuvio 8.</b>	Nielsenin (1995) hyödyllisyysluokitukset arviointimenetelmien käyttö-kertojen mukaan. ....	52
<b>Kuvio 9.</b>	Tehokkuuspuu .....	53
<b>Kuvio 10.</b>	Arvioijien lukumäärä suhteessa löydettyihin käytettävyysoongelmiin	62
<b>Kuvio 11.</b>	Engeströmin (1987: 78) toimintajärjestelmän yleinen malli. ....	67
<b>Kuvio 12.</b>	Engeströmin malli ja ActAD-malli .....	68
<b>Kuvio 13.</b>	Engeströmin (1987) toimintajärjestelmän yleisen mallin soveltaminen verkko-opetukseen. ....	71
<b>Kuvio 14.</b>	WebCT näkymä ja käytetyt ominaisuudet. ....	96
<b>Kuvio 15.</b>	Näkymä Moodlesta grafiikan opintojakson käytettävyydestä aineistosta. ....	111

## Taulukot

<b>Taulukko 1.</b>	Oppimiskäsitykset (Nevgi & Tirri 2003). ....	27
<b>Taulukko 2.</b>	Esimerkkejä ISO 9241-11 käytettävyyden osa-alueista (Dix et al. 2004: 240). ....	42
<b>Taulukko 3.</b>	Käytettävyyden arviointimenetelmien ja tiedonkeruutekniikoiden ominaisuuksia (Nielsen 1993: 224). ..	46
<b>Taulukko 4.</b>	Ohjeistuslistojen vertailua (Keinonen 1998: 26). ....	64
<b>Taulukko 5.</b>	Tutkimuksen vaiheet ja menetelmät. ....	95
<b>Taulukko 6.</b>	Opintojaksolle ja käytettävyyssarviointeihin osallistuneet. ....	97
<b>Taulukko 7.</b>	Käytettävyysongelmien vakavuusluokittelu. ....	98
<b>Taulukko 8.</b>	HA-käytettävyysskyselyn tulokset WebCT:ssä vuosina 2004 ja 2005. ....	99
<b>Taulukko 9.</b>	WebCT käytettävyysskyselyjen arvioinnit vakavuusluokittain.	101
<b>Taulukko 10.</b>	HA-käytettävyysskyselyn frekvenssit vakavuusluokittain vuosina 2004 ja 2005 Moodlella. ....	105
<b>Taulukko 11.</b>	HA-käytettävyysskyselyn tulokset Moodlella vuosina 2004 ja 2005. ....	106

<b>Taulukko 12.</b>	Opettajien Moodle käytettävyyssarvioinnit vakavuusluokittain vuonna 2004. ....	107
<b>Taulukko 13.</b>	Opettajien löytämät käytettävyyssongelmat Moodlessa .....	108
<b>Taulukko 14.</b>	Moodlen käytettävyysskyselyn tulokset vakavuusluokittain käyttäjien arvioimina vuonna 2005. ....	114
<b>Taulukko 15.</b>	Käytettävyydestin yhteydessä Moodlessa havaitut merkittäviksi arvioidut käytettävyyssongelmat.....	115
<b>Taulukko 16.</b>	Heuristisen asiantuntija-arvioinnin tulokset. ....	116
<b>Taulukko 17.</b>	HA-käytettävyysskyselyssä vakaviksi arvioidut käytettävyyssongelmat vuosina 2004 ja 2005.....	118
<b>Taulukko 18.</b>	Eri menetelmillä löydetyt samanlaiset käytettävyyssongelmat. ....	119
<b>Taulukko 19.</b>	HA&TT-käytettävyyssarvioinnin prosentuaaliset osuudet vakavuusluokittain vuonna 2006.....	121
<b>Taulukko 20.</b>	HA&TT-käytettävyysskyselyllä löydetyt vakaviksi arvioidut käytettävyyssongelmat .....	122
<b>Taulukko 21.</b>	HA&TT-käytettävyysskyselyn tulokset.....	123
<b>Taulukko 22.</b>	Ohjeistuslistojen ja käytettävyysskyselyjen vertailua (Keinonen 1998: 26).....	126
<b>Taulukko 23.</b>	HA&TT-käytettävyysskyselyn ja ”parhaan haastajan” vertailu.....	127
<b>Taulukko 24.</b>	Tutkimuksessa käytettyjen arviointimenetelmien heikkouksia ja vahvuuksia. ....	129

# 1 JOHDANTO

Verkko-opetusympäristöjen laadunhallintaan liittyvät tarpeet ovat nousseet esiin eurooppalaisessa ja kansallisessa koulutuspoliittisessa keskustelussa ja yliopisto-opiskelijoille ja -opettajille suunnatuissa kyselyissä (mm. Opetusministeriö 2004b). Koulutuksen yhteydessä laatu-termillä tarkoitetaan mm. erinomaisuutta, hyvyyttä, virheettömyyttä, tarkoituksenmukaisuutta, tehokkuutta, arvoa ja yhteensopivuutta spesifikaatioiden kanssa (mm. Harvey & Knight 1996, Nielsen 1994b, Reeves & Bednar 1994). Laatu liitetään yleensä tiettyyn tuotteeseen tai palveluun. Viime aikoina on saanut paljon kannatusta näkemys, jonka mukaan asiakas itse asiassa määrittää, mitä laatu on (Reeves & Bednar 1994).

Verkko-opetus on vakiintumassa osaksi yliopisto- ja korkeakouluopetusta. Laajeneva verkko-opetuksen hyödyntäminen aiheuttaa kuitenkin muutospaineita korkeakouluopetukseen, ja siksi verkko-opetusympäristöjen ja verkko-opetuksen laatuun (mm. verkko-opetusympäristön käytettävyyteen) kiinnitetään entistä enemmän huomiota ja laatua halutaan kehittää. Suomen virtuaaliyliopiston ja Suomen virtuaaliammattikorkeakoulun kehittämissyksiköt pyrkivät osaltaan kehittämään laatua ja ovat mm. laatineet portaaleissaan julkaistavan verkkoaineiston laatukriteerit. Opetus- ja tutkimuskäyttöön tarkoitetuille verkkomateriaaleille on myös määritelty yhtenäinen luokittelu. (Vainio 2003: 40; Opetusministeriö 2004a, 2004b: 6–29.)

Tämän tietotekniikan väitöskirjan peruskäsite on käytettävyys. ISO 9241–11-standardi (1998) määrittelee seuraavasti: ”Käytettävyys on se vaikuttavuus, tehokkuus ja tyytyväisyys, jolla tietyt määritellyt käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteet tietyssä ympäristössä”. Määritelmässä vaikuttavuudella tarkoitetaan, miten tarkoin ja täydellisesti käyttäjä saavuttaa tavoitteensa. Tehokkuudella tarkoitetaan tavoitteiden saavuttamista suhteutettuna käytettyihin resursseihin, ja tyytyväisyydellä käytön mukavuutta ja hyväksyttävyyttä. Käytettävyys tarkoittaa käytännössä sitä, kuinka hyvin käyttäjät pystyvät käyttämään tuotetta tai esimerkiksi WWW-palvelua tuottavasti, tehokkaasti ja miellyttävästi määriteltyjen tavoitteiden saavuttamiseksi tietyssä käyttöympäristössä. (ISO 9241-11 1998.)

Käytettävyystutkimuksen yksi tavoitteista on käytettävyyden arviointimenetelmien kehittäminen. Arviointimenetelmien avulla hankitaan tietoja kehitettävistä kohteista ja kehitetään verkko-opetusympäristöjen tai muiden ympäristöjen käytettävyyttä. Käytettävyyden kehittämisen tuloksena saavutetaan entistä onnistuneempia ympäristöjä, joiden käyttäminen on tehokasta. Verkko-opetusympäristön käyttäjän todelliset käytettävyysongelmat saadaan paremmin esille, kun todelliset käyttäjät arvioivat verkko-opetusympäristöä todellisessa käyttötilanteessa. Lisäksi on havaittu, että käy-

tettävyyden kehittämisen tuloksena tukipalvelujen käyttö vähenee, tehtävien suoritus nopeutuu ja käyttäjät ovat tyytyväisempiä. (Garrison 2003: 18–19; Dix, Finley, Abowd & Beale 2004.)

## 1.1 Verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointi tutkimusaiheena

Tässä kohdassa käsitellän verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointia tutkimusaiheena käytännön näkökulmasta. Käsitteenä käytettävyys on syntynyt tietoteknisen kehityksen ohessa, ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen systemaattisen tutkimuksen kautta. Shackelin (1986: 52) mukaan käytettävyyden käsitteen nykyisessä merkityksessään mainitsi ensimmäisen kerran amerikkalainen Robert Miller vuonna 1971 artikkelissa ”Human ease of use criteria and their tradeoffs”. Millerin mukaan käytettävyys perustui käytön helppouteen. Sen jälkeen asiantuntijat ovat jalostaneet käytettävyyden käsitettä. Yksi ensimmäisistä käytettävyyden määrittelmistä on Shackelin (1981) määritelmä: ”Usability is [a system's] capability in human functional terms to be used easily and effectively by the specified range of users, given specified training and support, to fulfil a specified range of tasks, within the specified range of environmental scenarios” (Shackel 1981: 24). Shackelin määritelmä perustui käytön helppouteen ja tehokkuuteen. Vuonna 1991 Shackel on määritellyt, että käytettävyys koostuu käytön tehokkuudesta, opittavuudesta, joustavuudesta ja asenteesta. Käytettävyystutkimus on tarjonnut käytännöllisiä työvälineitä suunnittelulle 1990-luvulta alkaen.

Nielsenin kehittämä käytettävyyden heuristinen arviointi on tunnetuin käytettävyystutkimuksen asiantuntija-arvioinnin menetelmistä (mm. Muller, Matheson, Page & Gallup 1998). Heuristinen arviointi on vakiintunut tarkoittamaan Nielsenin (1993: 155–163) kehittämää käytettävyyden asiantuntija-arviointimenetelmää. Nielsen on suunnitellut arvioinnin erityisesti hyperteksti- ja WWW-käyttöliittymien käytettävyyden arviointiin. Nielsenin tutkimuksiin viitataan lähes jokaisessa käytettävyyteen liittyvässä tieteellisessä tutkimuksessa, artikkelissa, julkaisussa ja kirjassa. Yleensä heuristisella arvioinnilla tai heuristisilla säännöillä tarkoitetaan listoja arviointisäännöistä tai ominaisuuksia, joita käytettävyydeltään onnistuneen käyttöliittymän tulee noudattaa. Se on muihin menetelmiin verrattuna nopea ja halpa menetelmä eikä vaadi laajamittaista suunnittelua etukäteen (Nielsen 1993: 155–163; 1994b; Riihiaho 2000).

Ohjelmiston tuotantoprosessin määrittelyvaiheella on ratkaiseva merkitys ohjelmiston onnistumiselle. Pressman (1997) arvioi, että ylläpitotyöstä noin 80 % johtuu siitä, että järjestelmä tekee vääriä asioita, esimerkiksi järjestelmän tarkoitus on määritelty väärin, puutteellisesti tai lopputulos ei muusta syystä vastaa tarpeeseen. Ohjelmistojen

määrittely- ja suunnitteluvaiheen käyttäjälähtöistä suunnittelua pidetään yleisesti parhaana takeena valmiin järjestelmän käytettävyydelle (Cooper 1999, Laakso 2004). Jos käyttäjä ei ole mukana suunnitteluvaiheessa, tuloksena on suunnittelijan omiin mieltymyksiin perustuva ohjelmisto (Preece 1993) ja tarkoitukseen soveltumattomia ratkaisuja, jotka ovat toimineet hyvin jossakin muussa yhteydessä.

Miksi käytettävyys sitten on tärkeää ja miksi siihen kannattaa panostaa? Käytettävyyden vaikutusta ohjelmistotuotannon kustannuksiin tuotantoprosessissa on tutkittu (mm. Kuutti 2000; Marcus 2005). Mittarina tutkimuksissa on usein käytetty sijoitetun pääoman tuotto prosenttia (ROI, return on investment), joka kertoo yrityksen ansaitsemasta tuotosta. ROI:n käytöstä työn tehokkuuden arvioinnissa on esitetty kritiikkiä, mutta sitä käytetään silti yleisesti arvioitaessa IT-toimintojen, esimerkiksi käyttäjäkeskeisten menetelmien, arvoa organisaatiolle ja IT-investointien kannattavuutta. Marcus (2005) on koonnut tutkimustuloksia käytettävyyden arviointimenetelmien soveltamisen seurauksista ohjelmistotuotantoprojekteissa. Tutkimusten mukaan käytettävyyden parantaminen lisää ohjelmiston käytön tuottavuutta, vähentää käyttäjän tekemiä virheitä ja käyttäjien kouluttamisen tarvetta, lisää säästöjä suunnittelumuutosten siirtyessä ohjelmistotuotantoprosessin aikaisempaan vaiheeseen ja vähentää käyttäjätuen tarvetta. Kaikki nämä tekijät vaikuttavat kuluja säästävästi (internal ROI), sen sijaan järjestelmän huono käytettävyys voi jopa estää käyttäjää tekemästä työtään. (Bannon 1991; Muller et al. 1995; Kortteinen, Nurminen, Reijonen & Torvinen 1996; Nardi 1996; Kuutti 2000; Cockton & Woolrych 2002; Devaraj & Kohli 2002: 6–7; Phillips 2002: 18; Vredenburg et al. 2002; Chauncey 2005; Kohli & Grover 2008).

Käytettävyydeltään onnistunut verkko-opetusympäristö edistää opiskelua ja oppimista, nopeuttaa materiaalin jakoa ja palautteenantoa, parantaa materiaalin saatavuutta, tekee opiskelun sujuvammaksi sekä vaikuttaa positiivisesti oppimistuloksiin. Verkko-opetusympäristön käyttäjä välttää myös tarpeetonta stressiä, kun hänen ei tarvitse etsiä ratkaisuja verkko-opetusympäristön käyttöliittymän käytettävyysongelmiin. Käytettävyydeltään puutteellinen verkko-opetusympäristö laskee opiskelijan aktiivisuutta ja motivaatiota ja tekee opiskelusta aikaa vievää ja hankalaa. Hankalaksi koettu käyttöliittymä voi johtaa opiskelumotivaation menetykseen ja jopa opintojakson suorittamisen keskeyttämiseen. Verkko-opetuksen laatuun vaikuttavat edellä mainittujen lisäksi monet tekijät, kuten opettajan motivaatio ja kiinnostus aiheeseen, opettajan kyky opettaa verkkoympäristössä, hyödyntää verkko-opetuksessaan opetusympäristön ominaisuuksia, opiskelumateriaali ja erilaiset oppimistehtävät. Opiskelijan verkko-opiskelun onnistumiseen vaikuttavat mm. opiskelijan orientaatio, motivaatio ja kiinnostus aiheeseen sekä hänen onnistumisensa oppimisharjoitusten suorituksessa. Myös vuorovaikutus opettajan ja muiden opiskelijoiden kanssa on tärkeä osa verkko-opiskelua. (Kallio 2001; Reid 2001; Pond 2002.)

Tämän tutkimuksen aiheen fokusoituminen verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointimenetelmien kehittämiseen ja käytettävyyden arviointiin on ollut monen vuoden prosessin tulos. Vuodesta 2004 alkaen aineistoa ja käytettävyyesarvioiteja olen koonnut tätä tutkimusta varten. Usean käytettävyyden arviointimenetelmän soveltamisella olen kerännyt vertailuaineistoa taatakseni tutkimuksen monipuolisuuden.

## 1.2 Käytettävyydetutkimuksen taustaa

Käytettävyys liittyy useaan eri tieteen alaan mm. kognitiiviseen psykologiaan, sosiaalipsykologiaan, ergonomiaan ja tietotekniikkaan (Preece, Rogers, Sharp, Benyon, Holland & Carey 1994: 37–43; Hackos & Redish 1998: 14–18). Preece ja muiden (1994: 38) mukaan merkittävimpiä atk-järjestelmien ja www-sivustojen käytettävyydetutkimuksessa vaikuttavia aloja ovat tietotekniikka, kognitiivinen psykologia, sosiaali- ja organisaatiopsykologia sekä ergonomia ja ihmisen piirteiden tutkimus.

Käytettävyyden suunnittelun menetelmillä (Usability Engineering Methods, UEM) tarkoitetaan suunnitteluun, mallinnukseen ja arviointiin tarkoitettuja menetelmiä ja mittareita, joita joukko arvioijia käyttää tuotteiden tai palveluiden, esimerkiksi käyttöliittymien käytettävyyden arvioimiseen, ja käytettävyysongelmien havaitsemiseen (vrt. Nielsen 1993: 1). Menetelmäkehityksen tavoitteena on tuottaa nopeita, helppokäyttöisiä ja tehokkaita menetelmiä erilaisiin tilanteisiin sovellettaviksi. Nielsen ja Mack (1994) jakoivat käytettävyyden arviointimenetelmät automaattisiin, muodollisiin, epämuodollisiin ja empiirisiin arviointimenetelmiin, joista kaksi viimeisintä ovat eniten käytetyt menetelmät. Riihiaho (2000) jakaa arviointimenetelmät empiirisiin käyttäjätesteihin ja asiantuntija-arviointeihin.

Keskustelu järjestelmien ja ympäristöjen käytettävyyden ja laadun mittaamisesta on edennyt aikakausittain: Ensin ergonomian (Shackel 1959), sitten helppokäyttöisyyden (ease-of-use) (Miller 1971; Bennett 1972) ja vasta myöhemmin käytettävyyden osalta (Bennett 1979; Shackel 1981). Tutkimuksissa on käsitelty myös mittausapojen soveltuvuutta, käytettävyydsmittareiden välisiä suhteita ja mittausmenetelmiin liittyviä rajoituksia.

Käytettävyyden kehittäminen on suhteellisen nuori ja poikkitieteellinen tutkimusalue. Yksi ensimmäisistä tieteellisistä käytettävyyserhymistä perustettiin osaksi Association for Computing Machinery (ACM) vuonna 1978, kun sosiaali- ja käyttäytymistieteiden tutkijat alkoivat kiinnittää huomiota tietokoneiden käyttöön omassa työssään (SIGCHI 1996). Tietojenkäsittelyn yleistyessä yliopistoissa ja tutkimuskeskuksissa kiinnostus ihmisen ja tietokoneen välistä vuorovaikutusta kohtaan kasvoi myös tietojenkäsittelyn ammattilaisten keskuudessa (SIGCHI 1996). Vuonna 1982 perustettiin



The ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction (ACM SIGCHI). ACM SIGCHI erikoistui inhimillisiin tekijöihin vuorovaikutusprosessissa, ihmisen suorituksen tarkkailemiseen ja arvioimiseen, erilaisten suunnitteluratkaisujen tekemiseen käyttöliittymän parantamiseksi ja tietotekniikan ja käyttäytymistieteen ammattilaisten sekä loppukäyttäjien välisen kommunikoinnin parantamiseen erilaisin menetelmin. Varsinaista alan syntyhetkeä on vaikea määritellä, koska alaan ovat vuosien varrella vaikuttaneet monet eri tahot. Nykyisin järjestetään käytettävyyden konferensseja, mm. Conference on Human Factors in Computing, ja useissa yliopistoissa on käytettävyyden alan professuureja, joten käytettävyyden tutkimuksen voidaan katsoa vakiinnuttaneen asemansa tieteellisessä yhteisössä (Marcus 2002: 31).

Ives, Olson ja Baroudi (1983) käyttivät erilaisia testejä osoittaakseen käyttäjätyytyväisyyteen sisältyviä ominaisuuksia. He ovat pyrkineet parantamaan UIS (User Information Satisfaction)-mittaria (Cyert & March 1963). Baileyn ja Pearsinin (1982) mukaan UIS-mittarilla selvitetään, onko järjestelmä tarpeellinen, implementoitu ja toimiva. UIS-mittareita on kehitetty edelleen ja Ives ja muut (1983) valitsivat Pearsinin (1977) UIS-mittarin, jonka validiteettia ja reliabiliteettia he testasivat. He lyhensivät mittaria ja pyrkivät tuottamaan standardimittarin UIS:lle survey-tutkimuksen avulla.

Käytettävyyden keskusteluissa on esitelty käytettävyyden tekniikoita ja mittaustapoja uusien käyttökontekstien näkökulmista, mm. kodeissa (Monk 2002) ja tietokonealalla käytettävistä (Mankoff, Dey, Hsieh, Kientz, Ames & Lederer 2003) sekä oppimista tukevien teknologioiden (Soloway, Guzdial & Hay 1994) näkökulmista. Näihin konteksteihin tarvitaan uusia käytettävyyden mittareita ja mittaustapoja, jotka pätevästi huomioivat mikä on tärkeää juuri kyseisessä kontekstissa. Monk (2002) väittää, että kodeissa käytettävien tekniikoiden käyttöön ei sitouduta siksi, että saavutettaisiin tietty päämäärä, vaan että saataisiin kokemuksia. HCI-kirjallisuus sisältää keskustelua esimerkiksi huviin (Carroll & Thomas 1988), estetiikkaan (Tractinsky 1997), näennäiseen käytettävyyteen (Kurosu & Kashimura 1995) ja sosiaalisuuteen (Preece 2000) liittyvistä käytettävyyden näkökulmista ja kehitetyistä mittareista. Kaikkien näiden mukaan käytettävyyden mittaaminen vaatii uudelleentarkastelua (Hornbaek 2006).

Useita EU-käytettävyyden projekteja on toteutettu viimeisten vuosikymmenten aikana yhteistyössä yliopistojen kanssa, mm. Esprit HUFIT (Human Factors in Information Technology) ja Esprit MUSIC (Measuring Usability in Context). Näissä EU-projekteissa on kehitetty järjestelmien käytettävyyteen liittyviä menetelmiä, käsitteitä ja menettelytapoja. ESPRIT-ohjelmissa luotiin käytettävyyden työkaluja ja ohjeistoja, mm. HUFIT-projektissa (1984-1989) luotiin PAS-työkalu (the Planning, Analysis and Specification toolset) IT-suunnittelun tarpeisiin ja Esprit MUSIC -projektissa

(1990-1993) USE-työkalu käytettävyyssarviointien suunnitteluun. Esprit MUSIC -projektin pohjalta on kehitetty myös ISO 9241-11 standardi: ”Guidance on usability”. (Maguire 2000.)

Uusia mittareita tarvitaan, koska ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksessa ja käyttöliittymien toimivuudessa on esiintynyt puutteita ja ongelmia. Aiemmin käytössä olleita käytettävyyden arviointi- ja suunnittelumenetelmiä on arvosteltu mm. ihmisen näkemisestä tietokoneen kaltaisena päättelyprosessien tekijänä. Myös suunnitteluasiakirjojen suositusten soveltamisvaikeudet (esim. vaatimusmäärittelyt) sekä tutkimustulosten hyödyntämistä vaikeudet käytännössä ovat aiheuttaneet arvostelua. Vaatimusmäärittelyissä on kiinnitetty huomio teknisiin yksityiskohtiin, mutta käyttäjien toiminnalliset tarpeet ja käyttäjien näkökulma puuttuvat usein. Arvostelua on aiheuttanut myös se, että kehittäjät ovat käyttäneet arvioinnissaan rajallista ja keinotekoisia laboratorioympäristöä eikä todellisen käyttäjän toimintaympäristöä sekä jättäneet käyttökontekstin huomiotta. (Bannon 1991; Muller et al. 1995; Kortteinen ym. 1996; Nardi 1996; Kuutti 2000; Cockton & Woolrych 2002; Smith & Carey 2002; Vredenburg et al. 2002.)

Käytettävyyden arviointiin soveltuvia ohjeistoja ja menetelmiä on kehitetty viime vuosikymmenien aikana useita. Vuonna 1987 Apple Computer kehitti vuorovaikutteisuusohjeiston, ja Norman seuraavana vuonna seitsemän periaatetta, joilla voidaan helpottaa käyttöliittymän tai järjestelmän suunnittelu- ja arviointitehtäviä. Ravden ja Johanson (1989) kehittivät järjestelmän tarkasteluun arviointiohjeiston vuonna 1989. ISO 9241-10 standardi (1996) esittelee myös periaatteita dialogille tietokoneen ja käyttäjän välillä. Näiden ohjeistojen pohjalta on kehitetty myös useita muunnelmia mm. Tukiainen ja Lempisen (1994) lomake Ravdenin ja Johansonin ohjeiston pohjalta sekä Holcompin ja Tharpin (1991) kehittämä ohjeisto. Myös Muller, McClard, Bell, Dooley, Meiskey, Meskill, Sparks ja Tellam (1995) ovat kehittäneet Nielsenin ohjeistoa ja lisänneet siihen kolme uutta heuristiikkaa. Kaikki edellä mainitut ohjeistot on kehitetty asiantuntijoiden suorittamaan käytettävyyssarviointiin soveltuvaksi.

Tukiainen ja Lempinen (1994) ovat kehittäneet Ravdenin ja Johnsonin (1989) menetelmän pohjalta käyttäjille tarkoitetun ohjelmiston käytettävyyssarviointilomakkeen, joka sisältää yli 100 kysymystä ja näin ollen sen huolellinen täyttäminen vaatii käyttäjältä paljon aikaa. Tämä lomake ei huomioi verkko-opetusympäristön erityisominaisuuksia, sillä se on kehitetty www-sivustojen arviointiin suunnattujen ohjeistojen pohjalta. Heidän lomakkeellaan ei löydetä verkko-opetusympäristön erityisluonnetta koskevia käytettävyysongelmia.

Tähän asti käytettävyyden arvioinnissa on käytetty asiantuntijoita useammin kuin käyttäjiä. Asiantuntija-arviointi ei välttämättä tuo esille todellisessa käyttötilanteessa

käyttäjän ja järjestelmän välillä esiintyviä, vuorovaikutukseen liittyviä käytettävyyssongelmia. Asiantuntija-arvioinnilla löydetään kuitenkin useita vakavia käytettävyyssongelmia. Nielsenin mukaan heuristinen ohjeisto toimii parhaiten, kun löydettyjä käytettävyyssongelmia selitetään tai kuvaillaan (Nielsen 1994b). Ohjeistoon ei kuulu korjausehdotuksia, mutta Nielsen suosittelee, että heuristisen arvioinnin tuloksissa listattaisiin käytettävyyssongelmien lisäksi suositukset ongelmien ratkaisemiseksi. Heuristisella arvioinnilla ei taata täydellisiä ja kaikenkattavia tuloksia vaan lisäksi on hyvä käyttää käytettävyydestä (Nielsen 1994b). Testissä käyttäjä tekee annettuja testitehtäviä normaalilla tavallaan ja tutkija arvioi järjestelmän käytettävyyttä testauksen perusteella (Sinkkonen, Kuoppala, Parkkinen & Vastamäki 2002).

Muller ja muut (1995) ovat kritisoineet Nielsenin heuristista arviointia siitä, että se ei ota kantaa tuotteen kontekstuaaliseen käyttöön. Käytännön tutkimusten perusteella he lisäsivät Nielsenin listaan kolme uutta heuristiikkaa: a) kunnioita käyttäjää ja hänen taitojaan (respect the user and her/his skills), b) tuota miellyttävä tuotteen käyttökokemus (pleasureable experience with the system) c) tue laatutyöskentelyä (support quality work). Cockton ja Woolrych (2002) ovat kritisoineet asiantuntija-arviointimenetelmien muistilistojen virhealttiutta ja toteutustapaa. Heidän mukaansa ne toteutetaan liian nopeasti, liian pienillä arvioijamäärillä ja vähäisellä asiantuntemuksella. He suosittelevat, että nopeita menetelmiä voisi kehittää esimerkiksi lisäämällä arvioijien määrää.

Vredenburgin ja muiden (2002) tutkimuksessa tarkasteltiin käytettävyyden asiantuntija-arviointimenetelmien heikkouksia ja vahvuuksia. Ko. menetelmien tärkeimpinä vahvuuksina pidettiin alhaisia kustannuksia, menetelmän käyttämisen nopeutta ja tiedon saatavuutta, tulosten pätevyyttä ja laatua. Heikkouksina ilmeni käyttäjän näkökulman puuttuminen, arvioinnin ja dokumentoinnin vaikeus sekä tulosten epäuskoisuus. Muodollisen heuristisen arvioinnin hyviä puolia olivat nopeus, halpuus, tulosten pätevyys ja laadukkuus. Heikkouksina tuli esiin asiantuntemuksen vaikea saatavuus, käyttäjien osallistumattomuus sekä tulosten pätevyyteen ja laatuun liittyvät seikat. Tulosten pätevyyteen ja laadukkuuteen liittyvien piirteiden ristiriitainen arviointi saattaa johtua näiden piirteiden kattaman aihepiirin laajuudesta.

Kyselytyyppisiä arviointimenetelmiä on käytetty onnistuneesti erilaisissa tutkimuksissa, ja menetelmistä on kehitetty erilaisia muunnoksia ja esimerkiksi automaattisia apuvälineitä mm. käytettävyysskyselyjen laatimiseen. Kyselyjä voidaan käyttää joko tutkimuksen ainoana tiedonkeruumenetelmänä tai yhdessä muiden menetelmien kanssa. Valmiita kyselylomakkeita on kehitetty myös erilaisiin tarkoituksiin soveltuviksi mm. WWW-pohjaisten käyttöliittymien ja järjestelmien käytettävyyden arviointiin. Chin, Diehl & Norman (1988) kehittivät QUIS-kyselylomakkeen (Questionnaire for User Interaction Satisfaction), joka perustuu Shneidermanin (1986) kahdeksaan

kultaiseen sääntöön. SUMI (Software Usability Measurement Inventory)-lomake (Kirakowski 1996) kehitettiin järjestelmän käytettävyyden viiden (tehokkuus, miellyttävyys, avuliaisuus, hallinta ja opittavuus) osa-alueen arviointiin (Kirakowski 1994). SUMI-lomakkeen hyvänä puolena ovat standardoidut tulokset, joiden avulla vertailukelpoisuus muiden järjestelmien käytettävyyteen paranee. Muita lomakkeita ovat esimerkiksi Lewisin (1995) kehittämät ASQ-, PSSUQ- ja CSUQ-lomakkeet. ASQ-lomaketta (After Scenario Questionnaire) käytetään käytettävyydestin jokaisen tehtävän jälkeen, PSSUQ-lomaketta (Post-Study System Usability Questionnaire) käytettävyydestin jälkeen ja CSUQ-lomaketta (Computer System Usability Questionnaire) kenttätutkimuksiin.

Valmiiden kyselylomakkeiden käyttämisen ongelmana on, että ne eivät huomioi toiminnan tarkistuslistassa olevia asioita, eivätkä ne välttämättä sovellu verkko-opetusympäristön erityisominaisuuksien arviointiin. Tutkimustilanne ja -tavoite määrittävät, kuinka hyvin kyselylomakkeet soveltuvat tutkimuksen osaksi. Yksi rajoite valmiiden lomakkeiden käytölle suomalaisessa tutkimuksessa on niiden englanninkielisyys. Suomenkielisissä käännösversioissa ongelmia tuottavat huonot käännökset ja termistön vakiintumattomuus. Valmiit lomakkeet eivät myöskään välttämättä anna riittävän yksityiskohtaista tietoa tutkimuksen kohteesta. Mm. näiden syiden vuoksi tarvitaan lomakkeiden muokkaamista tai täysin uuden lomakkeen laadintaa. Standardoitujen arviointikriteeristöjen kehittäminen perustuu iteratiiviseen muokkaus- ja testausprosessiin. Standardoinnilla taataan arvioinnin tulosten vertailukelpoisuus. Standardoimattomien arviointikriteeristöjen vertailuja on myös toteutettu ja niiden perusteella voidaan todeta, että arviointikriteeristöt kaikesta huolimatta antavat usein yhteneväisiä tuloksia. (Kirakowski 1994; Lewis 1995; Keinonen 1998; Perlman 2001; WAMMI consortium 2002.)

Toiminnan teorian rooli käytettävyydetutkimuksessa on monitasoinen, ja sen avulla tutkittavaa asiaa voidaan käsitellä eri tasoilla yhtenäisessä viitekehyksessä. Toiminnan teoria tarjoaa käsitteitä ja periaatteita kontekstin ja dynamiikan tutkimiseen. Dynamiikalla tarkoitetaan esimerkiksi toimenpiteiden, toimintojen ja tekojen uudelleenmuokkausta tietotekniikan avulla. (Kuutti 1996.)

Kaptelinin ja muut (1999) kehittivät toiminnan teorian pohjalta toiminnan tarkistuslistan (Activity Checklist) helpottaakseen tutkijoita löytämään oikeat kysymykset. Kysymyksillä pyritään tunnistamaan käyttäjien näkökulmasta tärkeimmät ongelmat kohdat käyttöliittymässä ja sen rakenteessa. Toiminnan tarkistuslistasta on kehitetty omat versiot kehitys- ja arviointityöhön ja sitä käytetään tehokkaimmin yhdessä muiden arviointimenetelmien kanssa. Toiminnan tarkistuslistan kehittäjien mukaan toiminnan tarkistuslistaa ei tarvitse käydä läpi kohta kohdalta, vaan voidaan valita arvioinnin kannalta sopivimmat kohdat. Toiminnan tarkistuslistan käytön hyödyllisyys

riippuu arvioijan kyvystä valita tarkastuslistasta ko. tapauksen kannalta oleelliset kohdat. (Kaptelinin, Nardi & Macaulau 1999.)

Ardito, De Marsico, Lanzilotti, Levialdi, Roselli, Rossano ja Tersigni (2004) sekä Ardito, Costabile, De Marsico, Lanzilotti, Levialdi, Roselli ja Rossano (2006) määrittelivät verkko-opetusympäristöjen käytettävyysskriteereitä ja sovelsivat SUE-arviointityökalua (Systematic Usability Evaluation) opetusympäristön arvioinnissa. He ovat soveltaneet käytettävyysskriteereitä käyttäjien suorittamissa käytettävyyss-testissä. Tutkijat ovat molemmissa tutkimuksissaan pyrkineet huomioimaan verkko-opetusympäristön erityispiirteet.

Ardito, Costabile, De Angeli ja Lanzilotti (2006) esittelivät tutkimuksessaan eLSE-menetelmän (e-Learning Systematic Evaluation), jossa käytetään Abstract Task -arviointitekniikkaa käytettävyydestin yhteydessä, tavoitteena tarkan arvioinnin saaminen. Abstract Task -tekniikassa kuvataan tarkasti kaikki toiminnot, jotka suoritetaan arvioinnin aikana. Arditon ja muiden (2006) tutkimuksessa kolme noviisiarvioijaryhmää arvioi Abstract Task -tekniikalla, heuristisella arvioinnilla ja käytettävyyss-testauksella kaupallista verkko-opetusympäristöä. Tutkimustuloksissa raportoitiin että, AT-tekniikka oli heuristista arviointia ja käytettävyyss-testausta tehokkaampi. Abstract Task -tekniikka sisältää tehokkaita työkaluja, jotka ohjaavat arvioijia ja parantavat heidän arviointisuoritustaan. Tutkijoiden mukaan vähän arviointikokemusta omaavat arvioijat eivät kuitenkaan pysty tekemään merkittäviä huomioita.

Ssemugabi ja Sisulu (2007) ovat vertailleet kahden käytettävyyden arviointimenetelmän tuloksia verkko-opetusympäristössä. He vertailevat asiantuntijoiden suorittamalla heuristisella arvioinnilla ja käyttäjien käytettävyysskyselyllä löydettyjen käytettävyyssongelmien määrää keskenään. Heidän tulostensa mukaan asiantuntijoiden suorittamalla heuristisella arvioinnilla löydetään enemmän käytettävyyssongelmia kuin käyttäjille suunnatulla kyselylomakkeella. Koska käyttäjien kyselylomake on tehty hyödyntäen pelkästään heuristisen arvioinnin ohjeita, toiminnan tarkistuslistan käytettävyyden arviointiin vaikuttavia ominaisuuksia ei ole huomioitu (käyttäjä ja konteksti), eikä liioin verkko-opetusympäristön erityispiirteitä.

### 1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on käyttäjän ja kontekstin huomioivan käytettävyyden arviointikriteeristön kehittäminen verkko-opetusympäristöön soveltuvaksi sekä verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointi ja kehittäminen. Tällä suunnitellututkimuksella haluan yhdistää ja kehittää aikaisemmin tutkijoiden onnistuneesti käyttämiä arviointimenetelmiä (mm. Nielsen 1994b; Muller, McClard, Bell, Dooley,

Meiskey, Meskill, Sparks ja Tellam 1995; Riihiaho 2000; Liaw, Huang & Chen 2007) ja tarkastella HA&TT-käytettävyysskyselyn (HA=heuristinen arviointi, TT=toiminnan tarkistuslista) paremmuutta verkko-opetusympäristön käytettävyyssarviointissa aikaisempiin menetelmiin ja kyselyihin verrattuna. Tutkimuksen tehtävänä on määritellä arviointikriteeristö verkko-opetuksen käytettävyyden arvioimiseen sekä koetella kyseisen kriteeristön soveltuvuutta verkko-opetusympäristön käytettävyyden arvioimiseen.

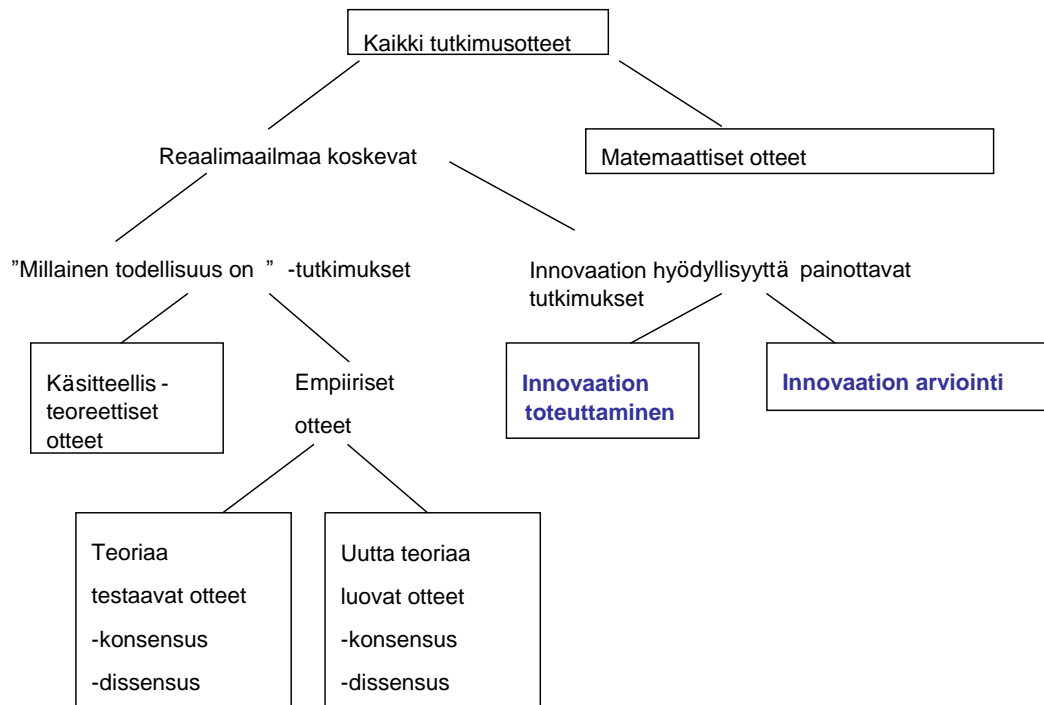
Tämän väitöskirjan tutkimustehtävä on kehitellä kyselypohjalta toimiva arviointikriteeristö, joka ottaa käyttäjän ja kontekstin paremmin huomioon kuin Nielsenin heuristiikat? Yksityiskohtaiset kysymykset arviointikriteeristön laadinnassa ovat:

1. Miten Nielsenin heuristista arviointia ja toiminnan tarkistuslistaa voidaan soveltaa verkko-opetusympäristön käyttäjä- ja kontekstiläheisessä käytettävyyden arvioinnissa kyselymuotoisesti?
2. Minkälaisia käytettävyyssongelmia löydetään korkeakouluopiskelijoiden ja -opettajien arvioinnin tuloksena HA- ja HA&TT -kyselymenetelmillä WebCT ja Moodle -ympäristöissä?
3. Löydetäänkö HA- ja HA&TT -kyselymenetelmillä käyttäjän näkökulmasta vakavampia verkko-opetusympäristöjen käytettävyyssongelmia?

Tutkimuksen päätavoite on siis kehittää käytettävyyden arviointikriteeristöä ja parantaa arviointimenetelmiä. Tässä tutkimuksessa tarkoitan arviointimenetelmällä arviointikriteeristön ja arviointitavan muodostamaa kokonaisuutta. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa kehitän väitemuotoisen arviointikriteeristön HA-käytettävyysskyselyyn (liite 1) Nielsenin kymmenen heuristisen ohjeen pohjalta. Toisessa vaiheessa kehitän ensimmäistä HA-käytettävyysskyselyä HA&TT-käytettävyysskyselyksi (liite 2) soveltamalla toiminnan tarkistuslistaa verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointiin. Tässä tutkimuksessa korkeakouluopettajat ja – opiskelijat arvioivat verkko-opetusympäristön käytettävyyttä WWW-kyselyillä. Lisäksi korkeakouluopiskelijat arvioivat käytettävyyttä käytettävyydestillä ja asiantuntija-arvioinneilla. Käytettävyyden arviointimenetelmiä testataan kahdessa verkko-opetusympäristössä ja tehdään havaintoja sekä arvioita verkko-opetusympäristön käytettävyydestä ja arviointimenetelmistä. Arvioinnin ja testauksen tavoitteena on mahdollisimman monen todellisen käytettävyyssongelman löytäminen (goal function). Erityisesti käyttäjää eniten häiritsevät käytettävyyssongelmat halutaan löytää (kysymys 2) verkko-opetusympäristön käytettävyyden kehittämiseksi. Arvioinnin jälkeen vertaillaan sekä HA- (heuristiikat) ja HA&TT-käytettävyysskyselyn (heuristiikat ja toiminnan teoria) tuloksia kahdessa verkko-opetusympäristössä sekä erilaisia arviointimenetelmiä keskenään.

Tutkimusmenetelmänä on innovaation hyödyllisyyttä painottava konstruktiivinen tutkimus (kuviot 1), jossa verkko-opetusympäristön käytettävyyden arvioimiseen lii-

tyviä kysymyksiä pyritään ratkaisemaan luomalla uusi konstruktio, verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointikriteeristö. Konstruktivinen tutkimusote on innovatiivisia konstruktioita tuottava metodologia, jolla tässä käytettävyydestutkimuksessa pyritään ratkaisemaan käytettävyyden arviointiin liittyvä aito reaali maailman tarve, joka on käytettävyyden arvioiminen ja arviointimenetelmän kehittäminen (Järvinen & Järvinen 2004). Verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointikriteeristön suunnittelussa perusongelma on, minkälainen kriteeristön pitäisi olla, jotta sillä löydettäisiin ainakin vakavimmat käyttäjä- ja kontekstisidonnaiset käytettävyysohjelmat. Innovaation hyödyllisyys perustuu siihen, että toiminnan teorian kautta arviointimenetelmän kriteeristössä painotetaan toiminnan ja arvioinnin sitomista kontekstiin, joten arviointimenetelmällä löydetään verkko-opetusympäristöistä uudenlaista tietoa (käytettävyysohjelmaa).



**Kuvio 1.** Järvisen ja Järvisen (2004) tutkimusmetodien taksonomia.

March ja Smith (1995) käyttävät termiä *artefakti*, joka viittaa tekniseen innovaatioon. Järvinen ja Järvinen (2004) käyttävät taksonomiassaan yleisempää termiä *innovaatio*, jolloin termin alaan voidaan sisällyttää sekä tekniset, sosiaaliset, tiedolliset ja teoreettiset innovaatiot että näiden yhdistelmät. Tässä tutkimuksessa toteutan uuden innovaation siis arviointikriteeristön käytettävyyden arviointiin sekä arvioin kriteeristön hyödyllisyyttä.

Hevner, March, Park ja Ram (2004) ovat jalostaneet Marchin ja Smithin (1995) viitekehyksen pohjalta tietojärjestelmätieteen tutkimuksen viitekehyksen, jossa he jäsen-

tävät tutkimustehtävät kahteen joukkoon: käyttäytymistieteellisiin ja suunnittelutieteellisiin tutkimuksiin. Käyttäytymistieteiden tutkimus on joko teoriaa testaavaa tai uutta teoriaa luovaa. Suunnittelutieteellinen tutkimus on artefaktia rakentavaa ja/ tai artefaktia evaluoivaa. Tutkimusartefaktina eli innovatiivisena arvioinnin kohteena ovat tässä tutkimuksessa kehitetyt verkko-opetusympäristön käytettävyyden kriteeristöt.

Tässä tutkimuksessa kehitetään uudentyyppiset kriteeristöt ja arvioidaan miten kriteeristöt toimivat. Kriteeristöjä testataan usean vuoden aikana todellisessa käyttökontekstissaan sekä pyritään ymmärtämään opettajan ja opiskelijan vaatimuksia verkko-opetusympäristön käytettävyydestä. Käytettävyysselvityksessä käytetään kysymyssarjoja, joissa esitetään joukko väitteitä ryhmiteltyinä joko heuristisen arvioinnin periaatteiden tai toiminnan tarkistuslistan osa-alueiden mukaan. (Järvinen & Järvinen 2004: 164).

Uudet käytettävyyden arvioinnin kriteeristöt on suunnattu verkko-opetusympäristön käyttäjille, eikä vain käytettävyyden asiantuntijoille. Tavoitteena on, että kriteeristön käyttö olisi niin helppoa kuin kyselylomakkeen täyttö: kriteeristö, jossa on joukko väitteitä, joihin vastaaja ottaa kantaa viisiluokkaisen luokituksen mukaan (Järvinen & Järvinen 2004: 164). HA&TT -kyselymuotoisen (HA = heuristinen arviointi, TT = toiminnan teoria) kriteeristön kehitystyössä on huomioitu erityisesti käyttäjän ja kontekstin näkökulmat. Konteksti tekee kustakin arvioitavasta kohteesta ainutlaatuisen ja siksi kontekstin vaikutukset kohteeseen tulee huomioida. Kontekstin merkitystä ovat korostaneet mm. Matikainen ja Manninen (2000), Briton (2001), Forsblom & Silius (2002), Sambrook, Geerthuis & Cheseldine (2000) ja Korhonen (2003).

Kyselytutkimukset toteutettiin WWW-lomakkeilla vuosina 2004–2006 Vaasan ammattikorkeakoulussa. Pelkästään Nielsenin heuristiseen arviointiin perustuva käytettävyysselvitys toteutettiin vuosina 2004 ja 2005. Heuristiseen arviointiin ja toiminnan tarkistuslistaan perustuva HA&TT-käytettävyysselvitys toteutettiin vuonna 2006. Lisäksi käyttäjät testasivat verkko-opetusympäristöä ääneenajattelemalla käytettävyysselvityksessä ja asiantuntijat haastattelivat käyttäjiä. Olen vuosittain koetellut luomiani arviointimenetelmiä, joilla käyttäjät arvioivat WebCT ja Moodle-ympäristöjen käytettävyyttä kyselylomakkeilla opintojakson toteutuksen jälkeen ns. ex post facto -tutkimuksena. Lisäksi asiantuntijat tekivät Nielsenin heuristisen arvioinnin asiantuntija-arviointina. Erilaisten käytettävyyden arviointimenetelmien hyödyntämisellä hankittiin tietoa sekä arviointimenetelmistä että WebCT ja Moodle verkko-opetusympäristöjen käytettävyydestä.



## 1.4 Tutkimuksen tulokset

Tämän tutkimuksen tuloksena saadaan verkko-opetusympäristön kyselymuotoinen arviointikriteeristö hyödyntäen toiminnan teoriaa ja heuristista arviointia. HA&TT-kyselymenetelmän näkökulma on käyttäjä- ja kontekstikeskeinen verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointi käyttäjän näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa kehitetyt menetelmät on suunnattu nimenomaan verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointiin, kun Nielsenin heuristinen arviointi on tarkoitettu yleisesti WWW-sivustojen käytettävyyden arviointiin. Kuutin (1995) mukaan toiminnan teorian vahvuudet tulevat käytettävyydetutkimuksessa esille erityisesti monimutkaisten käyttöliittymien arvioinnissa. Toiminnan tarkistuslista auttaa analysoimaan, miten ihmiset käyttävät tietokonetta. Tämän tutkimuksen tulos on uusi muunnelma käytettävyyden arviointimenetelmäksi, jossa hyödynnetään kyselymuotoisesti toiminnan teoriaa ja Nielsenin heuristista arviointia.

Psykologi Vygotsky opiskelijoineen alkoi kehittää toiminnan teoriaa Venäjällä 1920-luvulla tarkoituksenaan luoda vallitsevia psykoanalyttisiä ja behavioristisia näkemyksiä kattavampi psykologinen lähestymistapa. Tavoitteena oli ymmärtää paremmin ihmisen ominaisuuksia (Bertelsen & Bødker 2003). Toiminnan teoria on filosofinen ja monitieteinen viitekehys ihmisen toiminnan tutkimiseen. Teoria tarjoaa peruseräiteitä ja käsitteitä ihmisen toiminnan kuvaamiseen. HCI-tutkijoille toiminnan teoria tarjoaa vaihtoehtoisen lähestymistavan, jossa korostetaan käyttäjän ja kontekstin tärkeyttä. Myöhemmin teoriaa ovat kehittäneet venäläiset psykologit Leontev ja Luria. Suomalainen Engeström (1995) on kansainvälisesti tunnettu toiminnan teorian soveltamisesta työn tutkimukseen.

Toiminnan teorian pohjalta on kehitetty toiminnan tarkistuslista (Activity Checklist), joka on toiminnan teoriaperusteinen analyttinen työkalu. Hyödynnän tarkistuslistan arviointiversiota ja analysoin tarkistuslistan avulla kontekstia ja käyttäjän verkko-opetusympäristön käyttöä käytettävyyden näkökulmasta. HA&TT-käytettävyysskyselyyn poimin Nielsenin heuristisesta arvioinnista ja toiminnan tarkistuslistasta erityisesti sellaisia kohtia, joissa huomioidaan käyttäjää ja kontekstia. (Kaptelinin, Nardi & Macaulau 1999.)

Tutkimuksesta saadaan tietoa verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointimenetelmistä, arvioinnista, arvioinnin tuloksista ja arviointimenetelmillä löydettävistä käytettävyysongelmista. Tutkimuksen tuloksena saadaan myös tietoa siitä, minkälaisia käytettävyysongelmia löydetään erilaisilla käytettävyyden arviointimenetelmillä: Nielsenin heuristisella asiantuntija-arvioinnilla, käytettävyydestillä, heuristiseen arviointiin perustuvalla käytettävyysskyselyllä ja heuristiseen arviointiin ja toiminnan tarkistuslistaan perustuvalla HA&TT-käytettävyysskyselyllä. Tulosten perusteella

HA&TT-käytettävyyskysely sopii verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointiin, koska sillä löydetään vakaviksi ja merkittäviksi arvioituja käytettävyysongelmia.

## 1.5 Tutkimuksen raportointi ja jakautuminen lukuihin

Tutkimuksen toisessa luvussa tarkastelen verkko-opetusympäristöjen ominaisuuksia, verkko-opetuksen ja -opetusympäristön suunnitteluperiaatteita ja verkkopedagogiikkaa. Verkkopedagogiikkaa on käsitelty, koska laadukas verkko-opetus rakentuu sekä pedagogisesti että teknisesti onnistuneelle toteutukselle. Verkko-opetusympäristön ominaisuudet tukevat verkko-opetuksen sisällöllisiä ja menetelmällisiä tavoitteita. Luvussa kolme tarkastelen käytettävyyden merkitystä verkko-opetusympäristössä ja käytettävyyden arviointimenetelmiä sekä arviointimenetelmien soveltamista käytettävyyden arviointiin.

Luvussa neljä esitän käytettävyyden arvioimiseen kehittämiäni arviointimenetelmiä ja arviointikriteeristöjen suunnittelua. Luvussa viisi esittelen empiirisen tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tuloksia heuristisen käytettävyyskyselyn pohjalta. Esittelen heuristisen käytettävyyskyselyn, käytettävyystestin ja asiantuntija-arvioinnin toteutusta ja tuloksia sekä analysointia. Luvussa kuusi kuvaan HA&TT-käytettävyyskyselyn menetelmän kehittämistä, toteutusta ja arviointia. Luvussa seitsemän käsittelem tutkimuksen luotettavuutta, ja luvussa kahdeksan esitän tutkimuksen tuloksia, rajoituksia, suosituksia ja mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

## 2 OPETUS VERKKO-OPETUSYMPÄRISTÖSSÄ

Verkko-opetus muuttaa opettajan työnkuvaa. Verkko-opetusta toteutettaessa opettaja vastaa monien opintojakson sisältöä koskevien kysymysten lisäksi myös moniin verkko-opetusympäristön teknologiaa tai itse ympäristöä koskeviin kysymyksiin. Tella, Nurminen, Oksanen & Vahtivuori (2001) kritisoivat opettajan roolin ja läsnäolon väheksymistä verkko-opetuksessa ja epäilevät opiskelijoiden kykyä itseohjautuvaan ja motivoituneeseen opiskeluun laadukkaan verkkomateriaalin pohjalta. Käytännössä verkko-opetusympäristö ei tule kuitenkaan korvaamaan opettajaa (Kook 1997; Johannesen & Eide 2000), vaan usein opettajan ohjauksen tarve lisääntyy verkko-opetuksessa (Kynäslähti & Wager 1999). Opettaja joutuu verkko-opetusympäristössä ajattelemaan opetukseen liittyviä asioita ja ongelmia uudesta näkökulmasta ja opettajan työn muutos kohdistuu tehtävien lisääntymiseen ja muuttamiseen, pedagogiseen ajatteluun ja opettajan asenteeseen uutta opetusympäristöä kohtaan sekä opettajuuteen, ja sen osa-alueiden uuteen painotukseen (Johannesen & Eide 2000, Tella ym. 2001a: 31).

Verkko-opetusympäristöjen opetussovellukset tarjoavat opiskelumahdollisuuksia ajasta ja paikasta riippumatta. Verkko-opiskelussa opiskelija saattaa saavuttaa jopa parempia oppimistuloksia kuin normaalissa lähiopetukseen perustuvassa opiskelussa. Verkko-opiskelussa opettaja voi antaa henkilökohtaista palautetta ja ohjausta opiskelijalle, ja oppimisyhteisön jäsenet voivat tukevat toisiaan. Verkko-opetusympäristössä oppimisen esteitä saattavat olla opiskelijan kokemana yksinäisyys ja eristyneisyys, tiedonhallinnan ongelmat, navigointivaikeudet sekä tieto- ja viestintäteknikan käyttötaitojen puutteellisuus. (Burge 1994; Sfard 1998.)

Verkko-opetusympäristön käyttäjälähtöistä suunnittelua, verkko-opetuksen pedagogiikkaa ja verkko-opetusympäristöjen (WebCT ja Moodle) ominaisuuksia tarkastelen osana tätä väitöskirjaa. Käyttäjälähtöinen suunnittelu on verkko-opetusympäristön ja verkko-opetuksen suunnittelussa merkittävässä asemassa ja siksi käsittelen käyttäjää koskevia verkko-opetusympäristön suunnittelun periaatteita. Käyttäjän pitää pystyä seuraamaan järjestelmän tilaa ja käyttöliittymässä tekemiensä toimenpiteiden vaikutusta järjestelmän tilaan. Järjestelmän käytössä oppija saattaa kiinnittää huomion väärin asioihin, tai käyttöliittymän toiminta ei hahmotu käyttäjälle oikein. Pedagogiikkaa käsittelen omassa kohdassaan, koska se liittyy enemmän opetustekniikkaan ja opettajan valintoihin kuin verkko-opetusympäristön ominaisuuksiin. Kohdassa 2.3. esittelen verkko-opetus-ympäristöistä löytyviä ominaisuuksia. WebCT ja Moodle -verkko-opetus-ympäristöjä esittelen kohdassa 2.4.

## 2.1 Ihminen, oppiminen ja verkko-opetusympäristö

Pyrin tässä kohdassa esittelemään joitakin ihmisen ominaisuuksia, oppimisen teorioita sekä verkko-opetuksen tyyppejä. Verkko-opetukseen liitetään usein käsitteet yhteisöllinen oppiminen ja yhteistoiminnallinen oppiminen. Yhteisöllisen oppimisen lähtökohtana on oppimistilanne, jossa yksi tai useampi henkilö pyrkii oppimaan yhdessä ja heillä on yhteinen oppimistavoite. Yhteisöllisellä oppimisella tarkoitetaan sitä, että henkilöt voivat tutkia, tuottaa, esittää, reflektoida tai kritisoida yhdessä opittavaa aineistoa. Tavoitteena on oppiminen sekä tiedon, kokemusten ja ideoiden prosessointi opiskelijakeskeisellä tavalla. Reflektio on aktiivista, pitkälistä ja huolellista tietojen ja uskomusten pohdiskelua, jossa opiskelija aktiivisesti tarkastelee ja käsittelee kriittisesti uusia oppimiseen liittyviä kokemuksiaan voidakseen konstruoida uutta tietoa tai uusia näkökulmia aikaisempiin tietoihinsa. (Dewey 1933; Kolb 1984; Dillenbourg 1999; Lifländer 1999.)

Yhteistoiminnallinen oppiminen on opiskelumuoto, jossa ryhmän jäsenet pyrkivät yhteiseen tavoitteeseen ratkaisemalla yhteistä tehtävää. Pyrkimyksenä on, että ryhmän jäsenet muodostaisivat opiskeltavasta asiasta samankaltaisen kuvan. (Tynjälä 1999b). Opiskelijat jakavat materiaalia toisilleen ja tekevät annetut harjoitukset yhdessä sekä auttavat toisiaan tavoitteeseen pyrkimisessä. Kohonen ja Leppilampi (1994) korostavat yhteistoiminnallisuuden ideaa koko koulun toimintaa ohjaavana ja kattavana periaatteena.

Ihminen havainnoi ympäröivää maailmaa aistein ja liittää merkityksiä aistimiinsa asioihin. Kun suunnitellaan käytettävää järjestelmää tai verkko-opetusympäristöä, tärkeää on huomioida ihmisen kyvyt ja rajoitteet. Kognitiivinen psykologia näkee ihmisen/ oppijan ymmärtävänä, ajattelevana ja ympäristöä jäsentävänä yksilönä, joka kykenee noudattamaan sääntöjä, koodaamaan, päättelemään ja luomaan hypoteeseja. Tieto tallentuu säiliömuistiin (kuvio 2) tietorakenteina, jotka ovat alttiita muutoksille esimerkiksi kokemuksen vaikutuksesta. (Puolimatka 2002, 85.)

Psykologia tutkii ihmisen toimintaa ja huomioi, että ihmisen toiminnalla on sisäinen ja ulkoinen puoli. Sisäinen puoli on mielen toiminta (mm. havaitseminen, muisti, ajattelu, tunteet) ja ulkoinen puoli on ulospäin näkyvä toiminta (käyttäytyminen). Kognitiivinen psykologia tutkii ihmisen tiedollisia toimintoja (mm. havainnot, oppiminen, muisti, ajattelu, kielelliset toiminnot), ja ne tulisi huomioida käytettävyydeltään onnistuneen käyttöliittymän suunnittelussa. Ihmisen aisteja ovat näkö, kuulo, tunto, haju ja maku sekä liike- ja tasapainoaistit. Kokonaiskuva ympäristöstä muodostuu kaikkien aistien yhteisvaikutuksesta. (Dix, Finley, Abowd & Beale 2004.)

Silmä on kehittynyt aistimaan valoa siten, että sauvasolut ovat herkkiä valonsäteille ja tappisolut reagoivat väreihin. Näköaisti on yksi ihmisen tärkeimmistä aisteista ja se tulee ottaa huomioon erityisesti graafisten käyttöliittymien suunnittelussa. Näköaistimus tarkoittaa valonvoimakkuuden ja värin näkemistä silmissä ja se perustuu fysiologiseen näkemiseen ja sen tulkintaan aivoissa. Ihmisen vanhetessa näköaisti heikkenee, katseen kohdistaminen heikkenee ja ihminen tulee pitkänäköiseksi. Paras kontrasti ikääntyneen ihmisen näölle on musta teksti valkoisella pohjalla. Myös valaistuksen vaikutus korostuu ikääntyneillä ihmisillä. Ääreisnäkö heikkenee yli 75-vuotiailla ja yli 80-vuotiaat näkevät paremmin keltaisen, punaisen ja oranssin kuin vihreän, sinisen tai violetin. (Nielsen 2000a: 29, 64–66; Sinkkonen ym. 2002: 81–82; Dix et al. 2004.)

Ääni ja kuva täydentävät toisiaan. Kuuloaistille riittää, että puhe on likimain selkeää. Ihmisen kuuloaisti on erotteleva ja ihminen pystyy erottamaan taustamelusta tai puheen sorinasta, jos joku mainitsee hänen nimensä. Ääni soveltuu erityisesti muistutamaan ja hälyttämään, kun tarkkaavaisuus on kiinnitettyä johonkin muuhun. Puhe-käyttöliittymissä yksi tärkeä ääneen liittyvistä käytettävyyssäännöistä on, että työmuistin rajallisuuden vuoksi sanotaan ensin ehto ja sitten vasta, mitä pitää tehdä. Käytämme työmuistia, kun ajattelemme, päätelemme ja ratkaisemme ongelmia. Myös kosketusaisti välittää informaatiota. Näppäimen toiminnasta saatu tunto- tai äänipalaute varmistaa, että näppäin toimii. Tuntoaisti on erityisasemassa lähinnä vammaiskäytössä. Myös motorinen kohdistaminen voi olla ongelma esimerkiksi vierityspalkein varustetuissa listoissa, joissa vain pieni osa vaihtoehdoista on näkyvissä ja lista on pitkä. (Rautenberg & Styger 1994; Nielsen 2000a: 135–155; Sinkkonen ym. 2002: 77–88; Dix et al. 2004: 92.)

Ihmisen havaintojärjestelmä yhdistelee ärsykkeet isommiksi kokonaisuuksiksi aivoissa. Ärsykeyhdistelmien tunnistamiseen ja hahmottamiseen vaikuttavat tilanteen yleisyys ja yksinkertaisuus, koska toistojen jälkeen aivot pystyvät muodostamaan yhä monimutkaisempia ja laajempia kokonaisuuksia. Hahmolait kuvaavat näitä yhdistelytapoja. Hahmolakeja ovat läheisyys, samanlaisuus, jatkuvuus, tuttuus, vakionuotoisuus, yhteinen liike, yhteenliittyminen ja sulkeutuvuus. Käyttöliittymässäänkin lähellä toisiaan olevat tai samanlaiset visuaaliset ärsykkeet mielletään yhteenkuuluvaksi ryhmäksi. Yhtenäinen viiva koetaan kuvioksi ja jos viivat leikkaavat toisiaan katsoja jakaa kokonaisuuden jatkuviin osiin. Tutut alueet nähdään kuvioina ja kuvat pyritään ymmärtämään mahdollisimman yksinkertaisina. Jos kohteet liikkuvat samaan suuntaan tai ne ovat toisissaan kiinni, ne koetaan ryhmäksi. Jos visuaaliset ärsykkeet sulkevat sisäänsä jonkin alueen, katsoja näkee sen yhteenkuuluvana alueena. Hahmolaikeen huomioiminen käyttöliittymäsuunnittelussa on tärkeää, jotta käyttäjä hahmottaisi asian oikein. Ihminen havaitsee erityisesti taustastaan selvästi erottuvat, uudet ja lähellä havainnoijaa olevat tapahtumat tai kohteet. Erilaisuus, epätavalliset, mielenkiin-

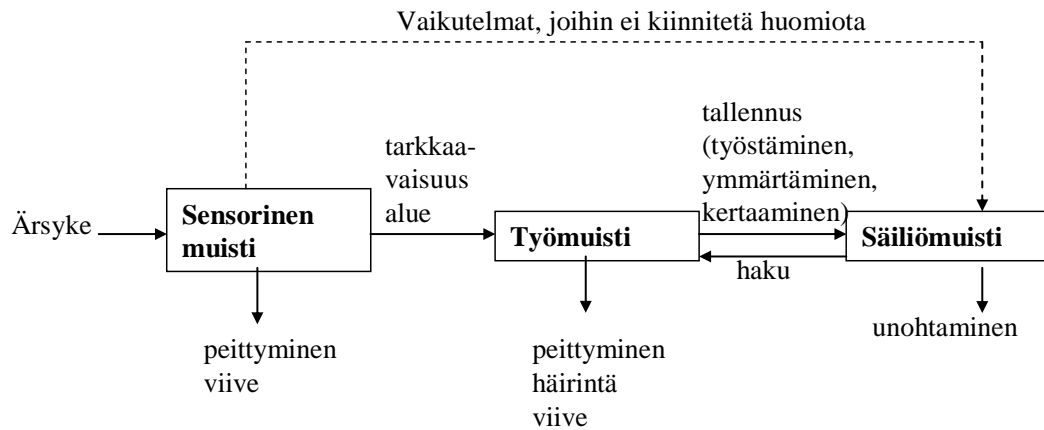
toiset tai silmiinpistävät asiat, suuret kontrastit, liikkuvat ja kohti tulevat sekä yllättävät ja isot asiat havaitaan parhaiten. Myös kylläiset värit, äkilliset äänet, ja tyhjä tila kohteen ympärillä havainnoidaan helposti. (Sinkkonen ym. 2002: 102–106.)

Huomion kohteen valikointi tapahtuu kolmen mekanismin tuloksena: valikoiva tarkkaavaisuus, huomion automaattinen ohjautuminen ja suuntautumisrefleksi. Valikoiva tarkkaavaisuus eli keskittyminen tiettyyn kohteeseen tarkoittaa, että havainnoija suuntaa huomionsa tietoisesti johonkin kohteeseen. Huomio ohjautuu automaattisesti havainnoijalle tärkeään ja mielenkiintoiseen tietoon. Äkillinen ulkoinen ärsyke saa havainnoijan tarkkaavaisuuden suuntautumaan siihen. Verkko-opetusympäristön suunnittelussa tulee huomioida käyttämisen ja oppimisen kannalta tärkeimmät asiat. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan ihminen yhdistää ympäristöstä saatavan informaation sekä aiemmin opittuun että asiayhteyteen. Konstruktivistisesta teoriasta voidaan johtaa sääntöjä, jotka painottavat käyttöliittymän selkeyttä ja rakenteellisesti loogista organisointia. (Sinkkonen ym. 2002.)

Ihmisen muisti ja muistaminen on otettava huomioon käyttöliittymän suunnittelussa. Ihminen painaa mieleensä asioita toistamalla, käyttämällä erilaisia muistitekniikoita ja yhdistelemällä erilaisia asioita toisiinsa. Ihmisen muisti voidaan jakaa sensoriseen muistiin, pitkäkestoiseen muistiin eli säiliömuistiin ja lyhytkestoiseen muistiin eli työmuistiin. Sensorinen muisti varastoi aistihavainnon muistiin vain muutamaksi millisekunniksi. Työmuistiin tieto varastoituu muutamaksi sekunniksi ja säiliömuistiin päiviksi tai jopa vuosiksi. Säiliömuistiin tallentuvat elämänkokemukset, tiedot ja taidot. Tiedot opitaan nopeasti ja taidot hitaammin. Tiedot unohtetaan nopeasti, mutta taidot säilyvät pitkään. Unohtaminen tai muistitiedon saavuttamattomuus auttaa pitämään säiliömuistin koon kohtuullisena. Lyhytkestoisen muistin ylikuormittuminen on yksi keskeinen oppimisen este tietojen oppimisessa, harvemmin taitojen oppimisessa. Kuviossa 2 on esitetty Atkinsonin ja Shiffrinin malliin pohjautuva Sinkkonen ja muiden määrittelemä kolmitasoinen muistimalli ja siihen liittyvät ominaisuudet. (Atkinson & Shiffrin 1968; Shneiderman 1998: 355–356; Kirschner 2002; Sinkkonen ym. 2002; Carlson, Chandler & Sweller, 2003; Dix et al. 2004: 27–39.)

Jokainen ihminen käsittelee omalla persoonallisella tavallaan itselleen uutta tietoa. Tiedon prosessointi voi olla joko induktiivista, jolloin havaituista yksityiskohdista edetään yleisiin lainalaisuuksiin ja kokonaisuuksiin tai deduktiivista, jolloin edetään yleisistä periaatteista ja kokonaisuuksista yksityiskohtiin. Aloittelevalle opiskelijalle suositellaan muistia kuormittavan materiaalin esittämistä ensin osina ja sitten vasta kokonaisuutena. Aikaisemmin aiheeseen perehtyneellä opiskelijalla on mielessään työmuistin kuormitusta vähentäviä skeemoja, joten hänelle materiaali voidaan esittää heti opiskelun alussa kokonaisuutena. Oppijan tieto- ja taitotaso tulisi kartoittaa ennen verkko-opintojakson aloittamista ja huomioida verkko-opetuksen suunnittelussa

esimerkiksi kyseisen ryhmän tieto- ja taitotasoon sopivilla tehtävillä. Tietotason korotus voidaan tehdä testillä tai alkutentillä ja määritellä karsintaraja tulosten perusteella kyseiselle opintojaksolle tai esimerkiksi esittämällä, mitä opintojaksoja tulee olla suoritettuna ennen ko. opintojakson suoritusta. (Kalyga, Chandler & Sweller 1998; Bannert 2002; Pollock, Chandler & Sweller 2002.)

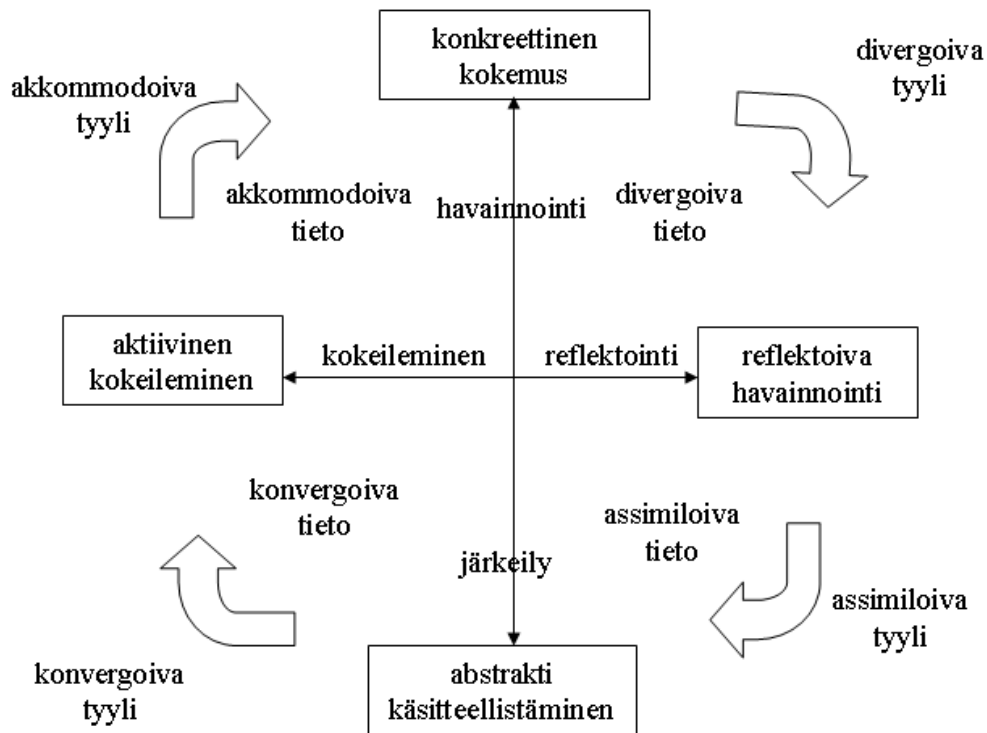


**Kuvio 2.** Kolmitasoinen muistimalli (Sinkkonen ym. 2002).

Oppiminen voidaan nähdä prosessina, jossa tietoa syntyy kokemusten muuntautumisen kautta. Kolb kuvaa oppimisprosessin kehänä (kuvio 3), johon sisältyy konkreettisen kokemuksen, refleктоivan havainnoinnin, abstraktin käsitteellistämisen ja aktiivisen kokeilemisen prosessit. Tämä on malli aikuisen ihmisen oppimisprosessille, joka painottaa kunkin yksilön aktiivisuutta itsensä kehittämisessä. Mallissa on kaksi ulottuvuutta: konkreettinen kokemus - abstrakti käsitteellistämisen sekä aktiivinen kokeilu - refleктоiva havainnointi. Oppiminen vaatii sekä kokemukseen tarttumisen (havainnointi, järkeily) että sen muuntamisen (refleктоinti, kokeilu). Kolb esittää neljä erilaista oppimistyyliä, jotka ovat divergoiva, akkomodoiva, assimiloiva ja konvergoiva tyyli. Jokaisella on oma yksilöllinen oppimistyyliinsä heikkouksineen ja vahvuuksineen. (Kolb 1984: 76–78.)

Divergoivalle oppimistyyliille on tyypillistä havaintojen tekeminen konkreettisen kokemuksen perusteella sekä niiden refleктоivinen pohtiminen ja tarkasteleminen useista eri näkökulmista. Divergoivan oppimistyylin omaksunut henkilö on parhaimmillaan tilanteissa, joissa hän voi käyttää mielikuvitustaan ja keksiä uusia ideoita. Akkomodoivassa tyyliässä tiedon saaminen pohjautuu konkreettiseen kokemukseen ja tiedon muokkaamiseen aktiivisesti kokeilemalla. Tämän tyylin edustaja ratkaisee ongelmia yrityksen ja erehdyksen kautta luottaen enemmän ulkopuolisiin tiedon lähteisiin kuin omaan ongelmanratkaisukykyynsä. Hän onkin vahvimmillaan esim. suunnitelmien toteuttamisessa. Assimiloivan tyylin edustaja muodostaa käsitteitä ja yleistyksiä ja tekee havaintoja pohdiskellen. Tämän tyylin edustajalla on päättelykykyä ja

kykyä luoda teoreettisia malleja. Hän on kiinnostunut enemmän teoriasta kuin sen merkityksestä käytäntöön. Konvergoivan tyylin edustaja muodostaa myös käsitteitä ja yleistyksiä, mutta hän kokeilee muodostamiaan käsitteitä ja yleistyksiä uusissa tilanteissa. Hänen vahvoja alueitaan ovat käytännön sovellukset, ongelmanratkaisu ja päätöksenteko. (Kolb 1984: 77–78.)



**Kuvio 3.** Kolbin oppimistyylit (Kolb 1984).

Motivaatio vaikuttaa oppimiseen ja aktivoi toimintaa. Motivaatio voi olla luonteeltaan ulkoapäin tulevaa tai sisältäpäin tulevaa. Ulkoapäin tuleva motivaatio perustuu tiettyihin palkitseviin ärsykkeisiin, joilla on tapana sammua suhteellisen herkästi. Sisäinen motivaatio syntyy yksilön aidosta kiinnostuksesta etsiä tietoa, ja tämänlaatuinen motivaatio säilyy myös pitempään. (Kolb 1984: 77–78.)

Verkko-opetusympäristössä opiskelumotivaatio voi perustua pakkoon ja palkitseviin koearvosanoihin, mutta motivaatio voi myös herätä tiedonjanosta ja suuntautua ongelmanratkaisuun. Engeströmin (1994) mukaan opiskelumotivaatio on tilannekohtaista, välineellistä tai sisällöllistä. Tilannekohtaisessa motivaatiossa tilapäinen ulkoisten tekijöiden kiehtovuus vaikuttaa oppimiseen. Välineellinen motivaatio perustuu ulkoisten palkkioiden tavoitteluun. Sisällöllisessä motivaatiossa motivaatio perustuu mielenkiintoon asian sisältöä ja käyttömahdollisuuksia kohtaan. Verkko-



opiskelussa opiskelumotivaatio voi olla mitä tahansa tyyppiä edellä mainituista. (Engeström 1994; Dix et al. 2004.)

Motivaatio on keskeinen tekijä oppimisessa ja se vaikuttaa vahvasti opiskelijan aktiivisuuden suuntaamiseen, toimintaan panostamiseen ja kestävyYTEEN sekä aktivoi päämääräsuuntautuneeseen toimintaan tietyn tavoitteen (oppiminen) saavuttamiseksi. Motivaatiossa heijastuvat myös opiskelijan ajattelutavat itsestään, tehtävästä ja suorituksesta. (Ruohotie 1991: 87–89.)

Verkko-opiskelussa opiskelijan motivaation ylläpitämiseksi opiskelijalle tulee tarjota pieniä, haasteellisia tehtäviä, ajan tasalla olevaa monipuolista opiskelumateriaalia ja asioiden tekemistä yhdessä muiden opiskelijoiden kanssa. Opettajan tulee kohdistaa huomionsa ryhmään, mutta toisinaan myös yksittäiseen opiskelijaan esimerkiksi yksilöharjoitusten palautteissa. Verkko-opiskelussa opettaja kannustaa osallistumaan opetuskeskusteluun verkossa sekä reagoi opiskelijoiden opiskeltavaa asiaa koskevaan pohdintaan. (Tella, Vahtivuori, Vuorento, Wager & Oksanen 2001: 227.)

Käyttöliittymän visuaalinen suunnittelu on yksi osa-alue käyttöliittymän suunnittelu-prosessissa, ja se tarkoittaa konkreettista elementtien sommittelua ja asettelua kuvaruudulla. Turhan informaation esittämistä tulee välttää, mutta tarpeellinen informaatio tulee esittää käyttäjälle. Tärkeää visuaalisessa suunnittelussa on yksityiskohtainen suunnittelu etukäteen. Yleensä käyttöliittymän suunnittelu aloitetaan tarvekartoituksella (mitä tehdään ja kenelle). Käyttöliittymä mahdollistaa käyttäjän ja järjestelmän välisen interaktiivisuuden. Käyttöliittymän visuaalisen suunnittelun tavoitteita ovat selkeys, johdonmukaisuus ja ulkonäön miellyttävyys. Käyttäjien tulee olla mukana suunnittelussa heti alkuvaiheessa. Suunnitteluvaiheessa valitaan käyttöliittymän tarkoitukseen sopivat värit, kuvat, sommittelu, typografia, tyyli, tekstit ja kieli, joita käytetään yhdenmukaisesti käyttöliittymässä. Sommittelulla tarkoitetaan kaikkia ruudulla olevia elementtejä (pohja, kuvat, värit, tekstityypit jne.). Jokainen elementti vaikuttaa toiseen. Tyhjän tilan, värin, muodon, koon ja niiden välisten kontrastien avulla käyttäjän silmien liikettä voidaan ohjata haluttuun suuntaan. (Nielsen 1994b; 2000b; Sinkkonen ym. 2002.)

Normaalisti länsimainen ihminen lukee vasemmalta oikealle ja yleensä suositeltavaa on tukea normaalia lukusuuntaa. Voimakkailta visuaalisilla ärsykkeillä voidaan käyttäjän huomio kuitenkin ohjata jotakin muutakin reittiä pitkin. Tämä voi sekoittaa havainnointiprosessia ja hidastaa toimintaa käyttöliittymässä. On muistettava myös se, että ihmisen näkökenttä on leveyssuunnassa laajempi kuin korkeussuunnassa. (Sinkkonen ym. 2002.)

Käyttäjän huomiota voidaan ohjata esimerkiksi tekstien lihavoinnilla ja liikkeen avulla. Vilkkuvat osat voidaan kokea kuitenkin paitsi stimuloiviksi mutta myös ärsyttäviksi tai niiden vaikutus voi olla aktiiviselle WWW-käyttäjälle oletettua heikompi. Värien (mm. värisävy, valoisuus ja kirkkaus, värikylläisyys) avulla voidaan yrittää ohjata käyttäjän huomiota. Väriykestä poikkeava väri, esimerkiksi virheilmoituksissa käytettävä punainen väri, on tehokas, jos käyttöliittymän värit muuten on hillitty. Tyhjä tila on myös yksi tehokeino, koska huomio kiinnittyy tyhjän tilan ympäröimään elementtiin. Samoin käyttäjän huomiota voidaan ohjata kuvien sijoittelulla. Kuvan huomioimiseen vaikuttavat kuvan koko, värit ja kuvan sisältö. Pelottavat ja erikoiset kuvat huomataan. (Nielsen 2000a; Sinkkonen ym. 2002: 146–157.)

Verkko-opetusympäristöä kehitettäessä voidaan erottaa erilaisia suunnittelumalleja, kuten *tori-*, *avoin tori*, *teatteri-*, *tarina-* ja *oliomallit*. Malleja käytetään ideoinnissa, suunnittelussa, rakentamisessa ja evaluoinnissa. Torimallissa opiskelija kulkee tiedon torilla ja vierailee vain kiinnostavissa kojuissa. Torimalli soveltuu käyttäjälle, jonka oppimisprosessi etenee yksityiskohdista ongelmakokonaisuuden ratkaisuun. Avoinnessa torimallissa opiskelija voi liittää tietokoneympäristöön fyysisen ympäristönsä kysymyksiä ja tutkia niitä torin välinein. Teatterimalli on alun perin luotu käyttöliittymien laadinnan pohjaksi, mutta se soveltuu toiminnallisuutta korostavana mallina myös verkko-opetusympäristön suunnittelumalliksi. Teatterimalli aktivoi mielikuvitusta ja tukee kokeilevaa toimintaa ja osallistumista. Teatterimallissa tietokone on toimintaympäristö eli teatteri ja suunnittelun lähtökohtana ovat mielekkäät käyttöliittymään kytketyt toiminnot. Tarinamallissa opiskelija yhdistää tarinan opittavaan asiaan ja kutoo tarinoista verkon. Opiskelija vertailee ja visualisoi rakenteita ja reflektoi oppimaansa ympäristöönsä. Oliomallissa opetusympäristö koostuu valmiista moduuleista. Oliomallissa edetään kokonaisuudesta yksityiskohtiin. Opetusoliot on määritelty yksityiskohtaisesti metadatan (tietoa tiedosta) avulla. (Laurel 1993; Boyle 1997; Meisalo, Sutinen & Tarhio 2000: 65–77.)

## 2.2 Verkko-opetuksen pedagogiikka

Tieto- ja viestintäteknikka tarjoaa uusia mahdollisuuksia opetukseen ja opiskeluun. Tietoverkko voi toimia opetuksen välineenä, oppimateriaalin ja tehtävien välittäjänä tai vuorovaikutusvälineenä. Verkko-opetuksella voidaan tuoda lisää opiskelijälähtöisyyttä opiskelumuotoihin, jolloin opiskelijan rooli on toimia tiedon etsijänä ja kehittäjänä. Opettajan kannalta verkko tuo monimuotoisuutta ohjaus-, palaute- ja arviointiprosessiin. (Tella ym. 2001a; Korhonen 2004.)

### 2.2.1 Verkko-opetuksen suunnittelu ja toteuttaminen

Verkko-opetusympäristöt voidaan tyypitellä seuraavasti (Collins & Moonen 2001; Korhonen & Pantzar 2004; Korhonen 2004):

1. kontaktiopetusta tukeva verkko-opetusympäristö
2. itseopiskelua tukeva verkko-opetusympäristö
3. tiedon rakentelua tukeva ympäristö
4. reflektiota ja asiantuntijuuden kehittymistä tukeva ympäristö.

*Kontaktiopetusta tukevassa verkko-opetusympäristössä* välitetään mm. aiheeseen liittyvää oppimateriaalia, ajankohtaistiedotteita ja harjoitustehtäviä. Opetusprosessi perustuu pääasiassa kuitenkin lähi- ja kontaktiopetukseen. *Itseopiskelua tukeva verkko-opetusympäristö* mahdollistaa opiskelun joustavasti eri aikoina. Oppimateriaali, opiskelun organisointi, opintojakson kuvaus ja aikataulu ovat verkossa. Opiskelijat opiskelevat itsenäisesti, mutta saavat tarvittaessa tukea vertaisoppijoilta ja/ tai opettajalta. *Tiedon rakentamista tukevassa ympäristössä* verkko toimii opiskelijoiden yhteistoimintaa tukevana välineenä. Tiedon rakentamisella tarkoitetaan työskentelyä yhteisten ajatusten ja ideoiden kehittämiseksi koko yhteisön tiedon ja ymmärryksen syventämiseksi. Tavoitteena on opiskelijan roolin muuttuminen tiedon hallitsijasta ja muistajasta uuden tiedon ja ymmärryksen tuottajaksi soveltamalla jo opittua uusien ongelmien ratkaisuisissa. Verkko-opetusympäristö toimii tällöin asiantuntijuuden ja kamamisen ja ymmärryksen kehittämisen jaettuina tiloina ja välineinä (mm. keskustelut, yhteiset muistitilat, työskentelytilat). *Reflektiota ja asiantuntijuuden kehittymistä tukeva opetusympäristö* toimii opiskelun ja asiantuntemuksen kehittämisen ja arvioinnin välineenä. Tavoitteena on tukea opiskelijaa hallitsemaan omaa oppimistaan, kannustaa itseohjautuvuuteen, edistää yhteistoimintaa sekä kehittää palaute- ja ohjausprosessia. (Collins & Moonen 2001; Korhonen 2004: 184–186.)

Kaksi viimeksi mainittua tapaa edustavat integroituneinta verkko-opetuksen muotoa, jossa opintojen joustavuus, opiskelijoiden omat kontribuutiot ja osallistuminen ovat tärkeitä elementtejä. Opintojakson aihealueen asiantuntijoina voidaan käyttää myös erityisasiantuntijoita. Verkko-opetusympäristö tulee rakentaa oppimisen kannalta suotuisaksi ja joustavaksi opiskeluympäristöksi, jossa voidaan huomioida erilaisia opiskelijoita ja heidän tarpeitaan, käsityksiään ja arvojaan. Oppiminen on aina tavoitteellisen ja tietoisien opiskeluprosessin tulos. Onnistuneen opiskeluprosessin tuloksena saavutettava oppiminen ja oppimistulokset vaativat aina opiskelijan omaa aktiivisuutta. (Collins & Moonen 2001; Tella ym. 2001a; Tuononen & Pelkonen 2004; Korhonen 2004: 184–188.)

Verkko-opettajalta vaaditaan opettajan perusvaatimusten lisäksi verkon ja välineen tuntemusta, digitaalisen sisällön tuottamistaitoja ja monipuolista medialukutaitoa

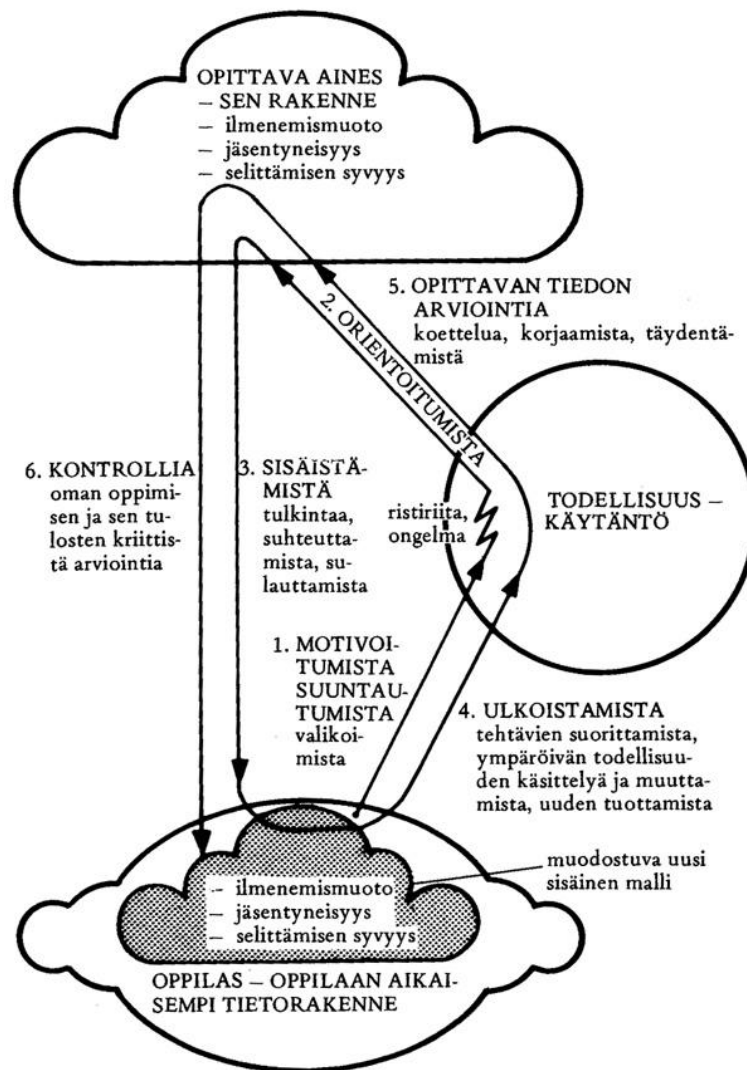
(Nevgi ym. 2002; Poikela & Portimojärvi 2004). Opettajan rooli uusissa opetusympäristöissä on olla ohjaaja, tukihenkilö ja asiantuntija. Hedelmällistä on, jos opettaja voi tehdä tiimityötä verkko-opetuksen suunnittelussa, toteutuksessa ja arvioinnissa muun opintojakson aiheen asiantuntijoiden ja opettajien sekä teknisen tuen kanssa.

Engeström (1996) sisällyttää täydelliseen oppimisprosessiin kuusi osatekijää (kuva 4), jotka ovat motivoituminen, orientoituminen, sisäistäminen, ulkoistaminen, arviointi ja kontrolli. *Motivoitumiseen* kuuluu tietoisien sisällöllisen mielenkiinnon herättämistä opiskeltavaa asiaa kohtaan. Motivoituminen edellyttää, että opiskelijat tiedostavat ristiriidan oman aikaisemman tietorakenteensa ja uuden ajattelu- ja toimintamallin välillä eli tietojensa ja taitojensa puutteellisuuden ja siitä seuraavan uteliaisuuden opiskeltavaan asiaan. Entisen ajattelu- ja toimintamallin tilalle saadaan opiskeltaessa uusi malli. (Engeström 1996: 28–34, 45–49.)

*Orientoituminen* opiskeltavaan asiaan tarkoittaa opiskelijan muodostamaa selkeää tietoista kokonaiskuvaa ja opiskelun rakenteen hahmottamista. Samalla opiskelija pyrkii selvittämään itselleen ja ymmärtämään opittavaan asiaan tai suoritukseen sisältyvän yleisen periaatteen. Opiskelija tarvitsee siis näkemyksen siitä, millainen opittava kokonaisuus on. Opiskelija muodostaa selitys- ja toimintamallin, joka auttaa häntä erottamaan oleellisen ja kytkemään yksityiskohdat kokonaisuudeksi. (Engeström 1996: 45–49.)

*Sisäistäminen* liittyy aikaisemman ajattelu- ja toimintamallin muuttamiseen ja muokkaamiseen uuden tiedon tai uuden periaatteen avulla. Opiskelija suhteuttaa uutta tietoa aikaisempaan tietoonsa, tulkitsee ja muokkaa tiedot uudeksi malliksi (mieleen painaminen). Orientoitumisvaiheessa muodostetun selitysmallin eli orientaatioperustan avulla jäsennetään ja selitetään järjestelmän osia ja ilmenemismuotoja ja tehtävien suoritusta. Ulkoisessa muodossa ollut malli muuttuu vähitellen opiskelijan sisäiseksi malliksi. Tietyntyyppisiä suorituksia voidaan myös automatisoida harjoittelemalla, jolloin ne lyhenevät ja nopeutuvat. Mutta tällaisetkin suoritukset voidaan myös ulkoistaa ja palauttaa tietoisien harkinnan tasolle. (Engeström 1996: 46–49.)

Toiminnan teorian mukaan toiminta on joko sisäistä tai ulkoista. Sisäistäminen ja ulkoistaminen liittyvät toisiinsa. Sisäisiä toimintoja ei voida ymmärtää, jos niitä yritetään analysoida erillään ulkoisista toiminnoista. Kaptelinin ja muiden (1999) mukaan kaikki toiminta on aluksi ulkoista. Toisaalta ulkoinen toiminta tapahtuu sisäisen toiminnan kautta.



**Kuvio 4.** Oppimisen täydennetty malli (Engeström 1996: 49).

*Ulkoistaminen* tarkoittaa sitä, että opittavaa periaatetta sovelletaan konkreettisten ongelmien ratkaisemiseen vaikuttamalla ympäristöön ja tuottamalla uutta tietoa ja toimintatapoja. Ulkoistamisella testataan ja arvioidaan opittua ja se on ehdoton edellytys opittavan mallin sisäistämisen onnistumiselle. Täydellisessä oppimisprosessissa sisäistäminen ja ulkoistaminen liittyvät toisiinsa. Ulkoistamista tapahtuu opiskelijan harkitessa vastausta vaativaan tehtävään, hän tiedostaa oman selitysmallinsa ja purkaa sen puheen, kaavioiden, suunnitelmien, luonnosten ja aineellisten kohteiden käsittelyn avulla. (Engeström 1996: 46–49.)

*Arvioinnissa* opiskelija tarkastelee kriittisesti opittavaa selitys- ja toimintamallia ja pyrkii löytämään rajat sekä mallin syventämistä vaativat ongelmat ja puutteet. Opiskelija arvioi sekä sisäistämistä että ulkoistamisvaiheissa orientaatioperustan pätevyyttä

ja toimivuutta käytännössä. Jos hän huomaa mallissa puutteita, näitä voidaan käsitellä laajemmin koko ryhmän yhteisissä keskusteluissa. (Engeström 1996: 46–49.)

*Kontrollilla* Engeström (1996) tarkoittaa itsereflektiota: opiskelija tarkastelee omaa oppimistaan, erittelee suoritustaan ja käsitystään asiasta sekä jäsenlee että tulkitsee tietoa ja tapansa ratkaista tehtäviä uuden tiedon pohjalta. (Engeström 1996: 47–49.)

Toinen Engeströmin esittelemä keskeinen käsite on alkusolu tai alkuidea. Alkusolu tarkoittaa jonkin ilmiön perusyksikköä, joka sisältää pelkistetyssä muodossa kaikki järjestelmän kehitykselle ja toiminnalle välttämättömät ainekset sekä sisäiset suhteet. Opettaja pelkistää opetettavaa asiaa esittelemällä alkusolun opiskelijoille. Alkusolun löytäminen ja käyttäminen opetuksessa on hyödyllistä, koska alkusolu auttaa opiskelijaa ymmärtämään monimutkaisen systeemin toimintaa. Esimerkiksi suuren öljynjalostamon alkuidea on tislauk. Jos ymmärtää ensin tislauksen periaatteen, on helpompi hahmottaa monimutkaisen öljynjalostamon toimintaa. (Engeström 1996: 75.)

### 2.2.2 *Oppiminen verkko-opiskelussa*

Taulukossa 1 on Nevgin ja Tirrin (2003) kokoamat yleisimmät oppimisnäkemykset sekä käsityksiä oppijasta tai opiskelijasta erityisesti verkko-opetusympäristön näkökulmasta. Mikään taulukossa 1 kuvattavista oppimiskäsitysten suuntauksista ei esiinny käytännössä sellaisenaan vaan useampien yhdistelmänä.

Erityisesti konstruktivistinen oppimiskäsitys on saanut kannatusta viime vuosina. Oppiminen ei ole passiivista tiedon vastaanottamista vaan aktiivista jatkuvaa opittavan asian ja käsitteiden rakentamista ja uudelleenprosessointia (Tynjälä 1999a). Opiskelija rakentaa tietämystään, liittyy uuden tiedon olemassa olevaan tietoon ja pyrkii ratkaisemaan ongelmia sekä luomaan että kehittämään suunnitelmia ja teorioita. Verkko-opetusympäristössä sosiokonstruktivistinen oppimiskäsitys on noussut keskeiseksi. Sosiokonstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan opiskelijan oma tieto ja kokemus muuttavat muotoaan, kun hän saa kokemuksia ja keskustelee avoimessa dialogissa muiden kanssa.

**Taulukko 1.** Oppimiskäsitykset (Nevgi & Tirri 2003).

Suuntaus	Oppimisnäkemys	Oppija-/opiskelijanäkemys
Behavioristinen	Opiskelija on passiivinen opettajan jakaman tiedon vastaanottaja, oppiminen perustuu palkio- tai rangaistusajatteluun.	Opettaja ja mallioppiminen ovat keskeistä opiskelijan oppimisprosessissa.
Kognitiivinen	Opetus etenee suunnitelmallista reittiä, jonka opettaja laatii ja jota johtaa.	Oppija on aktiivinen, oppimisen mielekkyyttä ja merkityksellisyyttä korostava.
Humanistinen	Oppiminen on kasvutapahtuma, joka on kokemuksellista ja syklisesti etenevää pohdintaa ja tiedonkäsittelyprosessia. Opettaja tukee ja ohjaa prosessia.	Oppija on aktiivinen ja tarkoitushakuinen, motivoitunut ja itseohjautuvaksi kehittyvä yksilö.
Konstruktivistinen	Tilannesidonnaista todellisuuden konstruktointia ja rakentamista. Oppiminen on tiedon jäsentämistä ja käsitysten laajentamista.	Oppija valikoi ja tulkitsee saatua informaatiota liittäen sitä aikaisempaan tietoonsa. Hän kehittyy kriittisessä ajattelussaan.
Sosiokonstruktivistinen	Oppimisen yhteisöllisyys korostuu, tieto ja kokemukset rakentuvat jakamalla ja työstimällä niitä muiden kanssa.	Oppija toimii yhteistoiminnallisuuden periaatteita noudattaen yhdessä muiden kanssa jakaen ja yhdistäen tietoa.

Oppiminen voidaan jaotella oppimisen alueisiin. Oppiminen ensisijaisesti uusintamisena sisältää:

1. tietojen lisääntymisen,
2. mieleen painamisen ja toistamisen,
3. tiedon soveltamisen.

Oppiminen lähinnä merkityksen etsimisenä sisältää:

4. asioiden ymmärtämisen,
5. jonkin asian näkemisen uudella tavalla,
6. muuttumisen ihmisenä.

Osa-alueet ovat hierarkkisia siten, että kuudesta osa-alueesta viimeisenä mainittu, muuttuminen ihmisenä, sisältää kaikki muut edellä mainitut viisi osa-alueita. (Marton & Booth 1997: 38.)

Konstruktivismissa lähtökohta on, että oppiminen tapahtuu mielekkäiden tehtävien ja asetettujen ongelmien ratkaisemisen avulla. Oppimista kontrolloidaan tenteillä ja/tai soveltavilla harjoitustöillä ja käytännön ongelmien ratkaisemisella. Perinteisen tiedon siirtämisen vaihtoehtona nähdään ajatteluprosessin opettaminen. Aktiivisen oppimisen elementtejä ovat ongelmien havaitseminen, tiedon itsenäinen hankinta ja ongelmien ratkaisu. Opiskelijalta edellytetään itsereflektion kehittämistä, tiedon jäsentämistä ja yleistämistä sekä sosiaalisia taitoja. Ihmiset konstruoivat yksilöllisesti tietämystään eikä opiskelijoiden voida olettaa oma-aloitteisesti keksivän sellaisia abstrakteja ilmaisuja kuten geeni, molekyyli ja magneettikenttä, joiden keksimiseen tiedemiehiltä on mennyt monia vuosia. (Hakkarainen & Kuutti 1990: 90; Meisalo, Sutinen & Tarhio 2000: 43; Cheetham & Chivers 2001.)

Illeris (2002: 9, 18–19) jäsentää oppimisen kolmen dimension avulla. Dimensiot ovat *kognitiivinen, emotionaalinen ja yhteisöllinen*, jotka ilmenevät kahdessa erillisessä, integroituneessa prosessissa. Prosessit ovat sisäinen tiedonhankintaprosessi ja ulkoinen interaktiivinen oppijan, aineiston ja sosiaalisen ympäristön välinen prosessi. Kognitiivisten prosessien kautta omaksutaan tietoja, taitoja ja merkityksiä. Oppiminen on kuitenkin myös emotionaalinen prosessi. Prosessi sisältää psykologista energiaa, jota välitetään tunteiden, asenteiden ja motivaation keinoin. Samoin oppiminen on sosiaalinen, interaktiivinen opiskelijan ja hänen ympäristönsä välinen prosessi. Sosiaaliset suhteet vaikuttavat oppimistilanteeseen ja -prosessiin.

Nykykäsityksen mukaan onnistunut oppiminen ja oppimisprosessi perustuvat opiskelijan omaan aktiivisuuteen, tiedon etsimiseen, soveltamiseen ja uuden tiedon tuottamiseen. Tavoitteena on motivoitunut ja itseohjautuva opiskelija, joka toimii osana tietoa rakentavaa oppimisyhteisöä. Jonassen (1995) on esittänyt merkityksellisen oppimisen mallin, jossa onnistuneeseen oppimiseen vaikuttavat tekijät ovat keskinäisessä, toisistaan riippuvassa vuorovaikutussuhteessa. Tekijät ovat:

- Aktiivisuus: Opiskelijat ovat tietoisesti sitoutuneet tietoa käsittelevään oppimisprosessiin ja ovat itse vastuussa oppimistuloksistaan.
- Intentionaalisuus (tavoitteellisuus): Opiskelijat yrittävät aktiivisesti ja innokkaasti saavuttaa tiedollisia tavoitteita.
- Konstruktiivisuus: Opiskelijat mukauttavat uudet ideat aikaisempiin tietoihinsa uutta tietoa rakentaessaan.
- Reflektiivisyys: Opiskelijoilla on valmiudet ja mahdollisuudet oman oppimisensa ymmärtämiseen ja arviointiin sekä sen ohjaamiseen ja muuttamiseen.
- Kontekstuaalisuus (tilannesidonaisuus): Oppimistehtävät ovat mielekkäitä todellisen elämän tilanteita käsitteleviä sekä ongelmaperustaisia tai niitä simuloivia.
- Yhteisöllisyys: Opiskelijat työskentelevät uutta tietämystä rakentaessaan oppimis- ja tiedonrakentamisyhteisössä toistensa tietoja ja taitoja hyödyntäen.



- Vuorovaikutteisuus (keskustelumuotoisuus): Oppiminen on sosiaalinen ja dialoginen prosessi, jossa opiskelijat hyötyvät toistensa tiedoista laajentaessaan yhdessä käsityksiään opittavista asioista. (Jonassen 1995.)

Ruokamo ja Pohjolainen (1999) ovat täydentäneet Jonassenin (1995) merkityksellisen oppimisen ominaisuuksia lisäämällä listaan *transferin* eli *siirtovaikutuksen*, jolla he tarkoittavat opitun siirtämistä uusiin, oppimistilanteesta poikkeaviin tilanteisiin. Siirtovaikutus eli transfer tarkoittaa kasvatustieteessä myös yhden asian oppimisen vaikutusta toisen asian oppimiseen tai yleisemmin tiedon soveltuvuutta useisiin eri konteksteihin. Siirtovaikutus voi olla positiivista, jos yhden asian oppiminen edistää toisen oppimista tai negatiivista, jos yhden asian oppiminen haittaa toisen oppimista.

Oppimateriaaliin viihteellisyys vaikuttaa motivaatioon, mutta vaarana on se, että viihteellisyys ei välttämättä edistä varsinaista oppimista. Se saattaa kuitenkin edistää opiskelijoiden kriittisen medialukutaidon kehittymistä. Nykyisin käytettävyytutkimuksessa on kiinnitetty huomiota järjestelmien käyttöön liittyvän mielihyvän merkitykseen ja esimerkiksi viihteellisyyteen ja aistillisuuteen. (Keinonen 1998; Tella ym. 2001a: 126–127.)

Verkko-opetusympäristössä opettajan ja opiskelijan roolit voivat vaihdella opiskelutilanteen mukaan, ja opiskelija joutuu myös arvioimaan usein omaa oppimistaan ja ottamaan vastuun omasta oppimisestaan. Hän saa henkilökohtaisesti omaan oppimiseensa liittyvää palautetta ja tukea opettajalta, tutorilta, muilta oppijoilta ja toimijoilta. (Ruokamo, Tella, Vahtivuori, Tuovinen, Pekkala & Tissari 2002.)

Yksilöllinen kehittyminen edellyttää reflektiota. Monet oppimisen tutkijat pitävät reflektiivisyyttä oppimisprosessin keskeisenä elementtinä, joissa opiskelija pohtii kokemuksiaan uuden ymmärtämisen aikaansaamiseksi (itsearviointi). Reflektio voi kohdistua toiminnan sisältöön, prosessiin ja perusteisiin. Reflektointi on osa opiskelijan kykyä oppia ja muodostaa asiantuntijuuttaan siten, että kokemukseen liitetään tietoista havainnointia ja oman toiminnan säätelyä. (Dewey 1933; Mezirow 1981; Boud 1988; Jarvis 1987; Boud, Keogh & Walker 1989; Järvinen 1990; Winn 1993, 198; Tobin 1993, 218–225; Mezirow 1996; Rodriguez 1998, 600.)

Korhonen (2003) tarkasteli väitöskirjassaan aikuisopiskelijoiden oppimista verkko-pohjaisessa opetusympäristössä. Merkityksellisen oppimisen orientaatiomallissa oppiminen perustuu tiedon ymmärtämiseen ja sen soveltamiseen, jolloin oppiminen on pääasiassa aktiivista ja omaehtoisesti säädeltyä toimintaa. Sopeuttavan oppimisen orientaatiomallissa oppijan tehtävien suorittaminen ja loppuunsaattaminen on oleellista, eikä niinkään reflektio ja oppimisen henkilökohtainen merkityshakuisuus. Korhosen tutkimuksessa opiskelu oli monimuotoista tai verkkotuettua opiskelua, johon

kuului sekä kasvokkaista pienryhmätyöskentelyä että itsenäistä verkko-opetusympäristötyöskentelyä. Tutkimuksessa selvitettiin oppimisen suuntautumista ja oppimiskokemuksia. Laadullisessa analyysissä havaittiin verkko-opiskeluun orientoitumisen muotoina merkityksellinen ja sopeuttava oppiminen. Tutkimuksen mukaan perinteiseen yliopiston opetusympäristöön verrattuna verkkopohjainen opetusympäristö tukee suotuisammin merkityksellistä oppimista.

Nielsen (1993: 25) viittasi pedagogiseen käytettävyyteen esittäessään, että opetuskäyttöön suunnatun verkkototeutuksen tulee olla käytettävä ja oppimisen kannalta hyödyllinen. Pedagogisella käytettävyydellä tarkoitetaan verkko-opetusympäristössä tapahtuvassa opetuksessa sitä, miten hyvin verkko-opetusympäristön käyttöliittymä, rakenne, toiminnot, verkkomateriaali, sisältö, oppimistehtävät ja valitut työkalut motivoivat ja tukevat erilaisten opiskelijoiden opiskelua ja ohjausta tietyssä oppimiskontekstissa valittujen tavoitteiden mukaisesti. Pedagogiseen käytettävyyteen kuuluvat myös tiedonhaku- ja vuorovaikutustaidot sekä sosiaalisten taitojen tukeminen. Käytettävyyden arviointimenetelmiä voidaan käyttää jossain määrin myös pedagogisen käytettävyyden arviointiin. Pedagogisen käytettävyyden arvioimiseen on kehitetty myös omia heuristiikkojaan ja ohjeistuksiaan. (Nielsen 1993; Soloway, Jackson, Klein, Quintana, Reed, Spitulnik, Stratford, Studer, Eng & Scala 1996; Tervakari ym. 2002.)

Pedagogiikkaan liittyviä heuristisia tarkastuslistoja ovat esimerkiksi Pragmatic evaluation (Quinn 1996) ja siihen perustuva ”Heuristic evaluation guidelines for educational multimedia” (Squires 1997). Squires ja Preece (1999) ovat yhdistäneet käytettävyyden ja pedagogisen käytettävyyden arvioinnin muodostaen ”Learning with software heuristics” arviointilistan. Käyttöliittymän käytettävyyden arvioiminen ei korvaa pedagogisen käytettävyyden arviointia, vaikka päällekkäisyyttä esiintyykin. Kun opiskelu siirtyy verkkoon, opiskelutaitojen, oppimistavoitteiden, opiskeluprosessin sekä ohjauksen- ja tukiprosessin merkitys korostuu. Nielsenin (1994b) heuristisessa arvioinnissa voidaan erottaa ennakoiva ja tulkitseva arviointi. Ennakoiva käytettävyyden arviointi arvioi lähinnä verkko-opetusympäristön laadukkuutta ja tulkitseva havainnoi opiskelijoita heidän työskennellessään verkko-opetusympäristössä (Squires 1997). Oppiminen on kontekstisidonnaista eli oppiminen tapahtuu aina josakin opiskelijan mieltämässä ympäristössä (Squires 1997; Squires & Preece 1999; Albion 2001).

## 2.3 Verkko-opetusympäristön ominaisuudet ja välineet

Markkinoilla on valittavana satoja jopa tuhansia verkko-opetusympäristöjä. Verkko-opetusympäristöt on suunniteltu erilaisia käyttäjiä, käyttäjäryhmiä ja käyttötarkoituk-

sia varten ja verkko-opetusympäristöjä voidaan arvioida useasta eri näkökulmasta. Tämän tutkimuksen arvioinnissa keskitytään ensisijaisesti käyttäjä- ja kontekstipainotteisiin käytettävyyssominaisuuksiin. Verkko-opetusympäristöjä käytetään yleensä internet-selaimella, mutta mukaan voidaan liittää verkko-opetusympäristöön kuulumattomia internet-palveluita ja toiminnallisuuksia. Seuraavassa käsittelemme verkko-opetusympäristöä rakennetta ja ominaisuuksia seuraavien osa-alueiden kautta:

1. oppimateriaalin tuotanto, ylläpito ja jakelu
2. ryhmätyö- ja kommunikointivälineet
3. tiedon rakentamista tukevat välineet
4. hallinnolliset välineet.

Verkko-opetusympäristön toiminta-alueet liittyvät materiaalin tuottamiseen ja ylläpitoon, kommunikointiin, ryhmätyövälineisiin, tiedon rakentamista tukeviin ja hallinnollisiin välineisiin (esimerkiksi roolijako, käyttäjiltä edellytettävät tiedot ja taidot, tekninen arkkitehtuuri, opetusympäristön käyttäjäprofiili, tuetut oppimisprosessit, ohjeet, rakenteen muokattavuus sekä automatisoitavat toiminnot).

Verkko-opetusympäristössä toimijoille annetaan erilaisia rooleja ja käyttöoikeuksia. Rooleja ovat esimerkiksi opetusympäristön ylläpitäjä, materiaalin tuottaja, opettaja, opiskelija, asiantuntija ja avustaja. Verkko-opetusympäristössä toimiminen edellyttää tiettyjä taitoja ja tietoja. Opiskelijan ja materiaalin tuottajan tulee osata käyttää internet-selainta ja verkko-opetusympäristöön liittyviä toimintoja. Verkko-opetukseen osallistumiseen tarvitaan tietokone, internet-yhteys ja selainohjelmisto sekä tekstin-käsittelyohjelma. Teknisesti avoin arkkitehtuuri mahdollistaa kaikkien internet-käyttäjien liittymisen ympäristöön riippumatta käyttöjärjestelmästä ja selainohjelmasta.

Periaatteessa verkko-opetusympäristö soveltuu tietämyksen tuottamiseen ja hallintaan muuallakin kuin opetus- tai koulutusorganisaatioissa, esimerkiksi julkishallinnossa tai yrityksissä. Verkko-opetusympäristöllä voidaan tukea esimerkiksi kurssimuotoista opiskelua, itseopiskelua, itseohjautuvuutta, yhteistoiminnallisuutta, materiaalikeskeistä opiskelua ja tietovarastotyypistä tiedonhallintaa.

Verkko-opetusympäristössä yhteistoiminnallisuus ja vuorovaikutus toteutuvat verkko-opiskelussa esimerkiksi keskustelualueella, jossa keskustellaan opintojaksoon liittyvistä asioista tai tehdään opettajan ohjaamia harjoituksia. Siellä voidaan esittää kysymyksiä opiskelijaryhmälle tai opettajalle epäselvistä asioista tai keskustella opiskeltavasta aiheesta. Keskustelualue voidaan jakaa teemojen aihepiirien mukaisesti omiin keskustelupalstoihin. Opiskelijat ja opettaja kirjoittavat omia puheenvuorojaan keskustelualueelle. Esimerkiksi kun opiskelija kysyy epäselvää asiaa keskustelualueella, koko opiskelijaryhmä voi oppia vastauksesta. Vastauksen voi antaa opettaja tai

opiskelija, joka on ratkaissut jo kyseisen asian eikä muiden tarvitse kuluttaa aikaa pulmallisen asian ratkaisemiseen. Ryhmätyönä tehdyt harjoitukset kehittävät yhteistoiminnallisuutta. Ryhmätyö voidaan toteuttaa siten, että opettaja määrää ketkä kuuluvat samaan ryhmään. Jokainen ryhmä päättää itsenäisesti, miten tekevät kyseisen ryhmätyön. Kiinteät palautuspäivät pakottavat pysymään aikataulussa ja opiskelemaan säännöllisesti ja siten saavuttamaan oppimistavoitteen.

Verkko-opetusympäristön materiaali koostuu yleensä opettajan tuottamasta materiaalista, WWW-materiaalilinkeistä, muusta opetusmateriaalista, mahdollisesta kirjallisuudesta, jota käytetään oheislukemistona sekä opiskelijoiden verkko-opintojaksolla tuottamasta materiaalista. Opintojakson kuluessa opiskelijat toimivat verkko-opetusympäristössä ja tuottavat oppimisprosessinsa kuluessa (keskustelut, tehtävät ja palautteet) prosessilähtöistä materiaalia (ilmoitustaululla ja keskustelualueella). Oppimateriaalille on usein käytettävissä mallipohjia, oppimateriaalin rakennemalleja sekä parametreja. (Hein 1998: 11–14.)

Verkko-opetusmateriaali voidaan tuottaa erillisellä editorilla, siirtämällä toisista ohjelmista tai liitetiedostoina. Verkko-opetusympäristön oppimisprosesseissa opiskelijat tai ryhmä opiskelijoita tuottavat materiaalia, joka voidaan liittää varsinaiseen kurssimateriaaliin. Prosessilähtöisellä materiaalilla tarkoitetaan produktilähtöisen materiaalin pohjalta oppimisprosesseissa muodostuvaa materiaalia (mm. tallennetut keskustelut, ilmoitustaulut, tehtävät, palautteet). Prosessilähtöistä materiaalia voidaan siirtää produktilähtöiseksi materiaaliksi. Produktilähtöinen materiaali koostuu oheismateriaalista (opettajan tuottama yleismateriaali), yksittäisen kurssin materiaalista (mm. luentomonisteet, tehtävät, WWW-linkit) ja varsinaisesta opetusmateriaalista. (Hein 1998: 11–14.)

Verkossa opiskelumateriaalia voidaan päivittää ja jakaa käyttäen erilaisia jakelukanavia. Kirjallisen materiaalin, video- tai ääninauhan ja CD-ROM:in vuorovaikutus on yksisuuntaista. Vuorovaikutus on kaksisuuntaista tai monensuuntaista käytettäessä puhelinta, audio- tai videoneuvottelua, sähköpostia tai keskusteluryhmää ja yksisuuntaista käytettäessä ilmoitustaulua tai WWW-materiaalia. Sähköpostia käytettäessä vuorovaikutus on kuitenkin yksipuolista, jos sähköpostiviestiin ei vastata. (Hein 1998: 11.)

Ryhmätyö- ja kommunikointivälineiden avulla toimitaan yhteistyössä muiden toimijoiden (opiskelijoiden, tutoreiden ja asiantuntijoiden) kanssa ja edistetään ryhmän yhteistoiminnallisuutta. Näiden välineiden tehokkaalla käytöllä tuetaan toimijoiden tiedon ja kokemuksen jakamista sekä ohjataan oppimisprosessia.

Ryhmätyö- ja kommunikointivälineet voidaan jakaa samanaikaisiin ja eriaikaisiin välineisiin. Samanaikaiset välineet (mm. verkkokeskustelu (chat), videoneuvottelu, piirtopöytä) edellyttävät, että käyttäjät ovat yhtä aikaa keskustelemassa. Eriaikaiset välineet mahdollistavat vuorovaikutukseen osallistumisen itse valitsemanaan aikana. Eriaikaisuus antaa keskustelijoille mahdollisuuden pohtia opiskeltavaa asiaa pitempään. Eriaikainen väline on esimerkiksi keskustelualue ja sähköpostiohjelma. Opiskelijat saavat kuvaavaa tietoa toisista toimijoista esimerkiksi verkko-opetusympäristössä olevalla opiskelijan tietolomakkeella, jossa voi pakollisten perustietojen lisäksi kertoa itsestään enemmän ja lisätä esimerkiksi valokuvan.

Tiedon rakentamiseen liittyvillä työvälineillä (cognitive tools) tarkoitetaan oppimisprosessia tukevia vuorovaikutteisia välineitä. Tiedon rakentamisen tavoitteena on työskennellä yhteisten ajatusten ja ideoiden kehittämiseksi sekä koko yhteisön tiedon ja ymmärryksen syventämiseksi. Tiedon rakentamista tukevia työvälineitä ovat esimerkiksi erityyppiset simulaattorit (teorian mallintaminen tai tietyn prosessin läpikäyminen) tai oppimista tukevat välineet esimerkiksi taskulaskin. Käyttäjä tai käyttäjäryhmä ja tietokone ovat vuorovaikutuksessa keskenään tarjoten opiskelijalle erilaisia toiminta- ja valintamahdollisuuksia. Niinpä tiedon rakentamista tukevat välineet voivat olla reaaliaikaisia tai ei-reaaliaikaisia. Palautteen sisältö ja laatu vaihtelevat usein opiskelijan suorittamien toimintojen mukaisesti. (Collins & Moonen 2001; Korhonen 2004: 184–186.)

Hallinnollisilla välineillä hallinnoidaan, ylläpidetään ja organisoidaan verkko-opetusympäristöä ja sen toimintaa, esimerkkeinä opiskelijoiden toimenpiteitä tarkkailevat toiminnot, lokitiedostot ja tilastot (toteutuksessa ja käytössä huomioitava lainsäädäntö ja etiikka). Hallinnollisilla välineillä tarkoitetaan myös välineitä, joilla hallitaan käyttäjiä (mm. lisäys, poisto, käyttöoikeudet, käyttäjäryhmät) verkko-opetusympäristössä. Hallinnollisten välineiden kautta opiskelija voi itse seurata omaa oppimisprosessiaan ja aikataulussa pysymistään sekä oppimistavoitteidensa saavuttamista. Verkko-opetusympäristön käyttäjähallinnassa voidaan esimerkiksi suuret opiskelijaryhmät lisätä ryhmittäin tai automaattisesti hakemistopalveluiden kautta esimerkiksi LDAPia (Lightweight Directory Access Protocol) hyödyntäen. (Hein 1998: 11–14.)

## 2.4 Verkko-opetusympäristöt Moodle ja WebCT

Seuraavissa kohdissa esittelen lyhyesti Moodle ja WebCT -verkko-opetusympäristöjä ja joitakin niiden keskeisimpiä ominaisuuksia.

#### 2.4.1 *Open source verkko-opetusympäristö Moodle*

Moodle on jatkuvasti kehittyvä ns. avoimen lähdekoodin (open source) verkko-opetusympäristö, joka on maksuton ohjelmisto ja jonka lähdekoodi on vapaasti saatavana. Se on julkaistu GNU Public License- lisenssin alaisena. Open Source ohjelman käyttäjä tai kehittäjä voivat jakaa vapaasti kopioita kaikille joko muuttamattomana tai muutettuna. Moodlen jatkuva kehitys taataan tuhansien testaaajien ja käyttäjien myötä. Moodlen tekijänoikeudet on suojattu, mutta käyttäjä voi vapaasti muokata, kopioida ja käyttää Moodlea, kunhan lähdekoodi julkaistaan kaikille käyttäjille. Moodle-verkko-opetusympäristö sisältää useita erilaisia käyttäjätasoja, käyttäjä-, kurssi- ja tiedostohallintaa sekä 34 kielen kieliversiot. Ensimmäinen versio Moodlesta julkaistiin elokuussa 2002 ja ohjelman päivitystahti on ollut nopeaa. Vuosittain ilmestyy uusia versioita, tällä hetkellä viimeisin versio on numeroinniltaan 1.8.4. (11.1.2008). Alun perin Moodlen kehittäjä on australialainen Martin Dougiamas, joka loi väitöskirjatyönsä ohessa verkko-opetusympäristön. Suomessa esimerkiksi Mediamaisteri Oy kehittää Moodlea. Yritys tarjoaa myös tukipalveluita Moodlen käyttäjäorganisaatioille.

Moodle on verkko-opetukseen kehitetty ohjelmisto, jolla voidaan toteuttaa verkko-opintojakso kokonaisuudessaan ja sen avulla pyritään tukemaan oppimista, aktiivista tiedon etsintää ja yhteistoiminnallisuutta oppimisessa sekä tarjoamaan teknologiaa pedagogiikan tueksi. Moodle soveltuu moniin käyttötarkoituksiin kuten opetukseen, tiedottamiseen, yhteydenpitoon ja materiaalin jakoon. Moodlea voidaan hyödyntää esimerkiksi korkeakouluissa, yliopistoissa, oppilaitoksissa, yrityksissä, organisaatioissa, yhteisöissä, seuroissa ja erilaisissa projekteissa. Erilaisia lisätyökaluja ja -toimintoja voidaan ladata tarvittaessa internetistä.

Vuorovaikutusta Moodle verkko-opetusympäristössä tukee keskustelualue eli foorumi ja verkkokeskustelu eli Chat. Verkkokeskustelu on tarkoitettu reaaliaikaiseen keskusteluun tallennusmahdollisuudella sekä vuoropuheluun kahden tai useamman käyttäjän välillä. Moodleen voidaan tuoda materiaalia tiedostoina tai linkkeinä tai materiaalia voidaan tuottaa Moodlen tarjoamalla työvälineillä. Moodle tukee ympäristön ulkopuolelta tuotavia yleisimpiä tiedostomuotoja. Moodleen voidaan tuottaa valmiita tehtäväkokonaisuuksia, joita voidaan muokata uudelleen ja käyttää useilla eri verkko-opintojaksoilla ja useiden eri käyttäjien kesken. Moodle tarjoaa työkalut esimerkiksi lyhyt-, monivalinta-, palautus- ja tutkimustehtävien luontiin sekä tenttityökalun, joka sisältää laajan tehtäväpaketin kysymysvaihtoehtoinen. Kysymyksien siirtäminen WebCT:stä ja Blackboardista Moodleen on myös mahdollista.

Opettaja voi ohjata opiskelijan näkymää piilottamalla tai näyttämällä haluamansa objektit ja tiedostot. Moodlen opintojaksonäkymää voidaan muokata erilaisten sivu-

pohjien avulla. Vaihtoehdot ovat viikko-, aihe- ja keskustelunäkymä. Moodlen valvontatyökaluilla opettaja voi seurata opiskelijan työskentelyä ja kurssin tapahtumia verkko-opetusympäristössä, jolloin opettaja voi arvioida oppimista myös opiskeluprosessin ja aktiivisuuden mukaan. Arvioinnissa voidaan käyttää joko numeerista tai avointa arviointia. Opettaja voi luoda myös arviointia tukevia valmiita arvosteluasteikkoja kurssikohtaisesti käytettäväksi. Moodle sisältää mm. seuraavia toimintoja:

1. *Henkilö* -osio sisältää esittelyt opintojakson opiskelijoista. Opiskelija voi muokata omia henkilökohtaisia perustietojaan.
2. *Toiminnot* -osio sisältää opettajan opintojaksolle määrittelemät toiminnot ja työkalut. Linkeistä pääsee tehtävä- ja toimintolistoihin.
3. *Etsi* -toiminnoilla voidaan hakea keskustelufoorumeista tiettyä sanaa.
4. *Ylläpito* -osioon opintojakson opettaja voi määritellä opiskelijalle mahdollisuuden tarkastella omia harjoitusarviointejaan.
5. *Omat kurssini* -osiossa on luettelo kaikista Moodlen verkko-opintojaksoista, joille opiskelija on liittynyt.
6. *Opintojaksonäkymä* on jaettu joko viikko-, aihe- tai keskustelunäkymiin riippuen siitä, minkä näkymätyypin opettaja on ottanut käyttöön.
7. *Viimeisimmät uutiset* -osio sisältää viimeisimmät keskustelufoorumien uutiset.
8. *Viimeisimmät tapahtumat* -osio sisältää opintojakson viimeisimmät tapahtumat. Opintojakson opettaja voi valita tämän osion käyttöön asetuksia säätämällä.
9. *Navigointipolun* avulla voidaan liikkua Moodlessa. Navigointipolku näkyy vasemmalla näkymän yläkulmassa.

Moodle sisältää myös muita vaihtoehtoisia valikoita ja linkkejä, joiden avulla ympäristössä voidaan liikkua. Internet-selaimen eteen (forward) ja taakse (back) painikkeita ei suositella verkko-opetusympäristössä liikkumiseen. Moodlessa käyttäjä näkee navigointipolun ja voi siitä palata aikaisempaan vaiheeseen. Navigointipolusta käyttäjä tietää, missä hän on, mistä hän on tulossa ja minne hän voi mennä. (Nielsen 1994b, 2000.)

#### 2.4.2 Kaupallinen verkko-opetusympäristö WebCT

WebCT (WebCourseTools) on palvelimella toimiva kaupallinen verkko-opetusympäristö, jolla voidaan luoda laajoja verkko-opetuskokonaisuuksia, verkko-opintojaksoja tai esimerkiksi materiaalipankki. Sen käyttämiseen tarvitaan tietokone, verkkoyhteys ja selainohjelma. WebCT on käytössä noin 80 maassa, yli 2200 opetusta järjestävässä organisaatiossa. WebCT sisältää joukon opetukseen liittyviä työvälineitä, opintojakson organisointityövälineitä ja käyttöliittymän suunnittelutyökaluja ja siihen on integroitu valikoima työkaluja verkkokurssien rakentamiseen, ylläpitämiseen ja käyttämiseen verkossa. WebCT:n kehittämisen aloitti professori Murray

Goldberg vuonna 1995 British Columbian yliopistossa. Blackboard osti vuonna 2006 WebCT:n yrityksenä ja uusin versio on WebCT CE6. WebCT:n käyttö on levinnyt erityisesti korkeakouluihin ja yliopistoihin. WebCT toimii yleisimmissä käyttöjärjestelmissä (Windows, MacOS, Unix, Linux) ja on ns. asiakas-palvelin-järjestelmä, joka asennetaan yleensä omalle palvelimelleen.

WebCT:ssä opiskelija kirjautuu henkilökohtaiselle myWebCT -alueelle käyttäjätunnuksella ja salasanalla. Jokaisella on omaan rooliinsa liittyvät oikeudet ja näkymät, jotka määritellään palvelimella. WebCT -opintopakso on opettajan huolellisen suunnittelu- ja kehittämisprosessin tulos ja sisältää yksilöllisiä toteutusratkaisuja. WebCT soveltuu verkko-opetukseen ja lähiopetuksen tukivälineeksi. Voidaan jopa puhua virtuaalisesta luokkahuoneesta. WebCT:n työkalut voidaan jakaa oppimateriaaliin, hallinta- ja kommunikointityökaluihin sekä oppimista tukeviin työkaluihin (mm. tehtäväpalautus, keskustelufoorumi, arviointi). Oppimista tukevien työkalujen avulla opiskelijat voivat suorittaa testejä, kokeita, itseopiskeluharjoituksia tai palauttaa harjoituksia opettajalle. Jokaisella opintopaksoilla on oma opintopakson kotisivu, jolle opettaja valitsee sopivat työkalut opiskelijaryhmän ja aiheen mukaisesti. Yleisimmät työkalut ovat kalenteri, keskustelualue, kurssikuvaus, itseopiskelu ja palautettavat, Chat, ryhmätyöt ja WebCT:n sisäinen posti. Lisättävät sivut voivat olla myös HTML-sivuja tai linkkejä tai organisointisivuja. Mahdollisia lisättäviä työkaluja ovat erilaiset sisältö-, kommunikointi-, arviointi- ja aktivointi- sekä opiskelijan työkalut.



### 3 KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTIMENETELMIÄ

Jo 1970-luvulla Hansen (1971) kehotti käyttäjän tuntemiseen ohjelmistosuunnittelussa. Samoin Norman (1986) esitti käyttäjakeskeisen suunnittelun perussäännöksi käyttäjän tuntemisen. Tästä huolimatta käyttäjä ei ole edellenkään riittävästi mukana järjestelmän suunnittelussa. Käytettävyyden tutkimus on tuonut esiin käyttäjän suorittaman käytettävyydestauksen tärkeyden asiantuntija-arvioinnin rinnalla (Norman 1986; Nielsen 1994).

Kuutin (1996) mukaan halukkuus ottaa käyttäjät mukaan sovelluksen suunnitteluun kasvoi 1980-luvulla. Tuolloin oli huomattu käyttäjien ymmärtämiseen ja suunnittelijoiden ja käyttäjien väliseen kommunikointiin liittyviä ongelmia. Myös ensimmäisiä käyttäjakeskeisen suunnittelun (usercentered design) menetelmiä oli kehitetty, joissa korostettiin mm. psykologista, tehokkuuteen liittyvää, tehtävän rakenteeseen liittyvää sopivuutta ja eettistä sopivuutta. Käyttäjien huomioiminen johti iteratiiviseen suunnittelutapaan. Puhuttiin myös mm. user-inspired design ja user-involved design, joissa suunnittelijat menevät kentälle tutustumaan käyttöolosuhteisiin. Osallistuvassa suunnittelussa korostetaan käyttäjien mukana oloa kaikissa järjestelmän suunnittelun vaiheissa (mm. McCarthy & 2004, 38). (Kuutti 1996, 22; Isomäki 2002.)

Käyttäjakeskeisen menetelmäkehityksen tavoitteena on tuottaa helppokäyttöisiä, nopeita ja tehokkaita menetelmiä erilaisiin käyttäjakeskeisiin tilanteisiin soveltuviksi. Gulliksenin, Göranssonin, Boivienin, Blomkvistin, Perssonin ja Cajanderin (2003) mukaan käyttäjakeskeisyys ei saa aina tarvitsemaansa arvostusta, vaan usein esimerkiksi yrityksen liiketoimintatavoitteet arvostetaan korkeammalle. Biasin ja Mayhewin (1994) case-tutkimuksissa käyttäjakeskeisen suunnittelun hyödyt näkyivät siten, että käyttäjien työtehokkuus lisääntyi keskimäärin 50 prosenttia ja inhimillisten virheiden määrä väheni 25 prosenttia. Lisäksi yhdessä tutkimuksessa työntekijöiden vaihtuvuuden todettiin pienentyneen 10–20 prosenttia. Myös kehittävän organisaation näkökulmasta saavutettiin hyötyjä: käyttäjien koulutuskulut pienenevät 35 prosenttia ja käyttäjätuen määrä pieneni 20 prosenttia.

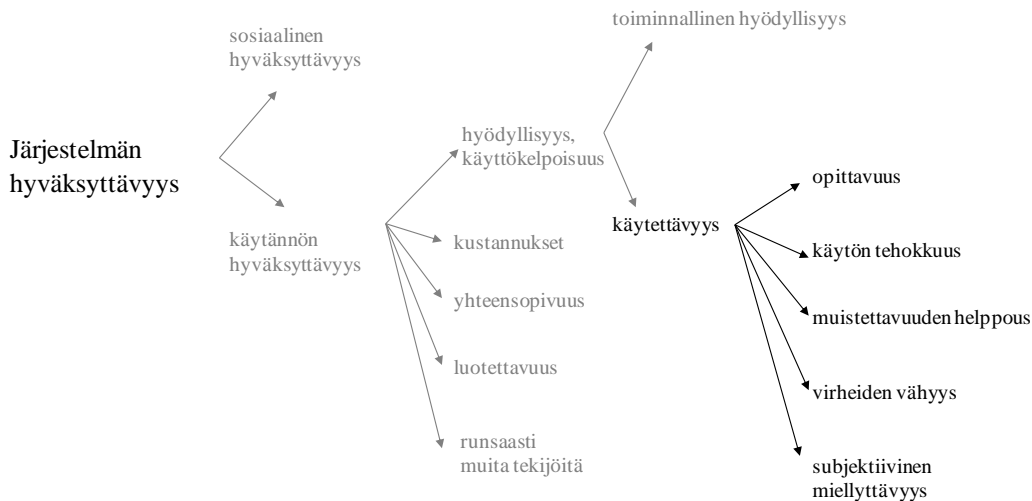
Käytettävyyden arvioimisen tavoitteena on kehittää käyttäjäystävällisiä käyttöliittymiä, jotta käyttäjä pystyy toteuttamaan haluamansa toiminnot tehokkaasti ja nopeasti. Käyttöliittymien ja järjestelmien parantaminen on hyödyllistä yritykselle, sillä käytettävyyden parantamisesta aiheutuneet kulut saadaan takaisin esimerkiksi tyytyväisempien asiakkaiden ja markkinoinnin helpottumisen kautta. Tyytyväiset asiakkaat ovat yrityksen, laitoksen tai organisaation paras mainos. (Saastamoinen 1993: 12.)

Käytettävyystutkimuksen menetelmillä pyritään löytämään mahdollisimman paljon käytettävyysongelmia ja erityisesti halutaan löytää vakavimmat todelliset käytettävyysongelmat. Sekä asiantuntijat että käyttäjät (esim. käytettävyystestuksessa) arvioivat systeemin käytettävyyttä. Tässä luvussa tarkastellaan käytettävyyttä ja sen merkitystä sekä käytettävyyden arviointiin liittyviä menetelmiä ja aikaisempia käytettävyystutkimuksia.

### 3.1 Käytettävyyden määritelmiä ja käytettävyyden merkitys

Seuraavassa osoitan, että kirjallisuudessa käytettävyys on ymmärretty monella tavalla. Käytettävyydellä tarkoitetaan mm. helppokäyttöisyyttä ja helppoa opittavuutta (Preece 1995: 14). Nielsenin (1993) mukaan käytettävyys (usability) tarkoittaa sitä, kuinka hyvin jonkin järjestelmän tai verkkopalvelun toimintoja voidaan käyttää haluttuun tarkoitukseen. Järjestelmän käytettävyys kytkeytyy järjestelmän toimintoihin ja toiminnot määräävät järjestelmän hyödyn. Käytettävyys kertoo, kuinka onnistunutta näiden toimintojen käyttö on. (Nielsen 1993: 24–37; 2003.)

**Kuvio 5.** Malli järjestelmän hyväksyttävyydestä ja käytettävyydestä sen osana

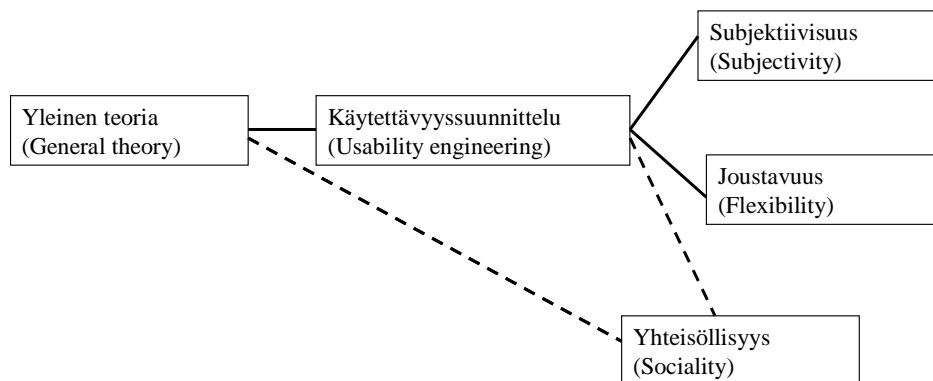


Käytettävyys on osa järjestelmän hyväksyttävyyttä, joka koostuu sosiaalisesta hyväksyttävyydestä ja käytännön hyväksyttävyydestä. Käytännön hyväksyttävyyden osaluonteita ovat kustannukset, yhteensopivuus, luotettavuus ja hyödyllisyys/ käyttökelpoisuus.

poisuus. Hyödyllisyyden osa-alueita ovat puolestaan käytettävyys ja toiminnallinen hyödyllisyys. (Nielsen 1993.)

Kuviossa 5 on Nielsenin (1993: 25; 2003) kehittämä ominaisuuksien malli käytännön hyväksyttävyydestä ja hyödyllisyydestä, jonka osa-alueita ovat käytettävyys ja funktionaalinen soveltuvuus. Käytettävyys jaetaan opittavuuteen, käytön tehokkuuteen, muistettavuuteen, virheiden vähyyteen ja subjektiiviseen miellyttävyyteen. Käytettävyyden osa-alueet tarkoittavat:

- *Opittavuus*: Järjestelmän tulee olla helppo oppia, jotta käyttäjä kykenee tekemään mahdollisimman pian haluamiaan toimintoja järjestelmällä.
- *Käytön tehokkuus*: Järjestelmän tulisi olla tehokas käyttää. Kun käyttäjä on oppinut järjestelmän käytön, on mahdollista saavuttaa korkea tehokkuus järjestelmän käytössä.
- *Muistettavuuden helppous*: Järjestelmän käytön tulisi olla helposti muistettavissa siten, että käyttäjä pystyisi ilman uudelleenopettelua hyödyntämään järjestelmää esimerkiksi kesäloman jälkeen.
- *Virheiden vähyyys*: Järjestelmässä tulisi olla mahdollisimman vähän virheitä, jotta käyttäjä ei joudu virhetilanteisiin usein. Virhetilanteessa järjestelmän tulee tukea käyttäjää. Vakavat virheet tulee poistaa jo suunnitteluvaiheessa eikä niitä saisi esiintyä lainkaan valmiissa järjestelmässä.
- *Subjektiivinen miellyttävyyys*: Järjestelmän tulisi olla miellyttävä käyttää, jolloin käyttäjät voivat olla tyytyväisiä käyttäessään järjestelmää. (Nielsen 1993: 26.)



**Kuvio 6.** Viisi näkökulmaa käytettävyyteen (Löwgren 1995: 3).

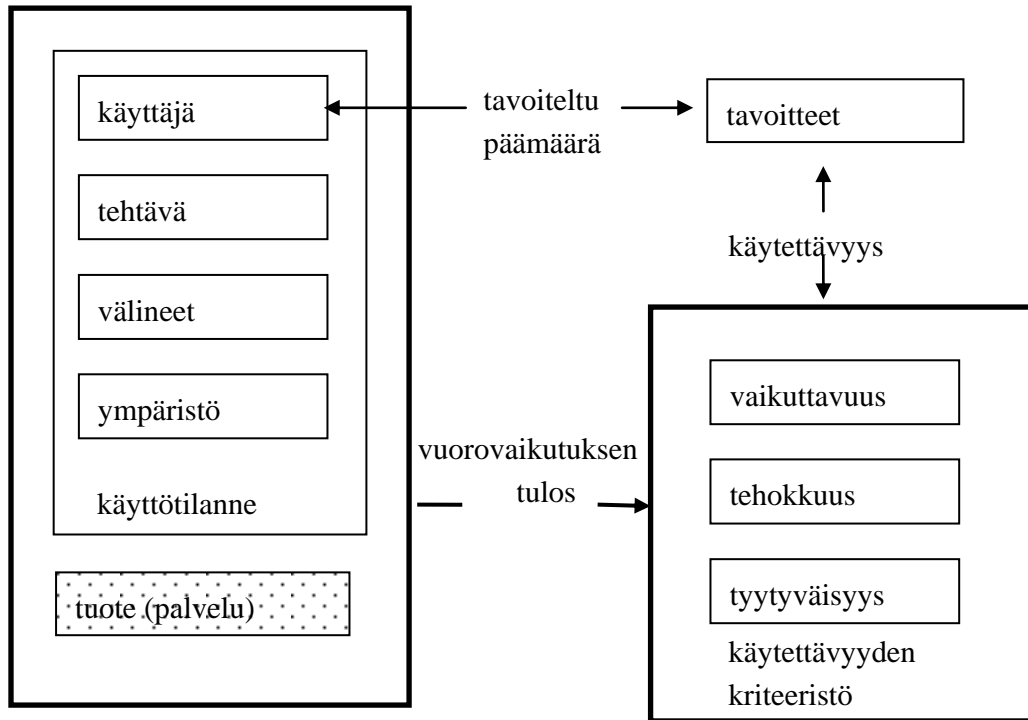
Löwgrenin (1995) mukaan käytettävyyttä voidaan lähestyä viidestä näkökulmasta (kuvio 6): yleisestä teoriasta, käytettävyysuunnittelusta, subjektiivisuudesta, joustavuudesta ja yhteisöllisyydestä. Yleisellä teorialla etsitään yleisiä lainalaisuuksia suorittamalla kontrolloituja kokeita erilaisissa konteksteissa. Käytettävyysuunnittelu (usability engineering) tarkoittaa suunnittelumenetelmää, jonka alkuvaiheessa määritellään käytettävyydelle kvantitatiiviset tavoitearvot, joihin testaustuloksia verrataan

prosessin eri vaiheissa. Tavoitteena on päästä mahdollisimman lähelle tavoitearvoja. Käytettävyyttä ei nähdä tuotteen tai järjestelmän hyödyllisyytenä, vaan pyritään luomaan tuotteelle tai järjestelmälle erinomainen käytettävyys. Jos käytetään vain mitattavia arvoja, voi joitakin käytettävyyden piirteitä jäädä huomiotta. (Löwgren 1995: 3.)

Käytettävyyden subjektiivisuus tarkoittaa yksittäisen käyttäjän tietyssä tilanteessa kokemaa käytettävyyttä. Joustavuus tarkoittaa käytettävyyden suunnittelua erilaisissa konteksteissa ja ennalta arvaamattomissa tilanteissa. Yhteisöllisyys merkitsee sosiaalisen yhteisön huomioimista käytettävyyttä suunniteltaessa ja testattaessa. Yksittäiset tietokoneavusteisen ohjelmiston käyttötilanteet ovat osa yhteisön toimintaa. Kuvion 6 katkoviivat tarkoittavat, että yhteisöllisyys ei ole perinteisesti ollut mukana HCI:n tutkimuskentässä, jossa yksi käyttäjä käyttää järjestelmää erillään muusta maailmasta. Löwgren (1995: 2-3.)

ISO 9241-11 -standardissa määritellään käytettävyys ja esitetään, mitä tietoja tarvitaan näyttöpäätteiden ja tietojärjestelmien käytettävyyden määrittelyssä ja arvioinnissa, kun mitataan käyttäjän suoriutumista ja tyytyväisyyttä. Standardi opastaa tuotteen (laitteisto, ohjelmisto) tai palvelun, käyttötilanteen ja käytettävyyden mittaamiseen yksikäsitteisesti. Opastus sisältää yleisiä periaatteita ja tekniikoita, jotka soveltuvat useimpien arviointimenetelmien kanssa käytettäväksi. Standardin sisältämiä ohjeita voidaan käyttää käytettävyyttä koskevien tietojen hankkimisessa, käytettävyyden suunnittelussa, kehittämisessä ja arvioinnissa sekä käytettävyyttä koskevien tietojen välittämisessä. ISO 9241-11 määritelmän mukaan käytettävyydellä tarkoitetaan sitä vaikuttavuutta, tehokkuutta ja tyytyväisyyttä, jolla määritellyt käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteet tietyssä käyttötilanteessa. (ISO 9241-11 1998.)

Kuviossa 7 esitetään ISO 9241-11 -standardin näkemys käytettävyyden määritelmästä. Käyttäjä, hänen tehtävänsä, käytetyt työvälineet ja toimintaympäristö muodostavat ohjelmiston käyttötilanteen kuvauksen, jota voidaan pitää perustana ohjelmiston toiminnallisessa suunnittelussa. Kun käytettävät työvälineet tukevat toisiaan ja käyttäjä, vältytään tarpeettomalta ylimääräiseltä opeteltavalta ja muistettavalta asialta. Sosiaalinen, fyysinen ja informationaalinen toimintaympäristö voivat asettaa erityisiä vaatimuksia ohjelmiston toteutukselle. (ISO 9241-11 1998.)



**Kuvio 7.** ISO 9241-11 -standardin määritelmä käytettävyydestä.

Taustatietojen lisäksi ISO 9241-11 määrittelee perusteita käytettävyyden mittaamiseen. Käytettävyyden kriteereinä mainitaan kolme tekijää: vaikuttavuus (effectiveness), tehokkuus (efficiency), ja käyttäjän tyytyväisyys (satisfaction). Vaikuttavuudella tarkoitetaan, miten täydellisesti tehtävälle asetetut tavoitteet saavutetaan. Tehokkuudella tarkoitetaan suorituskykyä, miten tehtävään suorittamiseen kuluu aikaa, rahaa tai henkilötyötä. Vertailukohtana voi olla joko entinen työskentelytapa tai ideaalinen malli siitä, miten tehtävästä voisi parhaimmillaan suoriutua. Tyytyväisyydellä tarkoitetaan käyttäjän subjektiivista kokemusta käytön miellyttävyydestä. (ISO 9241-11 1998.)

ISO 9241-11 (1998) standardi suosittelee vaatimusmäärittelyn keinoja käytettävyyden määrittelemiseksi. Taulukossa 2 on joitakin esimerkkejä käytettävyyden tavoitteista sekä vaikuttavuuden, tehokkuuden ja tyytyväisyyden kriteereistä. Esimerkiksi virheiden sietokykyä voidaan mitata virheiden määrällä, tehokkuutta virheiden korjaamiseen käytetyllä ajalla ja tyytyväisyyttä virhekäsittelyn arviointiasteikolla. Vaikuttavuutta tai tuottavuutta mitataan määrällä, tehokkuutta ajalla ja tyytyväisyyttä tyytyväisyyden arviointiasteikoilla. (ISO 9241-11 1998; Dix et al. 2004: 240.)

**Taulukko 2.** Esimerkkejä ISO 9241-11 käytettävyyden osa-alueista (Dix et al. 2004: 240).

Käytettävyyden osa-alue	Vaikuttavuus-tekijät	Tehokkuuden mitat	Tyytyväisyys
<b>Tehtävään soveltuvuus</b>	saavutettujen tavoitteiden osuus	tehtävän tekemiseen käytetty aika	tyytyväisyyden arviointiasteikko
<b>Sopivuus harjaantuneelle käyttäjälle</b>	teho-ominaisuuksien käyttömäärä	suhteellinen tehokkuus verrattuna asiantuntijakäyttäjään	tyytyväisyys järjestelmän tehokkuuteen
<b>Opittavuus</b>	opittujen toimintojen osuus	oppimiseen kuluva aika	oppimisen helpottamisen arviointiasteikko
<b>Virheiden sietokyky</b>	virheiden osuus	virheiden korjaamiseen käytetty aika	virhekäsittelyn arviointiasteikko

Käytettävyys-käsitteellä on joukko läheisiä käsitteitä, joissa myös on kyse tuotteen tai palvelun ominaisuuksista eli saatavuudesta (availability), houkuttelevuudesta (attractiveness), helppokäyttöisyydestä (ease-of-use), tavoitettavuudesta (accessibility), käyttäjäkokemuksesta (user experience) ja käyttökokemuksesta (use experience). Käytetyimmät käytettävyyden osa-tekijät ovat tuotteen tai palvelun opittavuus, käytön tehokkuus ja virheettömyys. (Sinkkonen 2004)

Verkkosivustoilla käytettävyys on erityisen tärkeää, sillä turhautuneet käyttäjät siirtyvät verkkosivustolta toiselle nopeasti, jos sivusto ei toimi heidän haluamallaan tavalla. Käytettävyyden kokemiseen vaikuttavat myös yhteisölliset ja sosiaaliset suhteet, käyttäjien tarpeet ja mieltymykset. Verkkokaupassa käytettävyyden tärkeys korostuu, koska ostajaehdokkaiden on helppo siirtyä toiseen, käytettävyydeltään parempaan verkkokauppaan, ellei tuotetta löydy vaivattomasti. Jos opiskelija verkko-opetusympäristössä kokee opetusympäristön käyttämisen vaikeaksi, hänen keskittymisensä varsinaiseen asiaan häiriintyy, ja se voi johtaa jopa opiskelun keskeyttämiseen. Organisaatiossa huonosti suunnitellun ohjelmiston käyttäminen aiheuttaa henkilöstölle ajan tuhlaamista, turhautumista ja stressiä. (Preece 1993: 33; Nielsen 2000a: 9; Sinkkonen ym. 2002: 291–292.)

Verkkopalveluiden käytettävyyttä arvioitaessa on helpompaa määritellä WWW-sivuston käytettävyyttä huonontavat tekijät kuin hyvän käytettävyyden tekijät. Haine (1998) on määritellyt viisi yleisintä WWW-sivustojen käytettävyyttä heikentävää tekijää:

1. *Häiritsevät liikkeet.* Jos sivustolla on paljon animaatioita tai JavaScripteillä toteutettua liikettä, käyttäjän huomio kiinnittyy liikkeeseen ja sivuston varsinaisen informaatio voi jäädä käyttäjältä huomaamatta. Mainonnassa käytetään kuitenkin liikettä mielellään, koska liikkeet tehostavat mainoksen huomioarvoa.
2. *"Form do not follow function".* Sivuston suunnittelu tulisi aloittaa toiminnallisuuden suunnittelulla. Ulkoasu ja visuaalisuus suunnitellaan toimivuuden suunnittelun jälkeen. Liian suuret kuvat voivat vaikuttaa toiminnallisuuteen tai jopa aiheuttaa sivuston toimimattomuuden. Kuvien latautumisajat tulee tarkistaa ennen käyttöönottoa ja kuvat tulee muokata sopivan pieniksi WWW-sivustolle.
3. *Epäselvät ja moniselitteiset linkit.* Linkin nimen tulisi kertoa selkeästi, mistä on kysymys. Käyttäjä ohittaa helposti linkit, joiden sisältöä ei voi linkin nimestä mieltää.
4. *Hyödytön hakutoiminto.* Hakutoiminnolla käyttäjä löytää hakemansa tiedon mahdollisimman nopeasti. Jos hakutoiminto ei vastaa käyttäjän odotuksia eikä siitä ole käyttäjälle hyötyä, hän yleensä luovuttaa ensimmäisen epäonnistuneen haun jälkeen. Hakukenttä saattaa olla huomaamaton tai haun käyttäminen saattaa vaatia liian monimutkaisten hakuehtojes käyttöä.
5. *Huomiotta jätetyt käyttäjien tarpeet.* WWW-sivustojen suunnittelun tulee lähteä käyttäjien tarpeista ja niihin vastaamisesta. Suunnittelijan tulee kartoittaa ensin sivuston käyttötarkoitus, todennäköisimmät käyttäjäryhmät ja selvittää heidän vaatimuksensa sivustolle.

Veenin (1998) mukaan WWW-sivuston suunnittelun ongelmakohtia ovat mm. linkitys, multimedian käyttö, navigoinnin ja interaktiivisuuden toteuttaminen. Esimerkiksi linkityksissä ulkopuolisten palveluntarjoajien sivustoille on ristiriita: toisaalta halutaan lisätä oman palvelun käyttöä, mutta toisaalta johdatetaan käyttäjä pois omalta sivustolta. Multimedian käyttäminen sivustolla vaatii suurta tiedonsiirtokapasiteettia, ja hitailla yhteyksillä multimedian lataaminen käyttäjälle hidastaa käyttäjän toimintaa. Esimerkiksi materiaali, joka toimii cd-levyltä hyvin, ei välttämättä toimi sivustolla, koska tiedonsiirtokapasiteetti on rajoitettu ja vaihtelee eri internet-palveluissa. Navigoinnin helpottamiseksi käyttäjän tulisi nähdä sivuston hierarkkinen rakenne ja erottaa sivustolla oleva uusi ja vanha tieto helposti. WWW-palveluiden interaktiivisuus tarkoittaa, että käyttäjällä on mahdollisuus vaikuttaa sivuston sisältöön, sivusto tunnistaa käyttäjän ja toiminta perustuu käyttäjän tavoitteisiin. Käyttäjän tulisi voida määritellä sivustolla mieleisensä asetukset. Yksityisyyden suojaaminen tulee huomioida käyttäjän käyttötapoja suunniteltaessa (Veen 1998).

Verkkosivuston menestystekijöitä on listannut Nielsen (2000a: 380–383, 2000b: 380–383) kehittäessään ns. KOTIUTA-suunnittelun (HOME-RUN websites). Suun-

nittelu koostuu seitsemästä menestystekijästä, joiden alkukirjaimista KOTIUTA-malli on saanut nimensä:

1. **K**orkeatasoinen sisältö (High quality content)
  2. **O**ikea-aikaiset päivitykset (Often updated)
  3. **T**odella lyhyt latausaika (Minimal download time)
  4. **I**ntuitiivinen käyttöliittymä (Ease of use)
  5. **U**niikisti verkkoa hyödyntävä (Unique to the online medium)
  6. **T**arpeita vastaava sisältö (Relevant to user's needs)
  7. **A**senteet verkkomyönteiseksi (Net-centric corporate culture).
- KOTIUTA-suunnittelun menestystekijöiden suomennuksen on tehnyt kääntäjä Haanpää.

Sivuston sisällön on oltava käyttäjille merkityksellinen, vastata käyttäjien odotuksiin, olla erittäin laadukas ja verkkomedialle sopiva. Sivuston päivitysrytmi ajoitetaan sivuston aiheeseen sopivaksi. Esimerkiksi uutisiin ja päivän tapahtumiin erikoistunut verkkopalvelu päivitetään tosiaikaisesti, kun taas sivustot, joiden sisältö ei vanhene nopeasti, voidaan päivittää harvemmin (päivittäin, viikoittain tai kuukausittain). Sivuston lyhyt latausaika estää käyttäjää kyllästymästä odottamiseen ja vaihtamaan toiseen sivustoon. (Nielsen 2000a: 380–383.)

Nielsenin mukaan sivuston suosio taataan jo ensimmäisten neljän (KOTI) seikan vuoksi, mutta todellinen suosio saavutetaan, jos noudatetaan vielä kolmea viimeistä (UTA) ohjetta. Uniikisti verkkoa hyödyntävä tarkoittaa verkkoon sopivaa aineistoa, jolloin sivuston sisältö on helppo lukea tietokoneen näytöltä. Tarpeita vastaava sisältö on käyttäjälle merkityksellistä ja vastaa niitä tehtäviä, joita käyttäjä haluaa suorittaa. Myös organisaation henkilöstön verkkomyönteisyys auttaa sivuston hyväksyttävyyttä. (Nielsen 2000a: 380–387.)

Keinonen (2000: 92–105) puolestaan on luonut teoreettisen mallin tuotteen käytettävyyden arviointiin. Mallin käytettävyydskriteerit ovat toiminnallisuus, loogisuus, informaation esitystapa, käyttöohjeet, hyödyllisyys, helppokäyttöisyys ja tunteisiin vaikuttavuus. Keinonen tarkasteli käytettävyyttä kognitiivisen ergonomian, tietotekniikan ja tuotekehityksen näkökulmasta. Mallin kehityksessä on huomioitu vakiintuneet käyttöliittymän suunnitteluohjeet, teoreettiset käyttöliittymän osien analyysit ja käytettävyyden käsitteen määrittelyt.



### 3.2 Käytettävyyden arviointimenetelmiä ja niiden vertailua

Käytettävyyden arviointimenetelmä valitaan mahdollisimman hyvin soveltuvaksi ko. tarkoitukseen huomioiden käytettävyytutkimuksen tavoitteet ja resurssit. Valintakriteeriksi voidaan asettaa esimerkiksi menetelmän nopeus, menetelmällä löytyvien käytettävyysongelmiin määrä tai menetelmällä löytyvien vakavien käytettävyysongelmiin määrä. Menetelmän valinnassa voidaan käyttää myös useampaa kriteeriä (ns. monikriteeriongelma). (Rubin 1994: 25–26.)

Käytettävyyden arviointimenetelmät voidaan jakaa viiteen eri luokkaan: analyttiseen arviointiin, asiantuntija-arviointiin, kyselyarviointiin, havainnoimalla arviointiin ja kokeelliseen arviointiin. Nielsen ja Molich (1990) luokittelevat arviointimenetelmät muodolliseen, automaattiseen, empiiriseen ja heuristiseen. Luokitukset ovat osittain yhteneväisiä, mutta ne sisältävät myös täysin erillisiä osia. Ne poikkeavat toisistaan esimerkiksi menetelmässä käytettyjen toimintatapojen ja tulosten suhteen. Menetelmiä yhdistelemällä saa kuitenkin suhteellisen monipuolisen kuvan tietojärjestelmän käytettävyydestä. Nielsen ja Molich tarkoittavat heuristisella menetelmällä niitä arviointitapoja, jotka perustuvat arvioijien asiantuntemukseen ja henkilökohtaisiin näkemyksiin. Empiirisellä menetelmällä he tarkoittavat loppukäyttäjien toteuttamaa käytettävyyсарviointia. Preece (1993: 109) luokittelee arviointimenetelmät asiantuntija-arviointiin, havainnoimalla arviointiin (ääneenajattelu) ja kyselyarviointiin.

Yleisimpiä järjestelmän, tuotteen tai ympäristön käyttäjille suunnattuja käytettävyyden arviointimenetelmiä ovat:

- heuristinen arviointi (heuristic evaluation)
- tarkistuslistat ja arviointiohjeet (check lists and guideline reviews)
- moniarvoinen läpikäynti, ryhmäläpikäynti (pluralistic walkthrough)
- johdonmukaisuuskatselmoinnit (consistency inspections)
- standardikatselmoinnit (standards inspections)
- kognitiivinen läpikäynti (cognitive walkthrough)
- ominaisuuksien katselmoinnit (feature inspections)
- käyttäjätestaus (user testing). (Nielsen 1994b: 5–6; Vredenburg et al. 2002; Sinkkonen et al. 2002: 309–312; Hartson et al. 2003; Hyysalo 2006: 166–168.)

**Taulukko 3.** Käytettävyyden arviointimenetelmien ja tiedonkeruutekniikoiden ominaisuuksia (Nielsen 1993: 224).

Menetelmä / tiedonkeruutekniikka	Käyttötilanne	Testaajien lkm	Vahvuuksia	Heikkouksia
Heuristinen arviointi	kehitystyön alkuvaiheessa	Ei tarvita	käyttöliittymän perusvirheet löydetään; asiantuntijakäyttäjien näkökulma esiin	lopullisten käyttäjien huomioida ja tarpeet jäävät huomiotta
Suoritustestit	lopputestaus, eri järjestelmien vertailuun	väh. 10	tuottaa vertailukelpoisia tilastoja	yksittäiset käytettävyysongelmat eivät tule esiin
Ääneenajattelu	iteratiivinen suunnittelu, formatiivinen evaluointi	3-5	käyttäjien väärinkäsitykset esille, halpa menetelmä	luonnon tilanne käyttäjälle, kokeneiden käyttäjien automatisoituneet toiminnot vaikeasti verbalisoitavissa
Havainnointi reaalityilanteissa	seurantatutkimukset, tehtävänsuoritustestit	väh. 3	ekologisesti validi menetelmä, huomio käyttäjien todellisiin tehtäviin	vaikea järjestää, kokeen tekijällä ei ole kontrollia kokeeseen
Kyselyt	seurantatutkimukset, tehtävänsuoritustestit	väh. 30	subjektiiviset preferenssit esiin; toistettavissa	vaatii lomakkeen etukäteistestaamisen väärinkäsitysten välttämiseksi
Haastattelut	tehtäväanalyysit	n. 5	joustava, voidaan mennä syvemmälle asenteiden ja kokemusten selvityksessä	aikaa vievä menetelmä, tulosten vertailu hankalaa
Käyttäjryhmäkeskustelu	tehtäväanalyysit, käyttäjien osallistuminen	6-9 / ryhmä	ryhmädynamiikka, keskustelijoiden keskinäiset reaktiot	vaikeasti tulkittavissa, valideetti huono
Käyttäjien toiminnan rekisteröinti	lopputestit, seurantatutkimukset	väh. 20	usein käytetty/ei-käytetty toiminnot esiin; voidaan tehdä jatkuvasti	suuri määrä tietoa, analysointiin tarvitaan omat ohjelmat, käyttäjien yksityisyyden suoja
Käyttäjien palaute	seurantatutkimukset	satoja	tilastolliset analyysitavat mahdollisia	kaikki palautteeseen vaikuttavat tekijät eivät tule esiin

Tietojen keräämiseksi voidaan käyttää useita erilaisia tiedonkeruumenetelmiä, esimerkiksi kyselyä todellisille käyttäjille tai asiantuntijakäyttäjille, haastattelua, havainnointia, kirjalliseen materiaaliin tutustumista, tehtäväanalyysiä tai käyttökokeilua. (Gulliksen et al. 2003.)

Käytettävyyden katselmointimenetelmät ovat alan asiantuntijoiden suorittamia arviointeja käyttöliittymän käytettävyydestä. Käytettävyyden arviointi on kattavampaa, kun käytetään useampaa menetelmää. Tällöin löydetään enemmän ja erilaisia käytettävyyteen vaikuttavia tekijöitä. (Nielsen 1993: 226.)

Taulukossa 3 on listattu käytettävyyden arviointimenetelmien hyödyntämistilanteita sekä menetelmien etuja ja heikkouksia. Onnistunutkin käytettävyyesarviointi saattaa osoittautua täysin hyödyttömäksi, jos sen tuloksia ei osata hyödyntää (Cooper &

Reinmann 2003: 54; Molich, Bevan, Butler, Curson, Kindlund, Kirakowski & Miller 1998). Sweeney ja muut (1993) jakavat arviointimenetelmät käyttäjöpohjaisiin menetelmiin, asiantuntija-arvioihin ja malli- tai teoriapohjaisiin menetelmiin. Kolmen osatekijän viitekehykseen kuuluvat arvioinnin perusta, tyyppi ja ajankohta. Arvioinnin tyypit he jakavat diagnostiseen (diagnostic / formative), summatiiviseen (summative) ja varmentavaan (certification) tyyppiin. (Nielsen 1993; Sweeney, Maguire & Shackel 1993.)

Asiantuntija-arvioinnissa käytettävyyssuunnittelijat ja -asiantuntijat arvioivat tuotetta, laitetta, ympäristöä tai järjestelmää. Yleensä arviointia tekee vähintään kolme käytettävyyden asiantuntijaa ja heidän arvioidaan löytävän keskimäärin 60 prosenttia ongelmista. Viisi arvioijaa löytää noin 75 % käytettävyysongelmista. Asiantuntija-arvioinnissa suoritetaan ensin arviointi yksin, sen jälkeen arvioidaan löydöksiä yhdessä ja luokitellaan ongelmat. Asiantuntija-arviointia käytetään erityisesti tuotteen tai palvelun kehityksen alkuvaiheessa, jolloin tuotteen tai palvelun suunnitteluun voidaan tehdä vielä muutoksia. Asiantuntija-arviointi on halpa ja nopea tapa, jopa yhdessä päivässä saadaan tuloksia. Jos tuotetta tai palvelua arvioivat ainoastaan asiantuntijat, loppukäyttäjien kohtaamat käytettävyysongelmat jäävät osittain löytymättä. (Nielsen 1993; Baker, Greenberg & Gutwin 2002.)

Yksi yleisimmistä asiantuntija-arviointimenetelmistä on *heuristinen arviointi* (heuristic evaluation), jossa käytettävyyden asiantuntija testaa ja arvioi järjestelmää arviointiohjeiston avulla. Yleensä heuristisella arvioinnilla tarkoitetaan Nielsenin kehittämää heuristista arviointia, joka on helppo ja halpa käytettävyyden arviointimenetelmä esimerkiksi jo suunnitteluvaiheessa käytettäväksi. Heuristista arviointia kuvaan tarkemmin kohdassa 3.3. (Nielsen & Molich 1990; Nielsen 1990; 1992a; 1992b; 1994a; 1994b.)

Levi ja Conrad (1996) painottavat, että jokaisen systeemin lopullisessa arvioinnissa tulisi huomioida käytettävyyteen liittyvät näkökulmat. Myersin ja Rossonin (1992) mukaan 48 prosenttia ja Avouriksen (2000) mukaan 70 prosenttia lopullisesta ohjelmointikoodista koskee käyttöliittymää. Karoulis ja Pombortsis (2003) uskovat, että heuristisilla käytettävyyden arviointimenetelmillä pystytään arvioimaan onnistuneesti käyttöliittymän, esimerkiksi WWW-sivuston käytettävyyttä ja opittavuutta. Mutta monimutkaisten järjestelmien, kuten avointen ja etäopetusjärjestelmien, käytettävyyden arvioinnissa tulisi hyödyntää myös kenttätutkimusmenetelmiä. Monet tutkijat, kuten Lewis ja Rieman (1994), Preece (1995), Squires ja Preece (1999) sekä Kordaki, Avouris ja Tselios (2000) pitävät heuristista lähestymistapaa tehokkaana käytettävyyden arviointimenetelmänä verkkosivuston tai järjestelmän arvioinnissa. He painottavat käyttäjakeskeisyyttä, järjestelmän käytettävyyttä, käytön opittavuutta, käytettävyyden analysointia sekä käyttäjien suorittamaa käytettävyydestausta todellisissa

käyttötilanteissa ja olosuhteissa. Useat tutkijat, esimerkiksi Hartson, Andre & Williges (2003), ovat sitä mieltä, että ongelmien löytäminen ja niiden korjaaminen tulee erottaa omiksi prosesseikseen. Heidän mielestään menetelmien vertailussa tulisi vertailla ainoastaan sitä, mikä menetelmä löytää käytettävyysongelmat.

*Kognitiivisessa läpikäynnissä* (cognitive walkthrough) suunnittelija selvittää palvelun käytettävyyttä ilman loppukäyttäjää. Kognitiivinen läpikäynti voidaan tehdä jo suunnittelun alkuvaiheessa. Suunnittelija pohtii keinoja, miten palvelu saataisiin tukemaan käyttäjää, ja miten käyttäjä oppisi nopeasti uuden palvelun sekä saavuttaisi tavoitteensa palvelussa. Tämä menetelmä keskittyy käytettävyyden yhteen osa-alueeseen, palvelun käyttämisen oppimiseen, ja sillä pyritään mallintamaan käyttäjän ajatuksia ja toimintaa, kun hän kohtaa käyttöliittymän ensimmäistä kertaa. Tavoitteena on jäljitellä kohderyhmän käyttäjää tietyn tehtävän suorittamisessa ja arvioida käyttöliittymän ymmärtämisen ja käyttämisen helppoutta käyttäjän kannalta. Hyvin suunnitellun kognitiivisen läpikäynnin voi suorittaa yhden päivän aikana. Läpikäynnistä saadut tulokset riippuvat arvioijien perehtyneisyydestä ja ammattitaidosta. Kognitiivista läpikäyntiä käytetään yleensä vähentämään käyttöliittymän virheitä jo ennen testausta. (Nielsen & Molich 1990; Nielsen 1990; 1992a; 1992b; 1994a; 1994b.)

*Moniarvoisessa tai ryhmäläpikäynnissä* (pluralistic walkthrough) käytettävyyssiantuntija käyttää verkko-opetusympäristöä tai järjestelmää tietyn käsikirjoituksen mukaan yhdessä käyttäjän ja suunnittelijan kanssa. Ominaisuuksien katselmoinnissa etsitään verkko-opetusympäristöstä epäloogisia, kokonaisuudesta poikkeavia ominaisuuksia. *Yhteneväisyystestauksessa* tarkastellaan verkko-opetusympäristöä lähinnä toimintojen eheyden näkökulmasta, onko samanlaisia toimintoja käytetty samalla tavoin verkko-opetusympäristön kaikissa osissa. *Standardiarvioinnissa* asiantuntija tarkastelee verkko-opetusympäristöä standardien näkökulmasta ja tavoitteena on saavuttaa yhdenmukaisesti standardoitu verkko-opetusympäristö. (Nielsen 1994b.)

*Käytettävyydestissä* käytetään usein ääneenajattelu-menetelmää. Käyttäjä tutustuu järjestelmään ja tekee järjestelmällä todellisia tai testitilannetta varten laadittuja, todellisen tuntuisia tehtäviä. Käyttäjä kertoo ääneen kaiken, mitä hän ajattelee testitehtäviä tehdessään. Käytettävyydestissä havainnoija tarkkailee ääneenajattelua havainnoimalla käyttäjän toimintaa ja kirjaamalla käyttäjän esiin tuomat ongelmakohdat ja käsitykset, joilla käyttäjät selittävät tuotteen rakennetta ja toimintatapaa itselleen ääneen ajatellen. Kaikki käyttäjää häiritsevä toiminta on minimoitu. Käyttäjät arvioivat esimerkiksi verkko-opetusympäristön käytettävyyttä joko ensimmäistä prototyyppiä tai jo käytössä olevaa versiota käyttäen. Käyttäjän toimintaan liittyvät ajatukset ja syyt tiettyyn toimintaan tulevat ääneenajattelussa esille havainnoijalle. (Karat 1997; Sinkkonen ym. 2002: 243; Järvinen & Järvinen 2004: 138–139.)

WWW-sivun käsitteellinen malli voidaan esittää käyttäjälle esimerkiksi sivukartan, esittelyanimaation tai linkkipolkujen avulla käytettävyydestin yhteydessä. Niistä käyttäjä saa näkemyksen suunnittelijan mallista, miten suunnittelija on ajatellut käyttäjän toimivan. Esimerkiksi käytetyt termit voivat olla käyttäjälle niin vieraita, ettei hän ohjeista huolimatta ymmärrä rakennekuvausta ja liikkumisopasteita. Yleisten termien käyttäminen on suositeltavaa erityisten tai sovellusalan termien sijaan. (Hackos & Redish 1998: 41.)

Käytettävyydestinissä on kolme osaa: 1. testin järjestelyt ja testaussuunnitelman laatiminen, 2. testin suorittaminen sekä 3. testin analysointi ja testausraportin laatiminen. Testin järjestelyihin kuuluvat ainakin testin tavoitteiden selvittäminen, käytettävyyssvaatimusten selvittäminen, tuotteeseen tai palveluun tutustuminen, testattavien toimintojen valinta, käyttäjien valinta ja testitehtävien laadinta ja arviointimenetelmän valinta. Käytettävyydestinissä tietojen keruumenetelmänä voidaan käyttää ääneenajattelun sijasta havainnointia reaalityilanteessa, paritestejä, yhteisläpikäyntejä, jälkeempään haastattelua ja jälkeempään kommentointia. Lopuksi analysoidaan testitulokset ja kirjoitetaan testausraportti. (Sinkkonen ym. 2002: 302, 309–311.)

Ääneenajattelu (think aloud) on tietojen keruun tekniikka, jossa järjestelmän käyttäjä suorittaa tiettyä, annettua tehtävää ja kertoo koko ajan mitä hän tekee. Se soveltuu hyvin käyttäjien kohtaamien virhetilanteiden löytämiseen ja käyttöliittymän antaman ohjeistuksen puuttumisen todentamiseen. Mitä automatisoituneempi joku toiminta on, sitä vaikeampi sitä on selittää. Sekä kokeneilla että kokemattomilla käyttäjillä ääneen selittäminen saattaa häiritä varsinaisen tehtävän suoritusta ja sitä kautta johtaa väärin johtopäätöksiin käyttöliittymän ominaisuuksista. Ääneenajattelu on kuitenkin nopea tapa havaita käyttöliittymän puutteita. Ääneenajattelussa voidaan käyttää apuna videointia, nauhoitusta tai tietokonetallennusta, joiden etuna on, että havainnoija voi katsoa ja kuunnella testitilanteen uudelleen. Tallenne voidaan purkaa myös yhdessä käyttäjän kanssa, jolloin käyttäjä voi vielä esittää kommentteja. Jälkeempään annetut kommentit eivät kuitenkaan vastaa enää kovin paljoa käyttäjän toimintaa itse testaus-tilanteessa. Havainnoijia voi olla useampia, jolloin yksi havainnoija voi tarkkailla käyttäjää ja käyttäjän tekemiä liikkeitä, toinen voi kirjata käyttäjän kertomuksen ääneenajattelusta testin aikana ja yksi voi opastaa käyttäjän alkuun ja vastata mahdollisiin kysymyksiin. (Nielsen 1992a; Sinkkonen ym. 2002: 309–310.)

Käytettävyydestin testitilanteet pyritään rakentamaan yksinkertaisiksi. Käyttäjältä voidaan kysyä tietokoneen käyttökokemusta, jonka perusteella käyttäjät voidaan jakaa käyttäjäryhmiin. Kullekin ryhmälle osoitetaan käyttötaitoa vastaavia testitehtäviä. Päivittäin tietokonetta käyttävän käyttäjän suoriutuminen testitehtävistä onnistuu yleensä nopeammin kuin satunnaisesti tietokonetta käyttävän käyttäjän. (Nielsen 1992a; Rubin 1994: 218; Sinkkonen ym. 2002: 241–248, 309–310.)

*Havainnointi reaali-tilanteessa* on menetelmä, jossa tutkija kirjaa, mitä käyttäjä tekee. Menetelmä tuo realistisesti esiin käyttäjien toiminnan normaalissa käyttötilanteessa ja käyttäjän havaitsemat käytettävyysongelmat järjestelmien käytössä. Käyttäjän jumittuminen johonkin tiettyyn virhetilanteeseen saattaa aiheuttaa menetelmän käytössä ongelmia. Tällä menetelmällä pyritään saamaan tietoa siitä, minkälaisia virheitä ja ongelmia käyttäjä kohtaa todellisessa käyttötilanteessa ja voitaisiinko ongelmalliset tehtävät suunnitella paremmin tarkoitustaan vastaaviksi. (Nielsen 1994b; Sinkkonen ym. 2002.)

*Paritesteissä* kaksi käyttäjää testaa järjestelmää yhtä aikaa, he keskustelevat järjestelmästä samaan aikaan, kun he suorittavat ennalta määrättyjä testitehtäviä. Keskustelusta ei välttämättä saa kuvaa käyttäjien toimintatavoista, sillä keskustelu on usein luonteeltaan lähinnä toisen käyttäjän vakuuttamista tehdyn toiminnon oikeellisuudesta.

*Yhteisläpikäynnissä* käyttäjä ja testin ohjaaja käyvät yhdessä läpi testattavaa järjestelmää ja keskustelevat siitä. Ohjaaja on käyttäjän vieressä ja kysymysten avulla selvittää käyttäjän käsitystä testattavasta järjestelmästä. Menetelmän heikkouksia ovat ohjaajan mahdollisuus johdatella käyttäjää ja käyttäjän häiriytyminen aktiivisesta kyselystä. Menetelmällä saadaan arvokasta tietoa siitä, miten käyttäjän käsitys järjestelmästä muuttuu hänen oppiessaan sen käyttöä.

*Jälkeenpäin haastattelussa* käyttäjät tekevät tehtävät itsekseen ja heidät haastatellaan tai he täyttävät kyselylomakkeen. Menetelmällä voidaan selvittää käyttäjän tyytyväisyys tuotteeseen ja saada selville jossain määrin käyttövirheitä ja kognitiivista kuormitusta testitilanteissa. *Jälkeenpäin kommentoinnissa* käyttäjä tekee tehtävät itsekseen ja testitilanne nauhoitetaan. Käyttäjä ja ohjaaja katsovat nauhan ja käyttäjä kommentoi tilanteita nauhalla. *Ryhmäläpikäynnissä* käyttäjät, testin ohjaaja ja suunnittelija tekevät yhdessä testitehtävät käyttäen käyttöliittymän kuvia (piirroskuvia, valokuvia tai näyttökopioita), kynää ja paperia. *Vapaassa katselmoinnissa* käyttäjä kokeilee testattavaa ohjelmaa tai järjestelmää itsenäisesti. Tämän menetelmän vahvuutena on se, että käyttäjä löytää juuri ne toiminnot, joita järjestelmä hänelle tarjoaa tai joita hän osaa etsiä. Vapaan katselmoinnin käyttäminen vaatii joko hyvin pitkälle viedyn prototyypin tai lähes valmiin tuotteen. (Sinkkonen ym. 2002: 309–311.)

*Haastattelumenetelmää* käytettäessä voidaan käyttäjän haastattelu nauhoittaa ja tehdä nauhasta litterointi, joka on sanatarkka kirjallinen esitys nauhan sisällöstä (myös mm. huokaukset ja nauru kirjataan). Litterointi on tarkkaa ja hidasta työtä, johon voi kulua jopa kuusi kertaa enemmän aikaa kuin itse haastatteluun. Siksi on syytä harkita, edellyttääkö tutkimus nauhan litterointia. Litteroinnissa tutkija oppii tuntemaan aineiston-

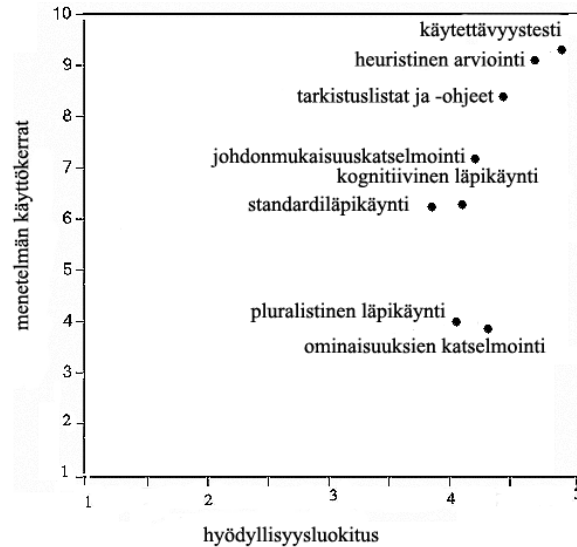
sa sisällön paremmin, usein riittää kuitenkin valikoitu litterointi analyysien havainnollistamiseksi. (Grönfors 1982, 140.)

Käytettävyyden arviointiin kehitetyt *tarkistuslistat ja arviointiohjeet* on suunniteltu joko käyttäjille tai kehittäjille. Käytettävyysasiantuntija etsii karkeimmat ja selvimmät virheet käyttöliittymästä ja arvioi, onko järjestelmä suunniteltu hyviä suunnitteluperiaatteita noudattaen. Kirjallisuudessa ja verkossa on useisiin eri tarkoituksiin kehitettyjä tarkistuslistoja ja arviointiohjeita. Ne voidaan mukauttaa testattavaan ympäristöön soveltuviksi. Shneidermanin (1998) kahdeksan kohtaa (kultaista säännöt) sisältävä ohjeisto on hieman tiivistetympi eikä niin tunnettu kuin Nielsenin heuristinen ohjeisto.

Heuristinen arviointi (Nielsenin muistilista) sisältää käytettävyysongelmien kuvailemiseen kymmenen ohjealuetta ja Shneiderman (1998) on puolestaan tuottanut kahdeksan kultaista sääntöä. Nielsenin (1994) ohjeiden alueet ovat: palvelun tilan näkeminen, palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin, käyttäjän hallinta ja vapaus, johdonmukaisuus ja standardit, virheiden estäminen, tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen, käytön joustavuus ja tehokkuus, esteettinen ja minimalistinen suunnittelu, virhetilanteiden käsittely sekä opastus ja ohjeistus. Shneidermanin kahdeksan kultaista sääntöä ovat: noudata yhteneväisyyttä toimintatavoissa, anna mahdollisuus oikopolkujen käyttöön, tarjoa selkeä palaute, suunnittele dialogit niin, että ne johtavat lopputulokseen, tarjoa helppo virheiden käsittely, anna mahdollisuus toimintojen peruutukseen, anna käyttäjälle kontrolli ja vähennä lyhytkestoisien muistin kuormitusta.

Kvantitatiivisia eli määrällisiä mittareita voidaan käyttää käyttöliittymien arvioinnissa. Yleensä mitattavia ja verrattavia mittareita käytetään erilaisissa suoritustesteissä ja käyttäjien toiminnan havainnoinnissa ja rekisteröinnissä. Mitattava suure voi olla esimerkiksi määritellyn rajatun tehtävän suorittamiseen kuluva aika ja suorituksen aikana tapahtuva virheiden määrä.

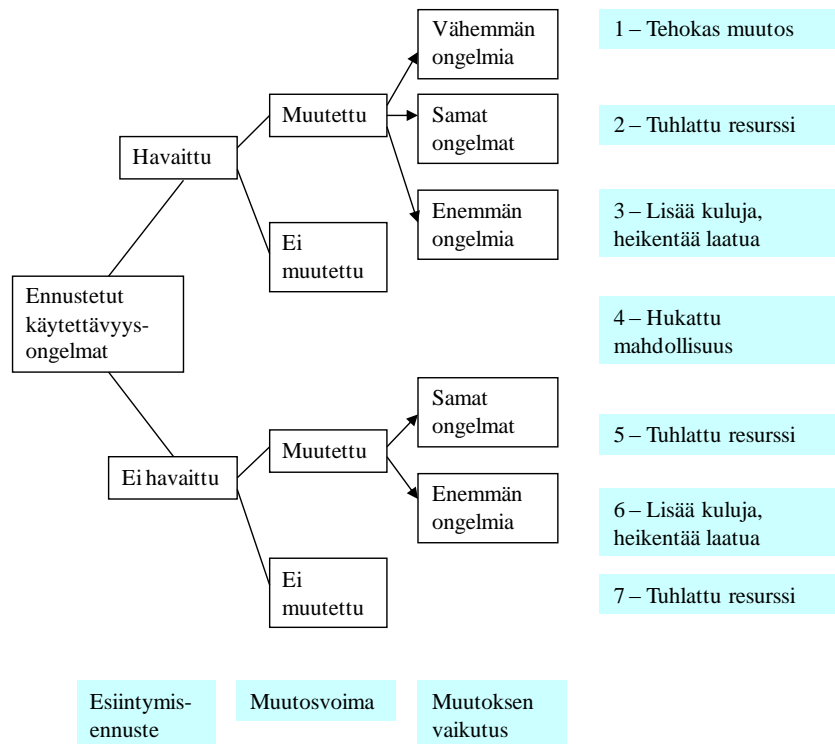
Nielsen (1995) on tutkimuksessaan (kuvio 8) selvittänyt opiskelijoiden valitsemien erilaisten käytettävyyden arviointimenetelmien hyödyntämistä käytettävyyden opintojaksolla. Lopuksi osallistujilta kysyttiin kunkin menetelmän hyötyjä käyttäen skaalaa 1-5, jossa yksi tarkoittaa täysin hyödytön ja viisi erityisen hyödyllinen. Kaksi eniten käytettyä menetelmää olivat heuristinen arviointi ja käyttäjien suorittama käytettävyydestaus, joita molempia oli käyttänyt 50 prosenttia opiskelijoista. Heuristisen arvioinnin hyödyllisyysluokitus on yli 4,5 ja käytettävyydestin yli 4,9. Kuviossa 8 on esitetty hyödyllisyyden ja käyttökertojen suhteet.



**Kuvio 8.** Nielsenin (1995) hyödyllisyysluokitukset arviointimenetelmien käyttökertojen mukaan.

John ja Marks (1997) ennustavat käytettävyysoongelmia *tehokkuuspuun* (Effectiveness Tree) avulla ennen kuin järjestelmää on vielä toteutettukaan (kuvio 9). Tehokkuuspuun ennustevoima (predictive power) tarkoittaa ennusteen osuvuutta oikeaan. Muutosvoimaksi (persuasive power) kutsutaan muutospäätökseen vaikuttavia tekijöitä (esim. aikataulut, muutostyön suuruus). Muutospäätöksen jälkeen ratkaistaan, miten muutos toteutetaan. Korjaus voi poistaa ongelman, ongelma voi pysyä samana, monimutkaistua tai aiheuttaa uusia ongelmia. Tätä vaihetta kutsutaan muutoksen vaikuttavuudeksi (Design-Change effectiveness). (John & Marks 1997.)





**Kuvio 9.** Tehokkuuspuu (John & Marks 1997).

Lopputuloksista toivotuin on tietenkin polku 1, tehokas muutos. Tuhoisimmat seuraukset ovat poluilla 3 ja 6. Muut tulosvaihtoehdot eivät ole näin vakavia. Tehokkuuspuussa tulee esiin ongelmien todellisuus; kohtaavatko käyttäjät ongelman järjestelmää käyttäessään. Tämä on merkittävä tekijä arviointimenetelmien vertailussa. Jos käytössä on menetelmä, joka antaa vähän ei-todellisia ongelmia, voidaan tehokkuuspuusta poistaa kolme alinta tulosta. Polkuvaihtoehtoihin 2, 5 ja 7 on tuhlatu resursseja, mutta toivottua parannusta ei ole tapahtunut. Vaihtoehto 4 on hukattu mahdollisuus, koska mitään ei tehdä ongelman poistamiseksi. Tehokkuuspuusta voidaan nähdä, miten monta mahdollista erilaista lopputulosta on. Arviointimenetelmien vertailun avulla voidaan yrittää löytää sellainen menetelmä, joka tukee vaikuttavan muutoksen saavuttamista. (John & Marks 1997.)

Käytettävyyсарvioinnin menetelmien vertailussa tutkijat mm. Jeffries et al. (1991), Karat, Campbell ja Fiegel (1992) nimeävät tyypillisimmiksi menetelmien vertailun kriteereiksi seuraavat:

- menetelmän kyky löytää vikoja käyttöliittymästä,
- kuka menetelmää pystyy käyttämään, ja
- kuinka paljon vaivaa menetelmän käyttäminen tuottaa.

*Menetelmän kyky löytää käyttöliittymästä vikoja* -kriteeri sisältää sekä löydettyjen ongelmien määrän että niiden vakavuuden. Paljon pieniä käytettävyyso ongelmia löytävä menetelmä ei ole välttämättä paras, vaan menetelmän tulisi löytää kriittisimmät käyttäjän työntekoa merkittävästi häiritsevät ongelmat. Löydettyjen ongelmien määrä ei siis ole välttämättä yhtä onnistunut kriteeri kuin löydettyjen ongelmien vakavuus. (Jeffries et al., 1991.)

Toinen vertailun kriteeri liittyy menetelmän käyttäjään. Pitääkö menetelmän käyttäjän olla kokenut ja omata tietämystä ihmisen toiminnasta, psykologiasta ja inhimillisistä ominaisuuksista vai voiko käyttäjä olla kuka tahansa? Ja ovatko kaikki käyttäjät yhtä tehokkaita? (Karat et al. 1992.)

Kolmas menetelmävertailun kriteeri on se, kuinka paljon resursseja ja vaivaa menetelmän käyttäminen aiheuttaa (Jeffries et al. 1991). Mitä enemmän henkilötyöaika (ammattilaisilta, testaajilta ja loppukäyttäjiltä) menetelmä vaatii saatuihin tuloksiin verrattuna, sitä kalliimpi menetelmä on toteuttaa. Menetelmän valintaan ja kustannuksiin vaikuttaa mm. rekrytoidaanko käyttäjiä tai muuta henkilöstöä, edellyttääkö menetelmän käyttäminen laitteiston tai tilojen vuokraamista ja paljonko testitulosten analysointi vie aikaa. Esimerkiksi käytettävyyso testaus vaatii vähintään kaksi käytettävyyso asiantuntijaa, yhden ohjaamaan testitulannetta, toisen havainnoimaan ja kirjamaan huomioita testin kulusta (Rubin 1994).

Käytettävyyden eri arviointimenetelmillä pystytään löytämään erilaisia ja eriluonteisia käytettävyyso ongelmia. Nielsen (1993: 225) suosittelee käyttämään useampaa menetelmää, jos se on mahdollista. Samoin Dumas ja Redish (1993: 67, 82) suosittelevat useiden menetelmien käyttöä käytettävyyso tutkimuksessa parhaimman tuloksen saamiseksi. He suosittelevat heuristisen arvioinnin käyttämistä käytettävyyso testin kanssa. Dumas ja Redish (1993: 82) ovat testanneet erilaisia käytettävyyso tutkimuksen arviointimenetelmiä ja todenneet, että käytettävyyso testauksella löydetään enemmän käytettävyyso ongelmia, kokonaisvaltaisia ongelmia ja ainutlaatuisempia ongelmia kuin muilla menetelmillä. Myös Nielsen ja Phillips (1993) esittävät, että käytettävyyso testaus on tehokkain menetelmä, mutta siinä täytyy huomioida myös laboratorio-olosuhteiden mahdollinen vaikutus. Käytettävyyso testin avulla selvitetään, minkälaisissa tilanteissa ja missä tehtävissä käyttäjillä on ongelmia ja miten järjestelmää voitaisiin parantaa. Toisaalta käyttäjien suorittama testaus paljastaa vähemmän paikallisia ongelmia ja vie enemmän aikaa kuin muiden menetelmien käyttö. Testauksen kustannus-hyötysuhde pyritään saamaan kannattavaksi suhteessa löydettyihin käytettävyyso ongelmiin. (Doubleday, Ryan, Springett & Sutcliffe 1997.)

Käytettävyyso tutkimuksen menetelmien vertailussa voidaan käyttää erilaisia arviointikriteereitä. Yleensä arviointimenetelmiä vertaillessa perustana toimii ns. standardion-

gelmajoukko, jos sellainen on olemassa. Käytettyjä kriteereitä arviointimenetelmien arvioimiseen ovat esimerkiksi kattavuus (menetelmän pitäisi löytää mahdollisimman monta ohjelmiston ongelmista), pätevyys (menetelmän tulisi löytää ainoastaan oikeita vastauksia, eli todellisia vakavimpia käytettävyysongelmia), käyttövarmuus/ luotettavuus (menetelmän tulisi toimia samalla tavalla ja antaa samanlaisia tuloksia käyttökerrasta riippumatta), hyödyllisyys (menetelmän tulisi havaita mahdollisimman paljon ja erityisesti käyttäjän näkökulmasta vakavimpia todellisia ongelmia), kustannustehokkuus (menetelmän tulisi saada mahdollisimman hyvät tulokset mahdollisimman vähillä resursseilla). (Hartson et al. 2003.)

Riihiaho (2000) esittelee tutkimuksessaan käytettävyyden arviointimenetelmiä ja kokemuksia niiden soveltamisesta (*Experiences with usability evaluation methods*) sekä ohjaa sopivien arviointimenetelmien valintaan eri tilanteissa. Lisensiaattityössä esitellään kokemuksia 72:sta ohjelmistojen ja sulautettujen järjestelmien arvioinnista (1993–1999). Erityisesti tuotekehityksessä useiden arviointimenetelmien käyttäminen on perusteltua. Riihiaho jakaa käytettävyyden arviointimenetelmät kokeellisiin käyttäjätesteihin ja asiantuntija-arvioihin. Käyttäjätestauksen menetelmistä yleisin on käytettävyydesti ja asiantuntija-arviointimenetelmistä heuristinen arviointi, joka Riihiahon (2000: 31) mukaan on helppo oppia, edullinen ja nopea toteuttaa, eikä vaadi suunnittelua etukäteen.

Riihiahon (2000: 30) esittämässä mallissa evaluoijat käyvät läpi käyttöliittymän elementit pohtien jokaisen kohdalla, rikkooko se jotain heuristiikkaa. Tämä tapa vaatii enemmän työtä, mutta kattaa varmemmin suurimman osan käyttöliittymän elementeistä ja toiminnoista. Nielsenin (1994b: 40) esittämässä mallissa evaluoijat noudattavat ennakolta määrättyä käyttöskenaariota, joka sisältää kattavasti normaaleja järjestelmällä suoritettavia tehtäviä. Riihiahon (2000: 33) ja Nielsenin (1994b: 40) mukaan luotettavin ja kattavin tulos saadaan, kun arvioijat arvioivat käyttöliittymää ainakin kahdesti; ensimmäisellä kerralla seuraamalla toimintojen kulkua ja toisella kerralla keskittymällä pääasiassa yksittäisiin elementteihin.

Vredenburg ja muut (2002) ovat vertailleet arviointimenetelmiä ammattilaisten keskuudessa. He tekivät kyselytutkimuksen, jossa 100 ammattilaista valitsi viisi mielestään tärkeintä arviointimenetelmää. Kolmasosa vastaajista päätyi samoihin viiteen menetelmään. Nämä menetelmät olivat iteratiivinen suunnittelu, käytettävyydestaus, tehtäväanalyysi, asiantuntija-arvio ja kenttätutkimus. Iteratiivinen suunnittelu tarkoittaa suunnittelu- ja arviointivaiheiden toistamista useaan kertaan ja suunnitelmien täsmentämistä korjaamalla edellisten suunnitelmien virheitä. Tehtäväanalyysillä selvitetään käyttäjien tavoitteita ja tietotarpeita sekä heidän tapansa tehdä työtään.

Mielestäni käytettävyyssarvioinnin menetelmiä voidaan verrata myös sen mukaan, paljonko arviointimenetelmä vaatii aikaa alustamistoimissa, toteutuksessa ja lopettamistoimissa sekä paljonko tarvitaan erilaisia resursseja kuten laite-, arvioija-, tieto- ja käyttäjäresursseja. Menetelmiä voidaan verrata esimerkiksi sen perusteella mihin tilanteisiin ne sopivat. Arviointimenetelmiä voidaan vertailla myös tuotekehityksen ammattilaisten aitojen kokemusten ja tutkimusten perusteella.

Käytettävyyssarviointiin on kehitetty myös valmiita lomakkeita. SUMI (Software Usability Measurement Inventory) on yksi kyselymuotoinen käytettävyyden arviointikriteeristö, jossa ohjelmiston käytettävyys jaetaan viiteen alueeseen: tehokkuus, miellyttävyys, avuliaisuus, hallinta ja opittavuus. Jokaista aluetta kohden on kehitetty kymmenen väitettä, joihin vastaus annetaan muodossa samaa mieltä, eri mieltä tai en tiedä. Tulosten perusteella voidaan päätellä paljonko käytettävyydeltään parempia tai huonompia tuotteita tai käyttöliittymiä on markkinoilla. Valmiita lomakkeita voidaan myös muokata (mm. pituus, kieli) käyttötarkoituksen mukaan kohderyhmälle sopivaksi. (Kirakowski 1994; Kitchenham & Pfleeger 2002.)

Jos verrataan SUMIa ISO 9241 -10:n seitsemään kriteeriin, nähdään vastaavuus neljän osan välillä:

SUMI	ISO 9241 -10
avuliaisuus (Helpfulness)	itse-ohjaavuus (Self-Descriptiveness)
hallinta (Control)	ohjattavuus (Controllability)
opittavuus (Learnability)	opittavaksi soveltuva (Suitability for Learning)
tehokkuus (Efficiency)	soveltuvuus tehtävään (Suitability for the Task)

QUIS (Questionnaire for User Interaction Satisfaction) -kyselylomake perustuu Shneidermanin (1986) laatimiin ”User evaluation of interactive computer systems” -periaatteisiin (Chin, Diehl & Norman 1988, Harper ja Norman 1993). QUIS-kyselylomakkeesta on kehitetty useita erilaisia muunnoksia, joista versio 7:n osatekijät ovat: yleisarvio, näkymän sopivuus, viestien ymmärrettävyys, opittavuus, järjestelmän suorituskyky, käsikirjat ja on-line avustustoiminnot, multimedia, järjestelmän asentamisen helppous. QUIS:ssa yleisarviointiin käytetään vastakkaisten adjektiiviparien ulottuvuuksia kuten ”erinomainen–turhauttava”, ”ankea–virkistävä”. Näytön sopivuutta (screen factors) arvioidaan kuvaruudun yksityiskohtien avulla. Lisäksi arvioidaan kirjasinlajeja, -tyyppejä, valikoiden loogisuutta ja niiden soveltuvuutta käyttäjän tarpeisiin. Järjestelmän suorituskykyä ja kyvykkyyksiä (system capabilities) arvioidaan seuraavien ominaisuuksien perusteella: laitteiston nopeus, luotettavuus, häiriöiden määrä, virhesieto ja joustavuus.

QUIS-kyselyssä on 27 kysymystä ja kaksi vapaamuotoista kenttää, johon voi listata onnistuneita ja epäonnistuneita järjestelmän piirteitä. QUIS-kysely soveltuisi verkko-

opetusympäristön yleiseen arvioimiseen, vaikka siinä ei erityisesti verkko-opetusympäristön ominaisuuksia arvioidakaan. Käytettävyyttä arvioidaan QUISKyselyssä viidellä ulottuvuudella: yleisvaikutelma, terminologia ja järjestelmän tiedot, oppiminen ja järjestelmän kyvykkyys.

PSSUQ (Post-Study System Usability Questionnaire) ja CSUQ (Computer System Usability Questionnaire) kysymyksien avulla arvioidaan kolmea käytettävyyden osaluuetta, jotka ovat kelpoisuus, tietojen ja käyttöliittymän laadukkuus. Hyödyllisyydellä/ käyttökelpoisuudella (system usefulness) tarkoitetaan käyttäjän arvioita käytön helppoudesta, opittavuudesta, nopeudesta ja tehosta tehtävien suorittamisessa sekä subjektiivisesta näkemyksestä. Tietojen laadukkuudella (information quality) arvioidaan järjestelmän virheilmoituksia ja virheistä toipumista, tietojen selkeyttä ja ymmärrettävyyttä. Käyttöliittymän laadukkuudella (interface quality) kartoitetaan käyttäjän tyytyväisyyttä mm. hiireen, näppäimistöön, kuvaruutuun. PSSUQ ja CSUQ soveltuvat myös verkko-opetusympäristön arviointiin, vaikka nekaan eivät tarkastele käytettävyyttä verkko-opetusympäristön näkökulmasta, mutta tuovat esiin käytettävyyden eri osa-alueita. (Lewis 1995; Perlman 2001.)

WAMMI-arviointikriteeristö (Web site Analysis and MeasureMent Inventory) on kehitetty verkkosivustojen arviointiin (Chin et al. 1988; WAMMI consortium 2002). WAMMIlla mitataan käyttäjien tyytyväisyyttä sivustoon, ja WAMMI:n avulla generoidaan helppolukuiset raportit ja perustelut parannuksille sekä voidaan verrata omaa sivustoa muiden sivustoihin.

Guarascio-Howard, Walton ja Andre (2003) ovat arvioineet opiskelua verkko-opetusympäristössä heuristiikkojen ja UAF-menetelmän (The User Action Framework) avulla. He suosittelevat näitä menetelmiä sekä verkko-opetusympäristöjen että WWW-sivustojen arviointiin. Käyttäjän toimintoihin perustuvan UAF-viitekehityksen avulla kootaan yhteen käytettävyydestutkimuksen osat eli ongelmien etsiminen, analysointi ja luokittelu, raportointi, ongelmien korjaaminen sekä uudelleensuunnittelu. Viitekehitys perustuu Normanin seitsenvaiheeseen malliin (theory of action) ihmisen ja koneen vuorovaikutuksesta. Käytettävyyden kannalta on oleellista, onnistuuko käyttäjä tekemään haluamansa toiminnon helposti. UAF:ssa tarkastellaan käyttäjän fyysisiä ja kognitiivisia toimintoja tehtävän suorituksen aikana käytettävyysongelmien esiintymistilanteissa. UAF tarjoaa monipuoliset työkalut ongelman kuvausta ja määrittelyä varten. Andren, Hartsonin, Belzin ja McCrearyn (2001) mukaan UAF:n avulla on mahdollista vähentää arvioijan vaikutusta, vaikka sillä ei kuitenkaan voida poistaa kaikkia käytettävyydasiantuntijoiden välisiä eroavaisuuksia. UAF:n avulla tutkimusten reliabiliteettitasoa ja raportoinnin laatua saadaan parannettua merkittävästi. Guarascio-Howardin ja muiden (2003) mukaan sekä UAF että Nielsenin heuristinen arviointi sopivat verkko-opetusympäristön käyttöliittymän arviointia.

Tampereen teknillisen yliopiston hypermedialaboratoriossa toteutetussa ns. ARVO-projektissa luotiin tieto- ja viestintäteknikka-avusteisen opetuksen käyttökelpoisuuden EVA-arviointimalli. EVA-tutkimushankkeessa tavoitteena oli kehittää tieto- ja viestintäteknikka (TVT)-avusteisen opetuksen verkkototeutusten arviointimenetelmiä seuraaville osa-alueille: TVT-avusteisen opetuksen lisäarvo opettajille ja opiskelijoille sekä TVT-avusteisessa opetuksessa esiintyvät oppimista edistävät ja estävät tekijät. EVA-projektin ensimmäisessä vaiheessa vuonna 2002 arvioitiin Suomen virtuaaliyliopiston (SVY) portaalin käytettävyyttä, pedagogista käytettävyyttä (opetuksen organisointi) ja esteettömyyttä. Esteettömyydellä (tai saavutettavuudella) tarkoitetaan mm. erilaisuuden huomioimista ja sovelluksen toimivuutta epätyypillisessä käyttötilanteessa. Arviointi perustui heuristisiin listoihin, tarkistuslistoihin ja kognitiivisiin läpikäynteihin. Arviointimallissa keskityttiin TVT-avusteisen opetuksen verkossa näkyvän osuuden (esimerkiksi verkko-opetusympäristön) käyttökelpoisuuden arvioimiseen erilaisissa opetuskonteksteissa ja soveltuvuuden arvioimiseen tietyssä kontekstissa. Mallissa tarkastellaan sekä yksilöä että yksilön toimintaympäristöä. (Silius, Tervakari, Kaartokallio & Yritys 2003: 11–15)

ARVO-projektin toisen vaiheen (2003) aikana toteutettiin EVA-tutkimushankkeeseen pohjautuva WWW-pohjainen ARVO arviointi- ja prototyypiversio, joka on liitetty osaksi Suomen virtuaaliyliopiston portaalia. ARVO-työkalu on suunnattu opettajille, suunnittelijoille ja verkkototeutusten arvioijille, kun arvioitavana on verkkototeutusten käytettävyys, pedagoginen käytettävyys, saavutettavuus ja esteettömyys sekä sisällöllinen laatu. Työkalu sisältää kysymyspankin, vihjepankin ja arviointiraportit. Kysymyspankissa suodattavilla kysymyksillä (noin 500 kpl) rajataan pois ne osa-alueet, joita arviointi ei koske. Vihjepankki sisältää verkkototeutuksen kehittämiseen ohjaavia vihjeitä. Arvioijille tuotetaan arviointiraportti, joka sisältää yleiskuvan verkkototeutuksen vahvuuksista ja kehitettävistä ominaisuuksista. Kehittämisehdotuksiin liitetään ohjepankista tulostetut vinkit ja ohjeet. Ohjeistukset koskevat mm. käytettyjä kirjasintyyppejä, kuvien selkeyttä, sivujen latautumisaikoja, opastavien tekstien ja painikkeiden ymmärrettävyyttä, mediaelementtien valintaa, toteutuksen dynaamisuutta ja vuorovaikutteisuutta sekä informaation esitystapaa.

ARVO-työkalulla arvioidaan kuinka hyvin verkkototeutuksessa on huomioitu käytettävyyden ja esteettömyyden peruseriaatteet, ja kuinka hyvin verkko-opetusympäristön käyttöliittymä, toiminnot, tehtävät, sisältö ja työkalut motivoivat ja tukevat opetuksen organisointia sekä opetusta, opiskelua ja opiskelutaitojen kehittämistä, sekä kuinka tarkoituksenmukaisia ratkaisut ovat olleet asetettujen tavoitteiden kannalta. ARVO-työkalua voidaan käyttää kolmella tavalla: arvioidaan sivusto halutusta näkökulmasta tai useista eri näkökulmista tai tutustutaan ARVO:n kehitysvihjeisiin ilman arviointia. (Pohjolainen et al. 2003.)

### 3.3 Heuristinen arviointi käytettävyyden arviointimenetelmänä

Heuristinen arviointi (Nielsenin muistilista) on eniten käytetty käytettävyyden asiantuntija-arviointimenetelmä (mm. Muller, Matheson, Page & Gallup 1998). Nielsen ja Molich kehittivät tämän asiantuntijamenetelmän vuonna 1990 tiivistämällä käyttöliittymien suunnittelua ohjaavat periaatteet käytettävyyden muistilistaksi. Periaatteena on, että joukko asiantuntija-arvioijia tarkastelee tuotetta tai käyttöliittymää itsenäisesti esitettyjen käytettävyydsperiaatteiden avulla. Sen jälkeen asiantuntijat analysoivat tuloksia ja tekevät vakavuusluokitukset löydetyille käytettävyydsongelmille. Heuristisen arvioinnin tarkoituksena on ohjata arvioijaa huomioimaan erityisesti käytettävyyttä heikentävät tekijät. Arviointimenetelmä on kehitetty WWW-sivustojen käytettävyyden arvioimiseen, mutta sitä voidaan hyödyntää myös muiden ohjelmistojen ja järjestelmien käytettävyyden arvioinnissa. (Nielsen 1990; 1993; 1994a, 1994b:29, 225; Muller et al. 1998.)

Heuristisen käytettävyyden arvioinnin tarkoituksena on löytää käytettävyydsongelmia käyttämällä arvioitavaa ohjelmistoa ja kiinnittämällä ohjeiston ohjaamana arvioijan huomio tietynlaisiin käytettävyydsongelmiin. Arviointiin osallistuu yleensä useita arvioijia, koska jokainen arvioija löytää hieman erilaisia käytettävyydsongelmia ja jättää huomioimatta toisia käytettävyydsongelmia. Arvioijat ovat yleensä käytettävyyden asiantuntijoita, harvoin käyttäjiä tai tuotteen tai palvelun suunnittelijoita. Menetelmän etuna on lopputuloksena saatava seikkaperäinen lista erilaisista käytettävyyden ongelmakohtista sekä niiden vakavuusluokasta. Menetelmä soveltuu kaikkiin kehitysvaiheisiin ja valmiin ohjelman arviointiin. Heuristista arviointia voi kokeilla myös prototyyppiasteella oleviin ohjelmiin tai järjestelmiin, esimerkiksi paperiprototyyppien avulla. Menetelmä on helppo oppia, nopea ja halpa toteuttaa, eikä vaadi laajamittaista suunnittelua etukäteen.

Heuristinen arviointi paljastaa monien tutkijoiden kuten Dumasin ja Redishin (1993: 82), Desurviren (1994) ja Nielsenin (1993: 225) mukaan paremmin käytettävyydsongelmia kuin erilaiset läpikäynnit. Heuristisella arvioinnilla löydetään enemmän pieniä ongelmia kuin muilla menetelmillä. Voidaan käyttää myös useampia käytettävyyden arviointimenetelmiä, jos halutaan löytää eri tyyppisiä käytettävyydsongelmia. (Desurvire 1994; Nielsen 1993: 225; Dumas & Redish 1993: 82.)

Nielsenin ja Molichin (1990) arviointiohjeisiin tai heuristiikkoihin kuului aluksi yhdeksän kohtaa, joista Nielsen jalosti erilaisten arviointien ja testausten tuloksena uuden kymmenen heuristiikan muistilistan vuonna 1994 (Nielsen 1993, 1994b). Seu-

raavassa uudistut heuristiikat eli onnistuneen käyttöliittymän edellytykset käydään läpi kohta kohdalta.

1. *Palvelun tilan näkeminen (visibility of system status)*. Käyttäjän tulee tietää palvelun tila ja oma sijaintinsa palvelussa. Käyttäjä tietää, onko palvelu käytettävissä, hän saa palautetta onnistuneesta ja epäonnistuneesta syötteestä ja kokee hallitsevansa navigoinnin eli tietää missä hän on ja mihin hän voi mennä. (Nielsen 1994b: 30.)

2. *Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin (match between system and the real world)*. Palvelun käyttö ei ole ristiriidassa muun maailman toiminnan kanssa. Palvelussa käytetään tavallisesta elämästä ja käyttäjien kontekstista tuttuja käsitteitä, termejä ja sanontoja sekä vältetään tarpeetonta erikoistermistöä. Sanat ja lauserakenteet muotoillaan helposti ymmärrettäviksi ja käsitteitä käytetään todellisessa merkityksessään. (Nielsen 1994b: 30.)

3. *Käyttäjän hallinta ja vapaus (user control and freedom)*. Käyttäjä kokee ohjaavansa ja hallitsevansa verkko-opetusympäristöä sekä omaa toimintaansa verkko-opetusympäristössä. Käyttäjä pääsee nopeasti ja vaivatta takaisin kunkin vaiheen alkutilaan tehtyään ei-toivotun tai virheellisen valinnan. "Peru" ja "Paluu" -toiminnot ovat hyödyllisiä. Systemi tai palvelu ei tee häiritseviä asioita käyttäjän tahdon vastaisesti tai tältä kysymättä. Turhien pakollisten ja hankalien navigointireittien käyttäminen hankaloittaa systeemin käyttöä. Etusivulle ja alasivuille päästään helposti. Systemi ei avaa turhia ikkunoita. (Nielsen 1994b: 30.)

4. *Johdonmukaisuus ja standardit (consistency and standards)*. Viestit ja toiminnot tarkoittavat johdonmukaisesti aina samoja asioita. Olemassa olevia verkko- ja muita standardeja käytetään ja pyritään johdonmukaisuuteen. Nimiä, värejä, tunnisteita, linkkejä, painikkeita ja syöttökenttiä käytetään samalla tavoin kaikkialla järjestelmässä. Navigointipalkit ja -painikkeet ovat tutuissa paikoissa ja linkit, painikkeet ja syötekentät ovat samantyyppisiä kuin yleisesti on käytetty. Navigointityyli on samanlainen läpi systeemin. (Nielsen 1993: 132–134; 1994b: 30.)

5. *Virheiden estäminen (error prevention)*. Systemi tunnistaa mahdolliset virhetilanteet ja estää niiden toistumisen ilmoittamalla käyttäjälle ennen virheen tapahtumista. Opastus on aina helposti saatavilla ja ymmärrettävissä. Virheellisestä syötteestä annetaan selkeä ja opastava virheilmoitus. Opastusta on saatavilla kaikissa syöte- ja toimintotilanteissa. (Nielsen 1993: 145–148; 1994b: 30.)

6. *Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen (recognition rather than recall)*. Asiat, toiminnot ja vaihtoehdot ovat tunnistettavissa käyttöliittymässä. Käyttöliittymän painikkeet ja syötteet liittyvät systeemin toimintoihin loogisesti niin, että näiden



vastaavuus on pääteltävissä helposti. Käyttäjän ei tarvitse muistaa asioita näkymästä toiseen siirryttäessä. (Nielsen 1993: 129–132; 1994b: 30.)

7. *Käytön joustavuus ja tehokkuus (flexibility and efficiency of use)*. Käyttöliittymän käyttäminen on joustavaa ja tehokasta sekä aloitteleville että edistyneille käyttäjille. Systemi tarjoaa pikavalintoja ja personointia usein käytettyihin toimintoihin. Personoinnilla tarkoitetaan valintojen priorisointia käyttäjän toiveiden mukaan. Liittymää voi muokata käyttäjän tarpeisiin sopivammaksi ja yksinkertaisemmaksi. Käyttö on myös joustavaa ja tehokasta käyttäjän laitteistosta, käyttöjärjestelmästä ja yhteydestä riippumatta. Yleisimmät toiminnot ovat aina käytettävissä ja näkyvillä. Palvelu näkyy selkeästi käyttäjälle. Hankaloittavien kehyksien käyttöä vältetään ja usein käytettyihin sivuston osiin on nopea reitti. Dynaamisesti tuotetut sivut saa helposti ladattua uudelleen. (Nielsen 1994b: 30.)

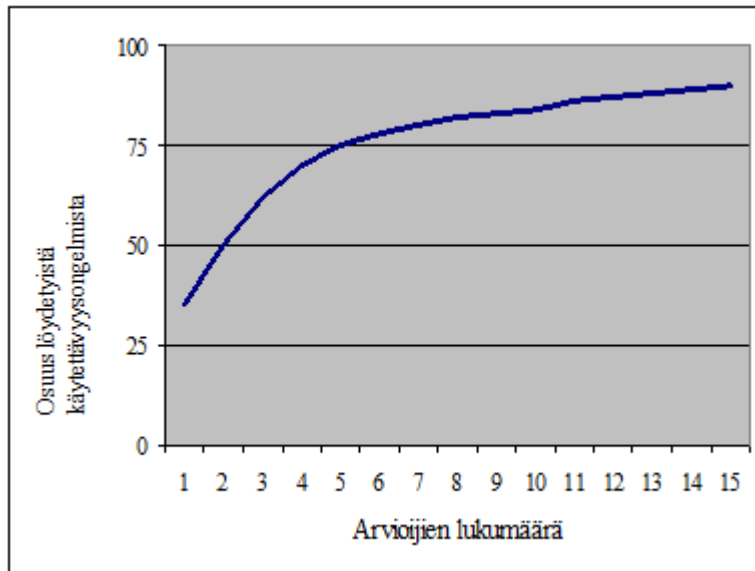
8. *Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu (aesthetic and minimalist design)*. Näkyvissä ovat vain ne elementit, jotka ilmaisevat halutun tiedon, toiminnot, tunnelman ja tyylin, ei enempää. Ilmaisut ovat helposti ymmärrettäviä ja tyhjää tilaa käytetään selkeyttämään näkymää. Käytetään vain muutamaa värisävyä, värikoodausta, kirjaintyyppiä ja kokoja. Huomio kiinnittyy ensin tärkeisiin elementteihin. Tekstit ovat sopivan mittaisia, tyyliä ja ruudulta luettavia. (Nielsen 1994b: 30.)

9. *Virhetilanteiden käsittely (help users recognize, diagnose, and recover from errors)*. Virheilmoitukset kertovat syyt ja yksinkertaistetut toimenpiteet virheen korjaamiseksi ja virheestä toipumiseksi. Virheilmoitukset auttavat käyttäjää kertomalla selkeästi käyttäjän kielellä mitä tapahtui, miksi näin kävi, miten virheestä voidaan toipua ja kuinka virhe voidaan välttää seuraavalla kerralla. Virheilmoitukset ovat kohteliaita ja lyhyitä. (Nielsen 1993: 142–145; 1994b: 30.)

10. *Opastus ja ohjeistus (help and documentation)*. Vaikka käytön pitäisi tapahtua ilman opastusta ja ohjeita, ne ovat usein välttämättömiä käyttäjille. Opastus ja ohjeet ovat helposti saatavilla, nopeasti etsittävässä, toimintaa ohjaavia, käyttötilannetta tukevia ja lyhyitä. Opastusta annetaan automaattisesti, ohjeet ovat aina saatavilla ja helposti ymmärrettäviä. (Nielsen 1993: 148–155; 1994b: 30.)

Yksittäinen arvioija löytää Nielsenin (1994b: 32–33) tutkimusten mukaan keskimäärin 35 prosenttia (kuvio 10) käytettävyysongelmista. Nielsen (1994b) on vertaillut asiantuntija-, noviisi- ja kahden alan asiantuntijakäyttäjiiä. Erilaiset asiantuntijat löysivät erilaisia käytettävyysongelmia. Noviisiarvioijat löysivät 22 prosenttia, käytettävyyssalan asiantuntijat 41 prosenttia ja kahden alan asiantuntijat 60 prosenttia käytettävyysongelmista. Kahden alan asiantuntijalla tarkoitetaan, että asiantuntija on käytettävyyden lisäksi tutustunut syvällisesti johonkin toiseen alaan, yleensä arvioitavana

olevan järjestelmän alaan. Tilastollisen tarkastelun perusteella Nielsen on arvioinut, että viisi noviisikäyttäjää löytää puolet käytettävyyssongelmista, viisi asiantuntijakäyttäjää 80 prosenttia ja viisi kahden alan asiantuntijakäyttäjää jopa 98 prosenttia käytettävyyssongelmista. (Nielsen 1994b.)



**Kuvio 10.** Arvioijien lukumäärä suhteessa löydettyihin käytettävyyssongelmiin (Nielsen 1993: 156; 1994b: 33).

Heuristinen arviointi voidaan toteuttaa asiantuntija-arviointina siten, että asiantuntija-arvioija kirjaa löytämänsä käytettävyyssongelmat ja -virheet muistiin. Arvioija voi määrittää ongelman vakavuuden heti tai myöhemmin muiden arvioijien kanssa. Kirjaamisessa voidaan hyödyntää Nielsenin ohjeiston mukaista lomakepohjaa, joka sisältää kohdat: ongelma, heuristiikka ja ongelman vakavuusaste. Toinen arviointitapa on asiantuntijan ääneen puhuminen tai sanelu, jolloin tarvitaan arvioijan lisäksi avustaja, joka nauhoittaa tai kirjaa arvioijan havainnot. Avustajan käyttö helpottaa arvioijan työtä kirjaamisen osalta, mutta lisää tarvittavien henkilöiden määrää arviointitilanteessa. (Nielsen 1994b.)

Kun heuristinen arviointi on suoritettu, kaikkien arvioijien löytämät käytettävyyssongelmat listataan yhdeksi luetteloksi ja luokitellaan vakavuuden perusteella. Luetteloon on koottu jokaisen heuristiikan kohdalle kyseistä kohtaa rikkovat käyttöliittymän ominaisuudet. Ongelman vakavuuden luokitus pitäisi nojata ainakin seuraavaan neljään seikkaan: *Esiintymistiheys*: kuinka usein potentiaaliseen ongelmatilanteeseen törmää? (usein/harvoin). *Vaikutukset* käyttäjälle: onko ongelmatilanteesta helppo tai vaikea selvittää? (vaikea/helppo). *Toistuvuus*: Onko ongelma helposti ohitettavissa, kun sen on kerran tunnistanut? (toistuva/ohitettava). *Markkinavaikutukset*: tekeekö virhe

palvelusta markkinoilla merkittävästi huonomman tai jopa käyttökelvottoman? (merkittävästi heikompi/ei vaikutusta). (Nielsen 1994b.)

Vakavuusluokka ilmaistaan numeroilla nolasta neljään Nielsenin luokittelussa, jolloin vakavuusluokka nolla tarkoittaa, ettei käytettävyysoongelmia ole. Vakavuusluokka yksi tarkoittaa vain kosmeettista ongelmaa, joka korjataan, jos mahdollista. Vakavuusluokka kaksi tarkoittaa pientä käytettävyysongelmaa, joka haittaa hieman käyttöä, mutta ei vaadi kiireellistä korjaamista. Vakavuusluokka kolme tarkoittaa merkittävää käytettävyysongelmaa, joka vaikeuttaa järjestelmän käyttöä hieman ja se on korjattava mahdollisimman pian. Vakavuusluokka neljä tarkoittaa vakavaa käytettävyysongelmaa, joka vaikeuttaa tai estää käytön ja se on korjattava heti. (Nielsen 1994b: 49.)

Arvioinnissa tulisi käyttää iterointia, jolloin ensimmäisen käytettävyyсарvioinnin jälkeen korjataan löydetty käytettävyysongelmat ja varmistetaan korjausten onnistuminen uudella käytettävyyсарvioinnilla. Asiantuntija-arvioinnissa on kriittinen sävy, koska niissä keskitytään etsimään käytettävyysoongelmia. Myös käyttöliittymän hyvin toimivat osat ja asiat, jotka halutaan säilyttää, kannattaa listata arvioinnin yhteydessä. Osa heuristisen arvioinnin kriteereistä keskittyy pieniin yksityiskohtiin, joten sillä löydetään käyttäjänäkökulmasta katsottuna eniten matalan prioriteetin käytettävyysvirheitä. Lisäksi heuristisella arvioinnilla löydetään yhtenäisyyteen ja ulkoasuun liittyviä virheitä tai ongelmia. (Nielsen 1994b.)

Asiantuntija-arvioinnin heikkoutena on, että ohjelmiston todelliset käyttäjät eivät ole arvioinnissa mukana ja todellisen käyttäjän ja ohjelmiston välisessä vuorovaikutuksessa esiin tulevat ongelmat jäävät huomaamatta. Tästä syystä Nielsen (1994b) suosittelee käytettävyystestausta asiantuntija-arviointia täydentämään. Heuristisen arvioinnin vahvuuksia ovat kustannustehokkuus, nopeus, intuitiivisuus ja menetelmän soveltuvuus verkko-opetusympäristön tai järjestelmän eri kehitysvaiheisiin. Asiantuntijamenetelmien käyttäminen ei vaadi paljoa etukäteissuunnittelua, jos hyödynnetään ennalta määriteltäviä heuristiikkoja. Nielsenin mukaan arvioijien ei tarvitse välttämättä olla käytettävyyssalan asiantuntijoita, koska lyhyen opastuksen jälkeen suurin osa käyttäjistä kykenee tekemään arvioinnin ja he voivat toimia asiantuntijan roolissa. Luonnollisesti kuitenkin kokeneemmat asiantuntija-arvioijat löytävät enemmän käytettävyysoongelmia ja saavat kattavampia tuloksia Nielsenin heuristista asiantuntija-arviointia käyttäen. (Nielsen 1994b; Hertzum & Jakobsen 2001.)

Keinonen (1998: 26) on vertaillut erilaisia heuristiikkoja ja käytettävyyden ohjeistuslistoja ominaisuuksien näkökulmasta. Taulukossa 4 esitän Keinosen suorittaman ohjeistuslistavertailun tulokset. Merkki x tarkoittaa, että kyseinen kohta on huomioitu lähteenä olevassa ohjeistuksessa tai arviointikriteerissä.

**Taulukko 4.** Ohjeistuslistojen vertailua (Keinonen 1998: 26).

Lähde	Johdonmukaisuus	Hallittavuus	Sopiva esitystapa	Virheiden sieto	Muistettavien asioiden määrä	Tehtävään sopivuus	Joustavuus	Opastus
Eight golden rules of dialogue design (Shneiderman 1986)	x	x	x	x	x		x	
Human interactive guidelines (Apple Computer 1987)	x	x	x	x	x			
Seven principles that make difficult task easy (Norman 1988)	x		x	x	x	x	x	
Design for successful guessing (Polson & Lewis 1990)			x	x		x		
Usability heuristics (Nielsen 1994)	x		x	x	x	x	x	x
Evaluation checklist for software inspection (Ravden & Johnson 1989)	x	x	x	x		x	x	x
ISO 9241-10 Dialogue principles (1996)	x	x	x	x		x	x	
Software usability model (Holcomb & Tharp 1991)	x		x	x	x	x		x

Keinonen on määritellyt taulukossa 4 kuvatut seitsemän erilaista käytettävyyden ominaisuutta: johdonmukaisuus, hallittavuus, sopiva esitystapa, muistettavien asioiden määrä, tehtävään sopivuus, joustavuus ja opastus.

Tässä johdonmukaisuus tarkoittaa, että käyttöliittymän tapaukset ja tilanteet esitetään totutulla tavalla. Hallittavuus merkitsee sitä, että käyttäjä ohjaa itsenäisesti laitteen tai palvelun toimintaa. Järjestelmän tulee antaa kaikki tarvittava tieto käyttäjälle, ja onnistuneista toiminnoista tulisi heti kertoa käyttäjälle kaikilla vuorovaikutuksen tasoilla. Sopivalla esitystavalla Keinonen tarkoittaa sitä, että käyttäjä saa kaikissa tilanteissa tiedon siitä, mitä järjestelmässä on tapahtumassa Virheiden sietoon sisältyvät mm. virheilmoitukset ja käskyjen peruuttamisen mahdollisuus. Muistettavien asioiden määrä tarkoittaa, ettei käyttäjän tarvitse tarpeettomasti muistaa asioita, vaan järjes-

telmä tarjoaa vaihtoehtoja, joista käyttäjä voi valita haluamansa. Tehtävään sopivuudella tarkoitetaan, että järjestelmä esittää käyttäjälle vain tarvittavia asioita. Joustavuus näkyy mahdollisuutena toimia käyttäjän haluamalla tavalla tai sopeuttaa toiminnot käyttäjän tarpeisiin. Opastus tarkoittaa, että käyttäjä saa helposti opastusta järjestelmästä tai ohjekirjoista.

Keinosen mukaan mikään vertailussa ollut lähde ei sisällä kaikkia käytettävyyden osatekijöitä. Kaikista lähteistä löytyvät kuitenkin esitystapa ja virheiden sieto. Kattavimmin Keinosen määrittelemät ominaisuudet löytyvät Nielsenin sekä Ravden ja Johnsonin arviointilistoja käyttäen. Nielsenin heuristiikoista puuttuu Keinosen tutkimuksen mukaan hallittavuus, vaikka mielestäni se on huomioitu Nielsenin heuristiikoissa (käyttäjän hallinta ja vapaus). Yleensä tavoitteena on tehdä tiiviitä ja helppokäyttöisiä käytettävyyden tarkistuslistoja, joiden tarkoituksaan ei ole pureutua kaikkiin käytettävyyden osa-alueisiin.

Kuten aiemmin on todettu, käytettävyyden arvioimiseen on olemassa erilaisia heuristisia sääntöjä ja ohjelistoja (Norman 1988, Ravden & Johnson 1989, Holcomb & Tharp 1991, Nielsen 1994b, Shneiderman 1998, Polson & Lewis 1990). Karoulis & Pombortsis (2003) suunnittelivat verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointiin heuristiset säännöt, jotka huomioivat erityisesti web-ympäristön ja käyttäjän. Säännöt perustuvat aikaisempiin asiantuntijoiden kokemuksiin ja tutkimusraportteihin, jotka korostavat verkko-opetusympäristöjen omintakeisuutta. Nielsenin heuristinen arviointi on heidän säännöissään huomioitu ”käyttöliittymä” kohdassa. Karoulisin ja Pombortsisin heuristinen säännöstö oppimisympäristön käytettävyyden ja opitavuuden asiantuntija-arviointiin koostuu seuraavista osista:

1. Sisältö (Content): Onko sisällön määrä ja laatu hyväksyttävä? Voidaanko sitä luonnehtia opiskelijakeskeiseksi ja avoimeksi?
2. Avoimen ja etäopetuksen mukauttaminen ja integraatio (ODL adaptation and integration): Antaako ohjelma mahdollisuuden ajasta ja paikasta riippumattomuuteen? Ovatko verkko-opetuksen periaatteet hyväksytyt?
3. Käyttöliittymä (User interface): Onko Nielsenin käytettävyyden heuristiikat huomioitu?
4. Teknologian käyttö (Use of technologies): Vaikeuttavatko verkko-opetusympäristön suuret resurssitarpeet opiskelijan suoritusta?
5. Vuorovaikutus opetusmateriaalin kanssa (Interactivity with the instructional material): Ovatko multimediaelementit navigoitavissa helposti ja oikein ja löytyvätkö ohjeet navigoinnista?
6. Opiskelijoiden tuki (Students' support): Onko opiskelijoille tarjolla ohjeistusta ja tukea? Ovatko tukielementit helposti käytettävissä?
7. Kommunikointikanava (Communication channel): Onko synkroninen ja asynkroninen kommunikointi mahdollista? Onko mahdollista saada ohjausta?

8. Tiedon hankinta (Acquisition of knowledge): Onko helposti hankittavissa tietoa ja tukea henkilökohtaisista tyyleistä ja kognitiivisista eli tiedollisista tasoista? Tuetaanko tiedonhakua?
9. Projektit ja ”tekemällä oppiminen” (Projects and "learning by doing"): Onko tarpeeksi tehtäviä ja käytännön harjoitusta? Tuetaanko tutkivaa oppimista?
10. Arviointi ja itsearviointi (Assessment and self-assessment): Arvioidaanko opiskelijaa avoimen ja etäopetuksen periaatteiden mukaan? Onko työkaluja itsearviointiin?

Kamper (2002) on laajentanut käyttäjäkeskeisessä interaktiivisten järjestelmien suunnittelussa ja arvioinnissa käytettäviä heppokäyttöisyyden ja käytettävyyden heuristiikkoja LF&G –mallillaan (Lead, Follow, and Get Out of the Way). Malli on yksinkertainen heuristiikkojen yhdistelmä, jolla pyritään mittaamaan käytön helppoutta. LF&G -mallin mukaan käyttöliittymä ohjaa (Lead) käyttäjää onnistuneeseen tehtävien suorittamiseen ja päämäärien saavuttamiseen. Käyttöliittymä myös seuraa (Follow) käyttäjän edistymistä tehtävien suorittamisessa ja antaa tarvittaessa tarkoituksenmukaista palautetta ja tietoa ja pysyy näkymättömissä, jolloin käyttäjä voi keskittyä tehokkaaseen tehtävien suorittamiseen systeemiongelmien selvittämisen sijaan (Get out of the Way).

LF&G-mallissa 18 heuristiikkaa on ryhmitelty kolmen periaatteen mukaan: suunnittelun ohjeistus, kehityksen määrittely ja loppukäyttäjän järjestelmän testaus. Kamper toteaa, että tiettyyn käyttötilanteeseen tai tiettyä järjestelmäävarten tehdyt käytettävyyden heuristiikat ja ohjeistot eivät välttämättä sovellu kaikkiin tilanteisiin ja soveluksiin. Heuristiikkojen avulla etsitään kuitenkin enemmänkin käytettävyydevirheitä kuin tuetaan käyttäjän päämäärän saavuttamista. (Kamper 2002.).

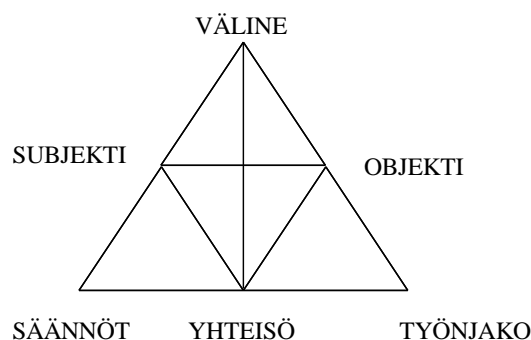
### 3.4 Toiminnan teorian soveltaminen käytettävyyden arviointiin

Toiminnan teoria tarjoaa verkko-opetuksen arvioinnissa mahdollisuuden tutkia kontekstia ”ylhäältä alaspäin”, kun yleensä tutkimus tapahtuu ”alhaalta ylöspäin”. Kontekstin kuvaamisessa ”ylhäältä alaspäin” otetaan lähtökohdaksi abstrakti teoreettinen taso ja sitä kautta päädytään käytännön arviointiin. Koko aihealueen suurpiirteisen tutkimisen jälkeen keskitytään ja tutkitaan pienempiä kiinnostavia osa-alueita syvällisesti. Toiminnan teorian soveltaminen verkko-opetusympäristön tutkimuksessa auttaa ymmärtämään verkko-opetuksen käyttämisen kokonaisvaltaisena ja hierarkkisena toimintana (activity). (Kuutti 1996; Nardi 1996; Kuutti 2000; Green, Jordan & Green 2002.)

Toiminnan teorian näkökulmasta tietokoneet ovat verkko-opetuksessa opiskelijoiden ja opettajien toimintaa tukevia välineitä, joiden kautta työskennellään verkko-opetusympäristössä. Toiminnan teorialla on paljon tarjottavaa WWW-pohjaisten järjestelmien suunnitteluun ja arviointiin.

Toiminnan teorian peruslähtökohta on ihmismieli, jota voidaan ymmärtää vain ihmisen ja kontekstin vuorovaikutuksen kautta. Sen avulla voidaan käsitteellistää ihmisten, yhteisöjen, teknologian ja toimintojen välisiä suhteita, eli se tarjoaa tapoja tietokonetuettujen toimintojen laajempaan ymmärtämiseen. Näin ollen toiminnan teoria tarjoaa käytettävyystudkimukselle käsitteitä ja periaatteita sekä joitakin menettelytapoja järjestelmän ja käyttöliittymän tutkimiseen käyttötilanteen kontekstissa. Tutkimuksen kohteena on usein ryhmä käyttäjiä, jotka käyttävät järjestelmää hyväkseen saavuttaakseen halutun tavoitteen, ja itse järjestelmä pysyy näkymättömänä. Toiminnan teoria ei tarjoa valmiita ratkaisuja käytettävyysongelmien ratkaisemiseen, vaan teoria kannustaa tutkijoita ja suunnittelijoita löytämään itse ratkaisut ongelmiin. (Bødker 1989; Bannon & Bødker 1991, Kaptelinin 1992; 1996; Kuutti 1996; Nardi 1996; Hasan 2001.)

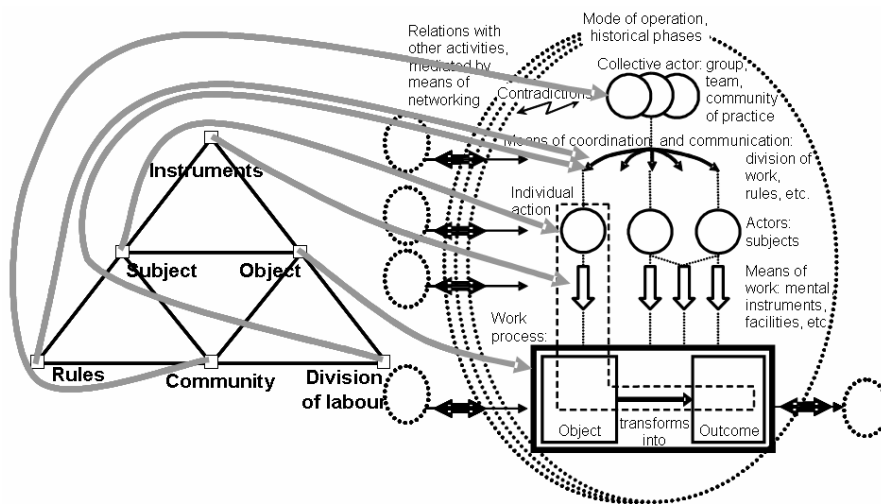
Perinteinen Vygotskin kolmiomalli koostui tekijästä, välineestä ja kohteesta. Engeströmin mukaan tämä perinteinen toiminnan teorian malli ei kuvannut tarpeeksi hyvin ihmisen toimintaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä, kuten toimintaympäristöä, joten hän loi uudistetun mallin. Kuviossa 11 on esitetty Engeströmin kehittämä toimintajärjestelmän yleinen malli, jossa tekijällä (subjekti), yhteisöllä ja kohteella (objekti) on molemminpuoliset suhteet. Mallissa esitetään, miten tietyt osat toimivat välittäjinä: tekijän ja kohteen välittäjänä toimivat välineet, tekijän ja yhteisön välittäjänä ovat säännöt ja kohteen ja yhteisön välittäjänä toimii työnjako. (Engeström 1987: 78; Kuutti 1996: 27–30.)



**Kuvio 11.** Engeströmin (1987: 78) toimintajärjestelmän yleinen malli.

Korpela, Mursu ja Soriyan (2000; 2002) ovat soveltaneet Engeströmin mallia ja tuloksena on ActAD-malli (Activity Analysis and Development) työtoiminnan tutkimiseksi.

seen sekä tietojärjestelmän ja työtoiminnan yhtäaikaiseen kehittämiseen. Kuviossa 12 on esitetty Korpelan ja muiden malli sovellettuna Engeströmin malliin. Engeströmin malli ja soikiomalli sisältävät pääosin samat peruselementit, mutta soikiomallissa elementtien erilaisuutta korostetaan kuvaamalla ne eri symboleilla. Soikiossa erotellaan yksilö ja kollektiivinen toimija sekä näiden työvälineet ja keinot, jolloin toiminnan luonne monien toimijoiden yhteistyönä tulee selvemmin esille. Toiminnan suhteet toisiin toimintoihin sekä yksilöiden ja toimintojen väliset suhteet ovat välittyneitä ja tapahtuvat verkottumisen keinoin. Soikiomallissa voidaan käyttää symboleina havainnollisia kuvia eri elementeistä, esimerkiksi puhelin, tietokone tai ihminen, jolloin kuvaustapaa voidaan käyttää ajatusten herättäjänä keskusteluissa eri alojen ammattilaisten välillä.



**Kuvio 12.** Engeströmin malli ja ActAD-malli (Korpela ym. 2002).

Kuutti (1996: 28) ja Kaptelinin ja muut (1999) ovat soveltaneet toiminnan teoriaa ihmisten ja teknologian vuorovaikutuksen kuvaamiseen HCI-tutkimuksessa. Kaptelinin ja muiden mukaan toiminnan teorialle on kaksi peruslähtökohtaa. Ihmismieli voidaan ymmärtää vain ihmisen ja maailman vuorovaikutuksen kautta ja ihmisen vuorovaikutus toiminnan kohteen kanssa määrittyy sosiaalisten ja kulttuuristen tekijöiden kautta. Toiminnan teoria erottuu muista kontekstin huomioivista menetelmistä kontekstin tutkimisella ”ylhäältä alaspäin”.

Toiminnan teoria ei tarjoa valmista menetelmää käytettävyytutkimukseen, mutta se tarjoaa peruseriaatteita ja käsitteitä ihmisen toiminnan kuvaamiseen. Toiminnan teoria on kompleksinen ja laaja käytettävyytutkimuksessa jo aikaisemminkin sovellettu ajatusmalli. Toiminnan teorian vahvuudet tulevat esiin monimutkaisempien käyttöliittymien kuten ryhmäohjelmien käytettävyyden tarkastelussa. Teoria mahdollistaa asioiden käsittelyn yhtenäisen viitekehyksen avulla. Viitekehyksen avulla voi-



daan tutkia myös toiminnan dynamiikkaa eli uusien toimenpiteiden tai tekojen tai toimintojen uudelleenmuokkausta tietotekniikan avulla. (Kuutti 1996; Kaptelinin ym. 1999.)

Toiminnan teoria selittää ihmisen toimintaa viiden periaatteen avulla: kohteellisuus (object-orientedness), toiminnan hierarkkinen rakenne, sisäistäminen ja ulkoistaminen (internalisation and externalisation), välineiden vaikutus (mediation) ja kehitys (development). Tavoitteellisuus eli kohteellisuus on yksi tärkeimmistä toiminnan teorian periaatteista (Bannon 1997). Motiivit liittyvät tavoitteisiin, mutta tavoite voi olla myös mahdollinen lopputulos, jonka saavuttamiseksi kaikki toiminta suunnataan. Toiminnan teoria antaa mahdollisuuden tarkastella ihmisen sosiaalista toimintaa kolmella tasolla: toiminnan (activity) ja toimintajärjestelmän tasolla yhteisenä jatkuvana toimintana (activity system), tekojen (action) tasolla (tavoitteelliset yksilölliset toiminnat) sekä operaatioiden (operation) tasolla (rutiininomaiset osatekijät). Toiminnan osat voivat vaihtua ja kehittyä olosuhteiden ja valitun näkökulman mukaan. Tasojen välillä ei ole tiukkaa rajaa ja tulkintaan vaikuttaa konteksti. Tasoja voidaan ymmärtää paremmin niihin liittyvien kysymyssanojen kautta. Toiminnan tason eli motiivin analyttinen kysymys on ”miksi?”, tekoa vastaava kysymys on ”mikä?” ja operaatioita vastaava kysymys on ”miten?”. Toiminnalla on aina jokin tavoite, teot muodostavat toimintaa sekä teot sisältävät operaatioiden ketjun. Toiminnan tasolla opiskelija on opiskelutilanteessa, johon suhtautuminen virittää opiskelijan motivaatiota. Opiskelijan toiminta opiskelussa toteutuu tekojen avulla.

Teko ja toiminta eivät eroa toisistaan tekemisen laajuuden vuoksi, vaan ero on psykologinen. Toiminnan taustalla on motivaatio, kun tekojen taustalla on niiden tarkoitus ja tavoite. Teot jakautuvat operaatioihin (toimenpiteisiin). Teko on aina tietoinen ja tarkoituksellinen tapahtuma, operaatio yksittäinen teon osa. Inhimillinen toiminta perustuu motivaatioon, joka toteutuu tarkoituksellisina päämääräsuuntautuneina tekoina. Vain operaatiot voidaan tehdä tietokoneella, mutta silloin täytyy paikalla olla subjekti, jonka teon tietokone toteuttaa. Tietokone on siis toiminnan teorian mukaan välittäjänä subjektin ja objektin välissä ja suorittaa operaatioita. Sisäistäminen tarkoittaa aikaisemman ajattelu- ja toimintamallin muuttamista uuden tiedon avulla. (Leontev 1977: 97, 1981; Engeström 1996: 45–47; Kaptelinin 1996; Kuutti 1996; Nardi 1996; Arievidtch 2003.)

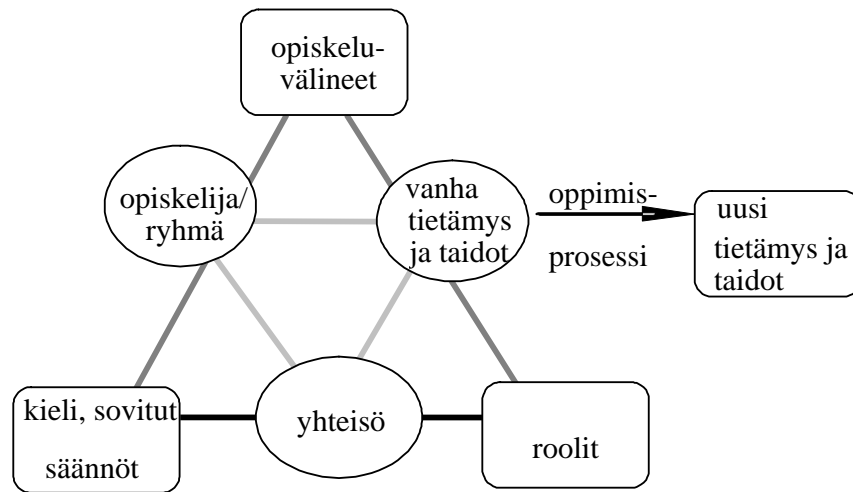
Toiminnan teorian mukaan ulkoisia ja sisäisiä toimintoja ei voida analysoida erikseen vaan aina yhdessä. Välittyminen tarkoittaa teknisten ja psykologisten välineiden vaikutusta tekijän ja kohteen välisessä vuorovaikutuksessa. Teknisillä välineillä vaikutaan fyysisiin objekteihin ja psykologisilla itseemme tai muihin ihmisiin. Toiminnan teoria edellyttää, että ihmisen vuorovaikutusta analysoidaan huomioiden kehityksen konteksti. Kaikki käytäntö nähdään historiallisen kehityksen kautta. Toiminnan teori-

an peruseriaatteet tulee ymmärtää yhtenäisenä ja eheänä kokonaisuutena eikä yksittäistä periaatetta saa erottaa kokonaisuudesta. (Engeström 1984; Nardi 1996; Bannon 1997; Kaptelinin et al. 1999.)

Toiminnan teorian yleinen malli kuvaa toimintajärjestelmän eri osia ja niiden suhteita toisiinsa. Kuviossa 13 olen soveltanut toiminnan teorian yleistä mallia verkko-opetukseen. Tietyt osat toimivat toistensa välittäjinä. Opiskeluvälineet toimivat opiskelijan ja vanhan tietämyksen ja taitojen välittäjänä. Opiskelijan ja yhteisön välittäjänä on opiskelua ja oppimista koskeva kieli. Vanhan tietämyksen ja taitojen sekä yhteisön välittäjänä toimivat erilaiset verkko-opetuksessa hyödynnettävät roolit. Opettaja tuottaa oppimateriaalia. Tekninen ja hallinnollinen henkilökunta luo oppimisympäristön ja muutenkin tukee opiskelua. Oppimisprosessin kautta lopputuloksena on uusi tietämys ja taidot. (Engeström 1987; Nardi 1996; Uden & Willis 2001.)

Tekijänä on yksi tai useampi opiskelija. Verkko-opetuksessa opiskelijan ja opiskelijaryhmän toiminta kohdistuu oppimiseen verkko-opetusympäristöä hyödyntäen. Oppimisprosessin edetessä opiskelijaa motivoi mm. tietojen ja taitojen kartuttaminen. Opiskeluvälineitä ovat oppimateriaalit ja tekniset resurssit, joita ovat esimerkiksi työpöytä, tietokone, yhteys tietoverkkoon ja verkko-opetusympäristöön sekä mahdolliset muut tarvittavat materiaalit ja tarvikkeet, joita opiskelija käyttää kohdistessaan toimintaansa opiskelukohteeseen. Yhteisöllä tarkoitetaan sellaista ryhmää, jolla on yhteinen tavoite, kuten esimerkiksi tietyn opintojakson opiskelijaryhmää ja yliopistoa tai korkeakoulua, jossa opintojaksoa suoritetaan.

Subjektin tavoitteena on oppiminen. Yhteisössä vaihtuvat roolit voidaan nähdä henkilöresursseina. Yleensä rooli on opiskelijan rooli, joka muuttuu opiskelutilanteesta riippuen esimerkiksi ryhmätöissä koordinoijan, arvioijan tai keskustelijan rooliksi. Muita verkko-opetuksen yhteisössä esiintyviä rooleja ovat oppija, ohjaaja, tutor-opettaja, tekninen tukihenkilö ja opintosihiteeri. Sovittuja sääntöjä ovat yhteisön sisällä sovitut säännöt: korkeakoulun ja verkko-opetusympäristön sekä tehtäväkohtaisesti määritellyt säännöt ja yhteinen kieli.



**Kuvio 13.** Engeströmin (1987) toimintajärjestelmän yleisen mallin soveltaminen verkko-opetukseen.

Toiminnan teorian avulla helpotetaan ihmisten (käyttäjät, opiskelijat, opettaja), yhteisöjen (ryhmät, tiimit, opintojakson osallistujat), teknologioiden (tietokone, verkkoyhteydet, selainohjelma) ja toimintojen käsitteellistämistä sekä pyritään ymmärtämään kontekstia, jossa käyttäjät käyttävät tietokonetuettuja toimintoja. Onnistuneen verkko-opetusympäristön tai järjestelmän suunnittelemisen ja toteutus käyttäjän käyttöön sopivaksi vaativat ymmärrystä ihmisen toiminnasta teknologian käyttäjänä sekä ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksesta. Toiminnan teorian pohjalta kehitetty toiminnan tarkistuslista on analyttinen työkalu, jonka avulla voidaan soveltaa toiminnan teoriaa käytäntöön. (Kaptelinin et al. 1999; Nardi 1996.)

Toiminnan tarkistuslistan rakenne jäljittelee toiminnan teorian peruseriaatteita. Toiminnan tarkistuslista kiinnittää huomiota:

- *välineiden vaikutukseen (tool mediation)*
- *keinoihin ja tavoitteisiin (means and ends)*
- *ympäristön sosiaalisiin ja fyysisiin näkökulmiin (social and physical aspects of the environment)*
- *oppimiseen, kognitioon ja artikulaatioon (learning, cognition, and articulation)*
- *kehitykseen (development).* (Kaptelinin et al. 1999)

*Välineiden vaikutus* on merkittävässä asemassa, kun tutkitaan, miten ihmiset käyttävät verkko-opetusympäristöä. Välineillä tarkoitetaan niitä työkaluja, joita ihminen käyttää apunaan kohdistuessaan toimintaansa johonkin objektiin. Yleensä välineillä tarkoitetaan sekä teknisiä laitteita, ohjelmia ja opiskelun apuvälineitä että psykologisia välineitä. Toiminnan kohdetta käsitellään yleensä välineen tarjoamien mahdolli-

suuksien ja rajoitusten mukaan. Tämä periaate yhdistetään systemaattisesti listan muihin neljään periaatteeseen. (Bødker 1989; Bannon 1997; Kaptelinin et al. 1999.)

*Keinot ja tavoitteet* -näkökulma (toiminnan hierarkkinen rakenne) tarkoittaa kohdeteknologian käytön ymmärtämistä sille asetettujen tavoitteiden kautta. Tämä näkökulma pohjautuu toiminnan teorian periaatteeseen toiminnan hierarkkisesta rakenteesta. Tässä periaatteessa huomioidaan ihmiset, jotka käyttävät kohdeteknologiaa, kohdetoimintojen tavoitteet ja välitavoitteet sekä onnistumisen tai epäonnistumisen kriteerit kohdetavoitteiden saavuttamisessa. Tässä näkökulmassa huomioidaan mahdolliset vaihtoehtoiset kohdetoimintojen saavuttamiskeinot, tiedot ja teknologian vaikutus ristiriitojen selvittämisessä erilaisten päämäärien välillä ja teknologian aiheuttamat mahdolliset rajoitukset. (Kaptelinin et al. 1999: 33.)

*Ympäristön sosiaalisilla ja fyysisillä näkökulmilla* (kohteellisuus) tarkoitetaan kohdeteknologian sopeuttamista vaatimusten, välineiden, resurssien ja ympäristön sosiaalisten sääntöjen kanssa. Kun ihmiset elävät sosiaalisessa, kulttuurisessa maailmassa, he muuttavat kohdeteknologiaa, motivoituvat ja saavuttavat päämääränsä. Tämän tarkistuslistan näkökulman avulla yksilöidään mukana olevat kohdeteknologiat. Tämä näkökulma vastaa toiminnan teorian perusperiaatetta kohteellisuus. (Kaptelinin et al. 1999: 33.)

*Oppiminen, kognitio ja artikulaatio* (sisäistäminen / ulkoistaminen) -näkökulma tarkoittaa toimintojen sisäistämisen ja ulkoistamisen tukemista kohdeteknologialla. Toiminnot sisältävät sekä sisäisiä että ulkoisia osia ja osia, jotka voivat muuttua sisäisistä ulkoisiksi tai päinvastoin. Ongelmanratkaisun ja sosiaalisen yhteistyön mahdollistaminen ja vahvistaminen edellyttää, että tutkittava järjestelmä tukee sekä uusia sisäisiä toimintatapoja että mentaaliprosessien ilmentymiä. Tämä tarkistuslistan näkökulma vastaa toiminnan teorian sisäistämisen ja ulkoistamisen näkökulmaa. (Kaptelinin et al. 1999: 33.)

Toiminnan tarkistuslistan *kehitys*-näkökulma auttaa löytämään kehitykseen liittyvät tekijät kohdetoimintojen historiallista kehitystä analysoimalla. Kehitys näkökulman avulla paljastetaan päätekijät, jotka vaikuttavat mahdollisten muutosten analysointiin ja arvioidaan muutosten vaikutusta kohdetoimintojen rakenteeseen. (Kaptelinin et al. 1999: 33.)

### 3.5 Käytettävyyden heuristiikat ja toiminnan teoria tutkimusaiheena

Sujan, Pasquini, Rizzo, Scribani & Wimmer (1999) ovat tutkineet käytettävyyttä ja erityisesti ihmisen osuutta monimutkaisissa systeemeissä toiminnan teorian ja ihmisen käyttäytymisen kognitiivisen näkökulman pohjalta. Tutkijat esittävät junaliikennetietojärjestelmän käytettävyydestä skenaarioita ja vertaavat niitä aikaisempiin skenaarioihin, joissa ei ole hyödynnetty toiminnan teoriaa. Erot skenaarioissa eivät ole suuria, mutta merkittävää on kommunikaation lisääntyminen monimutkaisissa viestintätilanteissa. Heidän lähtökohtinaan ovat tietoisuuden ja toiminnallisuuden sekä eheyden ja erottamattomuuden periaatteet. He huomioivat tutkimuksessaan käyttäytymisen, tietoisuuden ja toiminnan sekä toiminnallisuuden ja motivaatioperusteisuuden. Ihminen kokee objektin sellaisena kuin artefaktit mahdollistavat sen kokemaan. Heidän käytettävyytutkimuksensa on toteutettu holistisesti huomioiden eri osatekijät itsenäisinä toimijoina.

Tutkimuksessa ilmeni, että käyttäjä pitää lähitavoitetta yleistavoitetta tärkeämpänä, koska lähitavoite koetaan omaksi vastuualueeksi. Käyttäjien vastuut ja tehtävät tulisi jakaa ihmisten arvostusten perusteella. Tapahtumaraportointi tehdään automaattisella junajärjestelmällä, jolloin henkilön ei tarvitse keskeyttää muuta työtä puhelimella tapahtuvan raportoinnin ajaksi ja täten työskentely tehostuu. Myös tiimityön merkityksen korostaminen työntekijöille auttaisi tekemään ratkaisuja yhteiseen päämäärään pyrittäessä. (Sujan et al. 1999.)

Liaw, Huang ja Chen (2007) selvittävät toiminnan teoriaan perustuvassa tutkimuksessaan opiskelijoiden opiskeluun vaikuttavia tekijöitä verkko-opetusympäristössä. He soveltavat toiminnan teorian yleistä mallia siten, että subjekti on opiskelija (learner), objekti opiskelijan asennetekijät ja työkalu (instrument) on verkko-opetusympäristö, joka sisältää multimedialla, opiskelumateriaalia ja ohjeita. Sääntöinä tutkijat näkevät opiskelijan itsenäisyyden ja ympäristönä verkko-oppimisyhteisön. Työnjaossa opettaja toimii avustavana ohjaajana. Tutkijat näkevät verkko-opetusympäristön erityisesti ongelmanratkaisuympäristönä. He jakavat opiskelijoiden mielipiteet kriittisiin verkko-opiskeluun vaikuttaviin tekijöihin tai asennemalleihin, joissa korostetaan opiskelijan itsenäisyyttä ja aktiivista oppimista, ongelman ratkaisukykyä, multimedialla hyödyntämistä ja opettajan ohjausta. He suosittelevat toiminnan teorian käyttämistä verkko-opetusympäristön ymmärtämiseen tähtääviin tutkimuksiin. (Liaw et al. 2007.)

## 4 KAHDEN KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI-MENETELMÄN SUUNNITTELU

Tässä luvussa kuvaan uudentyyppisen käytettävyyden arviointimenetelmämuunnosten suunnittelua ja arviointikriteerien luomista verkko-opetusympäristöön soveltuvaksi. Työskentely perustuu suunnittelututkimuksen rakentamisprosessiin (Hevner et al. 2004; Järvinen 2007). Ensimmäisessä vaiheessa heuristisen arvioinnin arviointikriteereitä käytetään käytettävyykselyn arviointikriteereinä siten, että ne on muunnettu käyttäjälle soveltuviksi. Toisessa vaiheessa käytettävyyden arviointimenetelmäksi kehitetään toiminnan (teorian) tarkistuslistaan ja heuristiseen arviointiin pohjautuva HA&TT-käytettävyyksely, joka on erityisesti tarkoitettu käyttäjille. Uusia käytettävyyden arviointimenetelmiä verrataan keskenään kahdessa verkko-opetusympäristössä Moodlessa ja WebCT:ssä.

Suunnittelututkimuksella tarkastellaan erityisesti suunnitteluongelmia, etsitään niiden ratkaisuvaihtoehtoja, suoritetaan vaihtoehtojen arviointia ja parhaan valintaa perustellusti (Järvinen & Järvinen 2004: 147–154). Käyttäjän kanta tiettyyn käytettävyyväitteeseen voidaan saada selville joko haastattelulla tai kyselyllä. Jos halutaan vähentää tutkijan vaikutusta käyttäjien vastauksiin, valitaan kysely. Kyselytutkimukseen liittyviä haittoja ovat mm. se, että uusintakyselyt lisäävät vastausaikaa, työtä ja kustannuksia sekä kysymysten väärinymmärtämisen mahdollisuutta.

Tiedonkeruun tekniikaksi valitsin www-kyselyn, jotta vastaaja voi valita vastaamisajan ja -paikan vapaammin annetun aikarajan puitteissa sekä vastata henkilökohtaisesti oman kokemuksen pohjalta. Kyselymuotoisuutta puolsivat myös sen helppokäyttöisyys ja täyttämisen vaivattomuus WWW-lomakkeena. Myös kyselyn vastauksen saaminen on helppoa, ja vastaukset ovat vastausajan jälkeen tutkijan saatavilla. Käytettävyykselyjen käytön etuja ovat menetelmän kustannustehokkuus esimerkiksi laboratoriotutkimuksiin tai haastatteluihin verrattuna, tutkimuksen nopeus ja helppokäyttöisyys. (Sears 1997; Valli 2001: 101–102; Järvinen & Järvinen 2004: 147–154.)

Käytettävyyden arviointimenetelmän vertailukriteereinä voivat olla esimerkiksi resurssit, jotka ovat käytössä, tai menetelmän nopeus tai tehokkuus. Hartson ja muut (2003) esittävät arviointimenetelmien vertailukriteereiksi esimerkiksi kattavuutta, pätevyyttä ja hyödyllisyyttä. Arviointimenetelmän valintaan vaikuttaa myös se, arvioidaanko järjestelmää tai verkko-opetusympäristöä suunnitteluvaiheessa tai valmiina verkko-opetusympäristönä.

Kohdassa 4.1. rakennan Nielsenin heuristiseen arviointiin perustuvan käytettävyysskyselyn ja perustelen rakentamisaskeleet ja kyselyn muotoutumisen nykyiseen muotoonsa. Liitteessä 1 on lopullinen heuristinen käytettävyysskysely lomakemuodossa. Kohdassa 4.2. kuvaan HA&TT-käytettävyysskyselyn suunnitteluvaiheen toiminnan tarkistuslistan ja Nielsenin heuristisen arvioinnin pohjalta (liite 2).

## 4.1 Nielsenin heuristiseen arviointiin perustuvan käytettävyyden arviointi-menetelmän suunnittelu

Nielsenin (1993: 225) sekä Dumasin ja Redishin (1993: 67, 82) mukaan tehokkain tapa selvittää palvelussa, käyttöliittymässä tai järjestelmässä olevat mahdolliset käytettävyysongelmat on käytettävyydestin ja heuristisen arvioinnin yhdistelmä. Keinoisen arviointimenetelmien vertailujen (taulukko 4) mukaan heuristinen arviointi on monipuolisimpia käytettävyyden arviointimenetelmiä. John ja Marks (1997) vertasivat tutkimuksessaan kuutta eri arviointimenetelmää tehokkuuspuun avulla ja totesivat että, heuristisen arvioinnin avulla löydettiin eniten käytettävyysongelmia. Doubledayn ja muiden (1997) tutkimuksen perusteella Nielsenin heuristinen arviointi on parempi menetelmä käytettävyydestiin verrattuna, koska se tuo lyhyessä ajassa esiin myös ongelmien syitä ja ratkaisuja ongelmiin. Käytettävyydestin avulla löydetään vähemmän ongelmia ja se vie huomattavasti enemmän resursseja heuristiseen asiantuntija-arviointiin verrattuna.

Tämän tutkimuksen arviointimenetelmien kehittämisprosessin ensimmäisessä vaiheessa kehitin Nielsenin heuristisen arvioinnin pohjalta käytettävyyden arviointikriteeristön HA-käytettävyysskyselyyn (liite 1). Arviointikriteeristön kysymykset jaotettiin kymmeneen kriteeriin heuristiikkojen mukaan ja kehitin kriteerien pohjalta väitteet erityisesti WWW-lomakkeella toteutettavaan käytettävyysskyselyyn ja verkko-opetusympäristön arviointiin soveltuviksi. Kyselyn luonnissa pyrin siihen, että se on käyttäjän kannalta mahdollisimman ymmärrettävässä muodossa. Lisäsin myös verkko-opetusympäristön käyttämiseen ja verkko-opiskeluun liittyviä avoimia kysymyksiä, joilla pyrin saamaan lisää tietoa verkko-opetusympäristön ja -opetuksen soveltuvuudesta kyseisen opintojakson toteutukseen. Avointen kysymysten käsittelyn rajasin pääosin tämän tutkimuksen ulkopuolelle, koska ne eivät suoranaisesti liity käytettävyyden arviointiin.

Kun kerätään tietoa järjestelmän puutteista, kysymysten tai väitteiden muotoilu voi olla ongelmallista, sillä niiden tulisi olla mahdollisimman yksiselitteisiä (Sutcliffe 2002). Arviointikriteerien suunnittelussa keskeisiä ovat käyttäjävaatimukset, jotka perustuvat loppukäyttäjän tarpeisiin (Kujala 2002). Arviointikriteereissä keskityn käytettävyyden arviointiin tyypillisissä käyttötilanteissa, joissa opiskelija käyttää

verkko-opetusympäristöä päämääränään oppiminen sekä opettaja opettaa verkko-opetusympäristössä päämääränään motivoida ja ohjata opiskelijoita oppimaan. Kamperin mallin (2002: 447–462) mukaisista osista keskityn tässä tutkimuksessa käyttäjän suorittamaan järjestelmän testaukseen.

Käytettävyysohjelmien korjaaminen on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle omaksi prosessikseen, kuten esimerkiksi Hartson ja muut (2003) suosittelevat. Myös käytettävyysskyselyjen ja käytettävyysohjelmien raportoinnin automatisointi tietokantapohjaiseksi rajattiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

Käytettävyysskyselyn varsinaiseen käytettävyyden arviointiosaan sisältyvät seuraavat Nielsenin (1994b: 30) heuristiseen arviointiin perustuvat arviointikriteerit:

1. palvelun tilan näkeminen (visibility of system status)
2. palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin (match between system and the real world)
3. käyttäjän hallinta ja vapaus (user control and freedom)
4. johdonmukaisuus ja standardit (consistency and standards)
5. virheiden estäminen (error prevention)
6. tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen (recognition rather than recall)
7. käytön joustavuus ja tehokkuus (flexibility and efficiency of use)
8. esteettinen ja minimalistinen suunnittelu (aesthetic and minimalist design)
9. virhetilanteiden käsittely (help users recognize, diagnose, and recover from errors)
10. opastus ja ohjeistus (help and documentation).

Käytettävyysskyselyn arviointikriteeristö on rakennettu Nielsenin heurististen ohjeiden mukaisesti tarkentaen kutakin heuristiikkaa tai ohjetta yksittäisillä väitteillä. Väitteet kehitin ottamalla huomioon mm. Shneidermanin (1998), Nielsenin (1993, 1994b), Normanin (1988), Polsonin ja Lewisin (1990), Ravdenin ja Johnsonin (1989), ISO 9241-10:n (1996) sekä Holcombin ja Tharpin (1991) ohjeistoja ja niiden selityksiä. Kriteerien sisältämät väitteet muotoilin erityisesti verkko-opetusympäristön arviointiin ja käyttäjille soveltuviksi. Väitteisiin annoin valmiit vastausvaihtoehdot (1-5), joilla voin helpommin luokitella saadut vastaukset ja analysoida niitä. Standardoitujen kriteerien (Nielsenin heuristiikat) käyttöä perustelen mm. sillä, että asiantuntija-arvioinnin kielestä käyttäjän kielelle muutettuna useimmat käyttäjät ymmärtävät arviointikriteerien väitteet tarkoitetulla tavalla (Hufnagel & Conca 1994). Tässä on yksi tutkimuksen riski, elleivät käyttäjät kuitenkaan ymmärrä väitteitä samalla tavalla, kun tutkija on tarkoittanut. Seuraavassa kuvaan ensin arviointikriteeristön väitteiden suunnittelua ja esitän sen jälkeen lopulliset väitteet.



*Palvelun tilan näkeminen* -arviointikriteerin väitteillä etsin käytettävyysoongelmia, jotka liittyvät palvelun (verkko-opetusympäristön) toimivuuteen ja käyttäjän omaan sijaintiin palvelussa. Käyttäjän tulisi aina tietää, mitä järjestelmässä tapahtuu ja järjestelmän tulisi antaa hyödyllistä palautetta viipymättä. Tämän kriteerin väitteiden suunnittelussa keskityin käyttäjän kokemuksiin palvelun tilasta ja päädyin ottamaan mukaan palvelun tilaa, syötettä, selkeyttä ja rakennetta koskevia väitteitä: tietääkö käyttäjä, toimiiko palvelu, mitä hän voi seuraavaksi tehdä, mitä seuraavaksi tapahtuu ja onko hän menossa halumaansa suuntaan, missä kohdin palvelua hän on, onko palvelu vastaanottanut käyttäjän syötteen. Arviointikriteerien väitteissä käytän verkko-opetusympäristöä kuvaamaan sanaa palvelu, koska käyttäjälle saattaisivat systeemi tai järjestelmä -käsitteet olla vieraita. (Nielsen 1994b.)

*Palvelun tilan näkeminen* -kriteerin ensimmäisen väitteen vaihtoehtoja olivat suunnitteluvaiheessa seuraavat: 1. Käyttäjä tietää missä tilassa palvelu on. 2. Käyttäjä tietää onko palvelu kaatunut. 3. Palvelun tila on käyttäjän tiedossa. 4. Käyttäjä tietää palvelun tilan. Valitsin vaihtoehdon ”Palvelun tila on käyttäjän tiedossa”, koska mielestäni se kuvasi selkeimmin käyttäjän kielellä palvelun toimivuutta. Palvelun tila on todennäköisesti käyttäjälle normaali arkikielestä tuttu ilmaisu, koska tila arkikielenkäytösäkin kuvaa jonkin asian tilaa tai olotilaa. Lisäksi se on lyhyt ja oleellisen esille tuova ilmaisu. Hylkäsin vaihtoehdon ”Käyttäjä tietää onko palvelu kaatunut”, koska sana *kaatunut* saattaa olla käyttäjälle vieras tässä merkityksessä. Vaihtoehdot ”Käyttäjä tietää palvelun tilan” ja ”Käyttäjä tietää missä tilassa palvelu on” tarkoittavat samaa, mutta ovat pitempiä ilmauksia valitsemaani verrattuna.

Palvelun tilaa koskevaksi toiseksi väitteeksi valitsin vaihtoehdon: ”Käyttäjä näkee, onko syöte mennyt järjestelmään”. Tämä-vaihtoehto kuvaa selkeästi syötteen onnistunutta tai epäonnistunutta syöttämistä järjestelmään. Esimerkiksi vaihtoehto ”Käyttäjä voi tarkistaa onko syöte mennyt järjestelmään” edellyttää käyttäjältä tarkistus-toimenpidettä ja syötteen onnistuneen syötön pitäisi näkyä automaattisesti.

Palvelun tilaa koskevaksi kolmanneksi väitteeksi valitsin vaihtoehdon: Palvelu on selkeä ja käyttäjä tietää missä osassa on. Tosin tämä väite on moniosainen ja sen olisi voinut purkaa täsmällisemmiksi ja pelkistetyimmiksi osaväitteiksi. Toisaalta osat liittyvät toisiinsa läheisesti. Neljännellä väitteellä testasin sitä, että käyttäjä tietää mitä hän on tekemässä. Valitsin vaihtoehdon: ”Käyttäjä näkee, mitä voi tehdä seuraavaksi”, koska siinä on käytetty tavallista käyttäjän tuntemaa kieltä.

*Palvelun tilan näkeminen* -kriteerin väitteet liittyvät sujuvuuteen ja tehokkuuteen. Käytettävyysongelmat palvelun tilan väitteissä johtavat käyttäjän turhautumiseen. Väitteet perustuvat hallittavuuteen (user control), siis kokevatko käyttäjät ohjaavansa verkko-opetusympäristön toimintaa. Sopivalla esitystavalla käyttäjän tulisi saada

kaikissa tilanteissa selkeä tieto siitä, mitä toimintaa on tapahtumassa. Palvelun tulisi antaa käyttäjälle visuaalista palautetta siitä, onko syöte mennyt järjestelmään sekä miten hän edistyy. Lisäksi käyttäjän tulisi saada tieto siitä, jos tiedon hakeminen tai vieminen järjestelmään kestää kohtuuttoman kauan. Jos syöteen käsitteleminen kestää enemmän kuin 10 sekuntia, tulisi pitkästä odotusajasta antaa tieto käyttäjälle. (Norman 1988; Ravden & Johnson 1989, Polson & Lewis 1990; Shackel 1991; Nielsen 1993; Nielsen 1994b; Jones & Farquhar 1997; ISO 9241–11 1998; Shneiderman 1998.)

1. *Palvelun tilan näkeminen* -kriteeriä koskevat väitteet ovat:

1. Palvelun tila on käyttäjän tiedossa.
2. Käyttäjä näkee, onko syöte mennyt järjestelmään.
3. Palvelu on selkeä ja käyttäjä tietää missä osassa palvelua on.
4. Käyttäjä näkee, mitä hän voi tehdä seuraavaksi.

*Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin* -arviointikriteerin väitteillä selvitan, miten palvelu vastaa sanastoltaan, käsitteiltään, lausejärjestykseltään ja rakenteeltaan käyttäjän normaalia kontekstissaan käyttämää kieltä. Informaatio tulisi esittää luonnollisessa ja loogisessa järjestyksessä. Käyttäjän näkökulmasta käytettävyysongelmana saattavat olla termit, sanonnat ja käsitteet, ei tietotekninen käyttöympäristö. Suositus on, että erikoistermistön sijaan käytetään käyttäjän kieltä, tällöin toteutuu myös pedagoginen perusnäkökulma: opetus lähtötilanteen mukaan. Palvelun kieli tulisi olla käyttäjän äidinkieli, jolloin käyttäjän väärinymmärryksen mahdollisuus pienenee. Myös Levi ja Conrad (1996: 11–12) kehottavat käyttämään käyttäjän kieltä, jolloin sanasto ja ikonit ovat käyttäjän ympäristöstä ja esitysjärjestys on looginen.

*Palvelun vastaavuus käyttäjän kontekstiin* -kriteerin väitteisiin sisältyy myös vaatimukset sopivasta esitystavasta ja tehtävään sopivuudesta. Tehtävään sopivuus (task match) tarkoittaa sitä, että käyttäjälle esitetään vain ne asiat, joita tämä tarvitsee ja käyttäjälle sopivassa järjestyksessä. (Norman 1988; Ravden & Johnson 1989; Polson & Lewis 1990; Holcomb & Tharp 1991; Nielsen 1993; Nielsen 1994b; ISO 9241–10 1996.)

2. *Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin* -kriteerin väitteet ovat:

1. Verkko-opetusympäristön sanasto ja lauserakenne ovat selkeät.
2. Verkko-opetusympäristön käsitteitä käytetään loogisesti.
3. Verkko-opetusympäristön lausejärjestys on selkeä.
4. Verkko-opetusympäristön käsitteitä käytetään kuten tosielämässä.

*Käyttäjän hallinta ja vapaus* -arviointikriteerin väitteillä tarkastelen navigointimahdollisuuksia ja virhetilanteesta toipumista palvelussa. Käyttäjällä tulee aina olla palvelun hallinnan ja vapauden tunne siten, että hän kokee palvelun käyttämisen

miellyttäväksi. Hänellä täytyy olla nopea paluumahdollisuus joko edelliseen tilaan tai takaisin kunkin vaiheen aloituspisteeseen. Esimerkiksi Peru (Undo) ja selaimen Takaisin (Back)-toiminnon käyttäminen ovat yleensä suositeltavia, mutta verkko-opetusympäristöissä löytyy yleensä navigointipolku, jossa voidaan siirtyä takaisin aikaisempaan kohtaan. Shneidermanin (1998: 75) säännöissä sääntö 6 kehottaa sallimaan toimintojen helpon perumisen (permit easy reversal of actions) ja sääntö 7 kehottaa antamaan käyttäjälle hallinnan (support internal locus of control). Myös multimediaelementit tulisi olla navigoitavissa helposti ja oikein (Hall 1999; Karoulis & Pombortsis 2003).

Käyttäjän tulisi voida tuntea hallitsevansa sivuston navigointia ja tuntea voivansa vapaasti valita haluamansa toiminnot sivustolla. Käyttäjää ei saa pakottaa tiettyihin fontteihin, väreihin, kehyksiin, selainikkunoihin tai selainversioihin. Myös käyttäjän muistikuorman vähentämiseen liittyvä ohje, vähennä lyhytkestoisen muistin kuormitusta, on huomioitu mm. Levin ja Conradin (1996) ohjeissa. Shneiderman (1998) kiinnittää huomioita muistettavuuteen, kuinka hyvin järjestelmän toiminnot pysyvät käyttäjän muistissa, kun palvelun edellisestä käyttökerrasta on esimerkiksi tunti, päivä tai viikko.

Navigoinnissa tarvittavat ”turhat hyyt” turhauttavat käyttäjän, joten ne pitäisi poistaa jo suunnitteluvaiheessa tai pystyä estämään verkko-opetusympäristön asetuksilla. Palvelun tulisi tarjota navigointityökaluja, joilla selailu on joustavaa, muttei kuitenkaan hallitsematonta. Navigointireitit tulisi olla selkeitä ja käyttäjää ohjaavia, eikä ylimääräistä muistikuormaa aiheuttavia. Tärkeimmät sivut ja kohdat tulisi olla pikanäppäinten kautta saavutettavissa nopeasti tai muuten helposti navigoitavissa. Shneidermanin ja Plaisantin (2005) uudistetuissa ohjeissa on erotettu aloittelevien ja kokeneiden käyttäjien tuki (Cater to universal usability), joiden mukaan aloittelijalle pitäisi tarjota opastusta ja kokeneelle käyttäjälle oikoteitä. Virheellinen syöte tulisi voida korjata ja siten estää mahdollinen palvelun virhetilanne. Palvelun asetuksilla tulisi voida sallia virheellisen syötteen muuttaminen. Myös turhien ikkunoiden avaaminen tulisi estää, koska ne heikentävät käytettävyyttä. (vrt. Holcomb & Tharp 1991; Nielsen 1993; Nielsen 1994b; ISO 9241–10 1996; Shneiderman 1998; Shneiderman & Plaisant 2005.)

Verkko-opetusympäristössä oppimateriaali koostuu usein itsenäisistä osadokumenteista, joita löydetään navigoimalla. Rakennelinkkien kautta päästään ympäristön eri osiin ja selittävien linkkien kautta lisätietoihin (pop-up). Verkko-opetusympäristössä voi myös olla erilaisia näkymiä esimerkiksi aiheittain, avainsanoittain tai opiskelijoittain. Hall (1999) kehottaa käyttämään verkko-opetusympäristössä linkkejä vain paikoissa, joissa niillä on selkeä opetuksellinen merkitys.

3. *Käyttäjän hallinta ja vapaus* -kriteerin väitteet ovat:

1. Navigoinnissa ei tarvitse käyttää ns. turhia hyppyjä.
2. Turhat hypyt voidaan estää verkko-opetusympäristön asetuksilla.
3. Navigointireittiä ei tarvitse muistaa päästäkseen tietylle sivulle.
4. Tärkeimmille sivuille pääsee nopeasti ja helposti.
5. Virheellisen syötteen voi muuttaa vielä lähettämisen jälkeen.
6. Virheellisen syötteen muuttamismahdollisuus voidaan sallia verkko-opetusympäristön asetuksilla.
7. Palvelu ei avaa turhia ikkunoita.
8. Tärkeimmille sivuille pääsee nopeasti.

*Johdonmukaisuus ja standardit* -arviointikriteerin väitteillä etsitään käytettävyysongelmia, joissa rikotaan palvelun elementtien yhteneväisyyttä ja johdonmukaisuutta sekä standardien hyödyntämistä. Sanoja, käsitteitä ja toimintoja tulisi käyttää johdonmukaisesti ja samalla tavoin kaikkialla palvelussa. Käyttäjien ei pitäisi joutua miettimään, tarkoittavatko sanat ja toiminnot samoja asioita eri tilanteissa. Navigointi ja navigointityyli tulisi olla yhdenmukainen ja painikkeet yhdenmukaisesti tutuissa paikoissa. Samojen kommentojen ja toimintojen pitäisi vaikuttaa aina samalla tavalla samanlaisissa tilanteissa, jolloin käyttäjä kykenee ennustamaan vaikutuksia. Samantyyppisten tietojen pitäisi olla aina samoissa paikoissa. Tekstissä, linkeissä ja painikkeissa tulisi käyttää johdonmukaisesti sivustolla käytettyjä termejä. Palvelussa tulisi käyttää ainoastaan toiselle sivulle johtavia linkkejä, ei sivun sisäisiä. Lisäksi tulisi käyttää yhdenmukaisesti sanastoa ja grafiikkaa sekä huolehtia, että ulkoasussa, muotoilussa, fonteissa ja nimeämisessä ollaan yhdenmukaisia. Myös konventio, looginen ja kulttuurinen rajoitus tulisi huomioida suunnittelussa. Konventiolla tarkoitetaan, että jokin asia on opittu jo aiemmin vastaavista käyttöliittymistä ja siten käyttäjän on helppo oppia vastaavanlainen uusi käyttöliittymä. Looginen rajoitus tarkoittaa, että käyttäjä päättelee, mitkä asiat eivät ole käytössä, esimerkiksi hakuarvojen syöttöön tarkoitetut kentät erottuvat selkeästi muista. Kulttuurinen rajoitus tarkoittaa oman kulttuurimme toimintatapoja, esimerkiksi tietyt symbolit tarkoittavat tiettyjä asioita tietyssä kulttuurissa ja niitä käytetään aina samassa merkityksessä. (Nielsen 1993; 1994b; Jones & Farquhar 1997; Sinkkonen 2002: 159.)

Shneidermanin (1998: 72) ohjeissa huomioidaan johdonmukaisuus ja yhdenmukaisuus siten, että edistyneille käyttäjille tulee tarjota oikopolkuja ja lyhyempiä reittejä sekä kehoitetaan yhdenmukaisuuteen toimintatavoissa, kehoitteissa, valikoissa, avusteissa ja komennoissa. Norman (1988), Ravden ja Johnson (1989) sekä myös Holcomb ja Tharp (1991) kiinnittävät ohjeistoissaan huomiota johdonmukaisuuteen. He tarkoittavat johdonmukaisuudella eri tapauksia tai tilanteita, jotka noudattavat johdonmukaisuutta ja ovat siten aikaisempien tilanteiden kaltaisia ja siten helpottavat oppimista. Levi ja Conrad (1996) suosittelevat myös, että termit, grafiikka, sommitte-

lu ja kirjasintyyppit olisivat kauttaaltaan yhdenmukaisia. Hallin (1999) mukaan linkkejä tulisi käyttää vain kohdissa, joissa niillä on selkeä opetuksellinen merkitys.

Tarkastelin erityisesti pikapainikkeita, painikkeita, tunnisteita, nimiä, värejä, linkkejä, syötekenttiä, sekä navigointipalkkien ja painikkeiden sijoittelua. Oikopolkujen johdonmukaisuutta arvioitiin edellisessä *käyttäjien hallinta ja vapaus* – kriteerissä. Johdonmukaisuus ja standardien mukaisuus verkko-opetusympäristössä helpottavat systeemin oppimista ja käyttöä sekä lisäävät myös tehokkuutta, koska johdonmukaisen järjestelmän toiminta on ennustettavampaa, eikä käyttäjä tee virheitä niin helposti. (Nielsen 1994b; 2000a.)

4. *Johdonmukaisuus ja standardit* -kriteerin väitteet ovat:

1. Nimiä, värejä ja muita tunnisteita on käytetty yhtenäisesti.
2. Linkkejä, painikkeita, tunnisteita ja syötekenttiä on käytetty yhtenäisesti.
3. Navigointipalkit ja painikkeet ovat tutuissa paikoissa.
4. Linkit, painikkeet ja syötekentät näyttävät yhtenäisiltä.
5. Navigointityyli on yhtenäinen.

*Virheiden estäminen* -arviointikriteerin väitteillä etsitään käytettävyysongelmia, jotka liittyvät mahdollisten virhetilanteiden tunnistamiseen, mutta erityisesti virheiden estämiseen. Palvelun tulisi tarkistaa syöte ja ilmoittaa virheellisestä syötteestä välittömästi käyttäjälle, jolloin käyttäjä voi korjata syöteen ennen sen viemistä järjestelmään. Käyttäjän tulisi siis olla tietoinen virhemahdollisuudesta jo ennen virheen tapahtumista. Palvelun pitäisi tarjota opastusta ja ohjausta nopeasti ja helposti, ja sen tulisi olla ymmärrettävää ja selkeää. Virheilmoitusten sijaan olisi kuitenkin keskityttävä palvelun huolelliseen suunnitteluun, joka estää ongelmatilanteet tai ainakin tekee niistä harvinaisempia. (Nielsen 1993; 1994b.)

Shneidermanin (1998: 75) ohjeiden mukaan järjestelmän tulisi tarjota yksinkertainen virheenkäsittely ja vakavia virheitä ei saisi lainkaan olla järjestelmässä. Virhetilanteiden estämiseksi käyttäjälle voidaan esittää oletusarvoja, vaihtoehtoja valintapainikkeina tai valintaruutuina tai antaa käyttäjän valita arvoja listasta tai esittää varmistuskysymyksiä. Käyttäjällä tulisi olla myös mahdollisuus peruuttaa tai toistaa käsky tai käskyjen sarja. (vrt. Norman 1988; Polson & Lewis 1990; Nielsen 1993; Nielsen 1994b; Ravden & Johnson 1989; Shneiderman 1998.)

5. *Virheiden estäminen* -kriteerin väitteet ovat:

1. Palvelu tarkistaa virheellisen syöteen.
2. Käyttäjä saa ohjausta ongelmallisista syötteistä selkeästi ja nopeasti.
3. Syöte- ja toimintotilanteissa on saatavana opastusta.

*Tunnistaminen mielummin kuin muistaminen* -arvointikriteerin väitteillä etsitään käytettävyysoongelmia, jotka liittyvät asioiden, toimintojen ja vaihtoehtojen näkyvyyteen ja tunnistamiseen verkko-opetusympäristössä. Palvelun painikkeiden ja syötteiden pitäisi liittyä palvelun toimintoihin loogisesti. Käyttäjää ei saisi pakottaa muistamaan edellisiä tilanteita ja toimintoja, kun hän siirtyy tilanteesta tai toiminnosta toiseen. Esimerkiksi tarkkojen komentojen muistamisen sijaan tulisi käyttäjälle tarjota mahdollisuus tunnistaa kulloinkin tarvittava valinta eri vaihtoehtoista. Tärkeiden toimintojen ja vaihtoehtojen pitäisi olla selkeästi näkyvissä palvelussa. Onnistuneesti valitut otsikot ja kohdettaan kuvaavat linkit ja linkkien nimet helpottavat hahmottamista, jolloin palveluun eksymisen riski pienenee. Palvelun WWW-osoite on oltava helposti pääteltävissä, jolloin käyttäjän ei tarvitse muistaa osoitetta. (Norman 1988; Nielsen 1993; 1994b; Shneiderman 1998.)

Shneidermanin (1998: 75) säännössä 8 kehoitetaan vähentämään lyhytkestoisen muistin kuormitusta (reduce short-term memory load). Muistettavien asioiden minimointi toteutetaan esimerkiksi siten, että järjestelmä tarjoaa vaihtoehtoja, ja käyttäjän tehtäväksi jää vain oikean tunnistaminen, valitseminen ja käyttö.

Väitteissä 2 ja 3 otetaan kantaa linkkien, palkkien ja painikkeiden tunnistettavaan käyttöön siten, että niiden ulkonäkö ja sijoittelu noudattaa käyttäjän tunnistamaa muotoilua ja sijoittelua. Tunnistettavuuteen liittyy myös linkin värin muuttuminen, kun käyttäjä on käynyt linkissä. Standardin mukainen linkkitekstin väri on sininen ja se on alleviivattu. Väri muuttuu punaiseksi linkissä käynnin jälkeen. Linkkitekstin tulee erottua muusta tekstistä muodon ja värin perusteella. Navigointipainikkeet tulisi olla joko rivissä tai sarakkeena sivun vasemmalla puolella, ei molemmissa reunoissa. (Sinkkonen ym. 2002: 47, 224–225.)

Viidennessä väitteessä tarkastellaan www-osoitetta, jonka tulisi olla helposti pääteltävissä.

6. *Tunnistaminen mielummin kuin muistaminen* -kriteerin väitteet ovat:

1. Tärkeimmät toiminnot ovat näkyvissä aina.
2. Linkkejä ja painikkeita on käytetty tunnistettavasti.
3. Navigointipalkit ja painikkeet ovat tutuissa paikoissa.
4. Käyttäjän ei tarvitse muistaa aikaisemmalla sivulla näkemäänsä tietoa.
5. Palvelun WWW-osoite on pääteltävissä helposti.

*Käytön joustavuus ja tehokkuus* -arvointikriteerin väitteillä tarkastelen palvelun käytämisen joustavuutta ja tehokkuutta (riippumatta laitteistosta ja yhteydestä). Lisäksi tarkastelen eritasoisille käyttäjille suunnattuja palveluita, kuten pikavalintoja usein käytettyihin toimintoihin sekä personointia. Kehyksiin ja dynaamisiin sivuihin liitty-

vät käytettävyysoongelmat ovat nykyisin jo harvinaisia, mutta otan ne kuitenkin mukaan näihin väitteisiin. Yleisimpien toimintojen tulisi olla mahdollisimman helposti käytettävissä. Käyttäjälle annetaan ainakin rajallisesti vapaus muokata käyttöliittymäänsä. Palvelun tulisi toimia samalla tavalla ja näkyä selkeästi riippumatta ulkoisista laitteista ja yhteyksistä, sekä kaikki käyttöä hankaloittavat asiat tulisi minimoida. (Nielsen 1994b.)

Joustavuus tarkoittaa käytettävyyden suunnittelua erilaisissa konteksteissa ja ennalta arvaamattomissa tilanteissa (Löwgren 1995: 2-3). Joustavuus näkyy mahdollisuutena toimia käyttäjän haluamalla tavalla tai sopeuttaa toiminnot käyttäjän tarpeisiin (Keinonen 1998: 26). Levi ja Conrad(1996) painottavat järjestelmän suunnittelussa sitä, että käyttäjillä on erilaiset käyttötarpeet. Aloitteleville käyttäjille tulisi antaa heille sopivia ohjeita ja lisäksi välittää usein haetut tiedot helposti ja nopeasti. Nielsen (2005) puolestaan esittää, että tehokäyttäjille tarjotaan oikopolkuja siten, että ne eivät häiritse aloittelevaa käyttäjää. Parhaimmillaan käyttäjä voi itse räätälöidä esimerkiksi verkko-opetusympäristön käyttöliittymää itselleen sopivaksi.

7. *Käytön joustavuus ja tehokkuus* -kriteerin väitteet ovat:

1. Yleisimmät toiminnot ovat aina käytettävissä.
2. Käyttäjä voi muokata omaa käyttöliittymänäkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveidensa mukaiseksi.
3. Palvelu näkyy selkeästi käyttäjälle.
4. Kehykset eivät hankaloita linkittämistä, selaamista tai tulostamista.
5. Dynaamisesti tuotetut sivut saa helposti ladattua uudestaan esim. kyselyt.

*Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu* -arviointikriteerin väitteillä tarkastelen näkymässä näkyviä tietoja, toimintoja, painikkeita, tyyliä ja tunnelmaa. Valintaikkunoissa ei saa olla turhaa eikä epäolennaista tietoa, sillä kaikki ylimääräinen kilpailee huomiollaan oleellisen kanssa. Näkymästä tulisi löytyä ainoastaan tarpeelliset elementit, ja käyttäjien huomio ohjataan ensin tärkeisiin elementteihin. Vain muutamia värisävyjä, kirjasintyyppejä ja -kokoja tulisi käyttää, jolloin palvelussa huomio kiinnittyy sisältöön.

Näkymä ei saa olla liian täynnä elementtejä, vaan tyhjän tilan avulla voidaan selkeyttää näkymiä. Levin ja Conradin (1996) mukaan tulisi tarjota vain tarpeellista tietoa ja jättää epäoleellinen ja häiritsevä tieto pois. Palvelun tulisi olla visuaalisesti miellyttävä. Clarcken (1997) mukaan tulisi käyttää hillittyä värivalikoimaa ja välttää yhteen sopimattomia väriyhdistelmiä sekä tekstin ja taustan välistä suurta kontrastieroaa. (mm. Nielsen 1993; Nielsen 1994b; Clarke 1997; Hall 1999).

Palvelun värimääräsuositus vaihtelee asiantuntijoiden raporteissa. Värien määräksi suositellaan  $5 \pm 2$  väriä (lyhytkestoisien muistin koko), jos käyttäjän täytyy muistaa värien merkitys. Värisävyjen huomioarvo vaihtelee siten, että esimerkiksi punaisella on suurempi huomioarvo kuin vihreällä. Punainen väri on myös helpompi muistaa kuin esimerkiksi vihreä. Eri väreillä on myös erilaisia väriassosiaatioita. (Sinkkonen ym. 2002.)

8. *Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu* (design) -kriteerin väitteet ovat:

1. Palvelussa on käytetty vain muutamaa värisävyä.
2. Palvelussa on käytetty rajoitetusti kirjasintyyppisiä ja -kokoja.
3. Tyhjää tilaa on hyödynnetty selkeyttämään näytöitä.
4. Huomio kiinnittyy tärkeimpiin elementteihin ensin.
5. Yksi elementti ei hallitse koko käyttöliittymää ja sen navigointia.
6. Teksti on sopivan mittaista, tyylistä ja kokoista ruudulta luettavaksi.

*Virheiden käsittely* -arviointikriteerin väitteillä tarkastelen virheilmoituksia ja virheiden korjaamista. Virheilmoitusten tulisi kertoa selkeästi, mitä tapahtui (kuvaus) ja miksi virhe tapahtui, miten asia voidaan korjata ja kuinka se voidaan välttää seuraavalla kerralla. Käyttäjän tulee saada varoitus, jos hänen antamansa käsky on peruuttamaton. Käyttäjän virheet tulisi siksi torjua etukäteen. Virheet tulee ilmoittaa selväkielisesti ja ymmärrettävästi, ei esimerkiksi pelkällä koodilla. Koodin lisäksi tulee olla selväkielinen virheilmoitus. Virheen korjausohjeiden tulisi olla niin selkeitä, että ne on helppo ymmärtää oikein. Virheilmoitusten ja virheiden korjausohjeiden tulisi olla riittävän kohteliaita, että ne eivät syyllistä käyttäjää. (Norman 1988; Polson & Lewis 1990; Nielsen 1993; 1994b; Ravden & Johnson 1989; ISO 9241–10 1998; Holcomb & Tharp 1991; Shneiderman 1998.)

Shneidermanin (1998: 75) ohjeiden mukaan palvelussa tulisi olla yksinkertainen virheenkäsittely eikä vakavia virheitä saisi olla lainkaan. Jos virhe kuitenkin tapahtuu, järjestelmän tulisi tarjota selkeät ja täsmälliset ohjeet, miten virheistä voidaan toipua. Järjestelmässä ei saisi olla lainkaan mahdollisuutta käyttäjän virheisiin tai ne tulisi ennakoita ja estää. (Norman 1988; Ravden & Johnson 1989; Polson & Lewis 1990; Holcomb & Tharp 1991; Nielsen 1993; Nielsen 1994b; ISO 9241-10 1996; Shneiderman 1998.)

9. *Virheiden käsittely* -kriteerin väitteet ovat:

1. Virheilmoitukset ovat ymmärrettäviä.
2. Virheilmoituksesta selviää mitä ja miksi tapahtui ja miten virhe korjataan tai vältetään.
3. Virheilmoitukset ovat kohteliaita (eivät syyllistä käyttäjää).
4. Korjauksiin liittyvät toimintaohjeet ovat selkeät.



*Opastus ja ohjeistus* -arviointikriteerin väitteillä tarkastelen opasteiden ja ohjeiden nopeaa ja helppoa saatavuutta, niiden ohjaavuutta ja miten onnistuneesti ne tukevat käyttäjää. Ohjeiden tulisi olla lyhyitä, mutta selkeisiin kokonaisuuksiin ryhmiteltyjä. Palvelun käytön pitäisi olla niin helppoa, ettei opastusta tarvita. Käytännössä ohjeet ovat yleensä välttämättömiä käyttäjille, ja ohjeistusta tulisi saada automaattisesti ja ne/ se tulisi olla helposti löydettävissä. Ohjeiden tulisi olla sivukohtaisia, lyhyitä, helposti ymmärrettäviä ja toteutettavia. Aloittelevalle ja kokeneelle palvelun käyttäjälle tulisi tarjota hänen omaa osaamistasoaan vastaavaa ohjeistusta. Opastukseen ottavat kantaa ohjeistoissaan mm. Ravden ja Johanson (1989) sekä Holcomb ja Tharp (1991). Shneiderman (1998) huomioi ohjeistuksessaan selkeän palautteen antamisen tärkeyden (offer informative feedback). Palvelun tarjoamien ohjeitoimintojen tulisi keskittyä käyttäjän tehtäviin, ohjeitoimintojen ei tulisi olla liian laajoja ja niiden tulisi antaa selkeät vaiheittaiset ohjeet (Nielsen 1993).

10. *Opastus ja ohjeistus* -kriteerin väitteet ovat:

1. Ohjeistusta annetaan automaattisesti.
2. Ohjeet ovat aina saatavilla.
3. Ohjeet ja opastus ovat tilanne- tai sivukohtaisia.
4. Ohjeet ovat helposti ymmärrettävissä ja toteutettavissa.

Virheiden käsittely huomioitiin useammassa kriteerissä (3, 5 ja 9) ja väitteessä, mutta toisaalta virhemahdollisuus liittyy moneen eri käytettävyyden osa-alueeseen. Virheet ovat yksi keskeisimmistä verkko-opetusympäristön käytettävyyteen vaikuttavista tekijöistä ja siksi olen käsitellyt niitä useamman arviointikriteerin väitteissä. (Nielsen 1993: 115–164; 1994b: 25–61.)

## 4.2 HA&TT-käytettävyysskyselyn suunnittelu

Tutkimuksen toisessa vaiheessa konstruoin Nielsenin heuristiseen arviointiin perustuvan käytettävyysskyselyn myös toiminnan teorian huomioivaksi käytettävyysskyselyksi, jota nimitän HA&TT-käytettävyysskyselyksi (HA = heuristinen arviointi, TT = Toiminnan tarkistuslista). Toiminnan teoriaa hyödynsin käyttäen toiminnan tarkistuslistassa olevaa neljää arviointikriteeriä palvelun tai verkko-opetusympäristön arvioimiseen ja suunnitteluun. HA&TT-käytettävyysskysely auttaa tunnistamaan opiskelijan (käyttäjän) kannalta tärkeimpiä verkko-opetusympäristön käytettävyyssiirteitä (vrt. taulukko 4). Seuraavassa rakennan HA&TT-käytettävyysskyselyn arviointikriteerit ja perustelen rakentamisaskeleet. Arviointikriteerit ovat toiminnan tarkistuslistan mukaiset siten, että jokaisessa kriteerissä näkyy välineiden vaikutus. Toiminnan tarkistuslistaa voidaan käyttää sekä suunnittelu- että arviointivaiheessa ja

tavoitteena on analysoida, miten käyttäjät käyttävät tietokonetta todellisessa käyttötilanteessa.

Toiminnan teorian valitsin mukaan kyselyyn, koska sen avulla käytettävyyttä voidaan tarkastella käyttäjän ja kontekstin näkökulmasta. Konteksti-käsite viittaa eritasoisiin ilmiöihin. Konteksti voidaan ymmärtää laajimmillaan välitöntä ympäristöä laajempaan yhteiskunnallis-sosiaalisena, kulttuurisena ja poliittisena kontekstina, joka luo rajoituksia palvelulle. Toisaalta voidaan puhua instituutiotason kontekstista, jossa vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi instituution toiminnan tavoitteet, organisaatiokulttuuri ja vallitsevat toimintanormit. Konteksti on paikkaan ja aikaan sidottu, toiminnan ympärille jäsentynyt kokonaisuus, joka vaikuttaa merkittävästi toiminnan laatuun ja siten ohjaa ja jäsentää toimintaa. Kriteereissä käyttäjä on huomioitu tarkastelemalla verkko-opetusympäristön käytettävyyttä käyttäjän näkökulmasta hänen todellisessa verkko-opiskelun käyttöympäristössään ja valitsemalla kyselyn kriteereihin käyttäjää koskevia käytettävyyteen liittyviä väitteitä. (Korhonen 2003: 22.)

HA&TT-käytettävyysskyselyn kriteerien väitteet muodostin suunnitteluprosessissa, jossa etsin heuristisesta kyselystä ja toiminnan tarkistuslistasta sellaiset käytettävyysongelmat, jotka liittyvät verkko-opetusympäristöön sekä huomioivat käyttäjää ja kontekstia. HA&TT-käytettävyysskyselyn arviointikriteerit nimesin toiminnan tarkistuslistan arviointiversiota soveltaen ja ne ovat (liite 2):

- *käyttäjät, teknologia ja päämäärä* (toiminnan hierarkkinen rakenne)
- *ympäristö ja konteksti* (kohteellisuus)
- *oppiminen* (sisäistäminen ja ulkoistaminen)
- *kehitys* (kehitys).

Ensimmäinen HA-käytettävyysskysely (liite 1) sisältää kymmenen arviointikriteeriä, joissa on yhteensä 49 väitettä sekä erikseen viisi avointa kysymystä. HA&TT-käytettävyysskyselyssä (liite 2) vähensin väitteiden määrää heuristiseen käytettävyysskyselyyn verrattuna ja pyrin muotoilemaan väitteet käyttäjille mahdollisimman ymmärrettäviksi sanastoltaan ja käsitteiltään. Väitteitä vähentäessäni pyrin huomioimaan, ettei mitään verkko-opetusympäristön käytettävyyden ja käyttäjän kannalta oleellista jäisi huomioimatta arvioinnissa. WebCT ja Moodle -verkko-opetusympäristöt nähdään toiminnan teorian mukaisesti yhtenä verkko-opiskelun välineenä. Väitteiden ymmärrettävyyden takaamiseksi pyrin mahdollisimman lyhyisiin väitteisiin eli lyhyesti ja täsmällisesti käyttäjän kielellä esitettyihin väitteisiin. Väitteiden lopullinen määrä oli 30 ja lisäksi muotoilin viisi avointa kysymystä. Avointen kysymysten käsittelyn rajasin pääosin tämän tutkimuksen ulkopuolelle, koska ne liittyvät lähinnä pedagogiseen käytettävyyteen.

Arviointikriteerin *käyttäjät, teknologia ja päämäärä* hierarkkista rakennetta tukevia osia löysin kaikista ensimmäisen käytettävyykselyn kriteereistä. Väitteissä pyrin huomioimaan toiminnan tarkistuslistan mukaisesti välineen vaikutuksen (mediation). Ensimmäisen arviointikriteerin väitteillä halusin huomioida verkko-opetusympäristön toimintoihin liittyviä ominaisuuksia käyttäjän näkökulmasta. Väitteissä hyödynsin toiminnan tarkistuslistan *keinot ja tavoitteet* -osa-alueita. Verkko-opetusympäristössä käyttäjän eli opiskelijan tavoitteena on oppiminen ja tämän tutkimuksen tavoitteena on löytää verkko-opetusympäristön käytettävyyden osalta oppimista tukevat toteutustavat. Tarkistuslistan mukaisesti halusin selvittää, miten verkko-opetusympäristö helpottaa käyttäjän tavoitteiden saavuttamista. (Kaptelinin et al. 1999.)

Ensimmäisellä väitteellä, *verkko-opetusympäristö tukee ja ohjaa kaikissa käyttämissäni toiminnoissa*, halusin saada esiin käyttäjän käsityksen ohjauksesta ja tuesta verkko-opetusympäristön käytössä. Tämä väite on suhteellisen laaja, koska se pitää sisällään monia ohjauksen ja tuen osa-alueita, joita koskevia väitteitä löytyy ensimmäisen kyselyn monista kriteereistä. *Palvelun tilan näkeminen* -kriteerissä, palvelun käyttäminen tukee käyttäjän tietämystä palvelun tilasta ts. käyttäjä tietää toimiiko palvelu. *Palvelun vastaavuus* -kriteerissä tarkastelen käyttäjän tukemista selvittämällä käytetäänkö käyttäjän normaalielämässä tuttuja käsitteitä ja sanastoa.

*Käyttäjän hallinta ja vapaus* -kriteerissä käyttäjän tukeen liittyy ohjaus virheettömyyden ja vaivattomaan verkko-opetusympäristön käyttöön, jossa käyttäjä kokee hallitsevansa verkko-opetusympäristöä ja tietävänsä miten toimia. *Johdonmukaisuus ja standardit* -kriteerissä johdonmukaisuus käyttöliittymässä tukee käyttäjää hänen tekemisissään toiminnoissa, kun käyttäjän ei tarvitse pohtia käsitteiden ja muiden elementtien tarkoitusta.

*Virheiden estäminen* -kriteerillä selvitän, opastaako käyttöliittymä virhetilanteissa ja estääkö järjestelmä virhettä tapahtumasta. *Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen* -kriteerillä tarkastelen, tuetaanko käyttäjää ohjaamalla käyttöliittymän käytössä siten, että hänen ei tarvitse muistaa toimintatapoja eikä edellisessä näkymässä näkyviä asioita. *Käytön joustavuus ja tehokkuus* kriteerissä tarkastelen, tukeeko käyttöliittymä toimintojen ja käyttöliittymänäkymän avulla käyttäjää. *Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu* -kriteerillä tarkastelen, tukevatko käyttäjää käyttöliittymän näkymään liittyvät elementit, kuten värit, kirjasimet ja tyhjä tila. Karoulisin ja Pombortsisin (2003) heurististen sääntöjen mukaan tässä väitteessä huomioidaan käyttäjien tuki tarkastelemalla käyttäjille tarjottavaa ohjeistusta ja tukea sekä tukielementtien käyttöä. (Ravden & Johanson 1989; Holcomb & Tharp 1991; Nielsen 1993; Nielsen 1994b; Shneiderman 1998; Karoulis & Pombortsis 2003.)

*Käyttäjät, teknologia ja päämäärä* -kriteerin toisella ja kolmannella väitteellä halusin selvittää, kokeeko käyttäjä löytävänsä tarvittavat toiminnot tai onko niitä etsittävä ohjeista sekä rajoittaako verkko-opetusympäristö häntä tai pystyykö hän käyttämään haluamallaan tavalla verkko-opetusympäristöä. Teknologian rajoitukset tulee myös huomioida, jos esimerkiksi resurssien vajaukset vaikeuttavat opiskelijan suoritusta. Myös ristiriidattomuus käyttäjien tavoitteiden kanssa sekä oppimisen ja päämäärään pääsemisen tukeminen ovat tarkasteltavana tässä väitteessä. Neljäs väite oppimisesta ja päämäärään pääsemisestä muotoutui kyseiseen muotoon hyödyntämällä tarkistuslistan *keinot ja tavoitteet* -näkökulmaa. Myös verkko-opetusympäristön rakenteesta halusin saada tietoa, kokeeko käyttäjä rakenteen selkeäksi ja loogiseksi. Halusin myös selvittää, löytyykö verkko-opetusympäristöstä käytettävyyteen vaikuttavia rajoituksia. Verkko-opetusympäristöä tarkastelen sille asetettujen tavoitteiden kautta huomioiden mahdolliset ristiriidat. Kunkin väitteen perässä suluissa olevat numerot viittaavat HA-käytettävyysskyselyn arviointikriteerin numeroihin, joissa on käsitelty samaa käytettävyyden osa-aluetta. (Nielsen 1993; 1994b; Shneiderman 1998; Kapteelinin et al. 1999; Karoulis & Pombortsis 2003.)

*Käyttäjät, teknologia ja päämäärä* (toiminnan hierarkkinen rakenne) kriteerin väitteet ovat:

1. WebCT tukee ja ohjaa kaikissa käyttämissäni toiminnoissa (1-10)
2. WebCT:stä löytyy helposti tarvittavat toiminnot. (1, 3, 4, 6, 7)
3. WebCT:n käytössä ei ole rajoituksia. (3, 5, 6, 7, 9, 10)
4. WebCT:n ominaisuudet tukevat oppimista ja päämäärään pääsemistä. (1-10)
5. WebCT:n rakenne on selkeä ja looginen. (1-4, 6-9)
6. WebCT:ssä ei ole ristiriitoja erilaisten käyttäjän tavoitteiden kanssa. (2, 3, 6, 7, 9)

*Ympäristö* -arviointikriteerin väitteillä halusin selvittää, miten esimerkiksi WebCT ja Moodle sopivat käyttäjän normaaliin käyttöympäristöön ja käyttäjän käsityksiin verkko-opetusympäristöstä. Väitteissä tarkastelin verkko-opetusympäristön toteutusta, onko se toteutettu kauttaaltaan yhdenmukaisesti ja käyttäjäkeskeisesti huomioiden käyttäjän konteksti. Näissä väitteissä sovelsin Nielsenin heuristiikkoja ja kiinnitin erityistä huomiota verkko-opetusympäristössä navigointiin, ympäristön antamiin virheilmoituksiin ja käyttöliittymän näkymiin.

Esimerkiksi Normanin (1988), Ravdenin ja Johnsonin (1989), Nielsenin (1994b), ISO 9241–10:n (1996) ja Shneidermanin (1998) ohjeistoissa otetaan kantaa johdonmukaisuuteen. Väitteet 7 ja 8 perustuvat johdonmukaisuuden periaatteeseen, jota käsiteltiin HA-menetelmän yhteydessä. Väitteet 9 ja 17 käsittelevät verkko-opetusympäristössä opiskelemisen ominaisuuksia: yhteistoiminnallisuutta ja itseopiskelua. Tarkastelen, tukeeko verkko-opetusympäristö opiskelijoita heidän työskennellessään yhdessä ja

rakentaessaan uutta tietoa yhteistyössä toistensa kanssa käyttäen hyödyksi toistensa tietoja ja taitoja sekä verkko-opetusympäristöä.

Lehtisen (1997) mukaan yhteistoiminnallinen oppiminen edellyttää kehittyneitä välineitä, erilaisia vuorovaikutustyökaluja, joiden avulla opiskelijaryhmä voi esimerkiksi hallita ja jäsentää käsiteltävää tietämystä, dokumentoida omaa työskentelyään ja havainnollistaa ajatuksiaan. Jonassen (1995) ja Multisilta (1997) esittävät että, verkko-opetusympäristön tulisi tarjota helppokäyttöiset kommunikointityökalut, jotka mahdollistavat toimijoiden välisen viestinnän ja yhteistoiminnallisuuden. Karoulis ja Pombortsis (2003) puolestaan suosittelevat huomioimaan käyttäjien tuen tarkastelemalla käyttäjille tarjottavaa ohjeistusta ja tukea sekä tukielementtien käyttöä yhteistoiminnallisessa työskentelyssä. Väitteessä 17 itseopiskelumahdollisuudella tarkoitetaan harjoituksia, joita voi tehdä itsenäisesti, ja opiskelumateriaalia, jota voi opiskella itsenäisesti. Opiskelijalle tulisi antaa mahdollisuus saada helposti palautetta, tukea sekä mahdollisuuksia itsearviointiin. Työvälineet tulisi toteuttaa siten, että ne auttavat tiedon rakentamista sekä tukevat ja ohjaavat oppimisprosesseja. Palvelun tulisi esittää toimintavaihtoehtot (mm. linkit, painikkeet, valikot) selkeästi siten, että ne erottuvat muusta näytöllä olevasta (Jones & Farquhar 1997).

Rakenteellisessa suunnittelussa tulisi huomioida linkit. Palvelussa tulisi käyttää vain linkkejä, jotka vievät toisille sivuille ja linkit tulisi sijoittaa loogisesti sekä nimetä kuvaavasti (Jones & Farquhar 1997; Clarke 1997). Linkit auttavat käyttäjää hallitsemaan tekstin lukemista, koska hän saa halutessaan lisätietoa linkkiin liittyvästä asiasta ja tekstiä ei ole liikaa näkyvissä (Hall 1999). Palvelun tulisi tarjota noviisikäyttäjälle näkymättömiä oikopolkuja, joilla kokenut käyttäjä pääsee nopeasti tarvitsemaansa toimintoon (Molich & Nielsen 1990). Lisäksi palvelun tulisi tarjota käyttäjälle helppo reitti takaisin aloituspisteeseen. Palvelussa linkkejä tulisi käyttää vain sellaisissa kohdissa, joissa niillä on selkeä opetuksellinen merkitys (Hall 1999).

*Ympäristö* (kohteellisuus) -kriteerin väitteet ovat:

7. Käsitteitä, sanastoa ja toimintoja käytetään yhdenmukaisesti WebCT:ssä. (2-4)
8. Ominaispiirteet ja käsitteistö ovat yhdenmukaiset käyttöympäristön kanssa. (2-4)
9. WebCT tukee yhteistoiminnallisuutta (mm. keskustelualue).
10. Kuvakkeet, painikkeet ja linkit ovat havainnollisia. (4, 6)
11. WebCT:ssä ei ole teknisiä ongelmia. (1, 3, 5)
12. WebCT antaa palautetta virheellisestä toiminnosta. (5, 9)
13. Käyttäjä tietää sijaintinsa WebCT:ssä ja toimiiko WebCT. (1)
14. Navigointi WebCT:ssä onnistuu hyvin ilman turhia hyppyjä. (3)
15. Käyttäjä voi itse vaikuttaa WebCT näkymään. (7)

16. WebCT:n antamat virheilmoitukset ovat selkeitä. (9)
17. WebCT:n itseopiskelumahdollisuus tukee opiskelua.

*Oppiminen*-kriteerin väitteillä halusin selvittää, miten verkko-opetusympäristö tukee ja ohjaa käyttäjää sekä käytön oppimisessa että varsinaisessa käytössä. Käsittelen väitteissä myös verkko-opetukseen liittyvää oppimisprosessia, jolla tarkoitetaan ajallisesti ja askeleittain etenevää, ennalta suunniteltua ja tavoitteellista oppimista. Oppimisprosessi on opiskelijan omaa aktiivista toimintaa, jonka tuloksena tapahtuu oppimista (mm. Kolb 1984: 76–78; Engeström 1996: 45–49). Verkko-opetusympäristöissä teknisillä ominaisuuksilla voidaan tukea oppimista ja oppimisprosessia sekä asettaa tavoitteita lopputuloksen (oppiminen) saavuttamisen ja toimintojen automatisoitumisen (sisäistäminen) osalta. Erityisesti väitteiden asettelussa tärkeällä sijalla on verkko-opetusympäristön käytön oppiminen eli käytettävyyks siinä mielessä, että verkko-opetusympäristö ei aiheuta esteitä oppimiselle. Toki verkko-opetusympäristön oppiminen ei ole opiskelijalle pääasia, vaan varsinaisen opiskeltavan asian oppiminen, jota käytettävyydeltään onnistunut verkko-opetusympäristö tukee. (Kaptelinin et al. 1999.)

Tarpeettoman oppimisen ongelmaan kiinnitin huomiota väitteessä 26. Tämä väite huomidaan HA-käytettävyykskyselyn kriteereissä 3 ja 6 sekä tarkistuslistan *oppiminen, kognitio ja artikulaatio*-kriteerissä (sisäistäminen/ulkoistaminen), jotka tarkastelevat navigointireitin muistamista ja muistamisen sijaan tunnistamista.

Käyttäjälle tulisi tarjota tietoa siitä, kuinka verkko-opetusympäristö toimii (Jones & Farquhar 1997). Nielsenin (1993) mukaan järjestelmän tulisi tarjota ohjetoiminto, joka keskittyy käyttäjän tehtäviin, ei ole liian suuri ja antaa selkeät ohjeet vaiheittain. Levin ja Conrad (1996) kiinnittivät huomiota aloittelevan käyttäjän tarvitsemaan selkeään ohjeistukseen. Opastusta tulisi tarjota sekä käsikirjoina että elektronisesti. Muistettavien asioiden määrän minimoiminen voidaan toteuttaa siten, että verkko-opetusympäristö tarjoaa vaihtoehtoja, ja käyttäjän tehtäväksi jää valinta ja mahdollinen työstäminen (Shneiderman 1998; Nielsen 1994b; Manninen & Brax 1999).

*Oppiminen* (sisäistäminen ja ulkoistaminen) -kriteerin väitteet ovat:

18. WebCT opastaa käyttäjää. (1-10)
19. WebCT:n ohjeet ovat helposti ymmärrettäviä. (9, 10)
20. Dokumenttien liittäminen onnistuu vaikeuksitta. (7)
21. WebCT:n käytön oppiminen (sisäistäminen) onnistuu ilman ponnisteluja. (1-10)
22. WebCT tukee ja auttaa löytämään ratkaisun ongelmatilanteessa (5, 9)
23. WebCT muistaa mitkä harjoitukset käyttäjä on jo tehnyt. (3, 7)
24. Oppimisprosessi WebCT:ssä on käyttäjän hallinnassa.

25. WebCT ei vaadi muistamista ruudulta toiselle siirryttäessä. (3, 6, 7)  
 26. WebCT auttaa välttämään tarpeetonta oppimista. (3, 6)

*Kehitys*-kriteerin väitteet muodostin enimmäkseen toiminnan tarkistuslistan pohjalta. Kehitys kuuluu oleellisena osana toiminnan teoriaan eli ihmisen toiminta muuttuu jatkuvasti ympäröivän maailman kehityksen mukana ja toiminnan kehitys on tulosta historian mukaisesta kehittymisestä. Toiminnan tekijä ja kohde muuttuvat kehityksen myötä (mm. tekijä oppii uutta osaamista). Kehitys-kriteerin väitteillä halusin selvittää, miten verkko-opetusympäristö on vastannut opiskelijan odotuksiin teknisesti ja toiminnallisesti. Heuristisesta käytettävyysskyselystä on huomioitu kriteerit *virheiden estäminen ja käytön joustavuus ja tehokkuus*. (Kuutti 1996: 26, 38–40.)

*Kehitys*-näkökulman väitteissä tarkastelen käyttäjän käyttötapojen kehitystä verkko-opetusympäristön käytön aloittamisen jälkeen. Väitteellä 27 halusin selvittää, täyttikö verkko-opetusympäristö teknologialle asetetut odotukset. Teknologian yksi osa-alue on käytettävyys, joka vaikuttaa oleellisesti siihen, vastaako teknologia käyttäjän odotuksia. Opiskelijan oppimiseen verkko-oppimistilanteessa vaikuttavat mm. opiskelijan henkilökohtaiset ominaisuudet, kokemukset, odotukset, asenteet, mielipiteet, tiedot ja taidot, jotka näkyvät oppimistuloksissa opettajalle. Käyttäjän asenteeseen liittyvät väittämät ovat yhteydessä käytettävyyteen lähinnä subjektiivisen tyytyväisyyden osalta (Nielsenin malli järjestelmän hyväksyttävyydestä ja käytettävyydestä sen osana): kokeeko käyttäjä verkko-opetusympäristön käytön miellyttäväksi ja onko hän tyytyväinen verkko-opetusympäristön ominaisuuksiin. (Kaptelinin et al. 1999.)

Väitteet verkko-opetusympäristön teknologialle asetetuista odotuksista ja asenteet verkko-opetusympäristöä ja -opiskelua kohtaan perustuivat toiminnan tarkistuslistan esimerkkikysymyksiin (Kaptelinin et al. 1999). Shackelin (1991) mukaan negatiivinen asenne (attitude) palvelua kohtaan aiheuttaa inhimillisiä kustannuksia (human costs) väsymyksen ja turhautumisen kautta. Lisäksi *kehitys*-osa-alueessa huomioin asenteen muutoksen positiivisemmaksi verkko-opetusympäristöä kohtaan.

Verkko-opetusympäristön käytön opittavuutta (learnability) voidaan mitata ajalla, joka aloittelijalta kuluu kohtalaisen käyttötaidon oppimiseen. SUMI-mallissa opittavuudella tarkoitetaan, miten työlästä on oppia palvelun peruskäyttötaito ja miten kauan opittu taito hallitaan satunnaisessa käytössä. Mahdollisia mittareita ovat esimerkiksi vasta-alkajan opettelu-aika ja käyttötaidon säilyminen satunnaisen käyttäjän muistissa (retention). (Shackel 1991; Nielsen 1993; Kirakowski 1996.)

*Kehitys*-arviointikriteerin väitteet ovat:

27. WebCT teknologialle asetetut odotukset täyttyvät hyvin.
28. Asenteeni on tullut positiivisemmaksi WebCT:tä kohtaan.
29. Asenteeni on tullut positiivisemmaksi verkko-opiskelua kohtaan.
30. WebCT:n käytön oppiminen on nopeaa ja vaivatonta. (5, 7)

Tässä tutkimuksessa sovellettiin jo aikaisemmissa tutkimuksissa validiksi osoittautunutta Nielsenin heuristista arviointia ja sitä täydennettiin toiminnan tarkistuslistan osa-alueilla. Toiminnan tarkistuslistaa on myös aikaisemmissa tutkimuksissa käytetty onnistuneesti tutkittaessa ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutusta (HCI) ja tietokoneavusteista yhteistyötä (Computer-Supported Cooperative Work, CSCW) (mm. Kaptelinin et al. 1999; Sujan et al. 1999; Liaw et al. 2007). Toiminnan tarkistuslistaa on käytetty myös kehittävässä työntutkimuksessa (Engeström 1995). Väitteiden perässä olevia HA-käytettävyyskyselyn kriteerejä tarkastellessa huomioin, että Nielsen ei ole kiinnittänyt heuristisessa arvioinnissaan huomiota väitteisiin 4, 9, 17, 20, 23, 24, 27, 28, 29. Ne liittyvät läheisesti oppimisprosessiin ja opiskeluun verkko-opetusympäristössä ja verkko-opetusympäristöön.

Jos verrataan HA&TT-käytettävyyskyselyä Keinosen (1998) vertailussaan käyttämiin käytettävyuden osatekijöihin, voidaan todeta, että uusi kysely sisältää kaikki Keinosen vertailun osa-alueet: johdonmukaisuus, hallittavuus, sopiva esitystapa, virheiden sieto, muistettavien asioiden määrä, tehtävään sopivuus ja opastus. Johdonmukaisuutta arvioidaan yhdenmukaisuusväitteillä. Sopivaa esitystapaa arvioidaan väitteissä, joissa tarkastellaan käyttäjän saamaa tietoa siitä, mitä verkko-opetusympäristössä tapahtuu. Virheiden sietoa käsitellään *ympäristö ja konteksti* sekä *oppiminen* -kriteerien väitteissä. Muistettavien asioiden määrää tarkastellaan *oppiminen* kriteerin väitteissä. Tehtävään sopivuutta tarkastellaan kaikissa kriteereissä ja opastusta *käyttäjät, teknologia ja päämäärä, ympäristö ja konteksti* sekä *oppiminen* -kriteereissä.



## 5 HEURISTISEN KÄYTETTÄVYYSKYSELYN TOTEUTUS JA ARVIOINTI VERKKO-OPETUSYMPÄRISTÖISSÄ

Tässä luvussa kuvaan HA-käytettävyykselyn toteutusta ja testausta Moodle ja WebCT -verkko-opetusympäristöissä ja teen yhteenvetoa kyseisten opetus-ympäristöjen käytettävyydestä. Uutta arviointikriteeristöä on syytä testata käytännössä. Pyrin tuomaan esiin arviointikriteeristöjen toteutukseen ja testaukseen liittyviä tosiasiota ja testitietoja. HA-kyselyn toteutusten ja testausten lisäksi esitän verkko-opintomateriaalin tuottajille tai opettajille suunnatun ensimmäisen vaiheen kyselyn, käytettävyydestin sekä heuristisen asiantuntija-arvioinnin tulokset. Uutta ensimmäisen vaiheen Nielsenin heuristiikkoihin perustuvassa arviointimenetelmässä on kyselymuotoisuus. Kohdassa 5.1. kuvaan heuristisen käytettävyykselyn toteutusta ja kohdassa 5.2. HA-kyselyssä saatuja tuloksia. Kohdassa 5.3. tarkastelen ja vertailen saatuja tuloksia.

Ensimmäinen arviointikriteeristö perustuu Nielsenin heuristiikkoihin tarkentaen kutakin heuristiikkaa yksittäisillä väitteillä. Arviointikriteereinä ovat mukana Nielsenin kymmenen ohjetta, joihin kehitin väitteet huomioiden muiden tutkijoiden mm. Nielsenin (1993, 1994b), Shneidermanin (1998), Normanin (1988), Polsonin ja Lewisin (1990), Ravdenin ja Johnsonin (1989), ISO 9241-10:n (1996) ja Holcombin ja Tharpin (1991) ohjeistoja. Väitteet muotoilin soveltumaan erityisesti verkko-opetusympäristön arviointiin.

### 5.1 Heuristisen käytettävyykselyn toteutus

HA-käytettävyykselyn testaus ja Moodle -verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointi toteutettiin kolmella Vaasan ammattikorkeakoulun opintojaksolla: laatujohtaminen, grafiikka ja käytettävyydestaus. WebCT -verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointi toteutettiin laatujohtamisen opintojaksolla, jossa käytettävyyden arviointimenetelmää testasivat laatujohtamisen opintojakson opiskelijat.

Laatujohtaminen -opintojakson sisältö on ollut sama kummassakin verkko-opetusympäristössä, joten käytettävyyсарvioinnin tuloksissa ilmenevän vaihtelun voi tulkita johtuvan (pääosin) opetusympäristöstä. WebCT -verkko-opetusympäristössä toteutetulle laatujohtamisen opintojaksolle osallistuneet arviointimenetelmän testaajat olivat Vaasan ammattikorkeakoulun tietojenkäsittelyn koulutusohjelman korkeakouluopiskelijoita. Moodlessa toteutetulle opintojaksolle osallistuneet ja arviointimenetelmää

testanneet opiskelijat olivat Vaasan ammattikorkeakoulun muiden koulutusohjelmien opiskelijoita, tietotekniikan, liiketalouden, terveydenhoidon ja ravintola-alan opiskelijoita.

Kyselyn alkuun sijoitetussa ohjeistuksessa mainitaan, että kyselyssä käytettävyyssarvioinnin kohteena on verkko-opetusympäristö, ei opintojakson sisältö. Sisällön ja verkko-opetusympäristön erottaminen toisistaan voi tuottaa arvioijille vaikeuksia. Käytettävyydestilaisuudessa on lisäksi suullisesti kerrottu käyttäjille, että kysymyksessä on verkko-opetusympäristön ja arviointimenetelmän testaus, ei opintojakson sisällön tai käyttäjän toiminnan arviointi. Grafiikka-opintojaksojen opiskelijat tekivät käytettävyydestin siten, että grafiikka-opintojakson opiskelijoilla oli käyttäjän rooli ja käytettävyydestaus-opintojakson opiskelijoilla havainnoijan rooli. Tutkimuksessa verrataan WebCT ja Moodle -verkko-opetusympäristöjen käytettävyyttä ja ominaisuuksia sekä opetusympäristön vaikutusta verkko-opiskeluun.

Useimpia tietojenkäsittelyn koulutusohjelman korkeakouluopiskelijoita voidaan pitää arviointitilanteessa lähes käytettävyyden asiantuntijoina, koska tietojenkäsittelyn koulutusohjelman opintoihin sisältyy käyttöliittymäsuunnittelua ja käytettävyyden opiskelua. Monet opiskelijat ovat jo työskennelleet käyttöliittymiin ja käytettävyyteen liittyvissä asiantuntijatehtävissä.

Taulukossa 5 esitän tässä tutkimuksessa kehitettyjen käytettävyyden arviointimenetelmien testauksen eri vaiheet sekä WebCT ja Moodle -verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arvioinnit. Kyselymenetelmän testaukset on toteutettu verkko-opintojakson jälkeen HA-käytettävyysskyselyllä (vaihe 1) sekä toiminnan teoriaperusteisella HA&TT-käytettävyysskyselyllä (vaihe 2). Moodlea on lisäksi arvioitu asiantuntijoiden suorittamalla Nielsenin heuristisella arvioinnilla ja käytettävyydestillä, johon kuuluivat loppukäyttäjän verkko-opetusympäristön testaus ääneenajattelemalla, alku- ja loppuhaastattelu sekä käytettävyysskysely.

Käytettävyydesti toteutettiin Moodle -verkko-opetusympäristössä multimedialuokassa keväällä 2005. Havainnoijina toimivat käytettävyydestaus-opintojakson opiskelijat, jotka olivat opiskelleet käytettävyydestiin liittyvät periaatteet ja yksityiskohdat, sekä tutkimuksen tekijä. Havainnoitavana olivat viiden grafiikka-opintojakson opiskelijan ääneenajattelun yksityiskohdat ja havainnot rekisteröitiin. Testissä ei käytetty videointia tai nauhoitusta. Käytettävyydesti toteutettiin yhtäaikaisesti siten, että käyttäjät sijoitettiin eri puolille luokkaa häiriöiden minimoimiseksi. Käytettävyydestiä testattiin arviointimenetelmänä yhden lähiopetuskerran opintototeutuksella Moodle –verkko-opetusympäristössä.

**Taulukko 5.** Tutkimuksen vaiheet ja menetelmät.

Aineiston keruumenetelmä	Käytettävyysskyselyt / heuristiset arvioinnit			Käytettävyydestä			Asiantuntija-arviot
	Kysely	Kysely	Kysely	Haastattelut	Ääneen ajattelu / havainnointi	Kysely	Heuristinen analyysi
Kohde-ryhmä	Opettajat	Asiantuntijakäyttäjät	Asiantuntijakäyttäjät	Loppukäyttäjät	Loppukäyttäjät / asiantuntijakäyttäjät	Loppukäyttäjät	Asiantuntijakäyttäjät
Arvioijien lukumäärä	6	38	25	5	5 / 4	5	3
Toteutusvuosi	2004	2004-2005	2006	2005	2005	2005	2005
Tutkimusvaihe	kysely verkko-opetuksen aikana	kysely verkko-opintojakson jälkeen	kysely verkko-opintojakson jälkeen	alku- ja loppuhaastattelut käytettävyyss-testin yhteydessä	äänenajattelu / loppukäyttäjän ääneen ajattelun havainnointi	kysely verkko-opintojakson jälkeen	Arviointi opintojakson jälkeen
Analyysemenetelmä	Nieslenin heuristisen arvioinnin soveltaminen ja käytettävyyso Ongelmien vakavuusluokitus	Nieslenin heuristisen arvioinnin soveltaminen ja käytettävyyso Ongelmien vakavuusluokitus	Toiminnan tarkistuslistan ja Nieslenin heuristisen arvioinnin soveltaminen ja käytettävyyso Ongelmien vakavuusluokitus	Haastattelun tulosten analysointi	Ääneen ajattelun analysointi, käytettävyyso Ongelmien vakavuusluokitus	Nieslenin heuristisen arvioinnin soveltaminen ja käytettävyyso Ongelmien vakavuusluokitus	Käytettävyyso Ongelmien vakavuusluokitus
Verkko-opetusympäristö	Moodle	Moodle ja WebCT	Moodle ja WebCT	Moodle	Moodle	Moodle	Moodle

HA-käytettävyysskysely toteutettiin verkko-opetusympäristöissä (Moodle ja WebCT) seuraavien vaiheiden kautta: ympäristön läpikäynti (kysely), tulosten yhdistäminen, ongelmien vakavuuden luokitus, analyysi ja johtopäätökset. Käytettävyysskyselyt toteutettiin verkko-opintojakson suorittamisen jälkeen tai yksittäisen verkko-opetuskerran aikana ja jälkeen.

Laatujohtamisen verkko-opintojaksojen opiskelijat arvioivat sekä heuristisella käytettävyysskyselyllä verkko-opetusympäristöjen käytettävyyttä vuosina 2004–2006. Käytettävyysskyselyjä toistan vuosittain ko. opintojaksolla saadakseni suuremman arviointiaineiston verkko-opetusympäristön käytettävyydestä sekä arviointimenetelmien testaamisesta. Laatujohtamisen opintojakso on kevätlukukaudella toteutettava tietojenkäsittelyn ja tietotekniikan opiskelijoille pakollinen opintojakso. Suunnittelin laatujohtamisen verkko-opintojakson alun perin tietojenkäsittelyn opiskelijoille WebCT-verkko-opetusympäristöön ja myöhemmin olen kopioinut verkko-opetusmateriaalin myös Moodle-verkko-opetusympäristöön. Opintojakson sisältö on sama molemmissa verkko-opetusympäristöissä, joten verkko-opetusympäristön käytettävyyden arvioinnissa mahdolliset verkko-opetusympäristöjen erot johtuivat ympäristöstä eivätkä oppimateriaalista. Toisaalta arvioijina toimineet opiskelijat olivat eri ryhmistä tai vuosikursseilta.

Arvioijia on ollut yhteensä yli 50 ja yksittäisissä arvioinneissa vaihteleva määrä 3–38. Verkko-opintojakson jälkeen Moodlea arvioivat vuosina 2004 ja 2005 kyselylomakkeella 20 käyttäjää ja WebCT:tä 18 käyttäjää. Koska laatujohtamisen verkko-opintojaksolla ei hyödynnetty kaikkia verkko-opetusjärjestelmän toimintoja, tutkimuksen tulokset koskevat ainoastaan seuraavia verkko-opetusympäristön toimintoja ja niiden käytettävyyttä:

- materiaalin jakaminen
- monivalintakysymykset ja itseopiskeluharjoitukset
- ryhmätyön hyödyntäminen palautettavissa harjoituksissa
- itsenäisesti tehtävät ja palautettavat harjoitukset
- soveltavat harjoitukset
- soveltava harjoitustyö.



**Kuvio 14.** WebCT näkymä ja käytetyt ominaisuudet.

Kuviossa 14 on näkymä WebCT Campus Edition Version 4.1 -ympäristöstä laatujohtamisen verkko-opintojaksolla käytössä olleista työkaluista: kalenteri, keskustelu, posti, kurssisuunnitelma, opiskeluohjeet, sisältö, palautettavat ja itseopiskelu. Laatujohtaminen-opintojakson sisältö on jaettu kymmeneen osaan: johdanto ja kokonaisvaltainen laadunhallinta, johdon rooli laadun kehittämisessä, asiakassuuntautunut laadunhallinta, prosessien hallinta ja kehittäminen, henkilöstö, tietojen hallinta, yhteiskunnalliset vaikutukset, laadun kehittäminen, laadun merkitys case-yrityksissä sekä laadunhallinnan soveltaminen yrityksessä. Ensimmäiset yhdeksän osaa opiskelaan yhdeksässä viikossa, joten jokaista osaa varten on viikko opiskeluaikaa. Lopuksi tehdään soveltava harjoitustyö, jossa kuvataan ja arvioidaan vapaavalintaisen yrityksen laadunhallintaa ja laatujohtamista sekä laatujohtamista ja sen osa-alueita. Har-

joitustyön suorittamiseen on varattu aikaa toteutuskerrasta riippuen 2–4 viikkoa. Kokonaisuudessaan verkko-opintojakson kesto on 11–13 viikkoa.

## 5.2 Käytettävyyden arvioinnin tulokset

Vuonna 2004 WebCT:ssä toteutettuun heuristisen käytettävyysselvityksen testaukseen osallistui yhdeksän opiskelijaa 44:stä ja vuonna 2005 yhdeksän opiskelijaa 46:sta (taulukko 6). Moodlen arviointiin osallistui vuonna 2004 kymmenen opiskelijaa 28:sta ja vuonna 2005 kymmenen opiskelijaa 22:sta. WebCT:tä arvioivien vastausprosentti oli vuosina 2004–2005 noin 20 prosenttia ja Moodlea arvioivien noin 40 prosenttia.

**Taulukko 6.** Opintojaksolle ja käytettävyysselvityksiin osallistuneet.

WebCT	osallistujien lkm	vastajat	vastaus-%
2004	44	9	20,5 %
2005	46	9	19,6 %
2006	20	19	95,0 %
yhteensä	110	37	33,6 %

Moodle	osallistujien lkm	vastajat	vastaus-%
2004	28	10	35,7 %
2005	22	10	45,5 %
2006	10	6	60,0 %
yhteensä	60	26	43,3 %
kaikki	170	63	37,1 %

Kaikilta ko. opintojaksojen opiskelijoilta pyydettiin arviointia kyselyn avulla. Vuonna 2006 vastausprosentti oli korkeampi kyselyn vastaamisesta saatujen bonuspisteiden vuoksi.

Tarkastelen vastauksia HA-käytettävyysselvityksen kymmenen arviointikriteerin mukaisesti kokonaisuuksina ja kiinnitän huomiota eroavaisuuksiin WebCT:n ja Moodlen välillä. Alkuperäisen Nielsenin heuristisen arvioinnin käytettävyysselvityksen vakaavuuden luokitusasteikko on numeerinen (0-4). Tämän tutkimuksen vastaukset perustuvat Likert-tyyppiseen vastauskaalaan (1-5), jossa 1 tarkoittaa vakavaa käytettävyysselvitystä (täysin eri mieltä), 2 merkittävää käytettävyysselvitystä (osittain eri mieltä), 3 pientä käytettävyysselvitystä (arvioija epävarma ongelmallisuudesta), 4 kosmeettinen käytettävyysselvitystä (osittain samaa mieltä) ja 5 ei käytettävyysselvitystä (täysin samaa mieltä). Likert-asteikkoa käyttäen arvioijat arvioivat, ovatko he samaa tai eri mieltä esitetystä käytettävyyteen liittyvästä väitteestä. Myös Nielsenin ja

Levy (1994) käyttivät henkilökohtaisen tyytyväisyyden mittaamiseen skaalaa 1-5. Likert-asteikko muodossa ”täysin eri mieltä–osittain eri mieltä–neutraali mielipide–osittain samaa mieltä–täysin samaa mieltä” on järjestysasteikko. Likertin (1932) kehittämällä asteikolla mahdollisilla muuttujan arvoilla on yksiselitteinen järjestys: toiseen suuntaan samanmielisyys kasvaa ja toiseen vähenee. Käytettävyyssarviointi on numeerinen. Numeeriset arvot helpottavat ”sanoilla laskemista”. Lähes kaiken kerätyn tiedon voi muuttaa numeerisen muotoon (Valli 2001: 158).

**Taulukko 7.** Käytettävyyssongelmien vakavuusluokittelu.

Tämä tutkimus	Nielsen	Vakavuusluokka
5	0	ei käytettävyyssongelmaa
4	1	kosmeettinen käytettävyyssongelma
3	2	pieni käytettävyyssongelma
2	3	merkittävä käytettävyyssongelma
1	4	vakava käytettävyyssongelma

Taulukossa 7 on kuvattu tämän tutkimuksen ja Nielsenin käyttämän käytettävyyssongelmien vakavuusluokituksen vastaavuudet. Vakavuusluokittelussa olen käyttänyt Nielsenin käytettävyyssongelmien vakavuusluokituksesta poiketen korkeakouluissa ja yliopistoissa käytettyä opintosuoritusten arvosanojen arvostelu-asteikkoa (1-5), jossa viisi vastaa arvosanaa erinomainen (samaa mieltä positiivisesta väitteestä) ja yksi arvosanaa heikko (eri mieltä positiivisesta väitteestä). Tähän tutkimukseen valittu arviointiasteikko helpottaa arviointia ja vastaa opiskelijoiden käsityksiä arvioinnista. Käytettävyyden analysoinnissa keskityn merkittäviin (2) ja vakaviin käytettävyyssongelmiin (1). (Nielsen 1994b: 49.)

*5.2.1 HA-käytettävyysskyselyllä saadut tulokset WebCT-ympäristössä*

Taulukossa 8 on esitelty HA-käytettävyysskyselyn testauksen tulokset ja käytettävyyssarviointit WebCT -verkko-opetusympäristössä vuosina 2004 ja 2005. Vuosina 2004 ja 2005 heikoimmat arviointit olivat arviointikriteerissä *virheiden estäminen*. Vuonna 2004 vähiten käytettävyyssongelmia WebCT:ssä oli kriteereissä *palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin* sekä *johdonmukaisuus ja standardit* sekä vuonna 2005 kriteerissä *systemin tilan näkeminen*.

Arviointikriteerien väitteisiin saatujen vastausten perusteella (2004) voidaan esittää, että WebCT vastaa normaalista käyttäjän elämästä tunnettua sanastoa ja käsitteitä ja lausejärjestys on selkeä. Lisäksi WebCT ei tarkista virheellistä syötettä (*virheiden*

*estäminen*) ja ongelmatilanteessa ei saada riittävästi ohjausta (*virheiden estäminen*). Vuonna 2005 vähiten käytettävyysoongelmia oli väitteissä, joiden mukaan palvelun tila on käyttäjän tiedossa, palvelu toimii moitteettomasti ja WebCT vastaa käyttäjän opetusympäristölle asettamia vaatimuksia. Lisäksi käytettävyysongelmaksi arvioitiin vuonna 2005 väitteet, joiden mukaan yksittäinen elementti hallitsee koko käyttöliittymää (*esteettinen ja minimalistinen suunnittelu*) ja käyttäjä ei voi muokata käyttöliittymää haluamukseen (*käytön joustavuus ja tehokkuus*).

WebCT:n arvioinneissa vuosina 2004–2005 on laskettu mediaani ja kvartiilipoikkeamat, koska jakauma on vino. Arviointien mediaani on kaikissa arviointikriteereissä kolme tai neljä, keskihajonta välillä 0,7–1,1 ja kvartiiliväli 2,0–5,0 välillä. Suurimmat käytettävyyсарviointien keskihajonnat olivat vuonna 2004 (1,1) arviointikriteerissä *virheiden estäminen* ja 2005 (0,9) arviointikriteereissä *käyttäjän hallinta ja vapaus*, *virheiden estäminen* ja *joustavuus ja tehokkuus*. Pienin keskihajonta (0,8) oli vuonna 2004 kriteereissä *palvelun tilan näkeminen*, *johdonmukaisuus ja standardit* sekä *opastus ja ohjeistus*. Vuonna 2005 pienin keskihajonta (0,7) oli kriteerissä *virhetilanteiden käsittely*. Havaintoaineisto on keskittynyt keskiarvon ympärille. Moodi on kaikissa kriteereissä ollut kolme tai neljä. Virheiden estäminen -arviointikriteerissä kvartiiliväli oli vuonna 2004 2,0–3,3 ja vuonna 2005 3,0–3,9. Vuonna 2005 palvelun tilan näkeminen -arviointikriteerin kvartiiliväli oli 4,0–5,0 eli puolet vastaajista oli tyytyväisiä palvelun tilan näkemiseen WebCT:ssä.

**Taulukko 8.** HA-käytettävyysskyselyn tulokset WebCT:ssä vuosina 2004 ja 2005.

Arviointikriteeri	WebCT 2004								WebCT 2005							
	mediaani	moodi	keskiarvo	keskihajonta	alajakvartaali	yläkvartaali	min	max	mediaani	moodi	keskiarvo	keskihajonta	alajakvartaali	yläkvartaali	min	max
Palvelun tilan näkeminen	4	4	3,7	0,8	3,1	4,0	2	5	4	4	4,1	0,8	4,0	5,0	2	5
Palvelun vastaavuus käyttäjän kontekstiin	4	4	3,8	1,0	3,7	4,0	1	5	4	4	3,9	0,8	3,0	4,0	2	5
Käyttäjän hallinta ja vapaus	4	4	3,4	1,0	3,0	4,0	1	5	4	4	3,8	0,9	3,0	4,0	1	5
Johdonmukaisuus ja standardit	4	4	3,8	0,8	4,0	4,0	2	5	4	4	3,7	0,8	3,0	4,0	1	5
Virheiden estäminen	3	3	2,8	1,1	2,0	3,3	1	5	3	3	3,3	0,9	3,0	3,9	1	5
Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen	4	4	3,5	1,0	3,0	4,0	1	5	4	4	3,8	0,8	3,1	4,0	2	5
Käytön joustavuus ja tehokkuus	4	4	3,5	1,0	3,0	4,0	1	5	3	3	3,5	0,9	3,0	4,0	1	5
Esteettinen ja minimalistinen design	4	4	3,5	1,0	3,0	4,0	1	5	4	3	3,6	0,8	3,0	4,0	2	5
Virhetilanteiden käsittely	3	3	3,1	1,0	3,0	4,0	1	5	3	3	3,4	0,7	3,0	4,0	2	5
Opastus ja ohjeistus	4	4	3,4	0,8	3,0	4,0	1	5	3	3	3,4	0,8	3,0	4,0	2	5

Vuonna 2004 WebCT:ssä vakaviksi käytettävyysoongelmiksi osoittautuivat väitteet, joiden mukaan navigoinnissa täytyy käyttää niin sanottuja turhia hyppyjä (käyttäjän hallinta ja vapaus), virheellisen syötteen muuttaminen lähettämisen jälkeen ei onnistu (käyttäjän hallinta ja vapaus), WebCT ei tarkista virheellistä syötettä (virheiden estäminen), käyttäjä ei pysty muokkaamaan käyttöliittymää haluamukseen (käytön joustavuus ja tehokkuus) ja huomio ei kiinnity ensin tärkeimpiin elementteihin (esteettinen ja minimalistinen suunnittelu).

Vuonna 2005 vakaviksi arvioituja käytettävyysoongelmia sisälsivät väitteet, joiden mukaan virheellisen syötteen muuttaminen lähettämisen jälkeen ei onnistu, nimiä tai värejä tai tunnisteita ei ole käytetty yhtenäisesti, syöte- ja toimintotilanteissa ei ole saatavana opastusta sekä yleisimmät toiminnot eivät ole aina käytettävissä. Useimmat edellä mainitut vakaviksi arvioidut käytettävyysongelmat kuitenkin vain pääasiassa hidastavat käyttäjän työskentelyä, mutta eivät kuitenkaan kokonaan estä työskentelyä. Ainoastaan syötteen tarkastaminen voi jossain määrin estää toimintaa. Ongelman tunnistamisen jälkeen muut on mahdollista ohittaa, eivätkä ne estä verkko-opetusympäristön käyttöä.

WebCT:n virheellisen syötteen tarkistaminen oli vakavaksi arvioitu käytettävyysongelma (*virheiden estäminen*) vuonna 2004 annetuissa vastauksissa ja virheellinen syöte saattaisi jopa estää normaalin työskentelyn WebCT:n jollain osa-alueella. Vuonna 2005 virheellisen syötteen tarkistaminen oli arvioitu pienenä käytettävyysongelmana, mutta vuonna 2004 sama väite sai kuitenkin yhden arvion viisi, joka tarkoittaa, että kaikilla käyttäjillä ei ollut käytettävyysongelmaa syötteen tarkistamisen osalta, tai käyttäjä ei ollut syöttänyt virheellistä syötettä eikä siten kohdannut kyseistä ongelmaa tai käyttäjä on oppinut käyttämään virheettömiä syötteitä tai tottunut ongelmien esiintymiseen.

Vuosina 2004 ja 2005 verkko-opetusympäristön käytettävyyсарvioinnissa positiivisimmat arviot sai yksittäinen väite, jonka mukaan WebCT ei avaa turhia ikkunoita. Vuonna 2005 oli viisi vastaajaa arvioinut arvolla viisi väitteen ”käyttäjä näkee, onko syöte mennyt järjestelmään”.

Taulukossa 9 on esitetty WebCT:n käytettävyyden arvioinnit prosentteina arviointikriteereittäin vakavuusluokan mukaisesti vuosina 2004 ja 2005. Suluissa on kyseisen arviointikriteerin sisältämä väitteiden lukumäärä. Jos tarkastelemme arviointien prosentuaalisia jakaumina huomioiden kaikki kriteerit, vuonna 2004 WebCT:ssä saatujen arviointien jakauma on ollut vasemmalle (negatiivisesti) vino ja vuonna 2005 jakauma on ollut hieman tasaisempi, mutta edelleen jakauma on vasemmalle vino. Yksittäisissä kriteereissä lähes poikkeuksetta jakauma on ollut vasemmalle vino. Kriteereissä *virhetilanteiden käsittely* sekä *virheiden estäminen* jakauma on ollut lähellä normaalijakaumaa vuonna 2004.



**Taulukko 9.** WebCT käytettävyykselyjen arvioinnit vakavuusluokittain.

Heuristiikka (väitteiden lkm) / vakavuusluokka	WebCT 2004					WebCT 2005				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Palvelun tila (4), n=36	0 %	14 %	14 %	60 %	14 %	0 %	3 %	19 %	39 %	36 %
Palvelun ja tosielämän vastaavuus (4), n=36	3 %	14 %	8 %	53 %	22 %	0 %	3 %	31 %	44 %	22 %
Käyttäjän kontrolli ja vapaus (8), n=71	7 %	8 %	31 %	40 %	13 %	1 %	3 %	37 %	37 %	24 %
Johdonmukaisuus ja standardit (5), n=45	0 %	16 %	2 %	73 %	11 %	2 %	0 %	36 %	42 %	18 %
Virheiden estäminen (3), n=27	15 %	22 %	37 %	19 %	7 %	4 %	7 %	59 %	15 %	15 %
Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen (5), n=45	4 %	20 %	11 %	51 %	13 %	0 %	7 %	22 %	51 %	20 %
Käytön joustavuus ja tehokkuus (5), n=45	4 %	9 %	31 %	40 %	16 %	2 %	7 %	47 %	27 %	18 %
Esteettinen ja minimalistinen design (6), n=54	4 %	20 %	11 %	52 %	13 %	0 %	6 %	44 %	35 %	15 %
Virhetilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen (4), n=36	8 %	14 %	47 %	22 %	8 %	0 %	3 %	67 %	17 %	14 %
Opastus ja ohjeistus (5), n=45	2 %	18 %	16 %	64 %	2 %	0 %	7 %	56 %	22 %	13 %
Yhteensä, n=440	5 %	15 %	21 %	48 %	12 %	1 %	4 %	41 %	34 %	20 %

Vuoden 2004 WebCT-arvioinnissa löydettiin lähes jokaisen arviointikriteerin avulla vakavaksi arvioitu käytettävyysoongelma, mutta ei kaikilla väitteillä. Ainoastaan *palvelun tilan näkeminen* sekä *johdonmukaisuus ja standardit* -kriteerien avulla ei löytynyt vakavia käytettävyysoongelmia. Viisi opiskelijaa yhdeksästä on löytänyt vähintään yhden käytettävyysongelman ja vähintään yksi merkittäviksi arvioitu käytettävyysoongelma löytyi jokaisen arviointikriteerin osa-alueelta.

Taulukon 9 mukaisesti *palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin, käyttäjän hallinta ja vapaus, virheiden estäminen, tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen, virheiden käsittely* sekä *opastus ja ohjeistus* -kriteerien avulla löytyi vähintään yksi vakavaksi arvioitu käytettävyysoongelma vuonna 2004. Löydetyt vakaviksi arvioidut käytettävyysongelmat olivat:

- *palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin:* käsitteitä ei käytetä kuten tosielämässä
- *käyttäjän hallinta ja vapaus:* turhia hyppyjä ei voi estää opetusympäristön asetuksilla, navigoinnissa täytyy käyttää turhia hyppyjä, virheellistä syötettä ei voi muuttaa lähettämisen jälkeen
- *virheiden estäminen:* syötteisiin ja toimintoihin liittyvä ohjeistus ei ole selkeää eikä ohjeistusta saa riittävän nopeasti, verkko-opetusympäristö ei tarkista syötteen virheettömyyttä.
- *tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen:* tärkeimmät toiminnot eivät ole näkyvissä aina, käyttäjän täytyy muistaa aikaisemmalla sivulla esiintynyttä tietoa
- *käytön joustavuus ja tehokkuus:* käyttäjä ei voi muokata omaa käyttöliittymänäkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveidensa mukaiseksi
- *esteettinen ja minimalistinen suunnittelu:* huomio ei kiinnity tärkeimpiin elementteihin ensimmäiseksi
- *virheiden käsittely:* virheilmoitukset eivät ole ymmärrettävissä ja niistä ei selviä mitä ja miksi tapahtui ja miten virheet korjataan ja vältetään

- *opastus ja ohjeistus*: ohjeistusta ei anneta automaattisesti.

Nielsenin (1994a, 1994b) mukaan heuristisen arvioinnin tuloksiin voidaan liittää myös korjausehdotus kullekin käytettävyysoongelmalle. Hänen mukaansa heuristisen arvioinnin avulla ei pystytä systemaattisesti löytämään korjausehdotuksia ongelmille, mutta toisinaan ratkaisu on niin ilmeinen, että se on helppo lisätä ratkaisuehdotukseksi ongelman yhteyteen.

Arviointikriteerien väittämien avulla löytyivät seuraavat *merkittäviksi arvioidut* käytettävyysongelmat (2004):

- *Palvelun tilan näkeminen*: palvelu ei ole selkeä ja käyttäjä ei tiedä, missä osassa palvelua hän on.
- *Virheiden estäminen*: käyttäjä ei saa ohjausta ongelmallisista syötteistä selkeästi ja nopeasti.
- *Käyttöliittymän toiminnot ja tunnistettavuus*: linkkejä ja painikkeita ei ole käytetty tunnistettavasti.
- *Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu*: verkko-opetusympäristössä ei ole käytetty vain muutamaa värisävyä, yksi elementti hallitsee koko käyttöliittymää ja sen navigointia
- *Opastus ja ohjeistus*: ohjeet ja opastus eivät ole tilanne- tai sivukohtaista.

Heuristiikka *virheiden estäminen* sisältää väitteen virheellisestä syötteestä, jota ei voi muuttaa lähettämisen jälkeen. Tämä väite on saanut myös arvioita, joiden mukaan se ei ole käytettävyysongelma. Tutkijan päätelmien mukaan vakaviksi käytettävyysoongelmaksi luokittelu johtui todennäköisesti siitä, että käyttäjä ei ollut tiennyt, miten virheellinen syöte muutetaan tai se ei ole ollut mahdollista tai se on estetty asetuksissa. Kaikki käyttäjät eivät kohtaa samoja virheitä, koska toiset eivät syötä virheellistä syötettä. Tämä käytettävyysongelma tulee esille siis ainoastaan silloin, kun virheellinen syöte on annettu.

Taulukossa 9 esitettyjen neljän kriteerin avulla löytyi vakaviksi arvioituja käytettävyysoongelmia WebCT arvioinnissa vuonna 2005. Kriteerit ovat *käyttäjän hallinta ja vapaus, johdonmukaisuus ja standardit, virheiden estäminen ja tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen*. Merkittäväksi käytettävyysoongelmaksi on arvioitu esimerkiksi kriteerin *tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen* väite, jonka mukaan käyttäjän täytyy muistaa aikaisemmalla sivulla näkemänsä tieto. Kosmeettisia käytettävyysoongelmia löytyi jokaisen arviointikriteerin väitteistä.

Vakavat käytettävyysongelmat (2005) ovat:

- *käyttäjän hallinta ja vapaus*: virheellistä syötettä ei voi muuttaa lähettämisen jälkeen.

- *johdonmukaisuus ja standardit*: nimiä, värejä ja muita tunnisteita ei ole käytetty yhtenäisesti.
- *virheiden estäminen*: syöte- ja toimintotilanteissa ei ole saatavana opastusta.
- *käytön joustavuus ja tehokkuus*: käyttäjä ei voi muokata omaa käyttöliittymänäkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveidensa mukaiseksi.

Virheellistä syötettä koskeva käytettävyysoongelma voidaan korjata lisäämällä korjausmahdollisuuksia, virhetarkastuksia ja esimerkiksi palautuskansiossa muuttamalla asetuksia siten, että sallitaan uuden tiedoston palauttaminen (vanha tuhoutuu). Keskustelualueelle mennyt virheellinen syöte voidaan korjata puolen tunnin kuluessa tai pyytää opettajaa poistamaan virheellinen puheenvuoro.

Nimiä, värejä ja muita tunnisteita ei ole käytetty yhtenäisesti WebCT:ssä vaan ne on arvioitu käytettävyysongelmaksi. Kieliversiot saattavat aiheuttaa epäyhtenäisyyttä. Opastuksen puute syöte- ja toimintotilanteissa voidaan korjata lisäämällä ohjeistusta syötekenttien muodosta ja toimintojen käyttämisestä. Käyttöliittymänäkymien määrää ja muokkausmahdollisuuksia tulee tarkastella kriittisesti aiheuttamatta lisää käytettävyyso ongelmia. Myös ohjeistusta näkymän muokkausmahdollisuuksista tulisi lisätä.

Käytettävyyso ngelmaksi arvioitiin myös käyttäjän näkymän muokkausmahdollisuuksien rajallisuus. Arvioija ei ehkä ole vielä käyttänyt niin paljon verkko-opetusympäristöä, että olisi osannut muokata käyttöliittymää haluamukseen, tai käyttäjän haluamia muokkausmahdollisuuksia ei ole ollut. Käyttäjä pystyy itsenäisesti muokkaamaan opetusympäristön näkymää ja ominaisuuksia. Organisaatiokohtaisesti voidaan tehdä valintoja ympäristön ominaisuuksien ja työkalujen suhteen.

### 5.2.2 HA-käytettävyyso ngelysten testauksen tulokset Moodle-ympäristössä

Tässä kohdassa kuvaan Moodlea koskevan HA-käytettävyyso ngelysten tulokset. Taulukon 10 mukaan huonoimmat käytettävyyso ngelysten arvot olivat vuosina 2004 ja 2005 *virheiden estäminen ja opastus ja ohjeistus* -arviointikriteerissä.

Vuonna 2004 Moodlella vakavimmaksi yksittäiseksi käytettävyyso ngelmaksi oli arvioitu navigoinnissa tarvittavat turhat hypyt (*käyttäjän hallinta ja vapaus*), ja vuonna 2005 vakavimmaksi käytettävyyso ngelmaksi arvioitiin se, että yksi elementti hallitsee käyttöliittymää ja navigointia (*esteettinen ja minimalistinen suunnittelu*).

Taulukossa 10 on esitetty Moodle verkko-opetusympäristön arvioinnin frekvenssit arviointikriteereittäin vakavuustason mukaan vuonna 2004 ja 2005. *Palvelun tilan*

*näkeminen, käyttäjän hallinta ja vapaus, käytön joustavuus ja tehokkuus sekä opastus ja ohjeistus* -arviointikriteereissä löytyi vähintään yksi käytettävyyssongelma.

Vakaviksi arvioituja käytettävyyssongelmia olivat sekä vuonna 2004 että 2005:

- *Palvelun tilan näkeminen:* käyttäjä ei näe, onko syöte mennyt järjestelmään ja mitä voi tehdä seuraavaksi.
- *Käyttäjän hallinta ja vapaus:* navigoinnissa täytyy käyttää turhia hyppyjä, turhia hyppyjä ei voi estää verkko-opetusympäristön asetuksilla, tärkeimmille sivuille ei pääse nopeasti ja helposti.
- *Käytön joustavuus ja tehokkuus:* yleisimmät toiminnot eivät ole aina käytettävissä, palvelu ei näy selkeästi käyttäjälle ja dynaamisesti tuotettuja sivuja ei saa helposti uudelleenladattua.
- *Opastus ja ohjeistus:* ohjeistusta ei anneta automaattisesti verkko-opetusympäristössä.

Vuonna 2005 Moodlessa arvioitiin olevan ainoastaan kolme vakavaa käytettävyyssongelmaa:

- *käyttäjän hallinta ja vapaus:* virheellistä syötettä ei voi muuttaa lähettämisen jälkeen.
- *virheiden käsittely:* virheilmoituksesta ei selviä mitä ja miksi tapahtui ja miten korjataan.
- *esteettinen ja minimalistinen suunnittelu:* yksi elementti hallitsee koko käyttöliittymää ja sen navigointia.

Lisäksi merkittäviksi arvioituja käytettävyyssongelmia löytyi 20. Eniten Moodlen käytettävyyssongelmia löydettiin *käyttäjän hallinta ja vapaus* -arviointikriteerin väitteistä, vuosina 2004 ja 2005.

**Taulukko 10.** HA-käytettävyyskyselyn frekvenssit vakavuusluokittain vuosina 2004 ja 2005 Moodlessa.

Heuristiikka (väitteiden lkm) / vakavuusluokka	Moodle 2004					Moodle 2005				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Palvelun tila (4)	2	2	11	12	13	0	1	1	16	18
Palvelun ja tosielämän vastaavuus (4)	0	5	7	17	11	0	0	1	21	18
Käyttäjän hallinta ja vapaus (8)	5	13	17	20	25	1	5	20	31	23
Johdonmukaisuus ja standardit (5)	0	2	12	24	12	0	0	4	23	23
Virheiden estäminen (3)	0	4	18	6	2	0	4	19	3	4
Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen (5)	0	5	13	23	9	0	2	3	30	15
Käytön joustavuus ja tehokkuus (5)	3	6	16	19	6	0	0	23	13	14
Esteettinen ja minimalistinen design (6)	0	4	15	25	16	1	3	10	27	19
Virhetilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen (4)	0	2	16	19	3	1	2	23	7	7
Opastus ja ohjeistus (5)	1	8	20	21	0	0	3	20	15	12
<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>	<b>51</b>	<b>145</b>	<b>186</b>	<b>97</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>124</b>	<b>186</b>	<b>153</b>

Vuosina 2004 ja 2005 arvioituissa Moodle -arvioinneissa (taulukko 11) mediaani on kaikissa osa-alueissa kolme tai neljä. Arviointien keskihajonta eli havaintoarvojen keskimääräinen poikkeama keskiarvosta on välillä 0,5–1,1. Suurimmat keskihajonnat olivat vuonna 2004 (1,1) *palvelun tilan näkeminen* kriteerissä ja vuonna 2005 (0,9) *käyttäjän hallinta ja vapaus*, *virheiden estäminen*, *esteettinen ja minimalistinen suunnittelu*, sekä *opastus ja ohjeistus* -kriteereissä. Pienin keskihajonta (0,7) eli tiiviimmin keskiarvon ympärillä olivat vuonna 2004 *virhetilanteiden käsittely* -kriteerin arvioinnit. Vuonna 2005 pienin keskihajonta (0,5) oli *palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin* -kriteerissä. Kvartiilipoikkeamat ovat 3,0–5,0 molempina vuosina, joten puolet arvioijista arvioi Moodlea käytettävyydeltään onnistuneeksi.

Moodle-arvioinneissa vuonna 2004 moodi on ollut kolme, neljä tai viisi. Pienin annettu arvo on ollut yksi ja suurin viisi. *Palvelun tilan näkeminen* ja *johdonmukaisuus ja standardit* -arviointikriteerien avulla löytyi vakavuusluokaltaan merkittäviä tai pieniä käytettävyysongelmia, muista arviointikriteereistä löytyi myös vakaviksi arvioituja käytettävyysongelmia. Vuonna 2005 Moodle-arvioinneissa löytyi ainoastaan neljästä kriteeristä vakavaksi arvioitu käytettävyysongelma, muiden kriteerien kohdalla löytyi merkittäviä tai vakavuusluokaltaan pienempiä käytettävyysongelmia.

**Taulukko 11.** HA-käytettävyyskyselyn tulokset Moodlessa vuosina 2004 ja 2005.

Arviointikriteeri	Moodle 2004								Moodle 2005							
	mediaani	moodi	keskiarvo	keskihajonta	alakvartiili	yläkvartiili	min	max	mediaani	moodi	keskiarvo	keskihajonta	alakvartiili	yläkvartiili	min	max
Palvelun tila	4	5	3,8	1,1	3,0	5,0	1	5	5	5	4,4	0,7	4,0	5,0	2	5
Palvelun vastaavuus käyttäjän kontekstiin	4	4	3,9	1,0	3,0	5,0	2	5	4	4	4,4	0,5	4,0	5,0	3	5
Käyttäjän hallinta ja vapaus	4	5	3,6	1,3	3,0	5,0	1	5	4	4	3,9	0,9	3,0	5,0	1	5
Yhteneväisyys ja standardit	4	4	3,9	0,8	3,0	4,0	2	5	4	5	4,4	0,6	4,0	5,0	3	5
Virheiden estäminen	3	3	3,2	0,8	3,0	3,8	2	5	3	3	3,2	0,9	3,0	3,0	2	5
Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen	4	4	3,7	0,9	3,0	4,0	2	5	4	4	4,2	0,7	4,0	5,0	2	5
Käytön joustavuus ja tehokkuus	4	4	3,4	1,0	3,0	4,0	1	5	4	3	3,8	0,8	3,0	5,0	3	5
Esteettinen ja minimalistinen design	4	4	3,9	0,9	3,0	5,0	2	5	4	4	4,0	0,9	4,0	5,0	1	5
Virhetilanteiden käsittely	4	4	3,6	0,7	3,0	4,0	2	5	3	3	3,4	0,9	3,0	4,0	1	5
Opastus ja ohjeistus	3	4	3,2	0,8	3,0	4,0	1	4	4	3	3,7	0,9	3,0	4,0	2	5

Vuonna 2005 annetut käytettävyysarvioinnit ovat positiivisempia kuin vuonna 2004 annetut. Ainoastaan *opastus ja ohjeistus* -arviointikriteerin väitteet eivät ole saaneet yhtään arvoa viisi (ei käytettävyysongelmaa) vuonna 2004 tehdyssä arvioinnissa. Vuonna 2005 pienin annettu arvio on ollut kolme (kosmeettinen käytettävyysongelma) *palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin, johdonmukaisuus ja standardit* sekä *käytön joustavuus ja tehokkuus* -arviointikriteerissä.

Käytettävyyskyselyssä olivat mukana myös heuristisen arvioinnin lisäksi avoimet kysymykset vuosina 2004 ja 2005, joilla selvitin verkko-opetusympäristöjen käyttöön liittyvää pedagogiikkaa, motivointia, itseohjautuvuutta ja ohjausta. Opiskelijoiden vastausten perusteella Moodle soveltuu erilaisten pedagogisten käytäntöjen toteuttamiseen.

### 5.2.3 Opettajien käytettävyyskyselyarvioinnit

Kolmanteen tutkimuskysymykseen liittyen (minkälaisia käytettävyysongelmia löydetään kehitetyillä käytettävyyskyselyillä) halusin tarkastella ja verrata opettajien ja opiskelijoiden käytettävyysarvioiden eroja. Keväällä 2004 opettajat (verkko-opintojaksojen tuottajat) arvioivat Moodlen käytettyyttä HA-käytettävyyskyselyllä. Moodle verkko-opetusympäristö otettiin koekäyttöön korkeakoulussa syksyllä 2003 ja siten kysymyksessä olivat ensimmäiset opintojaksot Moodlessa, jotka toteutettiin joko täysin verkko-opiskeluna tai osittain myös lähiopetuksena. Moodlen käyttäminen ensi kertaa opetuksessa saattaa hieman vääristää tulosta. Vaasan ammattikorkeakoulun virallinen verkko-opetusympäristö oli WebCT, mutta myös Open Source tyyppinen Moodle kiinnosti vaihtoehtoisena verkko-opetusympäristönä ja erityisesti lähiopetusta tukevana verkko-opetusympäristönä.

HA-käytettävyyskyselyyn vastanneet opettajat olivat käyttäneet Moodle verkko-opetusympäristöä opetuksessaan ensimmäistä kertaa keväällä 2004. Vastaajista viisi

oli tietojenkäsittelyn opettajia ja yksi matkailualan opettaja. Opintojakson toteutustapoina olivat lähiopetuksen tuki ja täysin virtuaalinen opintojakso. Tässä kyselyssä arvioitiin vakaviksi käytettävyysongelmiksi väitteet:

- *käyttäjän hallinta ja vapaus*: Moodlessa joutuu tekemään turhia hyppyjä, navigointi tuottaa ongelmia (keskiarvo 3.2)
- *Johdonmukaisuus ja standardit*: navigointipalkkien ja painikkeiden sijoittelu normaalista poiketen (keskiarvo 3.8)

Näiden väitteiden keskiarvojen perusteella näihin toimintoihin oltiin kuitenkin suhteellisen tyytyväisiä, eivätkä ne estäneet Moodlen käyttöä.

**Taulukko 12.** Opettajien Moodle käytettävyyssarviointit vakavuusluokittain vuonna 2004.

Heuristiikka / vakavuusluokka	Moodle 2004				
	1	2	3	4	5
Palvelun tilan näkeminen	0	0	2	8	10
Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin	0	5	6	12	1
Käyttäjien hallinta ja vapaus	1	2	11	14	20
Johdonmukaisuus ja standardit	1	0	0	15	14
Virheiden estäminen	0	2	4	12	0
Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen	0	1	0	15	14
Käytön joustavuus ja tehokkuus	0	2	10	11	7
Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu	0	2	5	19	10
Virhetilanteiden tunnistaminen, määrittäminen ja toipuminen	0	0	10	14	0
Opastus ja ohjeistus	0	5	5	19	1
<b>Yhteensä</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>53</b>	<b>139</b>	<b>77</b>

Taulukossa 12 on esitetty opettajien käytettävyyssarviointien frekvenssit arviointikriteereittäin käytettävyysongelman vakavuusluokan mukaan ja taulukossa 13 vakaviksi ja merkittäviksi arvioidut käytettävyysongelmat on koottu luetteloksi. Vakaviksi arvioituja käytettävyysongelmia havaittiin kaksi ja merkittäviä 12.

**Taulukko 13.** Opettajien löytämät käytettävyysoongelmat Moodlessa.

KÄYTETTÄVYYTEEN VAIKUTTAVA TEKIJÄ (MOODLE)	ARVIOINTIKRITEERI	VAKAVUUS
Turhia hyppyjä ei voi estää oppimisympäristön asetuksilla.	käyttäjän hallinta ja vapaus	vakava (1)
Navigointipalkit ja painikkeet eivät ole tutuissa paikoissa.	johdonmukaisuus ja standardit	vakava (1)
Oppimisympäristön sanasto ja lauserakenne eivät ole selkeät.	palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin	merkittävä (2)
Oppimisympäristön käsitteitä ei käytetä järkevästi.	palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin	merkittävä (2)
Oppimisympäristön lausejärjestys ei ole selkeä.	palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin	merkittävä (2)
Oppimisympäristön käsitteitä ei käytetä kuten tosielämässä.	palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin	merkittävä (2)
Tärkeimmille sivuille ei pääse nopeasti ja helposti.	käyttäjän hallinta ja vapaus	merkittävä (2)
Käyttäjän täytyy muistaa aikaisemmalla sivulla näkemäänsä tietoa.	tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen	merkittävä (2)
Käyttäjä ei saa ohjausta ongelmallisista syötteistä riittävän selkeästi ja nopeasti.	virheiden estäminen	merkittävä (2)
Käyttäjä ei voi muokata omaa käyttöliittymänäkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveiden mukaiseksi.	käytön joustavuus ja tehokkuus	merkittävä (2)
Yksi (tai useampi) elementti hallitsee koko käyttöliittymää ja sen navigointia.	esteettinen ja minimalistinen design	merkittävä (2)
Ohjeet eivät ole helposti ymmärrettävissä ja ohjeiden vaiheet toteutettavissa.	opastus ja ohjeistus	merkittävä (2)
Ohjeet eivät ole lyhyitä eikä selkeisiin kokonaisuuksiin pilkottuja.	opastus ja ohjeistus	merkittävä (2)
Ohjeistusta ei anneta automaattisesti.	opastus ja ohjeistus	merkittävä (2)

Eniten merkittäviä käytettävyysoongelma-arviointeja sai *opastus ja ohjeistus*

- -arviointikriteerin väite, jonka mukaan ohjeistusta ei anneta automaattisesti. Tämä käytettävyysoongelma ei kuitenkaan estä verkko-opetusympäristön käyttöä. Lisäksi merkittäviksi käytettävyysoongelmaksi arvioitiin seuraavat ominaisuudet:
- *Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin*: verkko-opetusympäristön käsitteitä ei käytetä kuten tosielämässä.
- *Virheiden estäminen*: käyttäjä ei saa ohjausta ongelmallisista syötteistä selkeästi ja nopeasti.
- *Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen*: käyttäjä ei voi muokata omaa käyttöliittymänäkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveidensa mukaiseksi.
- *Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu*: yksi elementti hallitsee koko käyttöliittymää ja sen navigointia.

Kolmasosa arvioijista arvioi *palvelun vastaavuuden käyttäjien kontekstiin* -kriteerin väitteistä vähintään yhden käytettävyysoongelmaksi. Käyttäjä kykenee jatkamaan työskentelyä Moodlessa, vaikka käsitteitä ei käytettykään käyttäjän tuntemalla tavalla. Puutteellinen ohjaus virhetilanteiden estämisessä voidaan korjata lisäämällä ohjausta. Käyttöliittymän rajallinen muokkaus koettiin myös merkittäviksi käytettävyysoongelmaksi. Nykyisessä versiossa näkymävaihtoehdot ovat viikko-, aihe- ja keskustelunäkymä. Näkymävaihtoehtojen kasvattaminen voisi aiheuttaa lisää käytettävyysoongelmia. Käytettävyysoongelmana nähtiin myös se, että yksi elementti hallitsee koko käyttöliittymää ja navigointia.



#### 5.2.4 Käytettävyydestäus käytettävyyden arviointimenetelmänä

Osana käytettävyydesti -opintojaksoa toteutettiin Moodle -verkko-opetusympäristön käytettävyydesti keväällä 2005. Käytettävyydestäuksen tarkoituksena oli testata äidön käyttötilanteen mukaisten tehtävien avulla mahdollisimman objektiivisesti, kuinka kohderyhmän käyttäjät toimivat verkko-opetusympäristöä käyttäessään, ja kokevatko he käyttöliittymän käytettävyydeltään onnistuneeksi. Käytettävyydesti toteutettiin siten, että opiskelijat suorittivat Moodlen avulla toteutetun grafiikka-opintojakson opetuskerran verkko-opetuksena (kuvio 16). He suorittivat itsenäisesti kyseiseen opetuskertaan liittyvät harjoitukset. Moodlessa esitetyt PhotoShop-ohjelmalla tehtävät harjoitukset palautettiin Moodlen tietokantaan. Suorituksen aikana he ajattelivat ääneen tekemiään Moodlen toimintoja ja havainnoijat kirjoittivat käyttäjän puheesta ja havainnoistaan muistiinpanoja raportointia varten. Käytettävyyden asiantuntijoiksi opiskelevat ja tutkija haastattelivat opiskelijoita ennen käytettävyydestiä ja sen jälkeen. Myös grafiikka-opintojakson opiskelijat arvioivat verkko-opetusympäristöä käytettävyysskyselyllä, kun he olivat lopettaneet verkko-opetusympäristön testaamisen ja kirjanneet lopetusajan Moodleen. Grafiikka-opintojakson opiskelijat olivat liiketalouden koulutusohjelman mediasuuntaisen viestinnän opiskelijoita.

Nielsenin (1993) mukaan käytettävyyteen liittyvät asiat selviävät parhaiten kysymällä käyttäjiltä. Siksi liitin tähän käytettävyydestiin myös alku- ja loppuhaastattelun. Haastattelut olivat keskustelunomaisia avoimia haastatteluja. Hirsjärven ja Hurmeen (2001) mukaan joissain tapauksissa useamman eri tietojenkeruun tekniikan käyttö laajentaa tutkimusta ja lisää luotettavuutta, mutta toisaalta työ lisääntyy ja havaintoaineistojen analyysi vaikeutuu.

Käyttäjien suorittaman käytettävyydestin vaiheet olivat:

1. Suulliset ohjeet testin suorittamiseen.
2. Alkuhaastattelu.
3. Verkko-opetuskerran suoritus: Opiskelija suorittaa grafiikkaan liittyvät, Moodlen avulla ohjeistetut harjoitukset, ja ajattelee ääneen. Havainnoija kirjaa kommentit, ongelmat, ilmeet, eleet, toiminnot sekä muut mahdolliset huomiot paperille jatkoanalysointia varten.
4. Käytettävyysskysely.
5. Loppuhaastattelu (mm. jälkitunnelmat ja kommentit verkko-opetusympäristöstä, ääneenajattelusta, ongelmista, parannusehdotuksista).

Ennen käytettävyydestiä käyttäjät saivat ohjeita, miten testissä toimitaan, ja heillä oli mahdollisuus kysyä lisäohjeita. Seuraavassa esittelen, mitkä ohjeet käyttäjät ja havainnoijat saivat. Käyttäjiä kehoitettiin verkko-opetusympäristöä testatessaan toimi-

maan mahdollisimman luonnollisella tavalla tarkkailijoiden läsnäolosta huolimatta. Ääneenajatteluun ohjeistettiin pyytämällä käyttäjiä kertomaan kaikki mieleen tuleva tehtävän suorituksesta ja annettiin esimerkki ääneenajattelusta. Lisäksi painotettiin, että testauksen tavoitteena oli saada tietoa siitä, miten käyttäjät käyttävät verkko-opetusympäristöä, ei arvioida käyttäjien toimintaa eikä harjoitusten sisältöä. Käyttäjille myös kerrottiin tästä käytettävyydestä, jossa heidän testaustaan tullaan käyttämään aineistona verkko-opetusympäristön käytettävyydestä. Havainnoijille annettiin ohjeeksi, että tarkkaillaan käyttäjän toimintaa, vältetään tarpeettomien ohjeiden antamista ja turhaa kommentointia testin aikana. Mutta tarvittaessa voidaan kannustaa ääneenajatteluun, jos ääneenajattelu vähenee ja testaaja käy hiljaisemmaksi, ja havainnoija voi tehdä yleisluonteisia kysymyksiä, kuten ”mitä nyt mielestäsi tapahtui?”. Käyttäjälle kerrottiin myös, että kysyminen on sallittua testin aikana.

Testikäyttäjien tulisi edustaa verkko-opetusympäristön oikeita käyttäjiä mahdollisimman hyvin, jotta käytettävyydestä löydetään mahdollisimman paljon relevantteja käytettävyyso ongelmia (Nielsen 1993: 175). Edustavuudeltaan parhaita testikäyttäjiksi ovat järjestelmän varsinaiset loppukäyttäjät (Nielsen 1993: 175–176). Testattaessa vain muutamalla käyttäjällä yksittäisen käyttäjän osuus testituloksista korostuu, jolloin kannattaa valita mahdollisimman tyypillisiä käyttäjiä (Nielsen 1993: 175).

Taustatiedoiksi ja käyttäjien luokitteluksi käytettävyydestin alkuhaastattelussa kysyttiin ikää (luokat: alle 18, 18–24, 25–30, yli 30), ammattia ja aikaisempaa tietokoneen, internetin ja verkko-opetusympäristöjen käyttökokemusta ja -määrää sekä nykyistä käyttömäärää. Loppuhaastattelua varten tutkija ja havainnoijat olivat kehittäneet kysyttävät kysymykset. Loppuhaastattelussa kysyttiin mm. seuraavia asioita: tunsitko hallitsevasi testitilanteen? Tunsitko jossakin tilanteessa itsesi epävarmaksi, missä tilanteessa? Minkälaisia parannuksia pitäisi mielestäsi verkko-opetusympäristöön tehdä? Tuottiko jokin kohta tai tehtävä erityisiä ongelmia? Häiritsikö ääneenajattelu harjoituksen tekemistä, miksi?

Tyypillisessä käytettävyydestestissä testitehtävät määritellään ja esitetään kirjallisesti käyttäjän ymmärtämässä muodossa ennen testin suorittamista. Tässä testissä tehtävät olivat Moodlessa. Testitehtävistä tein mahdollisimman asiallisia, realistisia ja mahdollisimman hyvin käyttäjän arkielämässään suorittamia tehtäviä edustavia (Nielsen 1993: 185–186). Listasin mahdolliset testitehtävät ja valitsin lopuksi listatuista muutamaa sekä helppoja että keskivaikeita keskeisiä tehtäviä (Sinkkonen ym. 2002: 308). Testitehtävät valittiin ennen kaikkea siten, että ne olisivat käyttäjälleen tärkeitä usein toistuvia tehtäviä sekä sisältäisivät yleisimpien toimintojen käyttöä.









10 helmikuu - 16 helmikuu

### Tervetuloa grafiikan virtuaaliselle oppitunnille

Virtuaalisella oppitunnilla käsittelemme Photoshopin historiasivellintä ja -palettia, kuvagallerian tekemistä omasta opiskelijaryhmästä ja punasilmäisyyden poistoa sekä hampaiden valkaisu valokuvassa.

Lue ensin aineistotekstit oheisista alapuolella näkyvistä kohdista, tee sen jälkeen ?-merkillä varustetut monivalintakysymykset ja harjoitukset. Palauta lopuksi kyselylomake Moodle oppimisympäristön käytöstä ja käytettävyydestä.

Oppituntimme aiheet:  
 Historiapaletin ja historiasiveltimen käyttö  
 Ryhmän kuvagallerian kokoaminen  
 Punasilmäisyyden poisto, hampaiden valkaisu valokuvassa

-  Aloitusaika
-  1. Ryhmägalleriaan oma kuva
-  2. Historiasivellin
  - ? Työli
  - ? Tarkkuus
  - ? Alue
  - ? Ladonta
-  3. Historia-paletti
  - ? Historiapaletin toiminta
  - ? epälineaarinen historia
  - ? Pyyhekumi
-  4. Oman ryhmägallerian palautus
-  5. Punasilmäisyyden poisto, hampaiden valkaisu
  -  Punasilmäisysharjoituksen palautus
-  Lopetusaika

**Kuvio 15.** Näkymä Moodlesta grafiikan opintojakson käytettävyydesti aineistosta.

Ensimmäinen testitehtävä oli helppo perustehtävä eli aloitusajan syöttäminen, jolla testattiin Moodlen lyhyttehtävän palauttamisominaisuutta. Varsinainen ensimmäinen tehtävä oli oman kuvan palauttaminen Moodlen keskustelufoorumiin ja foorumin käyttämisen testaaminen. Testitehtävät 2 ja 3 olivat Moodlen monivalintaominaisuutta testaavia tehtäviä, jotka perustuivat annettuihin opiskeltaviin aineistoihin ja samalla testattiin myös aineistojen käsittelyä Moodlessa. Neljännessä tehtävässä palautettiin linkki ryhmägalleriaan, joka oli perustehtävän suorittamiseen liittyvä tehtävä. Viidennessä tehtävässä testattiin myös aineiston lukemisen onnistumista ja kuvatehtävän palauttamista Moodlen avulla. Viimeisenä tehtävänä oli lopetusajan antaminen (tehtävä-ominaisuus).

Seuraavassa tarkennan Moodlen testitehtävien sisältöä. Moodlen käytettävyydestin testitehtävissä käyttäjät tutustuivat PhotoShopin galleriaominaisuuteen, historiasiveltimen ja historiapaletin käyttöön sekä yhteen tapaan poistaa kuvasta punasilmäisyys ja valkaista hampaat (kuvio 15). Ensin käyttäjät veivät Moodlen tietokantaan käytettävyydestin aloitusajan. Ensimmäinen testitehtävä oli viedä Moodlen keskustelualueelle oma kuva, josta muut opiskelijat voivat poimia sen mukaan ryhmägalleriaan

tehtävässä 5. Opiskelijoilla oli aikaisemmasta harjoituksesta oma kuva tallennettuna jo verkkolevyllä. Historiasiveltimen ja historiapaletin käyttöön tutustuttuaan opiskelijat vastasivat historiasivellintä ja historiapalettia (testitehtävät 2 ja 3) koskeviin monivalintakysymyksiin. Tehtävässä 4 he palauttivat ryhmägallerian, johon he olivat koonneet kaikkien testissä mukana olleiden opiskelijoiden kuvat. Punasilmäisyyden poistoon ja hampaiden valkaisuun opiskelijat saivat Moodlen sovelluksesta aloituskuvat, jotka he muokkasivat PhotoShopissa annettujen ohjeiden mukaan ja palauttivat Moodlen tietokantaan (tehtävä 5). Lopuksi he kirjasivat lopetusajan Moodlen tietokantaan.

Käyttäjät, jotka kuvasivat ääneenajattelemalla harjoitusten suoritusta, olivat yli 25-vuotiaita naisia ja heillä kaikilla oli kokemusta tietokoneiden ja internetin käytöstä yli 10 vuotta. Kaikilla käyttäjillä oli aikaisempaa kokemusta Moodle tai WebCT -verkko-opetusympäristöistä. Kyseisen verkko-opiskelukerran suorittamiseen käyttäjät käyttivät aikaa 45–75 minuuttia. Ajankäyttöön vaikutti myös se, että kaikki käyttäjät eivät suorittaneet kaikkia annettuja harjoituksia.

Käyttäjät kokivat epäluonnollisena ja vaikeana ääneenajattelun, koska täytyi puhua ja tehdä harjoituksia samanaikaisesti. Yhtä käyttäjää häiritsi havainnoijan läsnäolo ja käyttäjä yritti tehdä harjoituksia normaalia nopeammin. Käyttäjät ymmärsivät annetut ohjeet (testitilanteessa annetun sanallisen palautteen mukaan) ja löysivät Moodlesta testitilanteessa tarvittavat toiminnot helposti ja ymmärsivät niiden käyttötavan annetun sanallisen palautteen mukaan. Virheitä käyttäjät pitivät lähinnä omina virheinään. Käyttäjien mielipiteet Moodlen käytöstä olivat erittäin positiiviset ja käytettävyyssongelmia ilmeni vähän.

Käytettävyydestä yksi käyttäjä toivoi verkkokeskustelun (Chat) käyttöä, jolloin saisi opastusta ja apua muilta opiskelijoilta ja opettajalta. Tämän opintojakson toteutuksessa käytimme yhteistoimintaan ja vuorovaikutukseen keskustelualuetta, jossa voi esittää kysymyksiä. Yksi käyttäjä toivoi ominaisuutta, josta näkisi kaikki Moodlen käyttäjät ja heihin voisi ottaa yhteyttä reaaliaikaisesti. Moodle-sovelluksessa näkee samalla opintojaksolla opiskelevat opiskelijat, mutta ei kaikkia Moodlen käyttäjiä. Käyttäjien oli vaikea muistaa harjoituksen yksityiskohtia, koska harjoitukset tehtiin Adobe PhotoShopissa ja ohjeet olivat Moodlella. Yksi käyttäjä hyödynsi multimedialuokan kahden näytön työasemaa ja hän näytti Moodlella olevat ohjeet toisella näytöllä ja teki PhotoShop-harjoitukset toisella näytöllä. Tehtävien palautustoiminnossa esiintyi käytettävyyssongelma. Kahdelle käyttäjälle Moodle antoi virheilmoituksen ”attachment too big or left blank” tiedoston palautuksen yhteydessä. Virheilmoitus on korjattu Moodlen suomenkielisessä versiossa muotoon ”Tiedostoa ei löytynyt, valitsitko varmasti oikein lähetettävän tiedoston?”. Käytössä on nykyisin suomenkielinen versio. Käyttäjät kritisoivat alkuperäisessä virheilmoituksessa esiintynyttä vaih-

toehtoisuutta. Yksi käyttäjä oletti virheilmoituksen perusteella, että liitetty kuvio on liian iso, vaikka virhe oli, että liitetiedostoa ei ollut lisätty liitettäväksi. Yksi käyttäjä yritti palata takaisin aikaisempaan näkymään selaimen Back -painikkeella ja hämmästyi, kun ruutuun ei ilmestynytäkään varsinainen perusnäkyvä vaan tietoa, jonka hän oli aikaisemmin palauttanut Moodleen. Back-painikkeen käyttö aiheutti ongelman navigoinnissa, sillä Moodlella ei suositella käytettävän selaimen Back-painiketta.

Käytettävyydestin jälkeen toteutetun haastattelun perusteella Moodle sopii erityisesti lähiopetuksen tukena käytettäväksi, koska se helpottaa materiaalin jakoa ja harjoitusten palauttamista. Käyttäjät arvioivat, että Moodle kannustaa tiedon prosessointiin, ja ohjausta saa tarvittaessa helposti. Toisaalta Moodle vaatii useamman toiminnon yhtäaikaisen hallitsemisen. Moodlen avulla opiskelija voi tehdä itsenäisesti opettajan antamia tehtäviä valitsemaan ajankohtana ja valitsemassaan paikassa. Keskustelualueiden kautta vuorovaikutustakin syntyy, jos opettaja antaa kiinnostavia ja motivoivia keskusteluaiheita ja tehtäviä tai opiskelijat kysyvät aktiivisesti. Erityisesti työssäkäyvät opiskelijat pitivät motivoivana sitä, kun harjoitukset voi tehdä itse valitsemaan ajankohtana.

Verkko-opettajakokemukseeni perustuen verkko-opiskelussa opiskelijat ottavat vastuun omasta oppimisestaan ja lukevat annetun materiaalin itsenäisesti ja selvittävät epäselvät asiat itse tai keskustelun alueen avulla sekä tekevät itsenäisesti annetut harjoitukset. Opiskelijapalautteen perusteella verkko-opetuksen ryhmätyöt vaativat opiskelijoilta enemmän organisointia kuin lähiopetuksen ryhmätyöt. Ryhmien muodostaminen ryhmätöitä varten ja ryhmätapaamiset nähtiin ongelmallisena verkossa. Opettaja voi valita ryhmän jäsenet, jolloin järjestäytymisongelmaa ei kohdata, mutta ryhmän jäsenet saattavat olla vieraampia toisilleen. Lähiopetuksen ryhmätöissä opiskelijan on mahdollista jättäytyä passiiviseksi osallistujaksi. Verkko-opetuksen ryhmätöissä vaaditaan kaikkien ryhmäläisten osallistumista.

Käytettävyysskyselyyn vastasivat kaikki käytettävyydestiin osallistuneet käyttäjät keväällä 2005. Käytettävyysskyselyn tulokset olivat positiivisia, koska vakaviksi arvioituja käytettävyyssongelmia ei löydetty. Taulukossa 14 esitän käytettävyysskyselyn tulokset vakavuusluokittain. Vakaviksi arvioituja käytettävyyssongelmia ei löydetty. Eniten merkittäviksi arvioituja käytettävyyssongelmia löydettiin *opastus ja ohjeistus* (8), *palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin* (7) sekä *tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen* (8) -arviointikriteerien avulla.

**Taulukko 14.** Moodlen käytettävyysskyselyn tulokset vakavuusluokittain käyttäjien arvioimina vuonna 2005.

Heuristiikka (väitteiden lkm) / vakavuusluokka	Moodle 2005				
	1	2	3	4	5
Palvelun tilan näkeminen	0	5	0	8	7
Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin	0	7	0	9	4
Käyttäjien hallinta ja vapaus	0	3	9	15	13
Johdonmukaisuus ja standardit	0	3	2	10	10
Virheiden estäminen	0	0	4	7	4
Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen	0	7	0	12	6
Käytön joustavuus ja tehokkuus	0	3	13	3	6
Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu	0	4	5	14	7
Virhetilanteiden käsittely	0	3	10	4	3
Opastus ja ohjeistus	0	8	5	3	4
<b>Yhteensä</b>	0	43	48	85	64

Taulukkoon 15 kokosin merkittäviksi käytettävyysoongelmiksi luokitellut käytettävyysongelmat, jotka vähintään kaksi arvioijaa arvioi merkittäviksi. Löydetyt käytettävyysongelmat eivät olleet kuitenkaan niin vakavia, että opetusympäristö olisi käytökelvoton. Ne häiritsevät kuitenkin opetusympäristön käyttöä ja hidastavat tai saattavat aiheuttaa epävarmuutta opetusympäristön käyttäjälle. Käyttäjät vastasivat käytettävyysskyselyssä osittain samansuuntaisesti kuin aikaisemmassa haastattelussa ja käytettävyydestistä saatujen tulosten mukaan.

**Taulukko 15.** Käytettävyydestin yhteydessä Moodlessa havaitut merkittäviksi arvioitua käytettävyyssongelmat.

Merkittävät käytettävyyssongelmat	RIKKOO HEURISTIIKKA
Käyttäjä ei näe mitä voi tehdä seuraavaksi.	palvelun tilan näkeminen
Oppimisympäristön sanasto ja lauserakenne ei ole selkeä.	palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin
Oppimisympäristön lausejärjestys ei ole selkeä.	palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin
Oppimisympäristön käsitteitä ei käytetä kuten tosielämässä.	palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin
Turhia hyppyjä ei voi estää oppimisympäristön asetuksilla	käyttäjän hallinta ja vapaus
Navigointireitti täytyy muistaa päästäkseen tietyille sivulle.	käyttäjän hallinta ja vapaus
Linkkejä, painikkeita, tunnisteita ja syötekenttiä ei käytetä yhtenäisesti.	johdonmukaisuus ja standardit
Linkkejä ja painikkeita ei ole käytetty tunnistettavasti.	tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen
Navigointipalkit ja painikkeet eivät ole tutuissa paikoissa.	tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen
Käyttäjän täytyy muistaa aikaisemmalla sivulla näkemänsä tietoa.	tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen
Yleisimmät toiminnot eivät ole aina käytettävissä.	käytön joustavuus ja tehokkuus
Tyhjää tilaa ei ole hyödynnetty selkeyttämään näkymää.	esteettinen ja minimalistinen suunnittelu
Ohjeistusta ei anneta automaattisesti	opastus ja ohjeistus
Ohjeet eivät ole aina saatavilla.	opastus ja ohjeistus
Ohjeet ja opastus eivät ole tilanne- tai sivukohtaista.	opastus ja ohjeistus
Ohjeet eivät ole helposti ymmärrettävissä ja toteutettavissa.	opastus ja ohjeistus

### 5.2.5 Heuristisen asiantuntija-arvioinnin tulokset

Asiantuntijaksi valmistuvat arvioivat Moodle -verkko-opetusympäristöä myös asiantuntija-arviointina Nielsenin heuristisen arvioinnin mukaisesti. Tässä hyödynnettiin HA-kyselyn yksittäisiä väitteitä. He arvioivat Moodle -verkko-opetusympäristöä sanallisesti käytettävyydestä -verkko-opintojakson loppuharjoituksena. Asiantuntija-arvioinnissa saatiin suhteellisen positiivisia arvioita Moodlen käytettävyydestä eli useimpien arvioijien mukaan Moodle on muutamaa käytettävyyssongelmaa lukuun ottamatta käytettävyydeltään onnistunut verkko-opetusympäristö. Merkittäviksi arvioituja käytettävyyssongelmia arvioijat löysivät *käyttäjän hallinta ja vapaus, virheiden estäminen ja virhetilanteiden käsittely* -arviointikriteerien väitteistä.

**Taulukko 16.** Heuristisen asiantuntija-arvioinnin tulokset.

Heuristiikka / vakavuusluokka	arvioija 1	arvioija 2	arvioija 3
Palvelun tilan näkeminen	5	4	5
Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin	5	3	5
Käyttäjien hallinta ja vapaus	2	4	5
Johdonmukaisuus ja standardit	3	4	5
Virheiden estäminen	5	3	2
muistaminen	5	3	5
Käytön joustavuus ja tehokkuus	5	4	5
Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu	5	3	5
Virhetilanteiden käsittely	2	3	3
Opastus ja ohjeistus	4	3	4

Back-painikkeen käyttäminen arvioitiin merkittäväksi käytettävyysongelmaksi (käyttäjän hallinta ja vapaus). Positiiviseksi ominaisuudeksi arvioitiin se, että harjoitusta palautettaessa voidaan virheellinen harjoitus korvata uudella vielä palautuksen jälkeen (jos opettaja on asetuksissa niin määritellyt). Arvioijat havaitsivat myös harjoituksen palautusongelman (virheiden estäminen). Jos liitettävää liitetiedostoa ei ole haettu mukaan, verkko-opetusympäristö antaa virheilmoituksen: ”Tiedostoa ei löytynyt, valitsitko varmasti lähetettävän tiedoston?”.

*Virhetilanteiden käsittely* -kriteerin avulla löydettiin vähiten käytettävyysongelmia asiantuntija-arvioinnissa. Tässäkin viitattiin kyseiseen virheiden estäminen arviointikriteerissä havaittuun virheeseen. *Opastus ja ohjeistus* -kriteerin avulla löydettiin kosmeettinen käytettävyysongelma: navigointipolun pieni kirjasinlaji. *Palvelun vastaavuus käyttäjien kontekstiin* -arviointikriteerin väitteissä arvioitiin ainoastaan kokemattoman käyttäjän kohtaavan käytettävyysongelmia opiskellessaan verkko-opetusympäristön toimintatapoja. Erikoistermistöä ei käytetä ja käyttäjän on vaivautonta ymmärtää verkko-opetusympäristön termistöä. Materiaalissa saattaa olla epäselviä ilmauksia, mutta itse verkko-opetusympäristössä ei erikoistermejä tai epäselviä ilmauksia ole käytetty. Mahdollisuus keskustelun alueen käyttöön ja kysymysten esitysmahdollisuus arvioitiin olevan Moodlen positiivinen ominaisuus.

*Johdonmukaisuus ja standardit* -arviointikriteerissä löydettiin pieni käytettävyysongelma tilanteissa, joissa viikkonäkymästä siirrytään tehtävään. Takaisin palattaessa päädytäänkin tehtävät -sivulle eikä viikkonäkymään. *Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen* -arviointikriteerin väitteiden avulla ei löydetty käytettävyysongelmia. Positiivisena ominaisuutena nähtiin verkko-opetusympäristön yläreunassa näkyvä navigointipolku, josta voi siirtyä opetusympäristön muihin toimintoihin nopeasti. Back-painikkeen käyttöohjeistuksen puuttuminen nähtiin käytettävyysongelmana. Käyttäjän täytyy tietää ja muistaa, että Back-painiketta ei suositella käytettäväksi.



*Käytön joustavuus ja tehokkuus* -kriteerin avulla ei löydetty vakaviksi tai merkittäviksi arvioituja käytettävyysoongelmia. Positiivinen ominaisuus oli se, että harjoitustiedoston voi ensin tehdä rauhassa valmiiksi omaksi tiedostokseen omalla tietokoneellaan ja sitten lähettää verkko-opetusympäristöön tarkastamista varten. *Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu* -kriteerin väitteiden avulla ei löytynyt vakaviksi tai merkittäviksi arvioituja käytettävyysoongelmia. Käyttöliittymässä käytetty oranssi väri häiritsevi yhtä arvioijaa ja opintojakson sisällössä arvioija suositteli käyttämään mahdollisimman lyhyitä tekstejä, joista voi olla sitten linkkejä tarkempiin tietoihin.

### 5.3 Käytettävyyden arviointimenetelmien testausten ja tulosten tarkastelua

Tämä kohta perustuu suunnittelututkimuksen evaluointiprosessiin (Hevner et al. 2004; Järvinen 2007). Arvioin tutkimuksen tuloksia eli miten hyvin HA-käytettävyysskysely tuo esiin käyttäjien kokemia ongelmia ja vastaako verkko-opetusympäristö sille asetettuja vaatimuksia tulosten perusteella.

Muodostamani käytettävyysskyselyt sisältävät Nielsenin heuristisen arvioinnin kymmenen ohjetta, joista käytän nimitystä arviointikriteerit. Käytettävyysskyselyllä verkko-opetusympäristöä voivat arvioida sekä käyttäjät että asiantuntijat, joten käyttäjien saaminen mukaan arviointiin laajentaa arvioijaskaalaa. Asiantuntijoiden suorittamassa heuristisessa arvioinnissa löydettiin samanlaisia käytettävyysoongelmia verkko-opetusympäristöistä kuin käytettävyysskyselyssä. Käytettävyysskysely on huomattavasti työlämpi ja kuluttaa enemmän resursseja (Doubleday et al. 1997). Käytettävyysskyselyssä löydetään erityisesti käyttäjää häiritsevät käytettävyysongelmat käyttöliittymän käytössä.

Taulukossa 17 on esitetty ongelmat, jotka vähintään yksi arvioija arvioi käytettävyysskyselyssä vakaviksi käytettävyysongelmiksi. WebCT:ssä löytyi yhteensä 16 ja Moodlesta 12 vakavaa käytettävyysongelmaa. Moodlesta ja WebCT:stä löytyi yhteensä viisi samaa käytettävyysongelmaa. Ne kohdistuivat taulukossa 17 tummennettuina esitettyihin arviointikriteereihin *käyttäjän hallinta ja vapaus* ja *virhetilanteiden käsittely* sekä *opastus ja ohjeistus*. Tästä taulukosta nähdään, että molemmista verkko-opetusympäristöistä löytyi uusien käytettävyysongelmien lisäksi myös samankaltaisia käytettävyysoongelmia käyttämällä uutta HA-käytettävyysskyselyä.

**Taulukko 17.** HA-käytettävyysselvityksessä vakaviksi arvioidut käytettävyysongelmat vuosina 2004 ja 2005.

<b>KÄYTETTÄVYYSONGELMA (WEBCT)</b>	<b>ARVIOINTIKRITEERI</b>
Oppimisympäristön käsitteitä ei käytetä kuten tosielämässä.	<i>palvelun tilan näkeminen</i>
<b>Navigoinnissa täytyy käyttää ns. turhia hyppyjä.</b>	<i>käyttäjän hallinta ja vapaus</i>
<b>Turhia hyppyjä ei voi estää oppimisympäristön asetuksilla.</b>	<i>käyttäjän hallinta ja vapaus</i>
<b>Virheellistä syötettä ei pysty muuttamaan lähettämisen jälkeen.</b>	<i>käyttäjän hallinta ja vapaus</i>
Nimiä, värejä ja muita tunnuksia ei ole käytetty yhtenäisesti.	<i>yhteneväisyys ja standardit</i>
Oppimisympäristö ei tarkista virheellistä syötettä.	<i>virheiden estäminen</i>
Käyttäjä ei saa ohjausta ongelmallisista syöteistä selkeästi ja nopeasti.	<i>virheiden estäminen</i>
Syöte- ja toimintotilanteissa ei ole saatavana opastusta.	<i>virheiden estäminen</i>
Tärkeimmät toiminnot eivät ole näkyvissä aina.	<i>tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen</i>
Käyttäjän täytyy muistaa aikaisemalla sivulla näkemäänsä tietoa.	<i>tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen</i>
Käyttäjä ei voi muokata omaa käyttöliittymänäkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveiden mukaiseksi.	<i>käytön joustavuus ja tehokkuus</i>
Huomio ei kiinnity tärkeimpiin elementteihin ensin.	<i>esteettinen ja minimalistinen suunnittelu</i>
Virheilmoitukset eivät ole ymmärrettäviä.	<i>virhetilanteiden käsittely</i>
<b>Virheilmoituksesta ei selviä mitä ja miksi tapahtui ja miten virhetilanne korjataan ja vältetään.</b>	<i>virhetilanteiden käsittely</i>
Korjaavat toimintaohjeet eivät ole selkeät.	<i>virhetilanteiden käsittely</i>
Ohjeistusta ei anneta automaattisesti	<i>opastus ja ohjeistus</i>
<b>KÄYTETTÄVYYSONGELMA (MOODLE)</b>	<b>RIKKOO HEURISTIIKKA</b>
Käyttäjä ei näe, onko syöte mennyt järjestelmään.	<i>palvelun tilan näkeminen</i>
Käyttäjä ei näe, mitä voi tehdä seuraavaksi.	<i>palvelun tilan näkeminen</i>
<b>Navigoinnissa täytyy käyttää ns. turhia hyppyjä.</b>	<i>käyttäjän hallinta ja vapaus</i>
<b>Turhia hyppyjä ei voi estää oppimisympäristön asetuksilla.</b>	<i>käyttäjän hallinta ja vapaus</i>
Tärkeimmille sivuille ei pääse nopeasti ja helposti	<i>käyttäjän hallinta ja vapaus</i>
<b>Virheellistä syötettä ei pysty muuttamaan lähettämisen jälkeen.</b>	<i>käyttäjän hallinta ja vapaus</i>
Yleisimmät toiminnot eivät ole aina käytettävissä.	<i>käytön joustavuus ja tehokkuus</i>
Palvelu ei näy selkeästi käyttäjälle.	<i>käytön joustavuus ja tehokkuus</i>
Dynaamisesti tuotettuja sivuja ei saada helposti ladattua uudestaan.	<i>käytön joustavuus ja tehokkuus</i>
Yksi elementti hallitsee koko käyttöliittymää ja sen navigointia.	<i>esteettinen ja minimalistinen suunnittelu</i>
<b>Virheilmoituksesta ei selviä mitä ja miksi tapahtui ja miten virhetilanne korjataan ja vältetään.</b>	<i>virhetilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen</i>
Ohjeistusta ei anneta automaattisesti	<i>opastus ja ohjeistus</i>

Taulukossa 18 esitän eri menetelmillä löydettyjä käytettävyysongelmia. Käytettävyydestin arvioinneista on tähän taulukkoon otettu merkittäviksi arvioidut käytettävyysongelmat (M), koska vakaviksi arvioituja käytettävyysongelmia (V) ei löytynyt. Opettajien suorittamassa käytettävyyssarvioinnissa löytyi kaksi vakavaa käytettävyysongelmaa, mutta vertailuaineiston kasvattamiseksi otin taulukkoon mukaan myös opettajien löytämät merkittäviksi arvioidut käytettävyysongelmat.

**Taulukko 18.** Eri menetelmillä löydetty samanlaiset käytettävyysongelmat.

Käytettävyysongelmat	Käytettävyyso- testi Moodle	Kysely WebCT	Kysely Moodle	Kysely Opettajat Moodle
Käyttäjä ei näe mitä voi tehdä seuraavaksi.	M		V	
Käyttäjä ei näe, onko syöte mennyt järjestelmään.			V	
Oppimisympäristön sanasto ja lauserakenne eivät ole selkeitä.	M			M
Oppimisympäristön lausejärjestys ei ole selkeä.	M			M
Oppimisympäristön käsitteitä ei käytetä kuten tosielämässä.	M	V		M
Turhia hyppyjä ei voi estää oppimisympäristön asetuksilla.	M	V	V	V
Navigoinnissa täytyy käyttää ns. turhia hyppyjä.		V	V	
Tärkeimmille sivuille ei pääse nopeasti ja helposti.			V	M
Virheellistä syötettä ei pysty muuttamaan lähettämisen jälkeen.		V	V	
Navigointipalkit ja painikkeet eivät ole tutuissa paikoissa.	M			V
Käyttäjä ei saa ohjausta ongelmallisista syöteistä riittävän selkeästi ja nopeasti.		V		M
Käyttäjän täytyy muistaa aikaisemmalla sivulla näkemäänsä tietoa.	M	V		M
Tärkeimmät yleisimmät toiminnot eivät ole näkyvissä aina.	M	V	V	
Käyttäjä ei voi muokata omaa käyttöliittymänäkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveiden mukaiseksi.		V		M
Yksi elementti hallitsee koko käyttöliittymää ja sen navigointia.			V	M
Virheilmoituksesta ei selviä mitä ja miksi tapahtui.		V	V	
Ohjeistusta ei anneta automaattisesti.	M	V	V	M
Ohjeet eivät ole helposti ymmärrettävissä ja toteutettavissa.	M			M

WebCT:stä ja Moodlesta käytettävyysongelmissa löydettyistä käytettävyysongelmista on mukana ainoastaan vakaviksi arvioidut käytettävyysongelmat. Eniten vakaviksi arvioituja käytettävyysongelmia löydettiin uudella HA-käytettävyysongelmissa. Taulukosta 18 voidaan todeta, että vakavimmat käytettävyysongelmat liittyivät verkko-opetusympäristöstä riippumatta navigointiin, virheellisen syötteen perumismahdollisuuteen, tärkeimpiin verkko-opetusympäristön toimintoihin, virheilmoituksiin ja ohjeistukseen. Myös heuristisella arvioinnilla löydetty käytettävyysongelmat kohdistuivat navigointiin, virheilmoituksiin, virheiden välttämiseen ja ohjeistukseen. Menetelmästä riippumatta löydettiin samantyyppisiä käytettävyysongelmia. Sattumanvaraisuutta ei ole havaittavissa merkittävästi. Käytettävyysongelmissa löydettiin vähiten vakaviksi arvioituja käytettävyysongelmia. Myös heuristisella asiantuntija-arvioinnilla löydettiin suhteellisen vähän vakavia käytettävyysongelmia.

## 6 TOIMINNAN TARKISTUSLISTAN SOVELTAMINEN KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTIIN

Tässä luvussa kuvaan toiminnan teoriaan pohjautuvan HA&TT-käytettävyysskyselyn käyttäjä- ja kontekstipainotteisen arviointikriteeristön toteutusta ja tuloksia. Kohdassa 4.2. kuvasin tämän käytettävyysskyselyn suunnittelua. Kohdassa 6.1. käsittelem käytettävyysskyselyn toteutusta ja kohdassa 6.2. käytettävyysskyselyn tuloksia. Toteutus perustuu toiminnan tarkistuslistan eri osa-alueisiin, joita vertasin ja yhdistelin heuristisen arvioinnin muistilistan arviointikriteereihin. Kohdassa 4.2. esitin arviointikriteerien väitteiden rakentamisen askeleineen.

### 6.1 HA&TT-käytettävyysskyselyn toteutus

HA&TT-käytettävyysskysely (kohta 4.2.) on toteutettu pääasiassa samalla tavalla kuin ensimmäinen HA-käytettävyysskysely (kohta 4.1 ja 5.). HA&TT-käytettävyysskyselyn testaaminen ja verkko-opetusympäristön käytettävyyden arvioiminen toteutettiin laatujohtamisen opintojaksolla vuonna 2006. Käytettävyysskyselyä testasivat laatujohtamisen opintojakson opiskelijat WebCT ja Moodle -ympäristöissä. Arviointimenetelmän testaajat ja käytettävyyden arvioijat olivat Vaasan ammattikorkeakoulun tietojenkäsittelyn koulutusohjelman korkeakouluopiskelijoita. WebCT:ssä arviointimenetelmää testasivat Vaasan ammattikorkeakoulun tietojenkäsittelyn koulutusohjelman opiskelijat, ja Moodlessa muiden koulutusohjelmien opiskelijat, joista enemmistö oli tietotekniikan insinööriopiskelijoita. Tällä opintojaksolla oli mukana myös muiden ammattikorkeakoulujen (Virtuaaliammattikorkeakoulu) opiskelijoita. Kyselyn alkuun sijoitetussa ohjeistuksessa mainittiin, että käytettävyyssarvioinnin kohteena oli verkko-opetusympäristö, ei verkko-opetusympäristöön sisältyvä opintomateriaali. Sisällön ja verkko-opetusympäristön erottaminen toisistaan saattoi tuottaa arvioijille vaikeuksia.

Kyselyn vastausinnokkuutta lisättiin bonusjärjestelmällä. Opiskelijat saivat lisäpisteitä vastaamisestaan kyselyyn, ja rajatapauksessa saivat paremman arvosanan. WebCT:n 35 opiskelijasta tähän kyselyyn vastasi 19 opiskelijaa eli noin 54 %. Moodlea käyttäneistä kymmenestä opiskelijasta vastasi kuusi eli 60 %. Opiskelijoiksi laskettiin jokainen, joka on palauttanut vähintään ensimmäisen opintojakson harjoituksen.

## 6.2 HA&TT-käytettävyysskyselyllä saadut tulokset

Toiminnan teoria -pohjaisen HA&TT-käytettävyysskyselyn tuloksena löydettyjen käytettävyyssongelmien vakavuusluokan arviointi perustuu asteikkoon 1–5, jossa arvo yksi tarkoittaa vakavaa käytettävyyssongelmaa, kaksi merkittävää käytettävyyssongelmaa, kolme pientä käytettävyyssongelmaa tai käyttäjä ei osaa sanoa onko kysymyksessä käytettävyyssongelma, neljä kosmeettista käytettävyyssongelmaa ja viisi ei käytettävyyssongelmaa (taulukko 19).

HA&TT-kyselyllä Moodlea arvioi kuusi opiskelijaa, joista viisi oli naisia ja yksi mies. Iältään nuorin oli 24-vuotias ja vanhin 39-vuotias. Neljä heistä oli käyttänyt Moodlea alle kaksi vuotta ja kaksi 2–4 vuotta. Tällä verkko-opintojaksolla viisi heistä oli käyttänyt aikaa verkko-opiskeluun viikoittain 4–6 tuntia ja yksi alle kaksi tuntia. HA&TT-kyselyllä WebCT:tä arvioi 19 opiskelijaa, joista viisi oli naisia ja 14 miestä. Iältään nuorin oli 21-vuotias ja vanhin 49-vuotias. 15 heistä oli käyttänyt WebCT:tä alle kaksi vuotta ja neljä 2–4 vuotta. Tällä verkko-opintojaksolla yksi opiskelija oli käyttänyt aikaa verkko-opiskeluun viikoittain yli 6 tuntia, kolme 4–6 tuntia, yhdeksän 2–4 h ja kuusi alle kaksi tuntia. Käyttökokemuksella ei ollut merkittävää vaikutusta käytettävyyssongelmien löytämiseen, koska kaikki olivat käyttäneet aikaisemmin Moodlea tai WebCT:tä. Toisaalta kokenut käyttäjä on tottunut ”ongelmiin” eikä pidä enää niitä käytettävyyssongelmina vaan verkko-opetusympäristön ominaisuuksina.

**Taulukko 19.** HA&TT-käytettävyyssarviointin prosentuaaliset osuudet vakavuusluokittain vuonna 2006.

heuristiikka / vakavuusluokka	WebCT						Moodle					
	n	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	n
Käyttäjät, teknologia ja päämäärä	114	1 %	4 %	31 %	59 %	6 %	0 %	10 %	13 %	37 %	40 %	30
Ympäristö	207	0 %	8 %	28 %	48 %	16 %	0 %	8 %	13 %	34 %	45 %	53
Oppiminen	171	1 %	7 %	27 %	50 %	15 %	2 %	2 %	18 %	36 %	42 %	45
Kehitys	74	0 %	1 %	16 %	51 %	31 %	0 %	5 %	20 %	20 %	55 %	20
Yhteensä	566	1 %	6 %	27 %	51 %	16 %	1 %	6 %	16 %	33 %	45 %	148

Taulukossa 19 olen luokittanut WebCT:n ja Moodlen käytettävyyssarviointeja prosentuaalisesti vakavuusluokittain. WebCT:ssä vakaviksi arvioituja käytettävyyssongelmia löydettiin kriteereiden *käyttäjät, teknologia ja päämäärä* sekä *ympäristö ja oppiminen* -kriteereiden väitteistä. Moodlea vakaviksi arvioitu käytettävyyssongelma löydettiin *oppiminen*-kriteerin väitteestä. WebCT:ssä oli vakaviksi tai merkittäviksi arvioituja käytettävyyssongelmia yhteensä 37 eli 0,5 % ja Moodlea 10 eli 0,7 % kaikista arvioista.

Taulukossa 20 on esitetty WebCT ja Moodle verkko-opetusympäristössä uudella HA&TT -käytettävyysskyselyllä havaitut vakavat käytettävyyssongelmat. WebCT:n rakennetta, näkymää ja turhaa muistamista pidettiin vakavina käytettävyyssongelmina.

Nämä käytettävyysongelmat rikkoivat yhteensä kuutta Nielsenin heuristiikkaa. Moodlen vakavaksi arvioitu käytettävyysongelma oli vaikeus oppia (sisäistää) Moodlen käyttäminen, tämän käytettävyysongelman voi nähdä rikkovan kaikkia ensimmäisen käytettävyykselyn arviointikriteereitä (Nielsenin heuristiikkoja) jollakin tavoin.

**Taulukko 20.** HA&TT-käytettävyykselyllä löydetty vakaviksi arvioidut käytettävyysongelmat.

KÄYTETTÄVYYTEEN VAIKUTTAVA TEKIJÄ (WEBCT)	RIKKOO OHJETTA
WebCT:n rakenne ei ole selkeää ja looginen.	Käyttäjät, teknologia ja päämäärä
Käyttäjä ei voi itse vaikuttaa WebCT näkymään.	Ympäristö
WebCT vaatii käyttäjää muistamaan edellisen ikkunan asioita ruudulta toiselle siirryttäessä.	Oppiminen
KÄYTETTÄVYYTEEN VAIKUTTAVA TEKIJÄ (MOODLE)	RIKKOO OHJETTA
Moodle käytön sisäistäminen ei onnistu ilman ponnisteluja.	Oppiminen

WebCT:stä arvioijat löysivät merkittäviksi arvioituja käytettävyysongelmia kaikista arviointikriteereistä. Merkittäviksi arvioituja käytettävyysongelmia on yhteensä 15. Merkittäviksi käytettävyysongelmiiksi arvioitiin WebCT:ssä:

- navigoinnissa tarvittavat turhat hyppyt
- kuvakkeet, painikkeet ja linkit eivät ole havainnollisia
- verkko-opetusympäristön käyttöä joutuu opiskelemaan tarpeettomasti
- arvioijat kohtasivat teknisiä ongelmia
- WebCT:n ohjeet eivät olleet ymmärrettäviä
- verkko-opetusympäristö ei tue eikä ohjaa kaikissa toiminnoissa
- verkko-opetusympäristön käytössä on rajoituksia
- käyttäjä ei voi itse vaikuttaa WebCT -näkyvänsä
- virheilmoitukset eivät ole selkeitä
- dokumenttien liittämisen on vaikeuksia
- WebCT ei auta löytämään ratkaisua ongelmatilanteessa
- WebCT:n ominaispiirteet ja käsitteistö eivät ole yhdenmukaiset käyttöympäristön kanssa
- käyttäjä ei tiedä sijaintiaan WebCT:ssä ja toimiiko WebCT
- WebCT ei opasta käyttäjää
- asenne ei ole tullut positiivisemmaksi WebCT:tä kohtaan.

Moodlen käytössä merkittäviksi käytettävyysongelmiiksi arvioitiin seuraavat kahdeksan ongelma-alueita:

- Moodlen navigointiin tarvitaan turhia hyppyjä
- Moodle ei tue ja ohjaa kaikissa toiminnoissa
- tarvittavia toimintoja ei löydy helposti
- opetusympäristön rakenne ei ole selkeää ja looginen
- Moodlessa on teknisiä ongelmia
- käyttäjä ei voi vaikuttaa Moodlen näkymään

- Moodle vaatii turhaa muistamista ruudulta toiselle siirryttäessä
- Moodlen käytön oppiminen ei ole nopeaa ja vaivatonta.

Taulukkoon 21 kokosin käytettävyyssarvioinnin tuloksia. WebCT -arviointien mediaani on lähes kaikissa kriteereissä neljä tai viisi. Arviointien keskihajonta eli havaintoarvojen keskimääräinen poikkeama keskiarvosta on välillä 0,7–1,0. Suurimmat keskihajonnat olivat Moodlen käytössä (1,0) kriteerin *käyttäjät, teknologia ja päämäärä ja kehitys* ja pienimmät (0,9) kriteerin *ympäristö ja oppiminen* väitteissä. WebCT:n pienin keskihajonta (0,5) oli *kehitys* -kriteerissä ja suurin (0,9) *oppiminen* -kriteerissä. Mitä pienempi on keskihajonta, sitä tiiviimmin havaintoaineisto on keskittynyt keskiarvon ympärille. Moodi (useimmiten esiintyvä arvo) on kaikissa kriteereissä ollut neljä tai viisi. Pienin annettu arvio on ollut yksi ja suurin viisi sekä WebCT:ssä että Moodlella.

**Taulukko 21.** HA&TT-käytettävyysselvityksen tulokset.

	Moodle 2006								WebCT2006							
	mediaani	moodi	keski-arvo	keski-rajonta	alajakvantiili	ylajakvantiili	min	max	mediaani	moodi	keski-arvo	keski-rajonta	alajakvantiili	ylajakvantiili	min	max
Arviointikriteeri																
Käyttäjät, teknologia ja päämäärä	4	5	4,1	1,0	4,0	5,0	2	5	4	4	3,7	0,6	3,0	4,0	1	5
Ympäristö	4	5	4,2	0,9	4,0	5,0	2	5	4	4	3,7	0,7	4,0	4,0	1	5
Oppiminen	4	5	4,1	0,9	4,0	5,0	1	5	4	4	3,7	0,9	3,0	4,0	1	5
Kehitys	5	5	4,3	1,0	3,8	5,0	2	5	4	4	4,1	0,5	4,0	5,0	2	5

WebCT:ssä *kehitys* -kriteerin väitettä arvioitiin pienimmällä arvolla kaksi, muissa kriteereissä esiintyi myös arvo yksi. Moodlella pienin arvo yksi oli kriteerissä *oppiminen* ja muissa pienin arvo oli kaksi. Kvartiilivälit ovat olleet yli kolme kaikissa kriteereissä eli käyttäjät ovat suhteellisen tyytyväisiä käytettävyyteen.

### 6.3 HA&TT-käytettävyysselvityksen tulosten arviointia ja vertailua muihin menetelmiin

Tässä kohdassa arvioin tutkimuksen tuloksia eli minkälaisia käytettävyyssongelmia HA&TT-käytettävyysselvitys tuo esiin ja onko verkko-opetusympäristö käyttäjien odotusten mukainen kyselyn tulosten perusteella. HA&TT-käytettävyysselvityksessä löytyi vakavaksi tai merkittäväksi arvioitu käytettävyyssongelma jokaisen arviointikriteerin osa-alueelta Moodlella ja WebCT:ssä. Moodlella löytyi yksi vakavaksi ja kahdeksan merkittäväksi arvioitua käytettävyyssongelmaa ja WebCT:ssä kolme vakavaksi ja 15 merkittäväksi arvioitua käytettävyyssongelmaa.

WebCT:ssä käytettävyyssongelmaksi arvioitiin WebCT:n rakenne, joka ei ole selkeä ja looginen. HA&TT-kyselyssä Moodlesta löytyi vakavia käytettävyyssongelmia

Moodlen käyttämisen sisäistäminen ja Moodlen käyttämisen oppiminen (*oppiminen*) -kriteerien avulla.

Seuraavassa vertaan eri menetelmillä saatuja tuloksia, vaikka ne eivät täysin vertailukelpoisia olekaan. Vertailua perustelen sillä, että tavoitefunktio (käytettävyysongelmien löytäminen) on kuitenkin sama. HA-käytettävyysskyselyn avulla löydettiin WebCT:stä 15 (31 prosenttia / 49 käytettävyysongelmaa) ja Moodlesta 21 (42 prosenttia) vakaviksi arvioitua käytettävyysongelmaa. HA&TT-käytettävyysskyselyn avulla löydettiin WebCT:stä käyttäjän ja kontekstin kannalta vakaviksi ja merkittäviksi arvioitua käytettävyysongelmia yhteensä 17 (57 prosenttia / 30 käytettävyysongelmaa) ja vastaavasti Moodlesta yhdeksän vakavaa tai merkittävää käytettävyysongelmaa (30 prosenttia). Näitä ei voi kuitenkaan määrällisesti suoraan verrata, koska väitteiden sisältö on osittain erilainen ja väitteiden lukumäärä poikkeaa toisistaan. Uuden HA&TT-käytettävyysskyselyn avulla löydettiin kaikkia Nielsenin heuristiikkoja koskevia käytettävyysongelmia.

HA&TT-käytettävyysskyselyllä löydettiin samoja käytettävyysongelmia kuin HA-käytettävyysskyselyllä, käytettävyysskyselyllä sekä asiantuntija-arvioinnilla. HA&TT-käytettävyysskyselyllä saatiin esiin enemmän käyttäjä- ja kontekstipainotteisia käytettävyysongelmia. Yhteenvetona esitän vielä sekä HA- että HA&TT-käytettävyysskyselyillä löydetty samantyyppiset vakavat käytettävyysongelmat Moodlesta ja WebCT:ssä:

- verkko-opetusympäristöstä eivät löydy helposti tarvittavat toiminnot / toiminnot eivät ole näkyvissä aina
- navigointi verkko-opetusympäristössä ei onnistu ilman turhia hyppyjä
- käyttäjä ei voi vaikuttaa itse omaan verkko-opetusympäristön näkymään
- verkko-opetusympäristön antamat virheilmoitukset eivät ole selkeitä
- verkko-opetusympäristö ei opasta käyttäjää automaattisesti
- verkko-opetusympäristön ohjeet eivät ole helposti ymmärrettäviä
- verkko-opetusympäristö vaatii muistamista ruudulta toiselle siirryttäessä.

HA&TT-käytettävyysskyselyllä löydettiin seuraavat käyttäjä- ja kontekstipainotteiset vakaviksi ja merkittäviksi arvioidut käytettävyysongelmat:

- verkko-opetusympäristö ei ohjaa käyttäjää kaikissa käyttäjän käyttämässä toiminnoissa
- verkko-opetusympäristön käytössä on rajoituksia
- ominaispiirteet ja käsitteistö eivät ole yhdenmukaiset käyttöympäristön kanssa
- kuvakkeet, painikkeet ja linkit eivät ole havainnollisia
- verkko-opetusympäristössä on teknisiä ongelmia
- dokumenttien liittäminen ei onnistu vaikeuksitta



- verkko-opetusympäristön käytön sisäistäminen ei onnistu ilman ponnisteluja
- verkko-opetusympäristö ei auta välttämään tarpeetonta oppimista
- Käyttäjän asenne ei ole tullut positiivisemmaksi verkko-opetusympäristöä kohtaan verkko-opiskelun aikana
- verkko-opetusympäristön oppiminen on hidasta ja vaativaa.

Taulukossa 22 olen verrannut Keinosen (1998: 26) valitsemia käytettävyyden arviointiohjeistoja tässä tutkimuksessa käytettyihin arviointikriteereihin. Keinosen arvioinnista poiketen, mielestäni Nielsenin heuristisessa arvioinnissa huomioidaan myös hallittavuus ja siksi valitsin sen ”parhaaksi haastajaksi” kehittämilleni käytettävyyden arviointimenetelmille.

Nielsenin heuristinen arviointi sisältää palvelun tilaa, käyttäjän sijaintia ja käyttäjän navigointia koskevia kriteereitä. Uudet käytettävyyškyselyt sisältävät myös hallittavuutta koskevia arviointikriteereitä. Navigointiin, käyttäjän sijaintiin ja verkko-opetusympäristön toimintaan liittyviä väitteitä ovat esimerkiksi seuraavat: verkko-opetusympäristön rakenne on selkeä ja looginen, käyttäjän tietää sijaintinsa ja verkko-opetusympäristön toimintavalmiuden, navigointi onnistuu ilman turhia hyppyjä, verkko-opetusympäristö muistaa, mitkä harjoitukset käyttäjä on jo tehnyt. Myös johdonmukaisuus esiintyy HA- ja HA&TT-käytettävyyškyselyssä. Johdonmukaisuudella (consistency) Keinonen tarkoittaa käyttöliittymän noudattamaa yhdenmukaisuuden periaatetta. Uusissa menetelmissä johdonmukaisuus huomioidaan esimerkiksi väitteissä: käsitteitä, sanastoa ja toimintoja käytetään yhdenmukaisesti sekä ominaispiirteet ja käsitteistö vastaavat käyttöympäristöä.

Tehtävään sopivuus huomioidaan väittämissä: verkko-opetusympäristön rakenne on selkeä ja looginen ja verkko-opetusympäristöstä löytyi helposti tarvittavat toiminnot. Joustavuutta arvioidaan esimerkiksi väittämissä, jonka mukaan käyttäjä voi itse vaikuttaa omaan näkymäänsä. Opastukseen otetaan kantaa myös molemmissa uusissa menetelmissä, esimerkiksi väittämissä verkko-opetusympäristö tukee ja ohjaa kaikissa käyttämissäni toiminnoissa. Sopivalla esitystavalla Keinonen tarkoittaa, että käyttäjä saa kaikissa tilanteissa selkeän tiedon siitä, mitä toimintaa on tapahtumassa. Tähän uusissa menetelmissä viitataan esimerkiksi väittämissä: käyttäjä tietää sijaintinsa verkko-opetusympäristössä ja toimiiko verkko-opetusympäristö.

**Taulukko 22.** Ohjeistuslistojen ja käytettävyysskyselyjen vertailua (Keinonen 1998: 26).

<b>Lähde</b>	<b>Johdonmukaisuus</b>	<b>Hallittavuus</b>	<b>Sopiva esitystapa</b>	<b>Virheiden sieto</b>	<b>Muistettavien asioiden määrä</b>	<b>Tehtävään sopivuus</b>	<b>Joustavuus</b>	<b>Opastus</b>
Eight golden rules of dialogue design (Shneiderman 1998: 74-76)	x	x	x	x	x		x	
Human interactive guidelines (Apple Computer 1987)	x	x	x	x	x			
Seven principles that make difficult task easy (Norman 1988)	x		x	x	x	x	x	
Design for successful guessing (Polson & Lewis 1990)			x	x		x		
Usability heuristics (Nielsen 1994b)	x		x	x	x	x	x	x
Evaluation checklist for software inspection (Ravden & Johnson 1989)	x	x	x	x		x	x	x
ISO 9241-10 Dialogue principles (1996)	x	x	x	x		x	x	
Software usability model (Holcomb & Tharp 1991)	x		x	x	x	x		x
Nielsenin heuristiseen arviointiin perustuva käytettävyysskysely	x	x	x	x	x	x	x	x
Toiminnan teoria -pohjainen käytettävyysskysely	x	x	x	x	x	x	x	x

Taulukossa 23 vertailen ”parasta haastajaa” ja uutta menetelmää March & Smithin (1995) esittämällä metodia koskevilla arviointikriteereillä. Vertailukriteereinä on käytetty operationaalisuutta (metodin kyky suorittaa tehtävä tai ihmisen kyky tehokkaasti käyttää algoritmista metodia), tehokkuutta, yleisyyttä ja helppokäyttöisyyttä. HA&TT-käytettävyysskyselyn avulla löydetään myös käyttäjiä haittaavia käytettävyyssongelmia ja Nielsenin heuristisella arvioinnilla asiantuntijoita haittaavia käytettävyyssongelmia. Arviointikohteena HA&TT-käytettävyysskyselyssä on verkko-

opetusympäristöt ja heuristisessa arvioinnissa www-sivustot. Kyselyn resursseja ovat käyttäjät, tutkija ja www-kysely sekä heuristisessa arvioinnissa asiantuntijat, tutkija ja muistilista. Molemmissa menetelmissä arvioinnin toteuttaminen on suhteellisen yksinkertaista, mutta kyselyssä vastausten puuttuminen voi vaikeuttaa tutkimuksen toteuttamista. (Järvinen & Järvinen 2004: 120; March & Smith 1995.)

**Taulukko 23.** HA&TT-käytettävyysskyselyn ja ”parhaan haastajan” vertailu.

	<b>Toiminnan teoriapohjainen käytettävyysskysely</b>	<b>Nielsenin heuristinen arviointi (Nielsen 1994)</b>
<b>Operationaalisuus</b>	Käyttäjä kykenee käyttämään tehokkaasti arviointimenetelmää ja suorittamaan kyselyyn vastaamalla käytettävyyden arviointitehtävän	Käytettävyyden asiantuntija kykenee käyttämään tehokkaasti arviointimenetelmää ja suorittamaan käytettävyyden arvioinnin ja tulosten tulkinnan.
<b>Tehokkuus</b>	Nopea arviointien keruu. Löydetään vakavimmat käytettävyyssongelmat suhteutettuna käytettyihin resursseihin (mm. aika, käyttäjien lkm)	Nopea arviointien keruu. Löydetään vakavimmat käytettävyyssongelmat suhteutettuna käytettyihin resursseihin (aika, asiantuntijoiden lkm)
<b>Yleisyys / Kattavuus</b>	Löydetään käyttäjiä haittaavat käytettävyyssongelmat	Löydetään asiantuntijoita haittaavat käytettävyyssongelmat
<b>Helppokäyttöisyys</b>	Kysely on helposti toteutettavissa ja käyttäjän osallistuminen on yksinkertaista www-lomakkeella.	Asiantuntijat tuntevat menetelmän ja menetelmän käyttäminen on helppoa muistilistatyyppisesti.
<b>Sovellusalue</b>	verkko-opetusympäristö (www-sivustot)	www-sivustot
<b>Tarvittavat resurssit</b>	käyttäjät, tutkija, www-kysely	asiantuntijat, tutkija, muistilista
<b>Liikkeelle panevat ja estävät mekanismit</b>	Tutkija lähettää kyselyn sähköisesti, käyttäjien vastaamattomuus saattaa vaikeuttaa tulosten saantia.	Asiantuntija toteuttaa asiantuntija-arvioinnin ja osallistuu muiden asiantuntijoiden kanssa vakavuusluokituksen määrittelyyn.

Tässä tutkimuksessa *käytettävyydestin* osallistujat löysivät samoja käytettävyyssongelmia kuin vuosien 2004–2006 kyselytutkimuksissa. Käytettävyysskyselyjen tulosten mukaan käytettävyyssongelmiksi arvioitiin turhat hyppy, joita ei asetuksilla voi estää, ja ohjeistuksen, jota ei saada automaattisesti. Käytettävyyssongelmaksi koettiin myös käyttäjän kuormittaminen turhalla muistamisella. Lisäksi käytettävyysskyselyjen perusteella käytettävyyssongelmia löydettiin käyttäjän tilan näkemisessä, verkko-opetusympäristön vastaavuudessa käyttäjän kontekstiin, navigoinnissa, ohjeisiin ja opastukseen liittyvissä asioissa.

Seuraavassa pyrin tuomaan esille HA- että HA&TT käytettävyysskyselyn eroja. HA-käytettävyysskyselyä käyttäneet arvioijat löysivät vuosina 2004 ja 2005 Moodlesta 12 vakavaa ongelmaa, joka on 24,5 prosenttia kaikista tässä kyselyssä tutkituista käytettävyyssongelmista. Merkittäviksi arvioituja käytettävyyssongelmia oli 32 eli 65 prosenttia kaikista tässä tutkimuksessa tutkituista. Käytettävyysskyselyssä Moodlea vuonna 2005 testanneet käyttäjät eivät löytäneet vakaviksi arvioituja käytettävyyssongelmia.

Moodlesta löytyi yhteensä 33 merkittävää käytettävyysoongelmaa kyselyissä vuosina 2004 ja 2005, joka on 67 prosenttia tutkituista käytettävyysongelmista.

WebCT:ssä löytyi vuosina 2004 ja 2005 16 vakavaa käytettävyysoongelmaa, joka on 32,7 prosenttia kaikista tutkituista käytettävyysongelmista. Määrällisesti WebCT:stä löytyi hieman enemmän vakaviksi arvioituja käytettävyysoongelmia kuin Moodlesta samaa arviointimenetelmää käyttämällä. Käytettävyysskyselyt soveltuivat hyvin molempien verkko-opetusympäristöjen arviointiin.

Moodlea HA-kyselyllä arvioineet opettajat löysivät 2 vakavaa ja 13 merkittävää käytettävyysoongelmaa. Vakavien käytettävyysongelmien määrä oli neljä prosenttia ja merkittävien 27 prosenttia tässä tutkimuksessa tutkituista käytettävyysongelmista. Käytettävyysskyselyn kohderyhmän vaikutus näkyi siten, että opettajat löysivät yhden vakavan ja yhden merkittävän käytettävyysongelman, joita opiskelijoiden kohderyhmässä ei löydetty. Opettajien arvioiden mukaan turhat hyvyt voidaan estää verkko-opetusympäristön asetuksilla ja opiskelija-arvioissa turhat hyvyt oli arvioitu käytettävyysongelmaksi.

HA&TT-käytettävyysskyselyssä arvioijat löysivät Moodlesta yhden vakavan käytettävyysongelman ja WebCT:stä kolme vakavaa käytettävyysoongelmaa vuonna 2006. Prosentuaalisesti Moodlesta löytynyt käytettävyysoongelma oli kolme prosenttia ja WebCT:stä löytyneet kymmenen prosenttia kaikista tutkituista käytettävyysongelmiksi arvioiduista tapauksista. Moodlesta löytyi kahdeksan (27 %) ja WebCT:stä 15 (50 %) merkittävää käytettävyysoongelmaa.

Molemmilla käytettävyysskyselyillä löytyneet käytettävyysongelmat liittyivät navigointiin, toimintoihin, näkymään, virheilmoituksiin, ohjeistukseen ja opastukseen sekä muistamiseen. HA&TT-käytettävyysskyselyllä löydettiin lisäksi käytettävyysoongelmia, jotka liittyivät käyttäjän ohjaamiseen verkko-opetusympäristössä, käyttäjän käyttö- ja toimintatapoihin, verkko-opetusympäristön käytön opiskeluun ja sisäistämiseen sekä käyttäjän omaan asenteeseen. HA&TT-menetelmällä löydetyt vakaviksi ja merkittäviksi arvioidut käytettävyysongelmat sisälsivät käyttäjään ja kontekstiin liittyviä ongelmia: käyttäjän ohjaamiseen verkko-opetusympäristössä, käyttäjän käyttö- ja toimintatapoihin, verkko-opetusympäristön käytön opiskeluun ja sisäistämiseen sekä verkko-opetusympäristön vaikutuksiin käyttäjään. HA-käytettävyysskyselyllä löydetyt käytettävyysongelmat sisälsivät verkko-opetusympäristön rakenteellisia ongelmia (mm. näkymät, painikkeet), navigointiin, virheilmoituksiin ja ohjeistukseen liittyviä ongelmia (taulukko 18). HA&TT-käytettävyysskyselyllä löydettiin samoja käytettävyysoongelmia kuin HA-käytettävyysskyselylläkin.

**Taulukko 24.** Tutkimuksessa käytettyjen arviointimenetelmien heikkouksia ja vahvuuksia.

	<i>Nielsenin heuristinen arviointi</i>	<i>Käyttäjien suorittama käytettävyystesti</i>	<i>Nielsenin heuristiseen arviointiin perustuva käytettävyyskysely</i>	<i>Toiminnan teoriapohjainen käytettävyyskysely</i>
<b>HEIKKOUEDET</b>				
käyttäjien näkökulma puuttuu arvioijia vaikea löytää	x			
käyttäjän ongelmia ei löydetä ei sovellu kaikkien tuotteiden arviointiin	x			
raskas menetelmä		x		
vaatii tarkan suunnittelun	x	x		
laboratorio-olosuhteet eivät vastaa todellista käyttöympäristöä		x		
käyttäjät eivät vastaa kyselyyn tulosten analysointi työlästä	x	x		
<b>VAHVUUDET</b>				
kustannustehokkuus	x	x	x	x
nopeus	x		x	x
soveltuvuus tuoteen eri kehitysvaiheisiin	x	x	x	x
muutama asiantuntija riittää arviointiin	x			
aikaa ei kulu testikäyttäjien rekrytointiin	x			
arviointi voidaan tehdä todellisessa käyttöympäristössä	x	x	x	
objektiivisuus	x	x	x	x
käyttäjän näkökulma esiin arvioinnin tekijän mielipiteet eivät vaikuta		x	x	x
löydetään paljon käytettävyysongelmia	x	x	x	x
löydetään kriittisimmät käytettävyysongelmat	x	x	x	x
käyttäjä ja konteksti huomioidaan erityisesti				x

Taulukkoon 24 kokosin tutkimuksessa käytettyjen menetelmien heikkouksia ja vahvuuksia. Uudet menetelmät ovat kyselymuotoisena helppokäyttöisempiä kuin vertailussa olevat heuristinen asiantuntija-arviointi ja käytettävyystesti. Uusien menetelmien ongelmana on käyttäjien mahdollinen haluttomuus vastata kyselyyn (arviointien määrä). Tulosten analysointi vie aikaa kaikkien menetelmien käytössä. Kyselymenetelmissä on kuitenkin mahdollista automatisoida arviointien keruu ja jossain määrin

myös analysointi tietokantapohjaisella ratkaisulla. Kustannustehokkuus, nopeus, helppokäyttöisyys ja menetelmän soveltuvuus erilaisiin tilanteisiin ovat myös uusien menetelmien vahvuuksia.

HA-käytettävyysskysely soveltuu tulosten mukaan hyvin käytettävyyden arviointiin, kun arviointikriteeristön väitteet on muotoiltu käyttäjän kielellä. Arvioijat löysivät enemmän ja erilaisia käytettävyyssongelmia arvioidessaan verkko-opetusympäristöä uudella käytettävyysskyselyllä. Moniin valmiisiin arviointilomakkeisiin verrattuna uusi HA&TT käytettävyyssarviointi tuo esiin verkko-opetusympäristön erityisluonteeseen liittyviä käytettävyyssnäkökohtia. Valmiiden arviointilomakkeiden haittapuolena on niiden liiallinen yleisyys, ja siksi käyttäjän kohtaamat käytettävyyssongelmat verkko-opetusympäristössä voivat jäädä ainakin osittain löytämättä.

Toiminnan tarkistuslista ja heuristinen arviointi tukevat toisiaan ja soveltuivat käytettäväksi yhdessä. Toiminnan teorian avulla saatiin tietoa käyttäjien toiminnasta verkko-opetusympäristössä käytettävyyden näkökulmasta ja lisäksi saatiin käsitteellisiä välineitä verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointiin. Erityisesti *Käyttäjät, teknologia ja päämäärä, Oppiminen ja Kehitys* -arviointikriteerit painottuivat käyttäjänäkölman arviointiin ja *Ympäristö ja konteksti* -kriteeri näkökulman arviointiin.

## 7 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTIA

Milesin ja Hubermanin (1994: 277–280) mukaan laadullisten aineistojen luotettavuutta voidaan arvioida viidellä eri luotettavuuskriteereillä, jotka ovat: 1. objektiivisuus / vahvistettavuus, 2. reliabiliteetti / samanlaisuus / pysyvyys, 3. sisäinen validiteetti / uskottavuus / autenttisuus, 4. ulkoinen validiteetti / siirrettävyys / sopivuus ja 5. pragmaattinen validiteetti / tulosten hyödyntäminen ja soveltaminen. Objektiivisuudella Miles ja Huberman (1994: 278) tarkoittavat sitä, ovatko johtopäätökset riippuvaisia tutkimuksen tutkimuskohteista ja olosuhteista vai tutkijasta. Tutkijan täytyy olla tietoinen omista olettamuksistaan, arvoistaan ja ennakkokäsityksistään. Tulosten vahvistettavuus kuvaa sitä, riippuvatko johtopäätökset tutkittavista ja tutkituista oloista vai tutkijasta itsestään. Tämän vuoksi olen kuvannut tutkimuksessa käyttämäni menetot, aineiston keruun, analysoinnin sekä oman vaikutukseni tutkimuksen tuloksiin. Tämän tutkimuksen menetot, aineistojen keruu ja analyysit on esitelty tarkemmin luvuissa 4, 5 ja 6.

Sisäinen validiteetti tai tulosten uskottavuus voidaan arvioida sen mukaan, ovatko tulkinnat järkeviä tai autenttisia sekä allekirjoittavatko muut tutkijat ja lukijat ne. Sisäisesti validi tutkimus on sellainen, jossa tulokset johtuvat vain ja ainoastaan tutkimuksen asetelmasta. Ulkoinen validiteetti puolestaan merkitsee tulosten yleistettävyyttä tai siirtämistä käsillä olevan tutkimuksen ulkopuolelle (Miles & Huberman 1994: 279; Yin 2003: 37). Tulokset ovat hyödynnettäviä silloin, kun niitä voidaan soveltaa käytännössä. Näiden vaatimusten toteutumista tässä tutkimuksessa arvioidaan luvussa 8. Tutkimukseni tulokset ovat yhdenmukaisia aikaisempien tutkimustulosten kanssa. Sartori ja Pasini (2007) esittävät, ettei testin validiteetti ole yksidimensioinen vaan monidimensioinen käsite. Testi on validi, jos se mittaa sitä, mitä tutkija on tarkoittanut sen mittaavan. Tässä tutkimuksessa ei käytetty Sartorin ja Pasinin tarkoittamia moniosiotestejä.

Reliabiliteettia voidaan parantaa aineistonkeruuvaiheessa laajentamalla tutkimuksen aineistopohjaa. Tämän tutkimuksen reliabiliteettia parantaa huomattavasti se, että kyselyyn vastaajina on rajattu ryhmä todellisia (autenttisia) käyttäjiä eikä epämääräinen käyttäjäjoukko. Opiskelijaryhmien arvioinnit ja testaukset on ollut mahdollista raportoida mahdollisimman täsmällisesti, yksityiskohtaisesti ja todellisesti ja ne voidaan ainakin periaatteessa todentaa jälkikäteen, koska vastaajien ryhmät ovat tiedossa. Reliabiliteettiin vaikuttavat monet tekijät, kuten tutkittava henkilö, tutkimustilanne ja tutkimuksen järjestelyt. Tämän tutkimuksen arviointi- ja testaustilanteet olivat ennalta sovittuja, ja käytettävyydestestauksen haastattelut onnistuivat ilman ulkoisia

häiriötekijöitä. Tutkijan rooli on esitetty selkeästi ja löydökset ovat rinnastettavia muilla menetelmillä saatujen löydösten kanssa.

Tutkimuksen reliabiliteettia on parannettu teettämällä useampia arviointeja useana vuonna samantyyppisille todellisille käyttäjäryhmille ja vertaamalla tuloksia (Baskerville 1996). HA-käytettävyysskyselyllä saatiin samanlaisia tuloksia toistettaessa. Reliabiliteettia kuvaa myös se, että uudella arviointimenetelmällä löydetään erityisesti käyttäjää ja kontekstia koskevia käytettävyyssongelmia, mutta myös samoja käytettävyyssongelmia kuin muillakin menetelmillä. Reliabiliteettia olisi voitu parantaa toistamalla tutkimusta edelleen ja siten kasvattamalla otoksen kokoa, mutta se on kalliimpaa ja vaikeampaa ja siksi lomakkeiden huolellinen suunnittelu on tärkeämpää ja halvempaa (Hufnagel & Conca 1994). Boudreaun, Gefenin ja Straubin (2001) mukaan reliabiliteetti tarkoittaa laajuutta, jolla mittaväline tuottaa yhtäläisiä ja virhevapaita tuloksia. Mittavälineenä käytetty arviointikriteeristö tuotti yhtäläisiä tuloksia molemmissa verkko-opetusympäristöissä sekä eri vuosina arviointikriteeristöjä testattaessa.

Validiteetti tarkoittaa sitä, että käytettävyysskyselyn havainnot ovat päteviä myös reaali maailmassa ja että löydetty käytettävyyssongelmat ovat käyttäjänkin kannalta ongelmia ja siten mielekkäitä korjata. Käytettävyyssongelmaksi laskettiin jokainen väite, jonka vähintään yksi vastaaja on arvioinut käytettävyyssongelmaksi. Koska arvioijina ovat käyttäjät, käyttäjien kohtaamat käytettävyyssongelmat saadaan esille. HA- ja HA&TT-käytettävyysskyselyt ovat päteviä, koska muillakin menetelmillä on löydetty samanlaisia käytettävyyssongelmia. Arviointikriteeristöllä saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina virheettömyyden näkökulmasta, koska tässä tutkimuksessa tutkittavat käytettävyyssongelmat esitettiin väitemuodossa samalla tavoin kaikille arvioijille, ja tulokset siis sisälsivät vain luokituksen (1–5) mukaisia vastauksia. (Varto 1992: 103, 111; Alasuutari 1994; Järvinen & Järvinen 2004: 162–164.)

Sisäisen validiteetin uhkia ovat mm. henkilöiden valikoituminen tutkimukseen, kypsyminen, testauksen vaikutus ja aineistosta tapahtuvat poistumat. Tärkeintä on taata, etteivät tutkimustuloksiin vaikuta sekoittavat tekijät vaan että tutkimusasetelma on pysyvä. Sisäinen validiteetti vaikuttaa tutkimusasetelmaan yleisesti ja kuvaa löydettyjen syy- ja seuraussuhteiden luotettavuutta. Sisäinen validiteetti on sitä parempi, mitä useampi arvioija on löytänyt saman käytettävyyssongelman. Arvioijajoukko koostui myös eri alojen henkilöistä ja siten arvioijat tai testajat eivät olleet valikoituneet. Tutkimuksen luotettavuutta paransin käyttämällä valmiita vastausvaihtoehtoja, jotka esitettiin kaikille käyttäjille täysin samassa muodossa. Sisäinen validiteetti on HA&TT-käytettävyysskyselyssä niiden arviointikriteerien väitteiden osalta hyvä, jotka useampi arvioija on arvioinut käytettävyyssongelmaksi useampana vuotena. (Miles & Huberman 1994: 278–279; Valli 2001: 101.)



Sisäinen validiteetti tai tulosten uskottavuus voidaan arvioida sen mukaan, ovatko tulkinnat järkeviä tai autenttisia sekä allekirjoittavatko muut tutkijat ja lukijat ne (Miles & Huberman 1994: 277–280). Sisäistä validiteettia voidaan vahvistaa aineiston analysointivaiheessa mm. käyttämällä selityksiä, osoittamalla kilpailevia selityksiä tai käyttämällä loogisia malleja (Yin 2003). Tässä tutkimuksessa on osoitettu kilpailevia arviointikriteereitä ja -menetelmiä ja tulosten perusteella voidaan todeta, että tulokset ovat samanlaisia kuin valideilla arviointimenetelmillä osoitetut ja lisäksi on löydetty käyttäjään ja kontekstiin liittyviä käytettävyyso ongelmia.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa ulkoisesta validiteetista ja tulosten yleistämisestä käytetään rinnakkaisia termejä: tulosten sovellettavuus, jonka kriteerinä kvalitatiivisessa tutkimuksessa on siirrettävyys (Mäkelä 1990; Miles & Huberman 1994: 279) tai yleistävä validiteetti (Ghuri & Grønhaug 2005: 216–218). Milesin ja Hubermanin (1994: 279) mukaan siirrettävyyden arvioinnissa voidaan esimerkiksi tarkastella, onko tutkimukseen osallistuneita henkilöitä ja tutkimusasetelmaa kuvattu riittävän huolellisesti, onko tutkimuksessa haettu saatujen tulosten yhteyksiä aiempaan teoria-tietoon, esitelläänkö tutkimuksessa rajoituksia saatujen tulosten soveltamiselle tai onko johtopäätelmissä kuvatut tulokset esitetty niin yleisellä tasolla, että ne soveltuvat myös luonteeltaan erityyppisiin asetelmiin. Tutkimukseen osallistuneet henkilöt on kuvattu mahdollisimman huolellisesti ja tutkimusasetelma on esitelty ko. kohdas-sa. Tutkimuksessa on haettu yhteyksiä aikaisempiin teorioihin ja esitelty rajoitukset kyselymenetelmien käytölle. Tutkimuksen ulkoiseen validiteettiin kuuluu tärkeänä osana tutkimustulosten yleistettävyys. Ulkoisen validiteetin uhkia ovat mm. tutkija-vaikutus, testausvaikutus, uutuusvaikutus, valikoituminen, asetelma ja historia. (Miles & Huberman 1994: 278–279; Valli 2001: 101.)

Onwuegbuzie ja Leech (2007) tarkastelevat tutkimuksen sisäistä ja ulkoista validiteettia, niiden uhkia sekä ehdottavat keinoja uhkien eliminoimiseksi. He katsovat, että validiteettia ei voi määrittellä yhdellä tavalla. He määrittelevät sisäisen uskottavuuden tulkintojen ja johtopäätösten totuusarvona, sovellettavuutena, johdonmukaisuutena, puolueettomuutena ja riippuvuutena tietyssä tutkimusasetelmassa tai ryhmässä. Ulkoisella uskottavuudella he tarkoittavat sitä, missä määrin tutkimuksen tulokset ovat yleistettävissä eri henkilöpopulaatioihin, tutkimusasetelmiin, konteksteihin tai ajankohtiin. HA-kyselyn tulokset ovat yleistettävissä mihin tahansa WWW-sivustoon tai järjestelmään käyttäjien tekemänä arviointina, koska niissä ei ole otettu verkko-opetusympäristön erityisominaisuuksia huomioon. HA&TT-käytettävyysskyselyn tulokset ovat yleistettävissä muuttamattomina ainoastaan erilaisten verkko-opetukseen liittyvien ympäristöjen käytettävyyden arvioimiseen, koska osa väitteistä koskee erityisesti opiskelua verkossa.

Rakennevaliditeetti (construct validity) kuvaa, miten hyvin arviointikriteeristöt väitteineen mittaavat sitä ominaisuutta, mitä niiden tulisikin mitata. Arviointikriteerien muotoilu käytettävyysselvityihin sopivaksi liittyy rakenteelliseen validiteettiin, jota voidaan arvioida vain teorian ja siihen liittyvien aikaisempien tutkimusten pohjalta. Koska arviointikriteerit perustuvat HA&TT-käytettävyysselvityksessä aikaisempien laajasti käytettyjen ja tieteellisesti hyväksytyjen menetelmien arviointikriteereihin, voidaan rakenteellista validiteettia pitää hyvänä. Arviointikriteerien väitteiden avulla mitattiin verkko-opetusympäristöjen käytettävyyteen liittyviä ominaisuuksia kuten opittavuutta, tehokkuutta, muistettavuutta, virheiden vähyyttä ja miellyttävyyttä. Tutkimuksen rakennevaliditeetin parantamiseksi olen esittänyt arviointikriteereihin liittyvien väitteiden rakentamisaskeleet erityisen tarkasti hyödyntäen muiden tutkijoiden ohjeistoja ja teorioita. (Varto 1992; Alasuutari 1993; Nielsen 1993: 26–37; 1994b: 3, 12; Robson 1994; Shneiderman 1998; Boudreau et al. 2001; Kitchenham & Pfleeger 2002; Järvinen & Järvinen 2004: 163; Sartori & Pasini 2007.)

Rakennevaliditeettia voidaan Yinin (2003: 34–36) mukaan parantaa käyttämällä aineistotriangulaatiota, eli käyttämällä useita eri lähteitä aineiston hankinnassa. Tässä tutkimuksessa on rakenteellisen validiteetin parantamiseksi käytetty menetelmä- ja aineistotriangulaatiota.

Nielsenin (1993) mukaan arviointia tekevien henkilöiden välillä esiintyy eroja, koska ihmisillä on erilainen käsitys siitä, mitä käytettävyydellä tarkoitetaan. Hajontaa aiheuttaa esimerkiksi tietotekninen osaaminen, ja Hackos ja Redish (1998) jakavatkin henkilöt tietoteknisen kokemuksen mukaan ryymiin: noviisit, edistyneet aloittelijat, pätevät käyttäjät ja ekspertit. Noviisi käyttää verkko-opetusympäristöä ensimmäistä kertaa ja käytettävyyssongelmia esiintyy eniten ensimmäisellä kerralla (Nielsen 1993). Joihinkin väitteisiin tulleet arvioinnit vaihtelevat yhdestä viiteen. Käyttäjät kohtaavat verkko-opetusympäristössä erilaisia käytettävyyssongelmia, koska heidän käyttökokemuksensa ja -tapansa vaihtelevat. Esimerkiksi ellei arvioija syötä virheellistä syötettä, hän ei kohtaa lainkaan virheelliseen syötteeseen liittyvää käytettävyyssongelmaa. Verratessani arvosanoja ja opiskelijan käyntien määrää verkko-opetusympäristössä huomasin, että käyttäjän verkko-opetusympäristön käyttömäärä opintojakson aikana vaikuttaa arvosanaan ja oppimistuloksiin. Käyttäjän aikaisempi kokemus verkko-opetusympäristöjen käyttämisestä helpottaa materiaalin hakua ja harjoitusten tekemistä ja palauttamista verkko-opetusympäristössä. Ongelmatilanteita ja käytettävyyssongelmia tulee esille vähemmän, kun opiskelijat tuntevat verkko-opetusympäristön toimintatavat ja ympäristössä käytettävät toiminnot ovat automatisoituneet. Oppimiskäyrällä (learning curve) kuvataan, miten käyttäjän suoritusnopeus kasvaa kokemuksesta oppimisen myötä. Kokeneen käyttäjän suoritusnopeus ei enää mainittavasti kohoa. Kohderyhmän erilaisilla käyttökokemuksilla ja verkko-

opetusympäristön ominaisuuksien hallitsemisella on merkitystä käytettävyyssarvioinnin tuloksiin. Myös arviointien määrä vaikuttaa tuloksiin.

Löydetyt käytettävyyssongelmat voivat olla joko todellisia tai sitten vääriä hälytyksiä. Toisaalta jos samoja käytettävyyssongelmia on havaittu muillakin menetelmillä, todennäköisesti ne ovat todellisia käytettävyyssongelmia käyttäjille eikä vääriä hälytyksiä. Jos käytettävyyssongelmat havaitaan käytettävyysselvityksellä ja halutaan selvittää niiden todellisuus, voidaan suorittaa käytettävyyssarviointi myös heuristista asiantuntija-arviointia käyttämällä. Näin erotetaan käyttäjän todellisessa käyttökoneksissa kohtaamat käytettävyyssongelmat ja väärät hälytykset. Tämä parantaa standardiongelmajoukon tarkkuutta ja laatua. (Hartson et al. 2003.)

## 8 KESKUSTELUA

Tässä luvussa pohdin tämän tutkimuksen tulosten merkitystä tieteen ja käytännön kannalta sekä käsittelen tutkimukseni rajoituksia. Esitän myös tämän tutkimuksen pohjalta uusia jatkotutkimusaiheita.

### 8.1 Tulosten merkitys ja suhteutus

Tämän toiminnan teoriaan ja heuristiikkoihin pohjautuvan tutkimuksen päätavoite oli kehittää uusia käytettävyyden arviointimenetelmiä verkko-opetusympäristöjen arviointiin. Uuden HA&TT-käytettävyysskyselyn suunnittelin heuristisen arvioinnin ja toiminnan tarkistuslistan pohjalta WWW-kyselyksi käyttäjille. Toiminnan tarkistuslistan avulla voidaan tunnistaa käyttäjän ja kontekstin kannalta tärkeimmät ongelma-kohtat käyttöliittymässä. Toiminnan tarkistuslistan avulla HA&TT-kyselyn arviointikriteeristöä saatiin käyttäjä- ja kontekstipainotteisempi kuin aiemmat arviointikriteeristöt ovat olleet.

Tämän tutkimuksen tuloksena syntyneet käytettävyysskyselyt ovat uusia, erityisesti verkko-opetusympäristöjen arviointiin suunnattuja arviointimenetelmiä. Toiminnan teorian valitseminen heuristisen arvioinnin rinnalle ja verkko-opetusympäristön arvioinnin toteuttaminen kysymyslomakemuodossa toivat uuden lähestymistavan verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointikriteeristön kehittämiseen. Käyttäjien suorittamassa arvioinnissa saatiin esille käyttäjän näkökulma verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointiin.

Tutkimuksen käytettävyysskyselyjä testasivat verkko-opetusympäristössä todelliset käyttäjät. Lisäksi menetelmävertailua varten toteutettiin asiantuntijoiden suorittama heuristinen arviointi ja käyttäjien suorittama käytettävyydesti laboratoriotyypisesti ääneenajattelemalla, jotta selviäisi, miten hyvin menetelmät paljastavat käytön ongelmia käyttäjän kannalta.

Toiminnan teoria tarjoaa laajan teoreettisen viitekehyksen erilaisten toimintaprosessien tutkimukseen. Toiminnan teorian vahvuudet tulevat esiin monimutkaisempien käyttöliittymien, kuten verkko-opetusympäristön ja muiden ryhmäohjelmien käytettävyyttutkimuksessa (Kuutti 1996). Toiminnan teoria huomioi käyttäjän työympäristön, tarjoaa laajan teoreettisen kehyksen ihmisen toiminnan selittämiseksi ja soveltuu sekä yksilön että ryhmän tutkimiseen. Tässä tutkimuksessa toiminnan teorian ja heuristisen arvioinnin yhdistämisen tavoitteena oli erityisesti käyttäjien ja kontekstin näkökulman huomioiminen. Yhdistäminen toi esiin käytettävyyso ongelmia, joita ei

käytettävyydestissä (lähes laboratoriotutkimus) suoritettavilla ennalta määritellyillä tehtävillä eikä HA-käytettävyysskyselyssä tai heuristisessa asiantuntija-arvioinnissa saatu esille. Tämän tutkimuksen tulokset tukevat Kuutin (1996) näkemystä toiminnan teoriaan perustuvan käytettävyyden arviointimenetelmän soveltuvuudesta myös verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointiin.

Asiantuntijoiden tekemien arviointien suurin heikkous on se, että todelliset käyttäjät eivät ole mukana arvioinnissa. HA&TT-käytettävyysskyselyssä huomioitiin käyttäjän ja verkko-opetusympäristön vuorovaikutus. Esitetyt vertailut puoltavat väitettä, jonka mukaan käyttäjien suorittamalla käytettävyydestauksella (taulukko 15) saadaan esiin useita käyttäjien kohtaamia käytettävyyssongelmia. Käytettävyysskyselyjen avulla löydettiin enemmän käytettävyyssongelmia kuin käytettävyydestillä. Nielsen (1994b) on suositellut todellisten käyttäjien suorittamaa käytettävyydestiä asiantuntijatestauksen lisäksi tuomaan esiin todellisten käyttäjien todellisessa käyttötilanteessa kohtamat käytettävyyssongelmat. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan osoittaa, että HA-käytettävyysskyselyllä löydettiin enemmän käytettävyyssongelmia kuin asiantuntija-arvioinnilla tai käytettävyydestillä ainakin verkko-opetusympäristön käytettävyyssarvioinnissa. Erilaisia käytettävyyden arviointimenetelmiä hyödyntämällä löydettiin käytettävyyssongelmia todellisten käyttäjien näkökulmasta todellisessa tilanteessa ja samalla testattiin kyselytyyppisten arviointimenetelmien soveltuvuutta käytettävyyden arvioimiseen. Verkko-opetusympäristöistä löydetty käyttäjä- ja kontekstipainotteiset käytettävyyssongelmat olivat käyttäjän kannalta merkityksellisiä käytettävyyssongelmia, esimerkiksi käyttöliittymän termistön epäyhtenäinen käyttö, peruutusmahdollisuuden puuttuminen ja navigointiin liittyvät vaikeudet. Löydettyjen käytettävyyssongelmien analysoinnin lisäksi tunnistuivat verkko-opetusympäristön hyvin toimivat osat (Nielsen 1994b).

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat muiden tutkijoiden päätelmiä siitä, että erilaisilla menetelmillä löydetään jossain määrin erilaisia käytettävyyssongelmia (Nielsen 1992a: 377; Nielsen 1993: 223–226; Nielsen 1993 1994b; John & Marks 1997; Molich et al. 1998: 189–200; Molich, Thomsen, Karyukina, Schmidt, Ede, Oel & Arcuri 1999: 83–84; Hertzum & Jacobsen 2001; Axup 2004). Esimerkiksi Nielsen (1994b) on vertaillut heuristisen arvioinnin tuloksia muiden käytettävyysskyselymenetelmien tuloksiin ja todennut, että heuristisen arvioinnin avulla löydetään hieman erilaisia ongelmia kuin perinteisellä käytettävyysskyselyllä. Eri käytettävyyden arviointimenetelmien yhdistely on Conyerin (1995) mukaan hyvä tapa löytää erityyppisiä ongelmia. Useamman arvioijan arvioinnin avulla löydetään huomattavasti enemmän käytettävyyssongelmia kuin yhden arvioijan arvioinnilla.

Heuristisella arvioinnilla löydetään käytettävyyssongelmia, niiden syitä ja ratkaisuja suhteellisen lyhyessä ajassa. Heuristinen arviointi on monissa aikaisemmissa tutki-

muksissa havaittu hyväksi käytettävyyden arviointimenetelmäksi (mm. John & Marks 1997). Toiminnan teoriaa on myös menestyksellisesti käytetty ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen tutkimuksessa (mm. Nardi 1996; Kuutti 1996; Kaptelinin et al. 1999). Tämä tutkimus tuki muiden tutkijoiden kantaa usean arviointimenetelmän käytön hyödyistä. Tutkimuksessa testatuilla uusilla menetelmillä löydettiin samantyyppisiäkin käytettävyysoongelmia kuin perinteisellä käytettävyysoingelillä ja heuristisella asiantuntija-arvioinnilla, mutta lisäksi monia käyttäjä- ja kontekstipainotteisia käytettävyysoingelmia.

HA&TT-käytettävyysoingelyllä löydettiin erityisesti käyttäjä- ja kontekstipainotteisia käytettävyysoingelmia verkko-opintojaksoilla käytettyjen toimintojen osalta, joten kahden aikaisemmin tieteellisesti hyväksytyyn käytettävyyden arviointimenetelmän yhdistäminen onnistui. Uuden toiminnan teoria -pohjaisen käytettävyysoingelyn rinnalla voidaan käyttää myös muita arviointimenetelmiä. Jos halutaan yksityiskohtaisempaa tietoa, se tulee huomioida kysymysten suunnittelussa. Tutkimuskohteina verkko-opetusympäristöt Moodle ja WebCT sekä täysin verkossa toteutettu verkko-opetusjakso soveltuivat hyvin käytettävyyden arviointimenetelmän testaamiseen ja verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointiin.

## 8.2 Tutkimuksen rajoituksia ja jatkotutkimusaiheita

Toiminnan teorian joustavuudesta johtuen jokaista arviointikohdetta varten täytyy asettaa vaatimukset uudelleen. Toiminnan teoriaa voidaan soveltaa parhaiten siten, että teorian käsitteitä ja pääperiaatteita hyödynnetään vain tiettyyn arviointikohteeseen, eikä pyritäkään tekemään kaikkiin kohteisiin sopivaa arviointitapaa. Tällöin saadaan yksityiskohtaisempaa ja erityisesti arviointikohdetta koskevaa tietoa. Toiminnan teoria on ikään kuin metateoria, jota on aina sovellettava käyttötarkoituksen mukaan, ja siksi tulokset eivät aina ole vertailukelpoisia.

Toiminnan tarkistuslistan käyttöön vaikuttavat tutkijan arvostukset, mitkä tarkistuslistan osiot ovat tutkijan mielestä kussakin tapauksessa tärkeimpiä ja mitkä osiot hän valitsee mukaan tutkimukseensa. Rajoituksena voidaan nähdä se, että eri tutkijat saattavat valita saman asian tutkimiseen erilaisia tarkistuslistan osioita, ja tutkijan valitsemat osiot eivät välttämättä olekaan tärkeimpiä muiden tutkijoiden tutkimusten näkökulmasta.

Käytettävyyden arviointimenetelmillä saatavien tulosten vertailu on vaikeaa ilman standardioingelmajoukkoa, johon kuuluisivat useimmat arviointikohteen käytettävyysoingelmat. Tosin kaikkia käytettävyysoingelmia ei voi koskaan listata etukäteen.

Tutkimuksen kannalta rajoituksena näen sen, että kaikilta, joille kysely lähetetään, ei saada koskaan vastausta. Syynä voi esimerkiksi olla, ettei kaikkia tavoiteta tai jotkut eivät vain syystä tai toisesta vastaa. Vastaamatta jättäneiden osuutta kutsutaan kadoksi. Kyselyyn, joka lähetetään ilman vastaajaehdokkaan ja tutkijan keskustelua, vastataan huomattavasti nopeammin kuin kyselyyn, jossa vastaaja tietää tutkijan odottavan vastausta. Jos kyselyn tekijä on paikalla, hän samalla vaikuttaa lopputuloksiin. Tässä tutkimuksessa kyselyjen vastaajat olivat tietyn opintojakson verkko-opiskelijoita, jolloin kyselyn tekijänä olin läsnä vain verkossa, joten vaikutukseni kyselyjen lopputuloksiin ei ehkä ole merkittävä. Katoon voi vaikuttaa myös tutkimuksen aihe, sen kiinnostavuus ja vastaamisen vapaaehtoisuus. HA-käytettävyysselvityksessä saattoi myös lomakkeen pituus vaikuttaa katoon. Vastaajien täytyy ymmärtää, että tutkija todella haluaa saada vastauksia kysymyksiin.

Käytettävyyssongelmien korjaaminen on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle omaksi prosessikseen, kuten esimerkiksi Hartson ja muut (2003) suosittelevat. Myös käytettävyysselvitysten ja käytettävyyssongelmien raportoinnin automatisointi tietokantapohjaiseksi rajattiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Edellä mainitut soveltuvat jatkotutkimusaiheiksi.

Verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointi koskee ainoastaan tämän tutkimuksen verkko-opintojaksoilla käytettyjä verkko-opetusympäristön ominaisuuksia. Hyödynnettävät ominaisuudet olivat materiaalin jakaminen, monivalintaharjoitukset, ryhmätyöt, itsenäiset ja palautettavat harjoitukset ja soveltavat harjoitustyöt. Uusilla käytettävyysselvityksillä ei löydetä sellaisia käytettävyyssongelmia, joita ei ole arviointikriteereissä huomioitu. Kyselylomakkeelle olisi hyvä lisätä mahdollisuus antaa lisätietoa käytettävyyssongelmasta.

HA-käytettävyysselvityksessä oli 49 väitettä ja toiminnan teoria -pohjaisessa HA&TT-käytettävyysselvityksessä oli vain 30 väitettä. Lisää käytettävyyssongelmia todennäköisesti löydettäisiin, jos väitteiden määrää lisättäisiin. Toisaalta väitteiden lisääminen lisääisi myös arvioijien arviointiin kuluvaan aikaa. Esimerkiksi molempien käytettävyysselvitysten arviointikriteeristöön voisi mahdollisessa jatkotutkimuksessa lisätä väitteen, jonka mukaan multimediaelementit ovat navigoitavissa helposti ja oikein (Karoulis & Pombortsis 2003). Lisäksi voisi lisätä väitteen, jossa tarkastellaan, onko verkko-opetusympäristön näytöllä häiritsevästi liikkuvia elementtejä, jotka vievät huomion varsinaiselta sisällöltä (Haine 1998).

Bonusjärjestelmän vuoksi pyysin vuonna 2006 opiskelijoita ilmoittamaan sähköpostilla, kun he olivat vastanneet käytettävyysselvitykseen. Kaikki vastaajat eivät kuitenkaan ilmoittaneet vastaamisestaan. Vastaajat olivat opintojaksolla hyvin menestyneitä opiskelijoita, joiden arvosanat olivat kolme, neljä tai viisi. Molemmissa verkko-

opetusympäristöissä vastaamattomat poikkesivat vastaajista siten, että heidän arvosanansa olivat yhtä lukuun ottamatta alle kolmen. Ainoastaan yksi arvosanan kaksi saanut opiskelija vastasi kyselyyn. Kyselyn vastausinnokkuuden lisäämiseksi käytetty bonusjärjestelmä saattaa vinouttaa käytettävyystudkimuksen tuloksia. Toisaalta bonusjärjestelmän vaikutus tuloksiin ei ole erityisen merkittävä, koska samoja käytettävyyso ongelmia löydettiin myös aikaisempina vuosina.

Hajontaa käytettävyysskyselyjen tuloksissa saattoivat aiheuttaa käyttäjien mieltymykset ja aikaisempi vaihteleva kyseisen verkko-opetusympäristön käyttökokemus. Tämä liittyy mittausongelmaan, jossa oleellista on, miten heikkoudet ja vahvuudet mitataan (Järvinen & Järvinen 2004: 121). Nielsenin heuristisessa asiantuntija-arvioinnissa arvioijat olivat asiantuntijoiksi opiskelevia opiskelijoita, joten heillä oli kyllä perustietämystä, mutta ei pitkää kokemusta käytettävyyden arvioinnista, ja tämä saattaa vinouttaa arviointitulosta.

Opiskelija-arvioijien oli jossain määrin vaikea erottaa verkko-opetusympäristöä ja verkko-opiskelumateriaalia toisistaan. Opiskelijan näkökulmasta ne mielletään helposti yhdeksi kokonaisuudeksi. Kaikille arvioijille ilmoitettiin arvioinnin yhteydessä, että kohteena tässä arvioinnissa on ainoastaan verkko-opetusympäristö, ei verkko-opetusmateriaali. Verkko-opetusmateriaali oli samanlainen laatujohtamisen opintojaksolla molemmissa verkko-opetusympäristöissä ja siksi käytettävyyso ongelmien löytymiseen eivät sisällölliset seikat merkittävästi vaikuttaneet.

Ongelman vakavuuden arviointi on arvioijasta riippuvaa, ja oikean luokan arvioiminen ei aina ole itsestään selvää. Arviointiin vaikuttaa ainakin käytettävyyso ngelman esiintymistiheys (kuinka usein käytettävyyso ngelmatilanteeseen törmää?), käytettävyyso ngelman vaikutukset (onko ongelmatilanteesta helppo vai vaikea selvittää?), käytettävyyso ngelman toistuvuus (onko ongelma helposti ohitettavissa, kun sen on kerän tunnistanut, vai vaivaako se jatkuvasti?), käytettävyyso ngelman markkinavaikutukset (tekeekö virhe tuotteesta markkinoilla merkittävästi huonomman tai käyttökelvottoman?). Käytettävyyso ngelmien vakavuusluokittelu on yleensä vaikeaa tehdä luotettavasti arvioinnin aikana. Usein kaikki löydetyt ongelmakohdat kerätäänkin yhteen ja annetaan luokitukset arvioinnin jälkeen. Käytännön hyödyn saavuttamiseksi tulisi vähintään kolmen asiantuntijan vakavuusluokituksista laskea keskiarvot jokaiselle ongelmalle. (Nielsen 1993.)

Uusi arviointimenetelmä on kehitetty verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointiin eikä sitä ole testattu muiden WWW-sivustojen käytettävyyden arviointimenetelmänä. Jatkotutkimuksena olisi mahdollista toteuttaa kyselymuotoisen arviointimenetelmän soveltuvuustestaus myös esimerkiksi WWW-sivustoilla. HA-käytettävyysskysely soveltuu muuttamattomana WWW-sivustojen arviointiin, kun taas HA&TT-



käytettävyyskysely soveltuu vain osittain WWW-sivustojen arviointiin. Käytettävyyskyselyn väitteet 4, 9, 17, 20, 23, 24, 27, 28, 29 liittyvät läheisesti oppimisprosessiin tai oppimiseen ja vaatisivat ko. väitteiden muuttamista WWW-sivustoille soveltuvaksi.

Jatkotutkimuksena voidaan toteuttaa myös tässä tutkimuksessa kehitettyjen arviointikriteerien ja arviointimenetelmän pohjalta tietokantapohjainen analyysityökalu, jolla voidaan automatisoida käytettävyysarviointia verkko-opetusympäristöissä sekä tulosten analysointia ja kuvaamista. Uudella analysointityökalulla kerätään saadut arviointitietokantaan ja esitetään ne halutussa muodossa. Jatkotutkimuksena voidaan testata kehitettyjä arviointikriteereitä erilaisissa ympäristöissä tai kehittää arviointikriteeristöä edelleen muihin ympäristöihin sopiviksi. Jatkotutkimusaiheeksi sopisi myös löydettyjen käytettävyysongelmien korjaaminen omana prosessinaan (Hartson et al. 2003).

Myös arviointikriteeristön laajentamisen vaikutus käytettävyysongelmien löytämiseen voisi olla sopiva jatkotutkimusaihe. Esimerkiksi voisi analysoida, löytyisikö väitteitä lisäämällä enemmän käytettävyysongelmia tai onko tämän tutkimuksen käytettävyyskyselyissä käytetty väitemäärä riittävä. Lisäksi mielenkiintoisia tutkimusaiheita olisivat, minkälaisia vaatimuksia asettavat verkon opetuskäytön erilaiset mahdollisuudet tai pedagoginen käytettävyys. Tässä tutkimuksessa mm. tutkimuksen ulkopuolelle rajatut avoimet kysymykset sisälsivät pedagogisen käytettävyyden arviointia, joka sinänsä on mielenkiintoinen tutkimusalue. Myös väittämien ymmärrettävyyden yksityiskohtainen testaaminen oletetulla käyttäjäryhmällä tai tehokkuuspuun pohjalta tehtävä käytettävyyden arviointimenetelmän arviointi olisivat sopivia jatkotutkimusaiheita.

### 8.3 Käytännön suosituksia

Tutkimukseni perusteella suosittelen heuristisen arvioinnin ja toiminnan teorian pohjalta kehittämiäni käytettävyyskyselyjä verkko-opetusympäristöjen käytettävyyden arviointiin sekä *ex ante* että *ex post* tutkimuksina. Niillä saa nopeasti ja halvalla esiin käytettävyysongelmia. Uudet käytettävyyskyselyt soveltuvat joko yksinään tai yhdessä muiden vertailumenetelmien kanssa käytettäviksi.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat hyödyllisiä verkko-opetusympäristöjen kehittäjille ja käyttäjille, sillä käytettävyysongelmien havaitseminen helpottuu uusien käyttäjille suunnattujen käytettävyyskyselyjen avulla. Kyselymenetelmät soveltuvat parhaiten tutkimuksiin, joissa ollaan kiinnostuneita tietyn osallistujajoukon mielipiteistä ja

asenteista ja muista subjektiivisista arvioista (Nielsen 1993). Kyselyn soveltuvuutta kuhunkin tarkoitukseen täytyy arvioida tutkimuksen tavoitteiden perusteella.

Käytettävyyskyselyjä voivat hyödyntää kaikki, jotka ovat kiinnostuneita verkko-opetusympäristön käytettävyyden kehittämisestä, esimerkiksi IT-suunnittelijat, asiantuntijat, tutkijat, kehittäjät ja opettajat. Uudet arviointimenetelmät soveltuvat käytettäviksi valmiin verkko-opetusympäristön kehittämiseen joko yksinään tai yhdessä muiden käytettävyyden arviointimenetelmien kanssa. Tutkimuksessa kehitettyjä käytettävyyskyselyjä voidaan soveltaa muihin verkko-opetusympäristöihin ja mahdollisesti myös www-käyttöliittymiin, koska niillä löydetään erityisesti käyttäjän ja kontekstin näkökulman käytettävyysongelmia.

Toiminnan teorian joustavuuden ansiosta tutkijat voisivat soveltaa sitä yhä laajemmin monissa HCI tutkimus- ja arviointikohteissa. Käytettävyyskyselyissä hyödynnetty toiminnan tarkistuslista helpottaa erityisesti monimutkaisten järjestelmien kuten ryhmäohjelmien ja käyttökontekstin huomioivien järjestelmien arviointia. Pelkkä ennalta määriteltyjen tehtävien suorittaminen käytettävyyslaboratoriossa ei riitä tuomaan esille käyttäjä- ja kontekstipainotteisia käytettävyysongelmia.

## SUMMARY

### THE DEVELOPMENT OF THE USER-CENTRIC USABILITY EVALUATION METHOD TO ADAPT IT TO VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS

The objective of this research is to yield information about usability evaluation in Virtual Learning Environments and evaluate and develop user- and contextcentric usability evaluation method to Virtual Learning Environments (VLE). User- and contextcentric usability of VLEs are analysed with HA- and HA&TT-questionnaire which based on the Nielsen's usability heuristics and Activity Checklist (Activity Theory).

HA- and HA&TT-usability questionnaire are used to analyse the usage of VLEs (Moodle and WebCt) and to find how useful and usable VLE is in point of view of users. This survey will also answer the questions: how does virtual learning environment will affect to studying results, what kind of influence does VLE have on studying and how can user-centric usability of VLEs be improved. Usability inspection methods and tests are carried out over a period of several years. The empirical data reflects the experiences of Bachelor's Degree Students in University of Applied Science.

The objective of the research is to develop user and context-centric usability evaluation method for VLEs. The classical evaluation methods for HCI based on cognitive psychology has been criticized, for example, for

- keeping the user as a passive component of the overall system
- the difficulty of applying recommendations in practice
- difficulties of perceiving computer and user interface usage as a continuous process
- use of restricted and artificial laboratory environments instead of real practical cases
- the difficulty of applying the theoretical results in practice.

In this research the evaluation and analysing method is developed for researching information in user-centric usability of the virtual learning environments. The main research goal is to develop more user- and contextcentric usability evaluation method than Nielsen's heuristics are. Nielsen's heuristic and Activity Checklist are adapted in usability evaluation in VLE. Also the usability problems in VLE are analyzed in Moodle and WebCT environments.

Multiple methods have been used in this research to collect the material. This research is the evaluation research. The qualitative and quantitative methods of collecting information are combined. The results of quantitative methods have been used to extend a qualitative research. A questionnaire is used for collecting the quantitative material/ data and open questions, interviews and speaking aloud for collecting qualitative material. The collected information by qualitative methods can be used to explain quantitative results. The data collecting by questionnaires is in a significant position but it has been processed with qualitative methods (open questions, user test, interviews, and material analyses) and developing analysing method. Virtual learning environments Moodle and WebCT are analysed using heuristic evaluation and new user-centric evaluation method of usability.

The research is case-based action research and there is a real life problem: how can a method to evaluate user-centric usability of virtual learning environment be developed and how to evaluate the quality of virtual learning environment. In the questionnaire students, expert users and teachers of virtual learning environments are evaluating user-centric usability. Results are based on experience in virtual environments of WebCT and Moodle. The results of the research and empirical findings are reflected to theories. The research fields are usability heuristics, activity theory, network pedagogic, user-centric usability and evaluation of virtual learning. This is multidisciplinary research, because information technology and pedagogy fields are involved.

The results of the research are:

- an adoption of the usability heuristics and activity checklist in usability evaluation of virtual learning environment.
- an analysis of user-centric usability of virtual learning environment
- user-centric usability evaluation method for virtual learning environments.
- quality criterions to developing of virtual learning environment
- a new method of usability evaluation, in which user- and context-centric data is considered.

This thesis consists of eight chapters. Chapter 1 introduces the research questions and outlines the purpose of the research and the sequence of the thesis. Chapter 2 deals with the learning in virtual learning environments and chapter 3 concerns usability evaluation methods. Chapter 4 describes the planning of the new usability evaluation methods. The process of usability evaluation and evaluation of virtual learning environments is described in chapter 5 and the usage of Activity checklist in usability evaluation is described in chapter 6. Chapter 7 evaluates the reliability of the research and chapter 8 analyzes the results of this thesis.

## LÄHTEET

Alasuutari, P. (1994). *Laadullinen tutkimus*. Tampere: Vastapaino.

Albion, P.R. (2001). *Heuristic Evaluation of Educational Multimedia: from Theory to Practice*. 16th Annual conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education. ASCILITE.

Andre, T.S., H.R. Hartson, S.M. Belz & F.A. McCreary (2001). The user action framework: A reliable foundation for usability engineering support tools. *International Journal of Human-Computer Studies* 54, 107–136.

Apple Computer, Inc. (1987). *Human Interface Guidelines: The Apple Desktop Interface*. Boston: Addison Wesley.

Arievitch, I.M. (2003). A Potential for an Integrated View of Development and Learning: Galperin's Contribution to Sociocultural Psychology In: *Mind, Culture and Activity* 10:4, 278–288. Berkeley: University of California.

Ardito, C., F. Costabile, M De Marsico, Sapienza", R. Lanzilotti, S. Levialdi, T. Roselli & V. Rossano (2006). An approach to usability evaluation of e-learning applications. *Universal Access in the Information Society Archive* 4:3, 270–283. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag.

Ardito, C., F. Costabile, A. De Angeli & R. Lanzilotti (2006). Systematic evaluation of e-learning systems: an experimental validation. *ACM International Conference Proceeding Series* 189: 4, 195–202.

Ardito, C., M. De Marsico, R. Lanzilotti, S. Levialdi, T. Roselli, V. Rossano & M. Tersigni (2004). Usability of E-learning tools. *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, 80–84.

Atkinson, R.C. & R.M. Shiffrin (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In: *The Psychology of Learning and Motivation, Advances in Research and Theory* 2, 90–191. Eds K. Spence & J. Spence. New York: Academic Press.

Avouris, N. (2000). *Introduction to Human-Computer Interaction*. Athens: Diavlos.

Axup, J. (2004). *Comparison of Usability Evaluation Methods (UEMs)*. [viitattu 12.2.2006]. Available: [http://www.userdesign.com/usability\\_uem.html](http://www.userdesign.com/usability_uem.html).

Bailey J.E. & S.W. Pearson (1983). Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction. *Management Science* 29:5, 519-545.

Baker, K., S. Greenberg & C. Gutwin (2002) Empirical development of a heuristic evaluation methodology for shared workspace groupware. *Proceedings of the 2002 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2002)*, 96–105.

Bannert, M. (2002). Managing cognitive load—recent trends in cognitive theory. *Learning and Instruction* 12, 139–146.

Bannon, L.J. (1991). From human factors to human actors: The role of psychology and human-computer interaction studies in system design. In: *Design at Work: Cooperative Design of Computer Systems*, 25–44. Eds J. Greenbaum & M. Kyng. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Bannon, L.J. (1997). *Activity Theory. Cooperative Technologies for Complex Work Settings (COTCOS)*. European Commission research training network 1996–2000, WP1.1.

Bannon, L. & S. Bødker (1991). Beyond the interface: Encountering artefacts in use. In: *Designing Interaction: Psychology at the Human-Computer Interface*, 227–253. Ed. J. Carroll. Cambridge: Cambridge University Press.

Baskerville, R. (1996). Deferring generalizability: Four classes of generalization in social enquiry. *Scandinavian Journal of Information Systems* 8:2, 5–28.

Bennett, J.L. (1972). The user interface in interactive systems. *Annual Review of Information Science* 7, 159–196.

Bertelsen, O.W. & S. Bødker (2003). Activity theory. In: *HCI Theories and Frameworks: Toward a Multidisciplinary Science*, 291–324. Ed. J. M. Carroll. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.

Bias, R.G. & D.J. Mayhew (1994). *Cost-Justifying Usability*. Boston: Academic Press.

Boud, D. (1988). *Developing Student Autonomy in Learning*. London: Kogan Page.

Boud, D., R. Keogh & D. Walker (1989). What is reflection in learning? In: *Reflection: Turning Experience into Learning*, 7–17. Eds D. Boud, R. Keogh & D. Walker. London: Kogan Page.

Boudreau, M-C, D. Gefen & D.W. Straub (2001). Validation in information systems research: A state-of-the-art assessment. *MIS Quarterly* 25:1, 1–16.

Boyle, T. (1997). *Design for Multimedia Learning*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Bødker, K., F. Kensing & J. Simonsen (2004). *Participatory IT Design: Designing for Business and Workplace Realities*. Cambridge, US: The MIT Press.

Bødker, S. (1989). A human activity approach to user interfaces. *Human-Computer Interaction* 4:3, 171–195.

Briton, D. (2001). Online workers' education: How do we tame the technology? *International Journal of Instructional Media* 28:2, 117–136.

Burge, E. (1994). Learning in computer conferenced contexts: The Learners' Perspective. *Journal of Distance Education* 9:1, 19–43.

Carlson, R., P.A. Chandler & J. Sweller (2003). Learning and understanding science instructional material. *Journal of Educational Psychology* 95:3, 629–640.

Carroll, J. & J. Thomas (1988). Fun. *SIGCHI Bulletin* 19:3, 21–24.

Chauncey E. W. (2005). *Usability and User Experience Design: The Next Decade, Society for Technical Communication*. Intercom Online (Jan 05) [cited 15.6.2007]. Available: [http://www.stc.org/intercom/pdfs/2005/200501\\_6.pdf](http://www.stc.org/intercom/pdfs/2005/200501_6.pdf).

Cheetham G. & G. Chivers (2001). How professionals learn in practice: An investigation of informal learning amongst people working in professions. *Journal of European Industrial Training* 25:5, 248–292.

Chin, J., Diehl, V. & K. Norman (1988). Development of an Instrument Measuring User Satisfaction of the Human-Computer Interface Evaluations. 213–218. *Proceedings of ACM CHI'88 Conference on Human Factors in Computing Systems*.

Clarke, A. (1997). *Principles of Screen Design for Computer Based Learning Materials*. Sheffield: Department for Education and Employment.

Cockton, G. & A. Woolrych (2002). Sale must end: Should discount be cleared off HCI's shelves? *Interactions* 9:5, 13–18.

Collins, B. & J. Moonen (2001). *Flexible Learning in a Digital World. Experiences and Expectations*. London: Kogan Page.

Conyer, M. (1995). User and usability testing—how it should be undertaken? *Australian Journal of Educational Technology* 11:2, 38–51.

Cooper, A. (1999). *The Inmates Are Running the Asylum: Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis: SAMS.

Cooper, A. & R.M. Reinmann (2003). *About Face 2.0: The Essentials of Interaction Design*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Cyert, R.M. & J.G. March (1963). *A Behavioral Theory of the Firm*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Desurvire, H.W. (1994). Faster, Cheaper!! Are usability inspection methods as effective as empirical testing? In: *Usability Inspection Methods* 173–202. Eds J. Nielsen & R.L. Mack. New York: Wiley.

Devaraj, S. & R. Kohli (2002). *The IT Payoff: Measuring the Business Value of Information Technology Investments*. New Jersey: FT Prentice Hall.

Dewey, J. (1933). *How we think: a Restatement of the Relation of Reflective thinking to Educative Process*. Boston: Heath & Company.

Dillenbourg P. (1999) What do you mean by collaborative learning? In: *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* 1–19. Ed. P. Dillenbourg. Oxford: Elsevier.

Dix, A., J. Finley, G. Abowd & R. Beale (2004). *Human-Computer Interaction*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Doubleday, A., M. Ryan, M. Springett & A. Sutcliffe (1997). A comparison of usability techniques for evaluating design. *Proceedings of Designing Interactive Systems (DIS '97)*, 101–110.

Dumas, J.S. & J. Redish (1993). *A Practical Guide To Usability Testing*. Norwood: Ablex.



- Engeström, Y. (1984). *Orientointi opetuksessa*. Valtion koulutuskeskus. B29. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Development Research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Engeström, Y. (1994). Teachers as collaborative thinkers: Activity-theoretical study of an innovative teacher team. In: *Teachers' Minds and Actions: Research on Teachers' Thinking and Practice*, 43–61. Eds I. Carlgren, G. Handal & S. Vaage. London: Falmer Press.
- Engeström, Y. (1995). *Kehittävä työntutkimus: Perusteita, tuloksia ja haasteita*. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Engeström, Y. (1996). *Perustietoa opetuksesta*. Helsinki: Edita.
- Eteläpelto, A. (1992). Tulevaisuuden asiantuntijuuden kehittämiseen. *Johdatusta ammattikorkeakoulupedagogiikkaan*. Toim. Ekola, J. Juva: WSOY, 19–42.
- Forsblom, N. & K. Silius 2002. Value added on web-based learning environments. In: *Perspectives on the Age of the Information Society*, 103–113. Eds E.Pantzar. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Fosnot, C. (1989). *Enquiring Teachers, Enquiring Learners. A Constructivist Approach for Teaching*. New York: Teachers College Press.
- Garrison, D.R. (2003). *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*. London: Routledge Falmer.
- Green, W.S., P. Jordan & G.S. Green (2002). *Pleasure With Products: Beyond Usability*. London: Taylor Francis.
- Grönfors, M. (1982). *Kvalitatiiviset kenttätutkimusmenetelmät*. Juva: WSOY.
- Guarascio-Howard, L., R.D. Walton & T.S. Andre (2003). *Relevance of the User Action Framework and Heuristics to e-Learning*, 880–884. Human Factors and Ergonomics Society 47<sup>th</sup> Annual Meeting.
- Gulliksen, J., B. Göransson, I. Boivie, S. Blomkvist, J. Persson & A. Cajander (2003). *Key Principles for User-Centred System Design*. Uppsala: Taylor & Francis.

Gummesson, E. (1988). *Qualitative Methods in Management Research*. Bromley, UK: Chartwell-Bratt.

Hackos, J.A.T. & J.C. Redish (1998). *User and Task Analysis for Interface Design*. New York: John Wiley & Sons.

Haine, D.P. (1998). *Five Most Serious Web Design Errors* [luettu 5.6.2006]. Available: [http://www.hp.com/ebusiness/index\\_webdesign.html](http://www.hp.com/ebusiness/index_webdesign.html).

Hakkarainen, P. & K. Kuutti (1990). Tutkimusprosessi opetuksen ja oppimisen paradigma -kokemuksia seminaariopetuksesta. Teoksessa: *Opetus ja oppiminen tieteilisessä yhteisössä*. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B. Teoriaa ja käytäntöä 58, 89–99. Toim. P. Hakkarainen, A. Järvinen & A. Nuutinen. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.

Hall, R. H., (1999). Instructional web site design principles: A literature review and synthesis. *Virtual University Journal* 2:1 (University of Missouri–Rolla). [Viitattu 5.6.2006]. Saatavilla: [http://www.umr.edu/lite/publications/vuj\\_99\\_hall\\_principles.pdf](http://www.umr.edu/lite/publications/vuj_99_hall_principles.pdf).

Hansen, W.J. (1971). *User Engineering Principles for Interactive Systems*. Montvale: AFIPS Press.

Harper, P. D. & K.L. Norman (1993). *Improving User Satisfaction: The Questionnaire for User Interaction Satisfaction Version 5.5.*, 224–228. The 1st Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference, Virginia Beach, VA.

Hartson, H.R., T.S. Andre & R.C. Williges (2003). Criteria for evaluating usability evaluation methods. *International Journal of Human-Computer Interaction* 15:1, 145–181.

Harvey, L. & P.T. Knight (1996). *Transforming Higher Education*. Buckingham: The Society for Research into Higher Education & Open University Press.

Hasan, H. (2001) An overview of different techniques for applying activity theory to information systems, In: *Information Systems and Activity Theory: Theory and Practice* 2:1, 322. Eds H. Hasan, E. Gould, P. Larkin & L. Vrazalic. Wollongong: University of Wollongong Press.

Heikkilä, T. (2004). *Tilastollinen tutkimus*. 5. uudistettu painos. Helsinki: Edita.

Hein, I. (1998). *Oppiminen verkossa omaksi*. [luettu 20.4.2006]. Saatavissa: <http://www.dipoli.hut.fi/virtuaalitkk/kirjahylly.html>.

Hertzum, M. & N.E. Jacobsen (2001). The evaluator effect: A chilling fact about usability evaluation methods. *International Journal of Human-Computer Interaction* 13:4, 421–443.

Hevner, A.R., S.T. March, J. Park & S. Ram (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28:1, 75–105.

Hirsjärvi, S. & H. Hurme (2001). *Tutkimushaastattelu–Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Yliopistopaino.

Holcomb, R & A.L. Tharp (1991). What users say about software usability? *International Journal of Human-Computer Interaction* 3:1, 49–78.

Hornbaek, K. (2006). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International Journal of Human-Computer Studies* 64:2, 79–102.

Hufnagel, E.M. & C. Conca (1994). User response data: The potential for errors and biases. *Information Systems Research* 5:1, 48–73.

Hyysalo, S. (2006). *Käyttäjätieto ja käyttäjätutkimuksen menetelmät*. Helsinki: Edita.

Illeris, K. (2002). *The Tree Dimensions of Learning*. Frederiksberg: Roskilde University Press.

ISO 9241-10 (1996). *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals. Part 10: Dialogue principles*. Geneva: International Organisation for Standardization.

ISO 9241-11 (1998). *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals. Part 11: Guidance on usability*. Geneva: International Organisation for Standardization.

Isomäki, H. (2002). *The Prevailing Conceptions of the Human Being in Information Systems Development: Systems Designers' Reflections*. Tampereen yliopisto, väitöskirja. Informaatitieteiden tiedekunta, Tietojenkäsittelytieteiden laitos, Tietojenkäsittelyoppi. Tampere University Press. [viitattu 12.12.2006]. Available: <http://acta.uta.fi/pdf/951-44-5388-3.pdf>.

Ives, B., M.H. Olson & J.J. Baroudi (1983). The measurement of user information satisfaction. *Communication of the ACM* 26:10, 785–793.

Jarvis, P. (1986). *Sociological Perspectives on Lifelong Education and Lifelong Learning*. Athens: University of Georgia.

Jeffries, R., J.R. Miller, C. Wharton & K. Uyeda (1991). User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques. *Proceedings of the CHI '91*, 119–124.

Johannesen, T. & E.M. Eide (2000). The role of the teacher in the age of technology: Will the role change with the use of Information- and communication technology in education. *The European Journal of Open and Distance Learning (EURODL)*. [luettu 15.6.2006]. Available: <http://www.eurodl.org/materials/contrib/2000/eide2/eide2.html>.

John, B.E. & S.J. Marks (1997). Tracking the effectiveness of usability evaluation methods. *Behaviour & Information Technology* 16:4/5, 188–202.

Jonassen, D. (1995). Supporting communities of learners with technology: a vision for integrating technology with learning in schools. *Educational Technology* 35:4, 60–63.

Jones M. G. & J.D. Farquhar (1997). User interface design for web-based instruction. Teoksessa: *Web-Based Instruction, Educational Technology Publications*, 239–244. Ed. B.H. Khan. New Jersey: Englewood Cliffs.

Järvinen, A. (1990). *Reflektiivisen ajattelun kehittyminen opettajankoulutuksen aikana*. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A 35. Jyväskylä: Kasvatustieteiden tutkimuslaitos.

Järvinen, P. & A. Järvinen (2004). *Tutkimustyön metodeista*. Tampere: Opinpajan kirja.

Järvinen, P. (2007). On reviewing of results in design research. In *CD-Proceedings of ECIS (European Conference on Information Systems)* in St Gallen June 79, 2007. [viitattu 20.11.2007]. Available: <http://www.cs.uta.fi/reports/sarjad.html>.

Kallio, E. (2001). Reflections on the modern mass university and the question of the autonomy of thinking. In: *Finnish Higher Education in Transition*, 73–90. Ed. J.

Välimaa. Perspectives on Massification and Globalisation. Jyväskylä: Institute for educational research.

Kalyga, S. & P. Chandler & J. Sweller (1998). Levels of expertise and instructional design. *Human Factors* 40, 1–17.

Kamper, R.J. (2002). Extending the usability of heuristics for design and evaluation: Lead, follow, and get out of the way. *International Journal of Human-Computer Interaction* 14: 34, 447–462.

Kaptelinin, V. (1992). Human-computer interaction in context: The Activity Theory perspective. In: *Proceedings of the East-West Human-Computer Interaction Conference*, 7–13. ICSTI, Moscow.

Kaptelinin, V. (1996). Activity Theory: Implications for human computer interaction. In: *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*, 103–116. Ed. B. Nardi. Cambridge: MIT Press.

Kaptelinin, V. & B.A. Nardi (1997) *Activity theory: Basic Concepts and Applications*. [luettu 5.6.2006]. Available: <http://www.acm.org/sigchi/chi97/proceedings/tutorial/bn.htm>.

Kaptelinin, V., B.A. Nardi & C. Macaulay (1999) The Activity Checklist: a tool for representing the “space” of context. *Interactions* 6:4, 27–39.

Karat, C-M, R. Campbell & T. Fiegel (1992). Comparison of empirical testing and walkthrough methods in user interface evaluation. *Proceedings of CHI '92*, 397–404.

Karat, J. (1997). User-Centered software evaluation methodologies. In: *Handbook of Human-Computer Interaction*, 689–704. Eds M. Helander, T. K. Landauer & P. Prabhu. Amsterdam: Elsevier Science B.V.

Karoulis, A. & A. Pombortsis (2003). Heuristic evaluation of Web-Based ODL programs. In: *Usability Evaluation of Online Learning Programs*, 89–109. Ed. C. Ghaoui. Hershey: Idea Group Inc.

Keinonen, T. (1998). *One-dimensional Usability. Influence of Usability on Consumers' Product Preference*. Väitöskirja. Helsinki: Taideteollinen korkeakoulu.

Keinonen, T. (2000). Yksiulotteinen käytettävyys. Teoksessa: *Miten käytettävyys muotoillaan?* 92–105. Toim. T. Keinonen. Helsinki: Nokia Oyj.

Kirakowski, J. (1994). *The Use of Questionnaire Methods for Usability Assessment. Background Notes on the SUMI Questionnaire*. [luettu 28.9.2006]. Available: <http://www.ucc.ie/hfrg>.

Kirakowski, J. (1996). The software usability measurement inventory: Background and usage. In: *Usability Evaluation in Industry*, 169–178. Eds P.W. Jordan, B. Thomas, B.A. Weerdmeester & I.L. McClelland. London: Taylor & Francis.

Kirschner, P.A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction* 12:1, 1–10.

Kitchenham, B.A. & S.L. Pfleeger (2002). Principles of survey research part 4: Questionnaire evaluation. *Software Engineering Notes* 27:3, 20–23.

Kohli, R. & V. Grover (2008). Business value of IT: An essay on expanding research directions to keep up with the times. *Journal of the Association for Information Systems* 9:1, 23–39.

Kohonen, V. & A. Leppilampi (1994). *Toimiva koulu-yhdessä kehittäen*. Opetus 2000–sarja. Juva: WSOY.

Kolb, D.A. (1984). *Experiential learning: Experience as a Source of Learning and Development*. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Kook, J. K. (1997). Computers and communication networks in educational settings in the twenty-first century: Preparation for educator's new roles. *Educational Technology* 37:2, 56–60.

Kordaki, M., N.M. Avouris, & N.K. Tselios (2000). Tools and methodologies for evaluation of open learning environments. In: *Proceedings of 2nd Panhellenic Conference with International Participation*. Information & Communication Technologies in Education October, 341–348. Patras: University of Patras.

Korhonen, V. (2003). *Oppijana verkossa. Aikuisopiskelijan oppimiseen suuntautuminen ja oppimiskokemukset verkkopohjaisessa oppimisympäristössä*. Tampere: Tampereen yliopisto.

Korhonen, V. (2004). Verkko-opetuksen haasteita yliopistopedagogiikassa. Teoksessa: *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka*, 183–193. Toim. V. Korhonen. Tampere: Tampere University Press.

Korhonen, V. & E. Pantzar (2004). Verkko-opetuksen haasteita yliopistopedagogiikassa. Teoksessa: *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka*, 17–48. Toim. V. Korhonen. Tampere: Tampere University Press.

Korpela, M., H.A. Soriyan & K.C. Olufokunbi (2000). Activity analysis as a method for information systems development: General introduction and experiments from Nigeria and Finland. *Scandinavian Journal of Information Systems* 12:1, 191–210.

Korpela, M., A. Mursu & H.A. Soriyan (2002). Information systems development as an activity. *Computer Supported Cooperative Work 2002* 11:12, 111–128.

Kortteinen B., M. I. Nurminen, P. Reijonen & V. Torvinen (1996). Improving IS deployment through evaluation: Application of the ONION model, 175–181. *Proceedings of the 3rd European Conference on the Evaluation of IT*.

Kujala, S. (2002). *User Studies: A Practical Approach to User Involvement for Gathering User Needs and Requirements*. Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computing 116. Espoo: the Finnish Academies of Technology.

Kurosu, M. & K. Kashimura (1995). Determinants of apparent usability, 1509–1513. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*.

Kuutti, K. (1996) Activity Theory as a potential framework for human-computer interaction Research, In: *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*, 17–44. Ed. B. Nardi. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

Kuutti, K. (2000). Käyttöliittymä- ja käytettävyystudkimuksen haasteet. Teoksessa: *Miten käytettävyys muotoillaan?* 49–91. Toim. T. Keinonen. Helsinki: Nokia Oyj.

Kynäslahti, H. & P. Wager (1999). Changing roles of the teacher in inter-institutional networks of schools. *European Journal of Open and Distance Learning* 8, 1–8. [viitattu 20.6.2006]. Available: <http://www.eurodl.org/materials/contrib/1999/kynaslahti.html>

Laakso, S. (2004). *Hyvän käyttöliittymän varmistaminen GUIDe-prosessimallilla*. [viitattu 16.6.2007] Saatavissa: <http://www.cs.helsinki.fi/u/salaakso/papers/GUIDe-suomeksi.pdf>.

Laurel, B. (1993). *Computers as Theatre*. Boston: Addiston-Wesley.

Lehtinen E. (1997). Tietoyhteiskunnan haasteet ja mahdollisuudet oppimiselle. Teoksessa: *Verkkopedagogiikka*, 12–38. Toim. E. Lehtinen. Helsinki: Oy Edita Ab.

Leontev, A.N. (1977). *Toiminta, tietoisuus ja persoonallisuus*. Helsinki: Kansankulttuuri.

Leontev, A. N. (1978). *Activity, Consciousness, Personality*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Leontev, A.N. (1981). *Problems of the Development of the Mind*. Moscow: Progress Publishers.

Levi, M. D., & F. G. Conrad (1996). A heuristic evaluation of a World Wide Web prototype. *Interactions* 3:4, 50–61. ACM Publ. [luettu 8.9.2006]. Available: <http://stats.bls.gov/orersrch/st/st960160.htm>

Lewis, C. & J. Rieman (1994). *Task Centered User Interface Design: A Practical Introduction*. University of Colorado. Boulder, CO. (on-line) [luettu 8.9.2006]. Available: <ftp://ftp.cs.colorado.edu/pub/cs/distrib/clewis/HCI-Design-Book>.

Lewis, C., & J. Rieman (1994). Task-centered user interface design: A practical introduction. In: *Human-computer Interaction*. Eds J. Preece, Y. Rogers, H. Sharp, D. Benyon, S. Holland & T. Carey. Reading, MA: Addison Wesley.

Lewis, J.R. (1995). IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction* 7:1, 57–78.

Liaw S-S., H-M. Huang & G-D. Chen (2007). An activity-theoretical approach to investigate learners' factors toward e-learning systems. *Computers in Human Behavior* 23:4, 1906–1920.

Lifländer, V-P. (1999). *Verkko-oppiminen yhteistoiminnallinen projektioppiminen verkossa*. Helsinki: Edita.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* 140, 1–55.

Löwgren, J. (1995). *Perspectives on Usability*. Linköping: Linköping University.



Mankoff, J., A.K. Dey, G. Hsieh, J. Kientz, M. Ames, & S. Lederer (2003). Heuristic evaluation of ambient displays. In: *Proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 169–176.

Manninen T. & S. Brax (1999). Oppimisympäristöjen organisoinnin ja teknisen toiminnallisuuden tausta. Teoksessa: *Etäopetus multimedieverkoissa*, 4–11. Toim. H. Ruokamo & S. Pohjolainen. Sipoo: Teknologian kehittämiskeskus.

Maguire, M. (2000). A 15 year path of usability development in Europe. *Interactive Posters CHI 2000*. Loughborough: Loughborough University.

March S.T. & G.F. Smith (1995). Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems* 15:4, 251–266.

Marcus, A. (2002). CHI as a Cross-Tribal Community. *Interactions* 9:4, 31–35.

Marcus, A. (2005). User interface design's return on investment: Examples and statistic. In: *Cost-Justifying Usability: An Update for the Internet Age*, 17–39. Eds R. G. Bias, D. J. Mayhew. San Francisco: Elsevier.

Marton, F. & S. Booth (1997). *Learning and Awareness*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Matikainen, J. & J. Manninen (2000). *Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä*. Lahti: Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus.

McCarthy, J. & P. Wright (2004). *Technology as Experience*. Cambridge, MA: MIT Press.

Meisalo, V., E. Sutinen & J. Tarhio (2000). *Modernit oppimisympäristöt*. Helsinki: Tietosanoma Oy.

Mezirow, J. (1981). A critical theory of adult learning and education. *Adult Education* 32:1, 3–24.

Mezirow, J. (1996). *Uudistava oppiminen. Kriittinen reflektio aikuiskoulutuksessa*. Helsinki: Painotalo Miktor.

Miles, M.B. & A.M. Huberman (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. 2nd edition. London: Sage Publications.

Miller, R. B. (1971). *Human Ease of Use Criteria and Their Tradeoffs*. IBM Technical Report TR 00.2185. Poughkeepsie, NY: IBM Corporation.

Molich R. & J. Nielsen (1990). Improving a human-computer dialogue. *Communications of the ACM* 33:3, 338–348.

Molich R., N. Bevan, S. Butler, I. Curson, E. Kindlund, J. Kirakowski & D. Miller (1998). Comparative evaluation of usability tests. *Proceedings of UPA98* (Usability Professionals Association 1998 Conference), 189–200.

Molich R., A.D. Thomsen, B. Karyukina, L. Schmidt, M. Ede, W.V. Oel & M. Arcuri (1999). Comparative evaluation of usability tests. *Proceedings of CHI'99*, 83–84.

Monk, A. (2002). Noddy's guide to usability. *Interfaces* 50, 31–33.

Muller, M., L. Matheson, C. Page & R. Gallup (1998). Methods & tools: Participatory heuristic evaluation. *Interactions* 5:5, 13–18.

Muller, M., A. McClard, B. Bell, S. Dooley, L. Meiskey, J.A. Meskill, R. Sparks & D. Tellam (1995). Validating an extension to participatory Heuristic Evaluation: Quality of work and quality of work life. *Proc. of CHI 1995 Conference Companion* 115–116. New York: ACM Press.

Multisilta J. (1997). Miltä näyttää WWW-maailma oppimisympäristönä. Teoksessa: *Verkkopedagogiikka*, 101–111. Toim. E. Lehtinen. Helsinki: Edita.

Myers, B. A., & M. B. Rosson (1992). Survey on user interface programming. *Proceedings of ACM CHI '92*, 195–202. Monterey: ACM Press.

Mäkelä, K. (1990). Kvalitatiivisen analyysin arviointiperusteet. Teoksessa: *Kvalitatiivisen aineiston analyysi ja tulkinta*, 42–61. Toim. K. Mäkelä. Helsinki: Gaudeamus.

Nardi, B. (1996). Activity Theory and human-computer interaction. In: *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*, 7–16. Ed. B. Nardi. Cambridge: MIT Press.

Neisser, U. (1980). *Cognition and Reality*. San Francisco: Freeman.

Nevgi, A., H. Kynäslähti, S. Vahtivuori, A. Uusitalo & K. Ryti (2002). *Yliopisto-opettaja verkossa–taidot puntarissa. Verkko-opettajien osaamisalueiden ja tarjolla olevien tukipalveluiden kartoitus*. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Nevgi, A. & K. Tirri (2003). *Hyvää verkko-opetusta etsimässä. Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkko-oppimisympäristöissä–opiskelijoiden kokemukset ja opettajien arviot*. Turku: Suomen kasvatustieteellinen seura.

Nielsen, J. (1989). Usability engineering at a discount. In: *Designing and Using Human-Computer Interfaces and Knowledge Based Systems*, 394–401. Eds G. Salvendy & M.J. Smith. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

Nielsen, J. (1990). Big paybacks from ‘discount’ usability engineering. *IEEE Software* 7:3, 107–108.

Nielsen, J. (1992a). Evaluating the thinking aloud technique for use by computer scientists. In: *Advances in Human-Computer Interaction*. Eds H.R. Hartson & D. Hix, 69–82. Norrwood, NJ: Ablex.

Nielsen, J. (1992b). Finding usability problems through heuristic evaluation. *Proc. of Human Factors of Computing Systems (CHI 1992)*, 373–380. Boston: Academic Press.

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston: Academic Press.

Nielsen, J. (1994a). Guerilla HCI: Using discount usability engineering to penetrate the intimidation barrier. In: *Cost-Justifying Usability*, 245–272. Eds R.G. Bias & D.J. Mayhew. Boston: Academic Press.

Nielsen, J. (1994b). Heuristic Evaluation. In: *Usability Inspection Methods*, 25–62. Eds J. Nielsen & L. Mack. New York: John Wiley & Sons Inc.

Nielsen, J. (1995). *Technology Transfer of Heuristic Evaluation and Usability Inspection*. IFIP INTERACT'95 International Conference on Human-Computer Interaction in Lillehammer, Norway, June 27, 1995.

Nielsen, J. (1997). *Publications on the Internet: Publication Types and a Section on Access Conditions*. [luettu 23.5.2006]. Available: <http://www.purl.dk/rapport/html.uk/part4.htm>.

Nielsen, J. (2000a). *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*. Indianapolis (IN): New Riders.

Nielsen, J. (2000b). *WWW-suunnittelu*. Käännös kirjasta *Designing web usability*. Kääntäjä T. Haanpää. Helsinki: Edita.

Nielsen, J. (2003). *Jakob Nielsen's Alertbox*, August 25, 2003: Usability 101: Introduction to Usability (on-line) [luettu 8.9.2006]. Available: <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>.

Nielsen, J. (2005). *Ten Usability Heuristics*. (on-line) [luettu 19.6.2007]. Available: [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html).

Nielsen, J. & J. Levy (1994). Measuring usability – preference vs. performance. *Communications of the ACM* 37:4, 66–75.

Nielsen, J. & R. Molich (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. *Proc. of Human Factors of Computing Systems (CHI 1990)*, 249–256. New York: ACM Press.

Nielsen, J. & V.L. Phillips (1993). Estimating the relative usability of two interfaces: heuristic, formal, and empirical methods compared. *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems*. Hew York: ACM.

Norman, D.A. (1986). Cognitive engineering. In: *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction* 31–61. Eds D.A. Norman & S.W. Draper. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Norman, D.A. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York: Basic Books.

Nurkka, A. & S. Tervonen (2006). Orientaatio verkko-opetuksen laadunhallintaan. Teoksessa: *VOPLA-laatukäsikirja 2006*. [viitattu 28.2.2007]. Saatavissa: <http://www.vopla.fi/laatukasikirja/>

Onwuegbuzie A.J. & N.L. Leech (2007). Validity and qualitative research: An oxymoron. *Quality & Quantity* 41:2, 233–249.

Opetusministeriö (2004a). *Koulutuksen ja tutkimuksen tietoyhteiskuntaohjelma 2004–2006*. Opetusministeriön julkaisuja 2004, 12, 6–29. Helsinki: Opetusministeriö.

Opetusministeriö (2004b). *Korkeakoulutuksen laadunvarmistus*. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2004:6. Helsinki: Opetusministeriö.

Paulsen, M. (1995). An overview of CMC and the online classroom in distance education. In: *Computer Mediated Communication and the Online Classroom*. 31–57. Eds Z. Berge & M. Collins. Vol. III: Distance Learning. Cresskill: Hampton Press.

Pearson, S. (1977). *Measurement of Computer User Satisfaction*. Ph.D. dissertation, Tempe: Arizona State University.

Perlman, G. (2001). *Web-Based User Interface Evaluation with Questionnaires*. [luettu 9.10.2007]. Available: <http://oldwww.acm.org/perlman/question.html>.

Phillips P. P. (2002). *The Bottom Line on ROI: Basics, Benefits, & Barriers to Measuring Training & Performance Improvement*. Atlanta: CEP Press.

Pohjolainen, S., K. Silius, K. Yritys, A-M. Tervakari, H. Inkinen, H. Kaartokallio, T. Mäkelä & P. Ranta (2003). *Suomen virtuaaliyliopiston portaalin arviointikäytettävyyden, esteettömyyden, informaation esitystavan ja luotettavuuden sekä opetuksen organisoinnin näkökulmasta*. Suomen virtuaaliyliopiston e-julkaisuja 8. [viitattu 10.5.2006]. Saatavissa: <http://www.virtuaaliyliopisto.fi/e-julkaisut/julkaisu008.pdf>.

Poikela, S. & T. Portimojärvi (2004). Opettajana verkossa. Ongelmaperustainen pedagogiikka verkko-oppimisympäristöjen toimijoiden haasteena. *Verkko-oppiminen ja yliopistopedagogiikka*, 93–112. Toim. V. Korhonen. Tampere: Tampereen yliopisto.

Pollock, E. & P. Chandler & J. Sweller (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction* 12:1, 61–86.

Polson, P.G. & C.H. Lewis (1990). Theory-based design for easily learned interfaces. *Human-Computer Interaction* 5:1, 191–220.

Pond, W.K. (2002). Distributed education in the 21st Century: Implications for quality assurance. *Online Journal of Distance Learning Administration* V:II, Summer 2002. [luettu 5.6.2006]. Available: <http://westga.edu/~distance/ojdl/summer52/pond52.html>.

Preece, J. (1993). *A Guide To Usability, Human Factors In Computing*. Wokingham: Addison-Wesley.

Preece, J. (2000). *Online Communities: Designing Usability and Supporting Sociability*. Chichester: Wiley.

Preece, J., Y. Rogers, H. Sharp, D. Benyon, S. Holland & T. Carey (1994). *Human-Computer Interaction*. Wokingham: Addison-Wesley.

Preece, J. (1995). *Human-Computer Interaction*. Wokingham: Addison-Wesley.

Pressman, R. S. (1997). *Software Engineering—A Practitioner's Approach*. New York: McGraw-Hill Publishing Co.

Puolimatka, T. (2002). *Opetuksen teoria. Konstruktivismista realismiin*. Helsinki: Tammi.

Quinn, C.N. (1996). *Pragmatic Evaluation: Lessons from Usability*. *Proceedings of ASCILITE 96*, 437–444. Eds A. Christie, P. James & B. Vaughan. Uni SA: Adelaide.

Rautenberg, M. & E. Styger (1994). Positive effects of sound feedback during the operation of a plant simulator. In: *Human-Computer Interaction*. Eds B. Blumenthal, J. Gornostaev & C. Unger. 4<sup>th</sup> International Conference, EWHCI '94 St.Petersburg, Russia. Selected papers. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Ravden, S.J. & G.I. Johnson (1989). *Evaluation Usability of Human-Computer Interfaces: A Practical Method*. New York: Ellis Horwood Limited.

Reid, I.C. (2001). Reflections on using the Internet for the evaluation of course delivery. *The Internet and Higher Education* 4:1, 61–75.

Reeves C.A. & D.A. Bednar (1994), Defining quality: Alternatives and implication. *Academy of Management Review* 19:3, 419–445.

Riihiaho, S. (2000). *Experiences with Usability Evaluation Methods*. Lisensiaattityö. Espoo: Teknillinen korkeakoulu.

Robson, C. (1994). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-researchers*. Oxford: Blackwell Publishers.

Rodriguez, A. 1998. Strategies for counterresistance: Toward sosiotransformative constructivism and learning to teach science for diversity and for understanding. *Journal of Research in Science Teaching* 35:6, 589–622.

Root R.W. & S. Draper (1983). Questionnaires as a software evaluation tool. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '83*, 83–87.

Rubin, J. (1994). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Ruohotie, Pekka (1991). Motivaatio ja oppimisstrategiat ammatillisissa opinnoissa. Teoksessa: *Ammattikasvatuksen tutkimus Hämeenlinnan tutkimusyksikössä 1990-1991*, No 4: 85–121. Hämeenlinna: Tampereen yliopisto. Opettajankoulutuslaitos.

Ruokamo, H. & S. Pohjolainen (1999). *Etäopetus multimedieverkoissa (ETÄKAMU) -tavoitetutkimushanke*. Digitaalisen median raportti 1/99.

Ruokamo, H., S. Tella, S. Vahtivuori, H. Tuovinen, L. Pekkala & V. Tissari (2002). Pedagogiset mallit verkko-opetuksen suunnittelussa, toteutuksessa ja arvioinnissa (*HelLa-projekti*). Teoksessa: *Aineenopettajankoulutuksen vaihtoehdot ja tutkimus 2002*, 55–56. Toim. V. Meisalo. Ainedidaktiikan symposiumi 1.2.2002. Tutkimuksia 241. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Saastamoinen, H. (1993). *Käyttöliittymät*. Jyväskylän yliopisto: Tietojenkäsittelyopin laitos. Tietojenkäsittelytieteen julkaisuja OM-5.

Sambrook, S., S. Geerthuis & D. Cheseldine (2000). Developing a quality assurance system for computer based learning materials -problems and issues. *Assessing Quality in Higher Education (AQHE) Annual International Conference*. Melbourne: Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT).

Sartori R. & M. Pasini (2007). Quality and quantity in test validity: How can we be sure that psychological tests measure what they have to? *Quality & Quantity* 41:3, 359–374.

Sears, A. (1997). Heuristic walkthroughs: Finding the problems without the noise. *International Journal of Human-Computer Interaction* 9:3, 213–234.

Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher* 27:2, 4–13.

Shackel, B. (1959). Ergonomics for a computer. *Design* 120, 36–39.

Shackel, B. (1981). The concept of usability. *Proceedings of IBM Software and Information Usability Symposium*, 1–30. NY: Poughkeepsie.

Shackel, B. (1986). Ergonomics in design for usability. In: *People and Computers: Designing for Usability*, 44–64. Eds Harrison, M. D., & Monk, A. F. Proceedings of HCI 86. Cambridge. UK: Cambridge University Press.

Shackel, B. (1991). Usability–context, framework, design and evaluation. In: *Human Factors for Informatics Usability*, 21–38. Eds B. Shackel, B. & S. Richardson. Cambridge: University Press.

Shneiderman, B. (1986). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Reading MA: Addison-Wesley.

Shneiderman, B. (1998). *Designing the User Interface: Strategies for effective human-computer interaction*. 3<sup>rd</sup> ed, 639. Reading, Massachusetts etc.: Addison Wesley.

Shneiderman, B. & C. Plaisant (2005). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. 5th international edition. Maryland: Pearson Education.

SIGCHI 996. The SIGCHI Bulletin. *SIGCHI: The Early Years*. 28:1. [Viitattu 14.11.2008]. Saatavissa: <http://sigchi.org/bulletin/1996.1/borman.html>.

Silius, K. & A-M. Tervakari, H. Kaartokallio & K Yritytys (2003). *Tieto- ja viestintätekniikka-opetuksen käyttökelpoisuuden arviointimalli*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Suomen virtuaaliyliopiston e-julkaisuja 9. [viitattu 5.6.2006]. Saatavissa: <http://www.virtuaaliyliopisto.fi/data/files/svy-julkaisut/julkaisu009.pdf>.

Sinkkonen, I. (2004). *Käyttöliittymä ja käytettävyys*. [Viitattu 19.5.2007]. Saatavissa: [http://www.adage.fi/artikkelit/kayttoliittymat\\_kaytettavyys.html](http://www.adage.fi/artikkelit/kayttoliittymat_kaytettavyys.html).

Sinkkonen, I., H. Kuoppala, J. Parkkinen & R. Vastamäki (2002). *Käytettävyyden psykologia*. Helsinki: Edita.

Soloway, E., M. Guzdial, & K.E. Hay (1994). Learner-centered design: the challenge for HCI in the 21st century. *Interactions* 1:2, 36–48.

Soloway E., S. Jackson, J. Klein, C. Quintana, J. Reed, J. Spitulnik, S. Stratford, S. Studer, J. Eng & N. Scala (1996). *Learning Theory in Practice: Case Studies of*



*Learner-Centered Design*, 189–196. Computer-Human Interaction. CHI'96. Electronic proceedings.

Squires, D. (1997). *An heuristic approach to the evaluation of educational multimedia software*. Oxford: Elsevier Science Ltd.

Squires, D., & Preece, J. (1999). Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability, and the synergy between them. *Interacting with Computers* 11:5, 467–483.

Ssemugabi, S. & W. Sisulu (2007). A comparative study of two usability evaluation methods using a web-based e-learning application. *Proceedings of the 2007 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries* 226, 132–142.

Sujan, M., A. Pasquini, A. Rizzo, P. Scribani & M. Wimmer (1999). Activity theory as a framework for considering human affect in the design. In: *Systems, Man, and Cybernetics*, 1999. IEEE SMC '99 Conference Proceedings 1, 726–731.

Sutcliffe, A. (2002). *User-Centred Requirements Engineering*. London: Springer Verlag.

Sweeney, M., M. Maguire & B. Shackel (1993). Evaluating user-computer interaction: a framework. *Int. J. Man-Machine Studies* 38:4, 689–711.

Tella, S., O. Nurminen, S. Oksanen & S. Vahtivuori (2001). *Verkko-opetuksen teori-aa ja käytäntöä*. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Tella, S., S. Vahtivuori, A. Vuorento, P. Wager & U. Oksanen (2001). *Verkko opetuksessa—opettaja verkossa*. Helsinki: Edita.

Tervakari, A-M., K. Silius, P. Ranta, T. Mäkelä & H. Kaartokallio (2002). *Tietoverkkoavusteisen opetuksen käyttökelpoisuus. Käytettävyys ja pedagoginen käytettävyys opetuksen organisoinnin näkökulmasta*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Hypermedialaboratorio.

Thompson K., E.P. Rozanski & A. R. Haake (2004). Here, there, anywhere: remote usability testing that works. In: *Proceedings of SIGITE'04*, 132–137. New York: ACM Press.

Tobin, K. (1993). Constructivism Perspectives on Teacher Learning. In: *The Practice of Constructivism in Science Education*, 215–226. Ed. K. Tobin. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science Press.

Tukiainen, M. & R. Lempinen (1994). *Muokattu Ravdenin ja Johnsonin menetelmä ohjelmiston käytettävyyden arviointiin* (Modified Ravden & Johnson method for evaluating the usability of a computer system). Joensuun yliopisto, Tietojenkäsittelyopin laitos, B-1994-1.

Tuononen, K. & M. Pelkonen (2004). Tiedon kaatamisesta tiedon janoon – digitaaliselle oppimateriaalille pedagogisia perusteita, 69–92. Teoksessa: *Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka*. Toim. V. Korhonen. Tampere: Tampereen yliopisto.

Tynjälä, P. (1999a). Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and traditional learning environment in university. *International Journal of Educational Research* 31:5, 357–442.

Tynjälä, P. (1999b). *Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita*. Helsinki: Tammi.

Uden, L. & N. Willis (2001). Designing user interfaces using Activity Theory. In *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences* 34:25, 11.

Vainio, L. (2003). Ammattikorkeakoulujen tietostrategiatyö. Teoksessa: *Muuttuuko mikään? – näkökulmia tieto- viestintäteknikan opetustyön strategiaan*. Toim. Y. Hyötyniemi. Helsinki: Opetusministeriön julkaisuja 2003:16, 40–45. [viitattu 15.8.2006]. Saatavissa: [http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2003/liitteet/opm\\_105\\_opm16.pdf](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2003/liitteet/opm_105_opm16.pdf)

Valli, R. (2001). Kyselylomaketutkimus. Lomakkeen laadinta ja kysymysten tekeminen. Teoksessa *Ikkunoita tutkimusmetodeihin I*, 100–113. Toim. J. Aaltola & R. Valli. Jyväskylä:PS-kustannus.

Varto, J. (1992). *Laadullisen tutkimuksen metodologia*. Helsinki: Kirjayhtymä.

Veen, J. (1998). *Site Building. Advance Web Techniques*. [luettu 5.6.2006]. Available: <http://hotwired.lycos.com/webmonkey/98/07/index3a.html>.

Vredenburg, K., J-Y. Mao, P.W. Smith & T. Carey (2002). A survey of user-centered design practice, 183–188. *Proceedings of Computer Human Interaction (CHI'89)*, ACM.

WAMMI consortium (2002). *WAMMI Web Usability Questionnaire*. [luettu 26.6.2006]. Available: <http://www.wammi.com/about.html> (26.6.2006).

Winn, W. D. (1993). A constructivist critique of the assumptions of instructional design. *Designing environments for constructive learning*, 189–212. Eds T. M. Duffy, J. Lowyck & D. H. Jonassen. Berlin: Springer-Verlag.

## LIITTEET

**Liite 1.** Heuristinen HA-käytettävyyskysely.

### Verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointilomake

Oheisella lomakkeella toivon sinun arvioivan verkko-opetusympäristöä ja sen käytettävyyttä. Arviointisi on ensiarvoisen tärkeää, että verkko-opetusympäristöä ja sen käytettävyyttä voidaan kehittää. Ole ystävällinen, täytä sähköisesti tämä lomake ja lähetä se Lähetä-painikkeella käytettävyysarviointin tekijälle. Arviointeja hyödynnetään verkko-opetusympäristön käytettävyystutkimuksessa. Numeerisessa arviointiosuudessa arviointin kohteena on verkko-opetusympäristö, ei opintojakson sisältö. Ole ystävällinen ja lähetä arviointisi viikon kuluessa.

#### 1. Opintojakson tiedot

Koulutusohjelma ja opintojakso \_\_\_\_\_

Lukuvuosi \_\_\_\_\_

Kurssin toteutustapa \_\_\_\_\_ lähiopetuksen tuki  verkko-opetus

#### 2. Sanallinen arvio verkko-opetusympäristöstä

Sopiiko Moodle / WebCT opetusympäristö erilaisten pedagogisten käytäntöjen toteuttamiseen?

---



---

Tukeeko Moodle / WebCT tiedon prosessointia ja aktiivista ajattelua? Miten?

---



---

Tukeeko Moodle / WebCT -opiskelijoiden motivaation kehittymistä ja itseohjautuvuutta? Miten?

---



---

Miten Moodle / WebCT opetusympäristö tukee opiskelijoiden ohjausta mm. vuorovaikutukseen?

---



---

Arviointiasteikko: 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä ja 5 = täysin samaa mieltä.

<b>3. Palvelun tila</b>	1	2	3	4	5
Palvelun tila on käyttäjän tiedossa.					
Käyttäjä näkee, onko syöte mennyt järjestelmään.					
Palvelu on selkeä, käyttäjä tietää missä osassa palvelua on ja miten edetä.					
Käyttäjä näkee, mitä hän voi tehdä seuraavaksi.					

<b>4. Palvelun vastaavuus käyttäjän kontekstiin</b>	1	2	3	4	5
Verkko-opetusympäristön sanasto ja lauserakenne ovat selkeät.					
Verkko-opetusympäristön käsitteitä käytetään loogisesti.					
Verkko-opetusympäristön lausejärjestys on selkeä.					
Verkko-opetusympäristön käsitteitä käytetään kuten tosielämässä.					

<b>5. Käyttäjän hallinta ja vapaus</b>	1	2	3	4	5
Navigoinnissa ei tarvitse käyttää ns. turhia hyppyjä.					
Turhat hypyt voidaan estää verkko-opetusympäristön asetuksilla.					
Navigointireittiä ei tarvitse muistaa päästäkseen tietyille sivuille.					
Tärkeimmille sivuille pääsee nopeasti ja helposti.					
Virheellisen syötteen voi muuttaa vielä lähettämisen jälkeen.					
Virheellisen syötteen muuttamis-mahdollisuus voidaan sallia verkko-opetusympäristön asetuksilla.					
Palvelu ei avaa turhia ikkunoita.					
Tärkeimmille sivuille pääsee nopeasti.					

<b>6. Johdonmukaisuus ja standardit</b>	1	2	3	4	5
Nimiä, värejä ja muita tunnisteita on käytetty yhtenäisesti.					
Linkkejä, painikkeita, tunnisteita ja syötekenttiä on käytetty yhtenäisesti.					
Navigointipalkit ja painikkeet ovat tutuissa paikoissa.					
Linkit, painikkeet ja syötekentät näyttävät yhtenäisiltä.					
Navigointityyli on yhtenäinen.					

<b>7. Virheiden estäminen</b>	1	2	3	4	5
Palvelu tarkistaa virheellisen syötteen.					
Käyttäjä saa ohjausta ongelmallisista syötteistä selkeästi ja nopeasti.					
Syöte- ja toimintotilanteissa on saatavana opastusta.					

<b>8. Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen</b>	1	2	3	4	5
Tärkeimmät toiminnot ovat näkyvissä aina.					
Linkkejä ja painikkeita on käytetty tunnistettavasti.					
Navigointipalkit ja painikkeet ovat tutuissa paikoissa.					
Käyttäjän ei tarvitse muistaa aikaisemmalla sivulla näkemäänsä tietoa.					
Palvelun WWW-osoite on pääteltävissä helposti.					

<b>9. Käytön joustavuus ja tehokkuus</b>	1	2	3	4	5
Yleisimmät toiminnot ovat aina käytettävissä.					
Käyttäjä voi muokata omaa käyttöliittymä-näkymäänsä yksinkertaisemmaksi tai omien toiveiden mukaiseksi.					
Palvelu näkyy selkeästi käyttäjälle					
Kehykset eivät hankaloita linkittämistä, selaamista tai tulostamista.					
Dynaamisesti tuotetut sivut saa helposti ladattua uudestaan esim. kyselyt.					

<b>10. Esteettinen ja minimalistinen suunnittelu</b>	1	2	3	4	5
Palvelussa on käytetty vain muutamaa värisävyä.					
Palvelussa on käytetty rajoitetusti kirjasintyyppejä ja - kokoja.					
Tyhjää tilaa on hyödynnetty selkeyttämään näyttöjä.					
Huomio kiinnittyy tärkeimpiin elementteihin ensin.					
Yksi elementti ei hallitse koko käyttöliittymää ja sen navigointia.					
Teksti on sopivan mittaista, tyylistä ja kokoista ruudulta luettavaksi.					

<b>11. Virheiden käsittely</b>	1	2	3	4	5
Virheilmoitukset ovat ymmärrettäviä.					
Virheilmoituksesta selviää mitä ja miksi tapahtui ja miten virhe korjataan tai vältetään.					
Virheilmoitukset ovat kohteliaita (eivät syyllistä käyttäjää).					
Korjauksiin liittyvät toimintaohjeet ovat selkeät.					

<b>12. Opastus ja ohjeistus</b>	1	2	3	4	5
Ohjeistusta annetaan automaattisesti.					
Ohjeet ovat aina saatavilla.					
Ohjeet ja opastus ovat tilanne- tai sivukohtaista.					
Ohjeet ovat helposti ymmärrettävissä ja toteutettavissa.					

**Kiitos vastauksestasi!**

**Lähetä**

**Tyhjennä**

**Liite 2.** Toiminnan teoria – pohjainen HA&TT- käytettävyysskysely.

## Verkko-opetusympäristön käytettävyyden arviointilomake

Oheisella lomakkeella toivon sinun arvioivan verkko-opetusympäristöä ja sen käytettävyyttä. Arviointisi on ensiarvoisen tärkeää, että verkko-opetusympäristöä ja sen käytettävyyttä voidaan kehittää. Ole ystävällinen, täytä sähköisesti tämä lomake ja lähetä se Lähetä-painikkeella käytettävyyssarviointin tekijälle. Arviointeja hyödynnetään verkko-opetusympäristön käytettävyyss tutkimuksessa. Numeerisessa arviointiosuudessa arviointin kohteena on verkko-opetusympäristö, ei opintojakson sisältö. Ole ystävällinen ja lähetä arviointisi viikon kuluessa.

### Opiskelijan tiedot

Sukupuoli                      nainen  mies

Syntymävuosi                      \_\_\_\_\_

Kuinka monta vuotta olet käyttänyt WebCTtä / Moodlea?

alle 2 v.  2 - 4 v.  yli 4 v.

Kuinka monta tuntia viikossa keskimäärin käytit verkko-opetus-ympäristöä opintojakson aikana?

alle 2 h  2-4 h  4-6 h  yli 6 h

Lukuvuosi                      \_\_\_\_\_

Arviointiasteikko: 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = osittain samaa mieltä ja 5 = täysin samaa mieltä.

Käyttäjät, teknologia ja päämäärä	1	2	3	4	5
1. WebCT / Moodle tukee ja ohjaa kaikissa käyttämissäni toiminnoissa					
2. Verkko-opetusympäristöstä löytyy helposti tarvittavat toiminnot.					
3. Verkko-opetusympäristön käytössä ei ole rajoituksia.					
4. Verkko-opetusympäristön ominaisuudet tukevat oppimista ja päämäärään pääsemistä.					
5. Verkko-opetusympäristön rakenne on selkeä ja looginen.					
6. Verkko-opetusympäristössä ei ole ristiriitoja erilaisten käyttäjän tavoitteiden kanssa.					



<b>Ympäristö ja konteksti</b>	1	2	3	4	5
7. Käsitteitä, sanastoa ja toimintoja käytetään yhdenmukaisesti verkko-opetusympäristössä.					
8. Ominaispiirteet ja käsitteistö ovat yhdenmukaiset käyttöympäristön kanssa.					
9. Verkko-opetusympäristö tukee yhteistoiminnallisuutta (esim. keskustelualusta).					
10. Kuvakkeet, painikkeet ja linkit ovat havainnollisia.					
11. Verkko-opetusympäristössä ei ole teknisiä ongelmia.					
12. Verkko-opetusympäristö antaa palautetta virheellisestä toiminnosta.					
13. Käyttäjä tietää sijaintinsa verkko-opetusympäristössä ja toimiiko verkko-opetusympäristö.					
14. Navigointi verkko-opetusympäristössä onnistuu hyvin ilman turhia hyppyjä					
15. Käyttäjä voi itse vaikuttaa omaan verkko-opetusympäristö näkymään					
16. Verkko-opetusympäristön antamat virheilmoitukset ovat selkeitä.					
17. Verkko-opetusympäristön itseopiskelumahdollisuus tukee oppimista.					

<b>Oppiminen</b>	1	2	3	4	5
18. Verkko-opetusympäristö opastaa käyttäjää.					
19. Verkko-opetusympäristön ohjeet ovat helposti ymmärrettäviä.					
20. Dokumenttien liittäminen onnistuu vaikeuksitta.					
21. Verkko-opetusympäristön käytön oppiminen (sisäistäminen) onnistuu ilman ponnisteluja.					
22. Verkko-opetusympäristö tukee ja auttaa löytämään ratkaisun ongelmatilanteessa					
23. Verkko-opetusympäristö muistaa mitkä harjoitukset käyttäjä on jo tehnyt.					
24. Oppimisprosessi verkko-opetusympäristössä on käyttäjän hallinnassa.					
25. Verkko-opetusympäristö ei vaadi muistamista ruudulta toiselle siirryttäessä.					
26. Verkko-opetusympäristö auttaa välttämään tarpeetonta oppimista.					

<b>Kehitys</b>	1	2	3	4	5
27. Verkko-opetusympäristöteknologialle asetetut odotukset täyttyivät hyvin.					
28. Asenteeni on tullut positiivisemmaksi verkko-opetusympäristöä kohtaan.					
29. Asenteeni on tullut positiivisemmaksi verkko-opiskelua kohtaan.					

### **Sanallinen arviointi verkko-opetusympäristöstä (Moodle / WebCT)**

Sopiiko verkko-opetusympäristö tämän opintojakson opiskeluun? miksi?

---



---

Tukeeko verkko-opetusympäristö tiedon prosessointia, aktiivista ajattelua ja oppimista? Miten?

---



---

Tukeeko verkko-opetusympäristö yhteistoiminnallisuutta ja ryhmätyön tekemistä? Miten?

---



---

Mitkä ovat mielestäsi verkko-opetusympäristön vahvuudet, heikkoudet, uhat ja mahdollisuudet?

---



---

Mitä muuta haluaisit verkko-opiskelustasi kertoa?

---



---

**Kiitos vastauksestasi!**

**Lähetä**

**Tyhjennä**