



Tietoverkkoavusteisen opetuksen käyttökelpoisuus

Käytettävyys ja pedagoginen käytettävyys opetuksen organisoinnin näkökulmasta

Anne-Maritta Tervakari

Kirsi Silius Pekka Ranta

Teemu Mäkelä Heidi Kaartokallio

**Tampereen teknillinen yliopisto
DMI / Hypermedialaboratorio
Joulukuu 2002**

Sisällys:

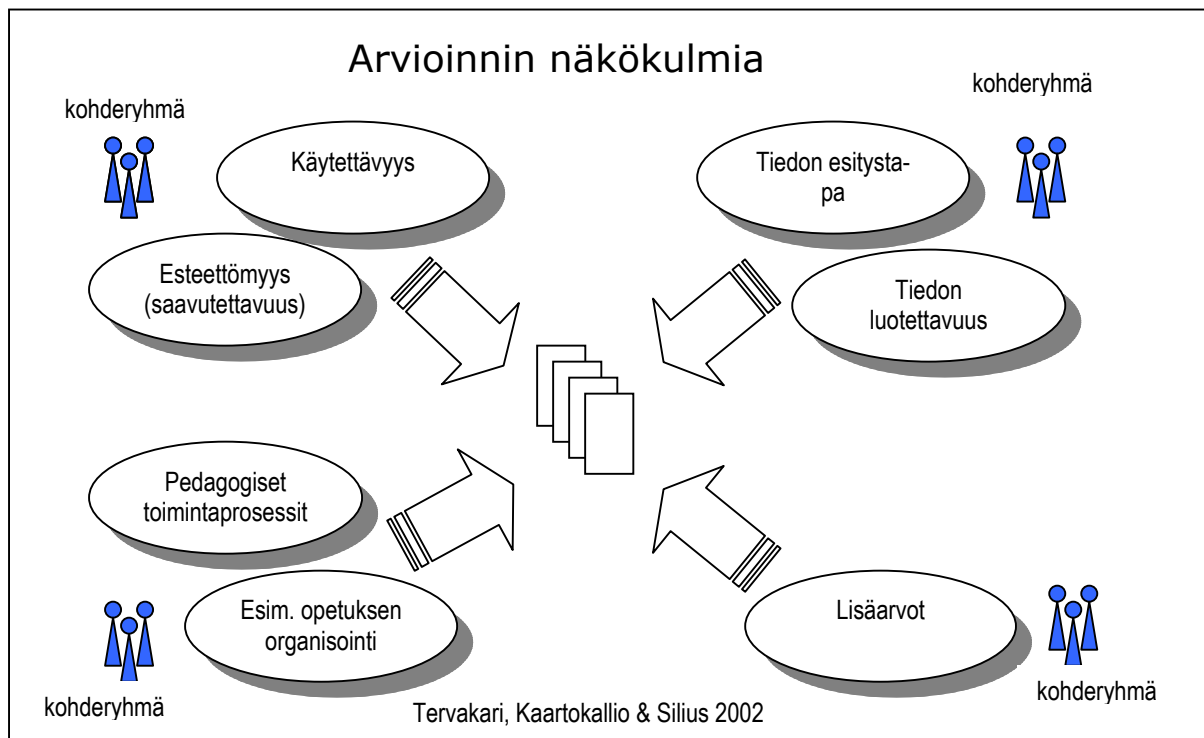
1. ARVIOINNIN TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	2
2. KÄYTETTÄVYYS.....	5
2.1. KÄYTETTÄVYYDEN KÄSITE	5
2.1.1. Käytettävyys suunnittelun näkökulmasta.....	5
2.1.2. Käytettävyys tuotteen ominaisuutena	6
2.1.3. Käytettävyys tuotteen käyttämiseen liittyvänä ominaisuutena	7
2.1.4. Käytettävyys käyttäjän kokemuksiin liittyvänä ominaisuutena.....	10
2.1.5. Käytettävyyden kontekstuaalisuus	11
2.2. KÄYTETTÄVYYSSUUNNITTELU KOGNITIIVISEN PSYKOLOGIAN VALOSSA.....	11
2.3. KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI.....	13
2.4. KÄYTETTÄVYYS TÄSSÄ TUTKIMUKSESSA	15
2.4.1. Visuaalinen suunnittelu.....	16
2.4.2. Teknisluonteiset seikat käyttäjän näkökulmasta.....	18
2.4.3. Tekstin luettavuus.....	19
2.4.4. Muut mediaelementit	20
2.4.5. Navigoinnin tukeminen.....	22
2.4.6. Virheiden estäminen ja virheistä toipuminen.....	23
3. TIETOVERKKOAVUSTEISEN OPETUKSEN HYÖDYLLISYYS.....	26
3.1. KÄYTETTÄVYYS JA HYÖDYLLISYYS TIETOVERKKOAVUSTEISESSA OPETUKSESSA	26
3.1.1. Käytettävyys, lisäarvo ja pedagoginen käytettävyys	27
3.2. PEDAGOGISEN KÄYTETTÄVYYDEN OSA-ALUEET.....	29
3.2.1. Opetuksen organisointi	29
3.3. PEDAGOGISEN KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI	30
4. INFORMAATIOSISÄLTÖ.....	33
4.1. INFORMAATION LUOTETTAVUUS	33
4.2. INFORMAATION ESITYSTAPA	34
5. ESTEETTÖMYYS (SAAVUTETTAVUUS)	35
5.1. ESTEETTÖMYYS - KÄSITTEENMÄÄRITTELYÄ	35
5.2. ESTEETTÖMYYDEN MERKITYS	36
5.3. ESTEETTÖMYYDEN ARVIOINTIA.....	37
6. LÄHTEET:	39

1. Arvioinnin teorettinen viitekehys

Tässä raportissa kuvatut näkökulmat tietoverkkoavusteisen opetuksen käyttökelpoisuuden arviointiin pohjautuvat Tampereen teknillisen yliopiston (TTY:n)¹ virtuaaliyliopiston ja Hypermedialaboratorion tietoverkkoavusteisten oppimisympäristöjen arviointimenetelmien kehittämiseen liittyvään tutkimukseen. Tutkimuksen yhteydessä laadittiin mm. arviointikriteeristö, joka muodostettiin aiemman kirjallisuuden ja suoritettujen asiantuntija-arvioinnin yhteydessä esiin nousseiden tekijöiden pohjalta.

Tietoverkkoavusteisia oppimisympäristöjä tai opetuskäyttöön suunnattuja sovelluksia voidaan arvioida useastakin eri näkökulmasta kuten esim. käytettävyys, ns. pedagogisen käytettävyys, esteettömyys (tai saavutettavuus), julkaisun informaatio- eli asiasisältö, lisäarvot, esteettisyys, viestinnällisyys sekä merkitys julkisen tai yksityisen sektorin tuottamana opetuspalveluna. Arviointia voidaan tehdä myös eri toimijoiden näkökulmasta, jolloin opetukseen tarkoitettuja sovelluksia arvioidaan esim. opetuspalvelun tuottajan ja toteuttajan, opiskelijan, organisaation tai yhteiskunnan näkökannalta.

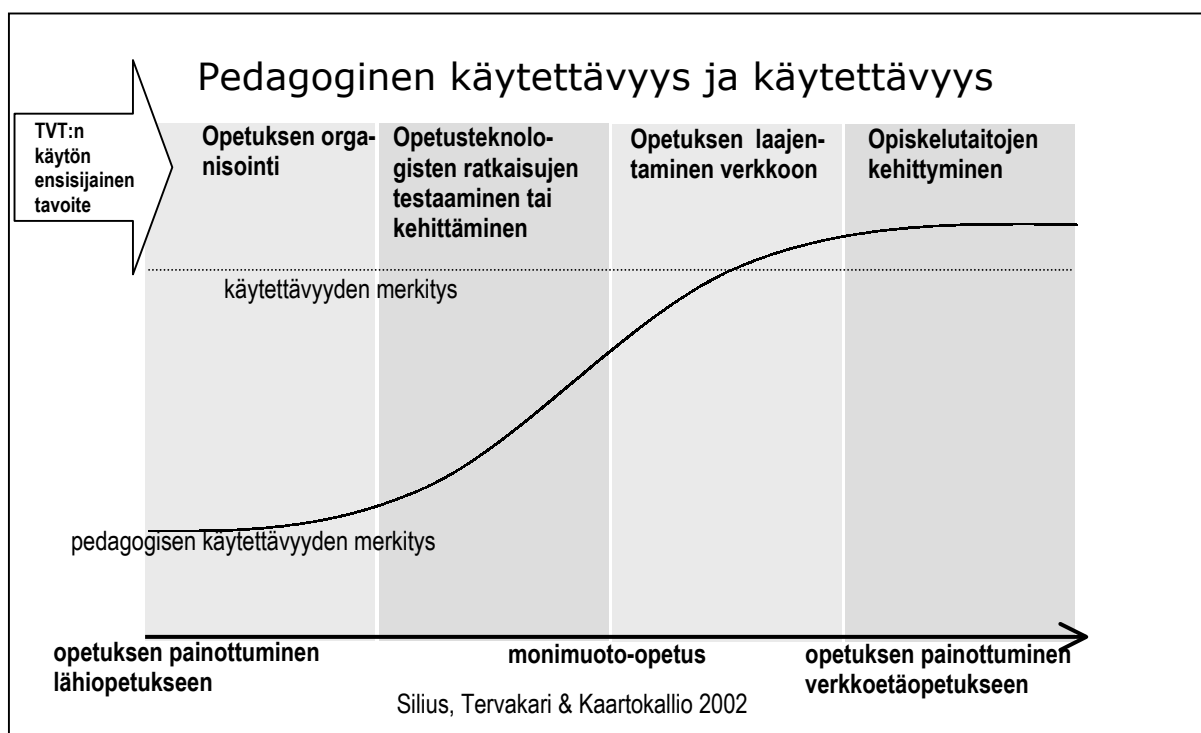
TTY:n virtuaaliyliopiston tekemien opetuskäyttöön suunnattujen sovellusten arviointien keskeisiä painopistealueita ovat olleet käytettävyys, ns. pedagoginen käytettävyys, esteettömyys (tai saavutettavuus), lisäarvot sekä informaatioon eli julkaisun asiasisältöön liittyvät seikat kuten tiedon esitystapa sekä tiedon luotettavuus (kuva 1). Arvioinneissa ei ole niinkään kiinnitetty huomiota opintojaksojen verkkototeutusten esteettisyyteen sinänsä, viestinnällisiin seikkoihin eikä niiden rooliin julkisina opetuspalveluina.



Kuva 1. Tietoverkkoavusteisen opetuksen arvioinnin näkökulmia.

¹ Nimenmuutos: Tampereen teknillisen korkeakoulun (TTKK) nimi muuttuu Tampereen teknilliseksi yliopistiksi (TTY) 1.1.2003 alkaen.

Opetuskäyttöön suunnatun sovelluksen² arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota ensinnäkin käytettävyyden arvioimiseen. Esimerkiksi WWW-sivuston käyttöliittymän tulee tukea opiskelua tarjoamalla helppokäyttöinen väline digitaalisen oppimateriaalin käyttämiseen. Pelkkä käytettävyyden arvioiminen ei kuitenkaan riitä, vaan opetuskäyttöön suunnattu sovellus on arvioitava myös pedagogisesta näkökulmasta eli pedagogisen käytettävyyden kannalta (esim. Albion 1999; Labbate 1996; Quinn 1996; Squires 1997). Huomioitavaa on kuitenkin se, että pedagogisen käytettävyyden merkitys on sitä suurempi mitä suurempi osa tietoverkkoavusteisesta opetuksesta on "verkossa". Toisin sanoen, jos tietoverkkoa hyödynnetään lähinnä opetuksen organisointiin liittyvissä, enemmänkin rutiinomaisissa tehtävissä, on pedagogisen käytettävyyden merkitys huomattavasti pienempi kuin käytettävyyden merkitys. Mutta mitä enemmän tietoverkkoa hyödynnetään opettamisessa ja ohjauksessa sekä opiskelutaitojen kehittämisen tukemisessa sitä suuremmaksi pedagogisen käytettävyyden merkitys muodostuu (kuva 2). Tällöinkään ei kuitenkaan pidä unohtaa käytettävyyden merkitystä.



Kuva 2. Käytettävyyden ja pedagogisen käytettävyyden suhde

Käytettävyyden ja pedagogisen käytettävyyden arvioimisen lisäksi on tärkeitä arvioida opetuskäyttöön suunnatun sovelluksen (informaatio)sisällön luotettavuus tiedon täsmällisyyden, asiantuntevuuden, objektiivisuuden, voimassaolon sekä kattavuuden kannalta. Toisekseen verkko julkaisukanavana asettaa omat haasteensa informaation esittämiselle – esim. informaatio saattaa olla irti alkuperäisestä asiayhteydestään tai käyttäjä ei voi palata informaation kadottua palvelimelta (Aleksander & Tate 1998). Pedagogisesta näkökulmasta merkittäviä arviointikriteerejä ovat informaation esitystapa sekä soveltuvuus suunniteltuun opiskelukontekstiin (vrt. Albion 1999; Liu 2001; Tergan 1998).

² Tässä raportissa termillä ”sovellus” tarkoitetaan tietoverkkojen välityksellä saatavia www-sivustoja, ohjelmistoja tai työkaluja yms. verkkosovelluksia.

Oman lisähaasteensa sovellusten arviointiin tuo esteettömyyden (saavutettavuuden) arvioiminen. Esteettömyyden merkitys on viimeaikoina kasvanut, sillä monissa maissa on laadittu säädöksiä ja suosituksia erityisesti julkisen sektorin ylläpitämien ja tuottamien verkkototeutusten esteettömyydestä. Tausta-ajatuksena on kansalaisten tasavertainen mahdollisuus hyödyntää verkossa olevaa informaatiota ja julkisia verkkopalveluita. (Foley & Reagan 2002; Korpela 2002.)

Tutkimuksen tässä vaiheessa arvioinnissa kiinnitetään huomiota ennen kaikkea käytettävyyden, esteettömyyden (tai saavutettavuuden) ja pedagogisen käytettävyyden osalta opetuksen organisointiin liittyvien tekijöiden arvioimiseen tarkistuslistoja hyödyntäen. On kuitenkin huomioitava, että arvokkainta tietoa sovelluksen hyödyllisyydestä ja käytettävyydestä saa todellisilta käyttäjiltä. Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa on ensiarvoisen tärkeätä koota tietoa käyttäjien kokemuksista esim. kyselyn avulla. Huolimatta kyselyyn liittyvistä ongelmista (kato, vastausten subjektiivisuus, vastaajien taipumus vastata sosiaalisesti hyväksyttävällä tavalla) on kysely tässä tapauksessa käyttökelpoinen tapa saada käyttäjiltä lisäinformaatiota. Samalla arvioinnin luotettavuus kasvaa.

2. Käytettävyys

Tietoverkkoavusteisessa oppimisympäristössä käytettävien työkalujen, WWW-sivustojen ym. WWW-sovellusten suhteen **opiskelijat ym. toimijat ovat ensinnäkin käyttäjiä**. Käyttöliittymän (jolla tässä tarkoitetaan toimijalle avautuvaa näkymää tietoverkkoavusteisessa oppimisympäristössä esim. WWW-sivua) toteutuksen tulee vastata kohderyhmän (käyttäjien) tarpeita.

Mistä käytettävyudessa oikeastaan on kyse? Käytettävyystutkimuksen tavoitteena on käyttäjän ja sovelluksen yhteistoiminnan tehokkuuden ja käytön miellyttävyyden kehittäminen. Käytettävyystutkimus nojaa vahvasti sekä psykologian että ihminen-kone -vuorovaikutuksen tutkimukseen.

2.1. Käytettävyyden käsite

Kun tietokonekauppiat alkoivat nähdä käyttäjät muunakin kuin välttämättömänä pahana, alettiin puhua käyttäjäystävällisistä systeemeistä. Käsitteellä ”käyttäjäystävällinen” on kuitenkin puutteensa. Ensinnäkin käsite viittaa liiaksi ihmismäiseen ominaisuuteen - käyttäjät eivät tarvitse niinkään ”ystävällisiä” tietokoneita vaan koneita, joiden avulla tarvittavat tehtävät saadaan tehdyksi sujuvasti. Toisekseen käsite sisältää implisiittisen oletuksen siitä, että ihmisten tarpeet olisi mahdollista määritellä yksiuotteisesti. (Nielsen 1993, 23.)

Käytettävyys on hankalasti määriteltävä käsite, johon liittyy monen tasoisia tekijöitä. Kirjallisuudessa käsitettä on tarkasteltu niin suunnittelun tavoitteena, tuotteen ominaisuutena (attribuuttina), tuotteen käyttämiseen liittyvänä ominaisuutena kuin käyttäjän kokemuksiin liittyvänä ominaisuutena (Keinonen 1998). Seuraavassa on lyhyesti kuvattu kunkin näkökulman keskeisimpiä teemoja. Hieman syvemmin on kiinnitetty huomiota käytettävyyteen tuotteen ominaisuutena sekä tuotteen käyttöön liittyvänä ominaisuutena - näkökulmat, joihin TTY:n arviointitutkimuksessakin on keskitytty.

2.1.1. Käytettävyys suunnittelun näkökulmasta

Sovellussuunnittelun perustana ovat aiemmin toimineet erilaiset ER-mallit, rakennekaaviot ja tietovirtakaaviot. Näiden käyttöä suunnitteluperustana on kritisoitu ennen kaikkea siksi, että niiden fokus on liiaksi systeemissä sinänsä eikä niinkään käyttäjissä ja heidän tarpeissaan.

Gould ja Lewis (1985) kiinnittivät tutkimuksessaan huomiota siihen, että systeemisuunnittelijat eivät juuri hyödynnä sovellusten todellisia loppukäyttäjiä suunnittelu- ja arviointiprosessin aikana. He kuvasivat systeemisuunnittelun kolme peruseriaatetta, joita noudattamalla voidaan kehittää hyödyllisiä ja helppokäyttöisiä sovelluksia. Suunnittelutyön periaatteet ovat: käyttäjä ja käyttäjän toiminnan keskeisyys, empiirinen mittaus sekä iteratiivinen suunnitteluprosessi. Suunnittelutyön tavoitteena tulisi siis olla sovellus (systeemi), jonka käyttö on helppo oppia (ja muistaa), joka on hyödyllinen ja jota on helppo sekä miellyttävä käyttää. (Gould & Lewis 1985.)

Nykyisin suunnittelun näkökulmasta tarkasteltuna käytettävyys nähdään tärkeänä osana tuotteen suunnitteluprosessia. Käytettävyysuunnittelu ja käyttäjakeskeinen suunnittelu ovat lähestymistapoja, joissa keskeistä on käyttäjän mukanaolo suunnitteluprosessissa sekä käyttäjien tarpeiden ja tehtävien tunnistaminen. Suunnitteluprosessin tavoitteena on löytää tehokkain, helpoin ja nopein tapa em. tehtävien toteuttamiseksi. Prosessin keskeisimmät vaiheet ovat: käyttäjien ja tehtävien määrittely, käytettävyystavoitteiden asettaminen, käytettävyystavoitteiden saavuttamisen empiirinen mittaaminen sekä iteroiva suunnittelu.

2.1.2. Käytettävyys tuotteen ominaisuutena

Käytettävyys voidaan ymmärtää myös tuotteen ominaisuutena (attribuuttina). Käytettävyyden osatekijät ja niiden lukumäärä vaihtelevat eri kirjoittajilla, mutta yleisimmin mainittuja ominaisuuksia ovat: johdonmukaisuus, hallittavuus, esitystapa, virheiden sieto, muistettavien asioiden määrä, tehtävään sopivuus, joustavuus ja opastus. (Keinonen 1998.)

Sovellusten ominaisuuksien tarkastamiseksi on laadittu lukuisia listoja, joista tunnetuimpia lienevät Normanin käytettävyyden periaatteet sekä Nielsenin "Kymmenen heuristista sääntöä". Näitä muistilistoja käytetään varsin usein apuna myös käytettävyysarvioinnissa.

Norman (1991) määritteli viisi keskeistä tuotteen ominaisuutta, jotka ovat edellytyksinä tuotteen helpokäyttöisyydelle.

- **Käsitelmä** - tuotteen tarjoama käsitteellinen malli auttaa käyttäjää hahmottamaan tuotteen käytön ja toiminnan logiikan. Käyttäjän tulisi kyetä muodostamaan käsitelmä ilman erillistä ohjetta. Edellytyksenä on, että sovellus välittää riittävästi oikeanlaista informaatiota.
- **Näkyvyys** - sovelluksessa tulee käyttää luonnollisia visuaalisia viestejä mm. muistuttamassa käyttäjää tarjolla olevista vaihtoehdoista toimintatavoista
- **Kytkenä** - käyttäjän on kyettävä helposti hahmottamaan mikä kytken liittyy mihinkin toimintoon. Kytken ja toiminnan yhteys on ilmaistava mahdollisimman luonnollisella, käyttäjälle tutulla kielellä.
- **Palautte** - käyttäjän tulee saada palautetta sovellukselta, jotta käyttäjä kykenee esim. havaitsemaan käynnistyikö sovelluksen toimintaprosessi hänen toimintansa seurauksena. Käyttäjän on lisäksi kyettävä hahmottamaan mikä on kunkin toiminnan tulos. Palautte ei kuitenkaan saa olla häiritsevää.
- **Virheet** - suunnittelussa tulisi varautua virheisiin ja virheellisiin käsitelmilleihin sekä pyrittävä ehkäisemään niiden muodostuminen.

Nielsenin (1994) "Kymmenen heuristista sääntöä" on lista eräänlaisista suositeltavista tuotteen ominaisuuksista. Tarkistuslistaa voidaan käyttää paitsi suunnittelun tukena myös arvioitaessa tuotteen käytettävyyttä.

- **Tee järjestelmän tila näkyväksi** - käyttäjän tulisi kyetä helposti havaitsemaan sovelluksen tila sekä sijaintinsa ko. sovelluksessa
- **Käytä käyttäjälle luonnollista ja tuttua esitystapaa** - sovelluksessa tulisi käyttää käyttäjälle hänen reaali maailmastaan tuttuja esitystapoja ja termejä.
- **Anna käyttäjän edetä haluamassaan järjestyksessä** - käyttäjän tulisi kyetä halutesaan esim. perumaan tekemänsä toiminto.

- **Pyri yhtenäisyyteen ja johdonmukaisuuteen sekä noudata standardeja** - vallitsevia standardeja on hyvä tukea. Käsitteiden ja termien käytössä sekä nimeämistavoissa tulee lisäksi olla johdonmukainen.
- **Pyri estämään virhemahdollisuuksia** - sovelluksen tulisi estää virheiden tapahtuminen esim. ilmoittamalla toiminnan seurauksista ennen varsinaista toiminnon suorittamista.
- **Esitä asiat näytöllä niin, että käyttäjän ei tarvitse painaa niitä muistiin** - sovelluksen tulisi ennemmin auttaa käyttäjää tunnistamaan asioita kuin vaatia käyttäjää muistamaan asioita esim. siirryttäessä sivulta toiselle.
- **Tue oikeita, tehokasta työskentelyä ja räätälöintiä** - käytön tulisi olla tehokasta ja tukea usein toistettavissa toiminnoissa personointia ja räätälöintiä. Käytön tulisi olla joustavaa ja esim. laitteistosta tai yhteysnopeudesta riippumatonta.
- **Pyri esteettiseen ja minimalistiseen suunnitteluun** - näytöllä tulisi olla vain se informaatio, joka ilmaisee halutun tiedon, toiminnot tai tunnelman.
- **Auta käyttäjiä tunnistamaan virheet ja toipumaan niistä** - virheilmoitusten tulisi kertoa selkeästi mitä tapahtui, miksi tapahtui ja miten virheen voi välttää seuraavalla kerralla.
- **Tarjoa hyvä opastus ja dokumentointi** - vaikka käytön tulisi sujua ilman opastusta, on käyttäjällä oltava mahdollisuus tarvitessaan saada helposti opastusta oikeassa yhteydessä. Ohjeiden on lisäksi oltava lyhyitä ja selkeitä.

2.1.3. Käytettävyys tuotteen käyttämiseen liittyvänä ominaisuutena

Käytettävyyttä voidaan ajatella myös ominaisuutena, joka liittyy tuotteen käyttämiseen. Tässä yhteydessä käytettävyydellä ymmärretään useimmiten sitä miten tehokkaasti, taloudellisesti ja miellyttävästi tyypillinen käyttäjä kykenee suorittamaan toimintojen (*actions*) välityksellä tarvittavat tehtävät (*tasks*), jotka ovat edellytyksenä käyttäjän asettaman tavoitteen (*goal*) saavuttamiseksi. Esimerkiksi käyttäjän tavoitteena on kirjeen kirjoittaminen. Tavoitteen saavuttamiseksi käyttäjä tekee toimintoja (esim. napsauttaa hiirellä valikkoa) suorittaakseen tietyt tehtävät (esim. kirjeen editointi, tulostus), jotka hänen tulee tehdä (tai hän uskoo, että hänen tulee tehdä) saavuttaakseen tavoitteensa eli saadakseen kirjeen kirjoitetuksi. (Preece ym. 1994, 411 - 412.)

Useimmin tuotteen käyttämiseen liittyvinä käytettävyysominaisuuksina on mainittu: opittavuus, tehokkuus (nopeus, virheiden määrä) ja miellyttävyys (Keinonen 1998). Olennaista näille ominaisuuksille on se, että ne ovat myös **mitattavissa empiirisesti**. Seuraavassa on esitelty esimerkinomaisesti yleisimmin tunnettuja tuotteen käyttämiseen liittyviä käytettävyyden määritelmiä.

Käytettävyys Shackelin mukaan

Vuonna 1984 Bennet määritteli käytettävyyden keskeiset komponentit, jotka Shackel operationalisoi mitattavaan muotoon vuonna 1991. (Preece ym. 1994, 401.)

Käytettävyyden komponentit Shackelin (1990 ref. Preece 1994, 401) mukaan:

- **Opittavuus** (*learnability*) - miten paljon aikaa ja yrityksiä käyttäjältä kuuluu tietyn käyttötaitotason saavuttamiseksi
- **Tehokkuus** (*throughput*) - miten kauan kokeneelta käyttäjältä kuluu aikaa tehtävän (*task*) suorittamiseen (huomioidaan myös tehtyjen virheiden määrä).
- **Joustavuus** (*flexibility*) - miten ympäristön muuttaminen ja tehtävien uudelleen muotoileminen onnistuu
- **Asenne** (*attitude*) - miten positiivisesti tai negatiivisesti käyttäjä suhtautuu järjestelmään

Käytettävyys ISO 92441-11 mukaan

Kansainvälisessä näyttöpäätetyön ergonomiaa käsittelevässä ISO-9241 standardissa määritellään käytettävyyden osatekijöitä. Standardissa on kaikkiaan 17 osaa, joista osa 11 käsittelee käytettävyyttä. Standardi määrittelee käytettävyyden seuraavasti: ”*the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.*” Laajasti ajatellen käytettävyys tarkoittaa sitä, miten tehokkaasti, taloudellisesti ja miellyttävästi tietyt käyttäjät voivat käyttää tiettyä tuotetta määritellyn tehtävän suorittamiseen tietyssä käyttöympäristössä. (ISO DIS 9241-11.)

Käytettävyyden komponentit ISO 9241-11 standardin mukaan:

- **Vaikuttavuus** (*effectiveness*) - miten täsmällisesti ja täydellisesti tietyt käyttäjät kykenevät saavuttamaan tietyt tavoitteet tietyssä ympäristössä
- **Tehokkuus** (*efficiency*) - kuinka paljon resursseja kuluu tiettyjen tavoitteiden saavuttamiseen tietyssä ympäristössä
- **Miellyttävyys** (*satisfaction*) – miten miellyttäväksi käyttäjä kokee tiettyjen tehtävien suorittamisen tietyssä ympäristössä

Käytettävyys Jordanin mukaan

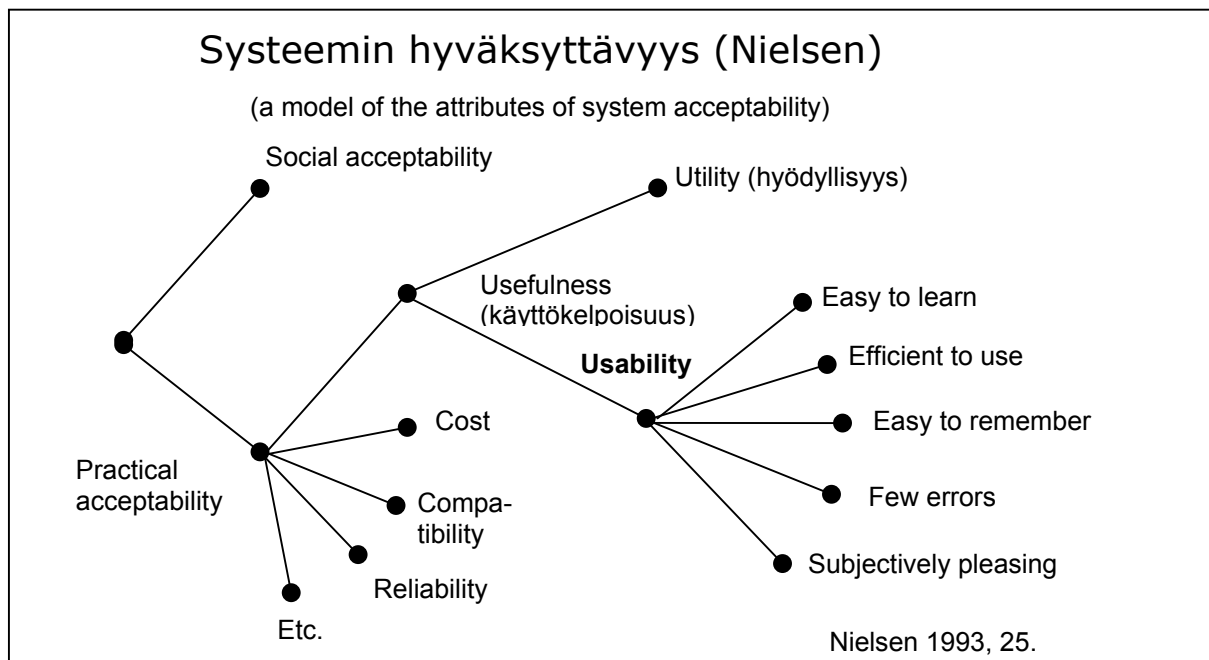
Jordan (1998, 11 - 16) määritteli käytettävyyden komponentit ISO-standardin pohjalta uudelleen: guessability, learnability, experienced user performance (EUP), system potential, reusability.

- **Arvattavuus** (*Guessability*) - miten tehokkaasti ja miellyttävästi sekä täsmällisesti ja täydellisesti tietty käyttäjä kykenee suorittamaan tietyt tehtävät tietyllä tuotteella ensimmäisellä käyttökerralla
- **Opittavuus** (*Learnability*) - miten tehokkaasti ja miellyttävästi sekä täsmällisesti ja täydellisesti tietty käyttäjä kykenee tavoittamaan tehtävän suorittamiseksi vaadittavan taitotason tietyllä tuotteella suorittaessaan tehtävät toista kertaa
- **Harjaantuneen käyttäjän suoritustaso** (*Experienced user performance - EUP*) - miten tehokkaasti ja miellyttävästi sekä täsmällisesti ja täydellisesti tietty käyttäjä kykenee saavuttamaan tietyt tavoitteet tietyllä tuotteella

- **Järjestelmän kyvyt/mahdollisuudet** (*System potential*) - tehokkuuden, vaikuttavuuden ja miellyttävyyden optimaalinen taso, jolla tietty tehtävä on mahdollista suorittaa tietyllä tuotteella.
- **Uudelleenkäytettävyys** (*Re-usability*) - miten tehokkaasti ja miellyttävästi sekä täsmällisesti ja täydellisesti tietty käyttäjä kykenee suorittamaan tietyt tehtävät tietyllä tuotteella jos hän ei ole suorittanut ko. tehtäviä suhteellisen pitkään aikaan

Käytettävyys Nielsenin mukaan

Jakob Nielsenin (1993) mukaan käytettävyys voidaan nähdä osana tuotteen käyttökelpoisuutta (*usefulness*), joka edelleen muodostaa osan tuotteen tai järjestelmän (systeemin) hyväksyttävyydestä. Käytettävyys kattaa kaikki ne systeemin osa-alueet, joiden kanssa ihminen saattaa olla vuorovaikutuksessa (ihminen-kone vuorovaikutus). Tällaisia osa-alueita ovat esim. systeemin asennus ja ylläpito. (Nielsen 1993, 25.)



Kuva 3. Systemin hyväksyttävyyden Nielsenin mukaan.

Nielsenin (1993) mukaan käytettävyyden osa-alueet ovat opittavuus, virheettömyys, muistettavuus, tehokkuus ja miellyttävyys.

- **Opittavuus:** peruskomponentti, jota on suhteellisen helppo mitata.
 - käyttäjä, joka ei ole koskaan käyttänyt sovellusta
 - mitataan missä ajassa käyttäjä saavuttaa tietyn käyttötaitotason esim. suorittaa tietyn testikysymyspatterin tietyssä ajassa
- **Käytön tehokkuus:**
 - ensin määritellään kuka on kokenut käyttäjä (esim. käyttänyt tietyn ajan sovellusta)
 - mitataan missä ajassa kokenut käyttäjä suorittaa annetut tehtävät.
- **Muistettavuus:** mitataan harvoin yhtä tarkasti kuin muita komponentteja.
 - voidaan testata käyttäjillä, jotka esim. eivät ole käyttäneet sovellusta vähään aikaan
 - mitataan miten kauan käyttäjältä kului aikaa tehtävän suorittamiseen.
 - voidaan toteuttaa myös muistitestinä.
- **Virheet:** virheiden määrä ilmaisee suoraan käytettävyyttä.
 - määritellään mikä on virhe esim. mikä tahansa toiminto, joka ei johda halutun tavoitteen saavuttamiseen.
 - määritellään virheiden vakavuusaste. Esimerkiksi vakavia virheitä ovat mm. työn katoaminen, toiminnon täysin väärä tulos.
- **Subjektiiivinen tyytyväisyys:** kyseessä on eri asia kuin suhtautuminen tietokoneisiin yleensä, joka kuuluu sosiaaliseen hyväksyttävyyteen. Käytön tulisi olla käyttäjälle viihdyttävä, liikuttava ja/tai rikastuttava kokemus, etenkin silloin kun käytöllä ei ole muita tavoitteita esim. peli, interaktiivinen fiktio jne.
 - mitataan kysymällä tyytyväisyyttä käyttäjältä käyttökokemuksen jälkeen yleensä lyhyellä kyselylomakkeella.
 - voidaan mitata myös psykofyysisillä testeillä kuten pulssi, verenpaine, adrenaliinin määrä, silmien liike jne.

2.1.4. Käytettävyys käyttäjän kokemukseen liittyvänä ominaisuutena

Käytettävyys voidaan ymmärtää myös subjektiivisesti koettuna ominaisuutena, joka liittyy käyttäjän kokemukseen tuotetta tai sovellusta käytettäessä. Tarkasteltavia tekijöitä ovat mm. tietotekniikkaan ja sen käyttöön liittyvät asenteet, tietotekniikan käytön tyydyttävyys, käytön havaittu hyödyllisyys ja havaittu käytön helppous, käytön henkinen ja fyysinen rasittavuus, turhautuminen ja suorituksen vaativuus. (Keinonen 1998.)

Subjektiiivisen käytettävyyden mittaamiseksi on kehitetty lukuisia menetelmiä, joista tässä yhteydessä mainittakoon TAM (Technology Acceptance Model), SUMI (Software Usability Measurement Inventory) ja PSSUQ (Post-Study System Usability Questionnaire).

Viime aikoina on myös alettu yhä useammin kiinnittämään huomiota tuotteiden ja sovellusten omistamiseen ja käyttöön liittyvään mielihyvään. Tällöin tarkasteltavia ominaisuuksia ovat mm. viihdyttävyys, aistillisuus, tuotteen tai sovelluksen tuottama mielihyvä, sisäinen motivaatio jne.

2.1.5. Käytettävyyden kontekstuaalisuus

Käytettävyys voidaan siis ymmärtää ja määritellä monella eri tavalla. Tutkijoiden käsitykset eroavat etenkin sen suhteen voidaanko käytettävyys määritellä objektiivisesti yleistettäväksi käytettävyysindekseiksi vai onko käytettävyys aina kontekstisidonnainen ominaisuus, joka on ymmärrettävä ainutkertaisena, subjektiivisena kokemuksena. (Keinonen 1998.)

Sovelluksen käytettävyyteen vaikuttavia tekijöitä on monentasoisia. Voitaneen kuitenkin ajatella, että kulloisessakin sovelluksen käyttötilanteessa vaikuttavat sekä joukko pysyvämpiä että joukko varsin kontekstisidonnaisia tekijöitä. Pysyvämpiä tekijöitä ovat esim. ihmisen psykologisiin ja fysiologisiin rakenteisiin liittyvät tekijät (muisti, havaitseminen, aistit, perustarpeet) sekä kulttuuriin liittyvät suhteellisen pysyvät tekijät kuten kieli, jotkut tavat ja normit. Myös kulttuurin sisällä toimivien alakulttuurien toimintaympäristöt ja niiden toimintatavat voivat olla melko samoja suuremmassakin ihmisjoukossa. Kuitenkin sovelluksen käyttötilanteeseen vaikuttaa lukuisia, varsin ainutkertaisiakin kontekstitekijöitä kuten kulloinkin kohteena oleva tehtävä, käyttäjän yksilölliset kyvyt ja rajoitukset, käyttötila ja sen olosuhteet sekä kulloinenkin käyttötilanne. (Sinkkonen 2002, 26 - 30.)

Sovelluksen käyttök kontekstin ja käyttäjien tarpeiden määrittäminen yksiselitteisesti on vaikeaa, usein mahdotontakin. Parhaiten käyttäjien tarpeista osaa useimmiten kertoa käyttäjä itse. Sovellussuunnittelun alalla onkin kehitetty lukuisia menetelmiä, joissa pyritään ottamaan todellinen käyttäjä tavalla tai toisella mukaan sovelluksen suunnitteluun. Tällaisia menetelmiä on mm. "*Joint Application Design*", "*user-centered requirements analysis*", "*user-centered design*", "*many participatory design techniques*" ja "*Contextual Design*". (Holzblatt & Beyer, 1993.)

"Contextual Inquiry" on eräs käyttökelpoinen menetelmä, jonka avulla voidaan kerätä informaatiota sovelluksen käyttök kontekstista jo ennen suunnittelun alkamista erilaisten vaatimusten määrittämiseksi. Menetelmää voidaan käyttää myös arvioitaessa sovelluksen soveltuvuutta tiettyyn kontekstiin. "Contextual inquiry" hyödyntää etnografista menetelmää informaation kokoamisessa. Olennaista on käyttäjän havainnointi ja haastattelu todellisessa käyttök kontekstissa todellisia (työ)tehtäviä suorittamassa. Tällöin havainnoitsijan on helppo tarvittaessa kysyä käyttäjältä, mitä hän kulloinkin oli tekemässä ja miksi. Menetelmä on erityisen hedelmällinen siksi, että havainnoitsija ja käyttäjä voivat yhdessä saada selville sellaisiakin tarpeita, joita käyttäjä ei välttämättä osaa ääneen kertoakaan. (Esim. Holzblatt & Beyer, 1993; Preece ym. 1994, 661.)

2.2. Käytettävyysuunnittelu kognitiivisen psykologian valossa

Käytettävyystutkimuksella on vahva perusta kognitiotieteessä ja kognitiivisessa psykologiassa unohtamatta useita muita tieteenaloja (vrt. Preece 1993). Seuraavassa osiossa on peilattu Nielsenin heuristista (ks. s. 6) läpikäyntiä kognitiivisen psykologian valossa. Osion tarkoituksena on toimia keskustelun pohjana, ei kaiken kattavana kartoituksena.

Olennaisia kysymyksiä ovat: Miten käytettävyysuunnittelu liittyy ihmisen ajatteluun, muistiin, havaitsemiseen, ongelmanratkaisuun ja oppimiseen? Miten kognitiivisen psykologian tutkimustuloksia voidaan hyödyntää suunnittelun tukena, oppaina ja keskustelukumppaneina?

Miten tutkimustuloksia hyödynnetään tarkoituksenmukaisesti opiskelun tukemiseen? Näkökulma korostaa yksilön informaation prosessointia, joten sosiaalinen ja yhteisöllinen osuus rakentuu yhdeksi toimintaan vaikuttavaksi tekijäksi. Lisäksi on perusteltua huomioida, että havaintoja, oppimista, ongelmien ratkaisua ja päätöksiä ei muodosteta pelkästään ärsykkeen perusteella, vaan toimijan odotukset, arvot ja kokemukset muokkaavat niitä merkittävästi. Yhteisöllisyyden merkityksen tarkastelemiseen on perusteltua valita esimerkiksi sosiokonstruktivistinen näkökulma.

Kognitiivisen psykologian käsitteet havaitseminen, tarkkaavaisuus ja muisti ja ongelmanratkaisu liittyvät etenkin järjestelmän näkyvyyteen. Käyttäjän tulee havaita, miten tehty toiminto vaikuttaa järjestelmässä. Hänen ei tulisi tarvita käyttää muistikapasiteettiaan, jotta tietäisi esimerkiksi mitä painiketta hän painoi. Tarkkaavaisuus osataan kohdistaa olennaiseen, kun esim. virhetoiminnoista saadaan selkeä palaute. Vaikka käyttäjä osaa harjoituksen myötä kohdistaa havaintonsa relevanttiin tietoon, tulisi kontekstin tarjota riittävästi vihjeitä tarkoituksenmukaisen toimintatavan valintaan. (Ericsson 1988.) Järjestelmän tulee olla läpinäkyvä, jotta toiminnot voidaan kohdistaa oikein. Tällöin käyttäjän kognitiivisia resurssejakaan ei rasiteta turhaan. Muistin kuormittamisessa pitää huomioida tarkoituksenmukaisuus, sillä pedagogisesti on usein perusteltua, että käyttäjän tulisi hallita peruskäsitteet tai perustoimintamallit. Käyttäjä rakentaa mielikuvaansa aiemman pohjalle. Jos käyttäjä joutuu jatkuvasti tarkastamaan käsitteen merkityksen tai hänelle esitetään aiempi informaatio, tulee tästä oppimista ja toimintaa kuormittava elementti.

Mikäli käyttöliittymät on suunniteltu yhdenmukaisiksi ja niissä käytetään tuttuja tapoja, vaadittavien muistiprosessien määrä vähenee. Tällöin käyttäjä kykenee paremmin keskittymään ja havaitsemaan olennaista informaatiota hälyn joukosta. (Aula 2001.) Käyttöliittymän vihjeet ohjaavat käyttäjän toimintoja siten, että tiettyjen varsinkin toistuvien toimintojen toteuttamiseen käytetään oikoteitä esimerkiksi näppäinkomentoja valikkopohjaisten sijaan. Ihmisillä on tiettyjä opittuja tapoja, joita he pyrkivät hyödyntämään toimiessaan. Mikäli jokainen käyttöliittymä on erilainen, käyttäjä joutuu opettelemaan aina uuden logiikan toiminnalle. Tämä ei ole käyttäjän tavoitteiden mukaista, sillä hän haluaa suorittaa tiettyjä tehtäviä, ei opiskella satoja eri tapoja. Toisaalta tietyt toiminnot saattavat olla jo niin automatisoituneita, että käyttäjä voi tehdä virheitä aiempien kokemusten ohjatessa vahvasti hänen toimintaansa. Käyttäjä ei aina havaitse ainakaan pieniä vihjeitä muuttuneessa käyttöliittymässä, vaan toimii aiemmin oppimansa mukaisesti.

Hahmolakien mukaisella suunnittelulla voidaan tukea käyttäjää kohdistamaan tarkkaavaisuutensa olennaiseen informaatioon. Myöskin luonnollisen ja käyttäjälle tutun kielen käyttö tukee merkitysten ymmärtämistä ja auttaa tekemään valintoja ja arvioimaan toiminnan tuloksia. Tällöin virheiden mahdollisuus vähenee. Välkkyvät ja liikkuvat elementit kiinnittävät käyttäjän tarkkaavaisuuden, joten olennaisen löytäminen saattaa vaikeutua (vrt. Bartram ym. 2001).

Mikäli käyttäjä tekee virheitä ja järjestelmä esim. kaatuu, käyttäjän toiminta keskeytyy ja tällöin uudet prosessit kuten ongelmanratkaisu tulevat toiminnan keskiöön. Ongelmanratkaisun tukemiseen pitää kiinnittää huomiota, sillä muutoin käyttäjän on vaikea palata takaisin suorittamaansa toimintaan. Mikäli käyttäjä saa tarkan tiedon, mitä hän teki ja mitä seuraavaksi pitää tehdä, tavoiteltu toiminta ei katkea. Tällöin tarkkaavaisuus suuntautuu virhetilanteiden ratkaisuun eikä epäolennaiseen etsimiseen. Virheistä toipumista voidaan tukea yhtenäisillä ja standardeja noudattavilla virheilmoituksilla.

Käyttäjä pyrkii toimimaan tarkoituksenmukaisesti. Hän tarvitsee toiminnan, arvioinnin ja päätöksenteon tueksi lisäinformaatiota. Tällä on merkitystä etenkin oppimisen kannalta. Hyvä opastus tukee myös oppimista, jotta seuraavalla kerralla voidaan toimia oikein. Opastuksessa voi olla myös vihjeitä, jotka antavat lisämahdollisuuksia jos käyttäjä niin haluaa. Mikäli käyttäjä saa toiminnastaan esimerkiksi lokitapahtumat tai toiminnot voidaan "nauhoittaa", voidaan tätä dokumentointia hyödyntää myös tehokkaan toiminnan tukemisessa. Käyttäjällä pitäisi olla mahdollisuus tutkia opastuksesta mahdollisia ratkaisumalleja, jos suoraa ratkaisua ei ole. Ohjeiden tulisi olla tähän virhetyyppiin nimenomaisesti liittyviä (*context sensitive*). Ongelmatilanteissakaan ei käyttäjän muistia pitäisi kuormittaa. Virhetilanteessa käyttäjä usein haluaa dokumentin automaattisesti palautettuna esiin niin, ettei hänen tarvitse esim. muistella, missä kohtaa sivustorakennetta hän oli ennen virhetilannetta.

Käyttäjien tarpeet ovat olennaisia määriteltäessä miten sovelluksen käyttöliittymä suunnitellaan. Useinkaan ei ole yhtä ainoaa tapaa, joka vastaisi kaikkiin tilanteisiin. Ongelmanratkaisumallejakin on monia. Hyvin rajatuissa tehtävissä voidaan sovelluksen adaptiivisuutta hyödyntää melko hyvin, mutta etenkin epämääräiset tehtävät ovat usein todella vaikeita mallintaa. Esimerkiksi sovelluksen käytön oppiminen on hyvin monimutkainen prosessi, jota on vaikea tukea. Käytön oppimista voidaan pyrkiä tukemaan mm. vihjeillä ja tarjoamalla käyttäjälle mahdollisuuksia palata aiempiin valintoihin sekä kokeilla ja valita uudestaan (esim. navigoinnin historiatiedot). Vihjeitä voidaan käyttää myös ongelmatilanteissa ratkaisun löytämisen tukemiseen. Tällöin ongelmatilanteessa muodostuneet mielikuvat yhdessä vihjeiden kanssa tukevat käyttäjää ratkaisemaan ongelmatilanteet. Mielikuvat voivat olla peräisin jo aiemmista ongelmatilanteistakin - käyttäjä osaa odottaa tiettyjä toimintoja tapahtuvaksi (vrt. esim. windows -pohjainen käyttöliittymä).

Mikäli sovellus sisältää esimerkiksi virtuaalisia tiloja tai simulaatioita, suunnittelussa pitää huomioida mm. kolmiulotteisuuden vaikutelman muodostamat vihjeet ja navigoinnin tuki, tarkoituksenmukaisen informaation esittäminen, kuvakulmien kätevä vaihtaminen, käyttöliittymän navigoinnin tukiratkaisut sekä perustellut modaliteetit (aistijärjestelmän syötekoekemukset).

2.3. Käytettävyyden arviointi

Käytettävyyttä voidaan **arvioida** monella eri menetelmällä, joiden valinta riippuu arvioitava järjestelmästä, resursseista ja saatavilla olevista asiantuntijoista. Arviointimenetelmiä voidaan jaotella usealla eri tavalla, esim. arvioinnin tavoitteen mukaan. Tuolloin arviointi voi olla joko formatiivista, jolloin arvioinnin tavoitteena on löytää ongelmat sekä poistaa ne, tai summatiivista, jolloin arvioinnin yhteydessä verrataan sovelluksen ominaisuuksia suhteessa käytettävyytstavoitteisiin.

Nielsen (1995) jakaa arviointimenetelmät neljään ryhmään:

- automaattinen eli ohjelmallinen arviointi - eräänlaiset "automatisoidut heuristiikat"
- formaalit menetelmät - mallien ja kaavojen käyttö käytettävyyden mittaamiseksi
- empiiriset menetelmät - käytettävyyden testaus (*usability testing*) todellisten käyttäjien avulla
- vapaamuotoiset menetelmät - käytettävyyden tarkastus (*usability inspection*) asiantuntijoiden avulla

Ohjelmallisten arviointimenetelmien ongelmana on useimmiten niiden toimimattomuus. Formaalit menetelmät ovat taas liian jäykkiä ja niiden soveltaminen on usein varsin hankalaa (Nielsen 1995). Yleisimmin käytettyjä arviointimenetelmiä ovatkin käytettävyyden testaus ja tarkastus. Kaikki arviointimenetelmät eivät kuitenkaan ole yhtä tehokkaita, joten suositeltavaa on käyttää arvioinnissa useampaa eri menetelmää.

Käytettävyyden testaamisessa (*usability testing*) hyödynnetään sovelluksen todellisia käyttäjiä. Käyttäjättestaus voidaan suorittaa esim. laboratoriossa, missä käyttäjän toiminnot voidaan videoida ja analysoida myöhemmin hyvinkin tarkasti. Käyttäjää voidaan havainnoida myös epäformaaleissa tilanteissa esim. normaalissa luokkahuoneessa. Käyttäjiltä voidaan kerätä tietoa myös monella muullakin tavalla kuten kyselylomakkeilla tai haastatteluilla. Muita testausmenetelmiä ovat mm. lokitietojen seuraaminen, käyttäjäpalautteen kerääminen sekä fokus-ryhmien käyttö, joka on eräänlaista ohjattua ryhmäkeskustelua ja haastattelua ja joka soveltuu erityisesti vaatimusten määrittelyyn. (Esim. Nielsen 1993, 207 - 223.)

Käytettävyyden tarkastuksessa (*usability inspection*) hyödynnetään eksperttien asiantuntemusta, kokemusta ja erilaisia nyrkkisääntöjä. Yleisimmin käytettyjä menetelmiä ovat heuristinen arviointi, ominaisuuksien katsastus, standardivertailu, tarkistuslistat, kognitiivinen läpikäynti (*cognitive walkthrough*), moniarvoinen läpikäynti (*pluralistic walkthrough*) ja ns. epämuodolliset asiantuntijakeskustelut. (Vrt. Nielsen 1995.)

Yksi suosituimmista tarkastusmenetelmistä on **heuristinen arviointi**, jonka yhteydessä käytettävyydasiantuntijat käyvät esim. WWW-sivuston läpi näyttö näytöltä käyttäen apunaan yleisiä käytettävyyssääntöksiä kuten esim. Jakob Nielsenin (1994) "*Ten Usability Heuristics*". Tällöin kiinnitetään huomiota mm. siihen onko käyttäjällä mahdollisuus edetä haluamassaan järjestyksessä, pyritäänkö virhetoiminnot ehkäisemään, onko järjestelmän tila näkyvä, pyritäänkö yhteneväisyyteen ja johdonmukaisuuteen. Heuristisessa arvioinnissa on hyvä käyttää useampaa kuin vain yhtä arvioijaa. Kustannustehokkain määrä on viisi arvioijaa, jotka pystyvät havaitsemaan noin 75 % kaikista käytettävyysongelmista.

Myös **tarkistuslistoja** käytetään varsin usein arvioinnissa. Ne ovat tehokkaita ja halpoja arviointimenetelmiä, joskin varsin mekaanisia. Listan avulla on kuitenkin helppo käydä esim. WWW-sivusto läpi ja tarkistaa onko listan periaatteita noudatettu. Tällaisena tarkistuslistana voi toimia esim. Tognazzinin (2001) "*First principles*", joka soveltuu sekä perinteisten graafisten käyttöliittymien että WWW-sivustojen arviointiin. Samalla periaatteella voidaan hyödyntää myös **ominaisuuksien katsastusta** sekä **standardivertailua**, jolloin tarkastetaan miten hyvin sovelluksen toteutus noudattaa vallitsevia standardeja.

Läpikäyntien ensisijaisena tavoitteena on pyrkiä löytämään käytettävyysongelmat mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Ennen läpikäyntiä asiantuntijat määrittelevät varsin tarkasti suoritettavat tehtävät, kontekstin missä tehtävä yleensä suoritetaan sekä keskeisimmän käyttäjäryhmän. Seuraavaksi asiantuntijat käyvät tehtävät läpi havainnoiden samalla mitkä toiminnot ovat tarpeen tehtävien suorittamiseksi, millaisia ongelmia esiintyy sekä arvioiden käyttäjien todennäköisimmät toimintatavat. **Kognitiivisessa läpikäynnissä** sovellus käydään läpi yleisimpiä tehtäviä suorittaen. Samassa yhteydessä arvioidaan mitä käyttäjän kulloinkin tulee tehdä toivotun toiminnon aikaansaamiseksi sekä käyttäjän kykyä toimia oikealla tavalla. Kognitiivisessa läpikäynnissä keskitytään siihen, miten hyvin käyttöliittymä tukee sovellusta ensimmäistä kertaa käyttäviä ihmisiä ts. miten käyttöliittymän avulla kyetään vastaamaan käyttäjien kognitiivisiin tarpeisiin. **Moniarvoinen läpikäynti** on taas epämuodollisempi arviointimenetelmä. Olennaista siinä on se, että mukana on käyttäjä, suunnittelija sekä käytettä-

vyysasiantuntija, jotka käyvät sovelluksen läpi suorittaen ennalta määriteltyjä tehtäviä. Tavoitteena on monia eri näkökulmia hyödyntäen löytää useampia käytettävyysoongelmia. (Vrt. Preece ym. 1994, 679.)

Epämuodollinen asiantuntijakeskustelu on usein varsin toimiva arviointimenetelmä. Eri alojen (esim. käytettävyys, graafinen suunnittelu, pedagogiikka) asiantuntijat käyttävät palvelua joko vapaamuotoisesti tai tiettyjen arviointilistojen mukaan. Samalla he tekevät havaintoja mieltymyksistään, reaktioistaan, tuntemuksistaan jne. Välittömästi arviointi-istunnon jälkeen huomiot puretaan yhteisessä keskustelussa. (Mielonen & Hintikka 1998.)

Tässä tutkimuksessa käytettävyyden arvioimisessa hyödynnetään erilaisia heuristisia tarkistuslistoja, jotka on muodostettu aiemman kirjallisuuden ja suoritettujen arviointien pohjalta. Tavoitteena on tietoteknisiä ratkaisuja hyödyntäen tarkistuslistojen käytön automatisointi, ei siis arvioinnin automatisointi (ohjelmallinen suorittaminen). Tarkoituksena on helpottaa arvioijan työskentelyä tarjoamalla hänelle työkalu, joka helpottaa arviointitulosten kirjaamista myöhempää käsittelyä varten, ohjaa arvioijaa kiinnittämään huomionsa tiettyihin piirteisiin sekä tarvittaessa antaa ohjeita arvioinnin tukemiseksi. Myöhemmässä vaiheessa arvioija voi halutessaan koota tietoa todellisilta käyttäjiltä ja liittää ne omiin arviointituloksiinsa arvioinnin luotettavuuden parantamiseksi.

2.4. Käytettävyys tässä tutkimuksessa

Tietoverkkoavusteisessa oppimisympäristössä käytettävien työkalujen, WWW-sivuston ym. sovellusten suhteen **opiskelijat ym. toimijat ovat ensinnäkin käyttäjiä**. Käyttöliittymän (jolla tässä tarkoitetaan opiskelijalle avautuvaa näkymää WWW-sivusta) toteutuksen tulee vastata kohderyhmän (käyttäjien) tarpeita. Käytettävyys on siis tärkeä opiskeluun tarkoitettuun tuotteeseen ja sen käyttöön liittyvä ominaisuus. Esimerkiksi WWW-sivuston käyttöliittymän tulee tukea opiskelua tarjoamalla helppokäyttöinen väline digitaalisen oppimateriaalin käyttämiseen. Käytettävyydeltään hyvä käyttöliittymä ei kuormita käyttäjän kognitiivisia prosesseja vaan auttaa häntä informaation jäsentämisessä ja prosessoimisessa.

Tässä tutkimuksessa tullaan käytettävyyden (pedagogista käytettävyyttä on käsitelty luvussa 3.2) osalta kiinnittämään arvioinnissa huomiota seuraaviin seikkoihin:

- visuaalinen suunnittelu
- vaadittaviin laitteistoihin ja ohjelmistoihin liittyvät teknisluonteiset seikat
- tekstin luettavuus
- muut mediaelementit
- navigoinnin tukeminen
- virheiden estäminen ja virheistä toipuminen

2.4.1. Visuaalinen suunnittelu

Visuaaliseen suunnitteluun sisältyy mm. asettelu, värien, muotojen ja tyhjän tilan käyttö. Myös esteettisyys on tärkeätä visuaalisessa suunnittelussa. Vaikka esteettisyys on varsin subjektiivinen asia, on olemassa tiettyjä peruseriaatteita, jotka yleensä näyttävät hyvältä länsimaisen katsojan (tässä tapauksessa) silmissä. Visuaalinen suunnittelu on yhteydessä ennen kaikkea käyttäjän kokemaan miellyttävyyteen, mutta sillä on merkitystä myös tehokkuuden ja opittavuuden kannalta. Sivuston ulkonäkö vaikuttaa mm. informaation havaitsemiseen. Esimerkiksi sivuston yleisilmeen selkeys ja esteettisyys, tyhjä tila ja selkeä asettelu auttavat käyttäjää hahmottamaan sivulla olevat elementit ja havaitsemaan nopeasti esim. navigointipainikkeet. (Esim. Sinkkonen ym. 2002.)

Yleisilmeen selkeys ja esteettisyys

Selkeä ja rauhallinen yleisilme auttavat käyttäjää hahmottamaan sivujen eri elementit ja havaitsemaan keskeisen informaation. Esimerkiksi runsas värien, muotojen tai liikkuvien elementtien käyttö saa helposti aikaan rauhattoman ja sekavan yleisilmeen, koska erilaiset visuaaliset vihjeet kilpailevat huomiosta. Toisaalta myös liian täyteen ahdettu sivu luo helposti sekavan vaikutelman. Käyttäjä ei ikään kuin osaa kohdistaa huomiotaan mihinkään erityiseen. (Sinkkonen ym. 2002.)

Värien käyttö

Värejä voidaan tarkastella useista eri näkökulmista. Fysiikan alalla ollaan kiinnostuneita väreistä valoon liittyvinä elektromagneettisina säteilyilmiöinä. Fysiologian alalla taas tutkitaan valon ja värien vaikutusta silmien ja aivojen toiminnan kannalta. Psykologiassa värit ovat mielenkiinnon kohteina tutkittaessa havaitsemista, värisymboliikkaa, yksilöllisiä värimielityksiä sekä värien vaikutusta tunteisiin ja mielialaan. (Itten 1989, 12 -13.)

Värit ovat varsin merkittäviä käyttöliittymän suunnittelun kannalta. Toimiva värin valinta lisää käytön tehokkuutta, nopeutta ja tarkkuutta kun taas väärin valittu väri voi vaikuttaa aivan päinvastaisesti. Värien ja muotojen avulla voidaan esim. kiinnittää käyttäjän huomio johonkin tiettyyn asiaan, auttaa tunnistamaan ja muistamaan asioita, ilmaista yhteenkuuluvia asioita sekä lisätä käytön miellyttävyyttä.

Värisuunnittelu on varsin monimutkaista, sillä värin luonne ja vaikutus riippuvat sen paikasta ja suunnasta, kontrastiosuhteista, väripinnan koosta ja muodosta sekä muista käytetyistä väreistä (esim. Itten 1989, 91). Väreihin liittyy myös voimakkaita kulttuurisia, sosiaalisia ja emotionaalisia merkityksiä.

Kuitenkaan käyttöliittymän värisuunnittelussa ei pidä luottaa pelkästään väriin, vaan käyttöliittymän on hyvä toimia harmaasävyisenäkin sillä esim. noin 8 % miehistä ja 4 % naisista on jonkin tyyppinen värisokeus (Sinkkonen ym. 2002, 157). Monesti käyttäjilläkin on mahdollisuus vain mustavalkotulostukseen. Näistä johtuen tärkeän informaation havaitseminen ei saa olla vain värin varassa. Esimerkiksi avainsanojen korostamiseen ei kannata käyttää pelkästään punaista - sanan voi lisäksi lihavoida. Ei myöskään ole hyvä käyttää sinipunaista yhdessä punaisen, vihreän, ruskean tai harmaan kanssa, sillä ne sekoittuvat helposti keskenään. Kaavakuvissa yms. ei kannata käyttää pelkästään värejä ilmaisemaan eri vaihtoehtoja, koska informatiivisuus saattaa kadota esim. mustavalkotulostuksessa.

Asettelu eli layout

Visuaaliseen suunnitteluun liittyy muitakin seikkoja kuin värien valinta sekä yleinen selkeys ja esteettisyys. Keskeistä on myös käyttöliittymän asettelu (*layout*), jolloin käyttöliittymän elementit pyritään ryhmittelemään, järjestämään siten, että ne ilmaisevat elementtien takana olevien asioiden välisiä hierarkioita ja suhteita. Värien lisäksi voidaan käyttää kontrastia, tyhjää tilaa, muotoja ja liikesuuntia. Esimerkiksi käyttöliittymässä on hyvä käyttää tyhjää tilaa tasapainottamaan asettelua ja jäsentämään informaatiota. Toisaalta tilaa ei saa tuhlatakaan, koska se voi lisätä tarpeettomasti eri sivuilla liikkumista. (Esim. Nielsen 2000, 18 - 22; Sinkkonen 2002, 176 - 177.)

Hahmottaminen ja havaitseminen

Sinkkonen ym. (2002) mukaan ihmisen näköaistia sanotaan asioita yhdisteleväksi aistiksi. Aivot kokoavat näköaistimuksista havainnon, jonka ihminen tulkitsee mm. omien kokemustensa pohjalta. Saksalaisen hahmopsykologisen koulukunnan (*Gestalt Psychology*) - nykyisin merkitystä havaintopsykologian alueella - mukaan havaittu osa saa aina merkityksensä siitä kokonaisuudesta, johon se kuuluu. Sitä, miten ihmisen aivot ryhmittelevät näköhavaintoja, on selvitetty hahmolakien avulla (esim. Krech ym. 1982, 156 – 151; Sinkkonen ym. 2002, 102 – 105).

Hahmolakien sisältö vaihtelee riippuen lähteestä, mutta yleisimmin mainittuja ovat:

- **Alue** (*area*) - ihminen hahmottaa yleensä pienemmän alueen kuvioksi ja suuremman taustaksi.
- **Läheisyys** (*proximity*) - lähellä toisiaan olevat visuaaliset ärsykkeet mielletään helposti yhteenkuuluviksi. Esimerkiksi painikkeet, jotka liittyvät samaan toimintoon tai tehtävään on hyvä asettaa lähekkäin. Samaten esimerkiksi lomakkeen ja siihen liittyvien painikkeiden tulee olla lähekkäin.
- **Samankaltaisuus** (*similarity*) - myös muoto ja väri voivat toimia visuaalisina koodeina – muodoiltaan tai väreiltään samankaltaiset katsotaan yhteenkuuluviksi.
- **Jatkuvuus** (*continuity*) - yhteneväinen viiva koetaan kuvioksi.
- **Sulkeutuvuus** (*closure*) - jos visuaaliset ärsykkeet näyttävät ikään kuin sulkevan sisäänsä jonkin alueen, niin katsoja mieltää ko. alueen erilliseksi alueeksi. Ihmisellä on taipumus täydentää hahmoja "kokonaisiksi"
- **Tuttuus** (*familiarity*) - tutut alueet koetaan kuvioina
- **Valiomuotoisuus** (*good shape*) - kuviot pyritään ymmärtämään yksinkertaisina ja symmetrisinä
- **Yhteinen liike** (*common fate*) - sellaiset kohteet, jotka näyttävät liikkuvan samaan suuntaan samalla nopeudella, mielletään kuuluvan samaan ryhmään

Yleensä ihmiset havaitsevat ryhmiä helpommin kuin erikseen merkittyjä osioita. Toisaalta asioiden ryhmittely myös helpottaa muistamista ja sitä kautta oppimista. Ihmisen lyhytkestoisen muistin kapasiteetti on melko rajallinen. Ihminen kykenee pitämään mielessään yleensä noin seitsemän erillistä yksikköä. Muistin kapasiteettia voidaan kasvattaa ryhmittelemällä yksiköitä loogisiin ryhmiin (*chunking theory*), jolloin yksi ryhmä (joka pitää sisällään useita yksiköitä) itse asiassa muodostaa yhden muistettavan yksikön. (Esim. Krech ym. 1982, 250 – 251.) Hahmolakien ja ryhmittelyteorian (*chunking theory*) periaatteiden huomioon ottaminen suunnittelussa tukee käyttäjää informaation hahmottamista. Käyttäjä voi tehdä päätöksiä

isostakin informaatiomassasta, jos ne on selkeästi ryhmitelty ja esitetty, jolloin käyttäjän ei tarvitse yrittää muistaa niitä (esim. Windows -valikot).

Liikkuva kuva on varsin hyvä huomion kiinnittäjä, sillä ihmisen koko huomio kiinnittyy luonnostaan helposti liikkuvaan kuvaan. Kyseessä on vaistotoiminto, joka oli aikanaan olennaisen tärkeä henkiinjäämisen kannalta. Liikkuvalla kuvalla, esim. animaatioilla, on paikkansa WWW-suunnittelussa, vaikka yleisesti ottaen animaatiota kannattaa käyttää mahdollisimman vähän (Nielsen 2000, 143). Animaation kykyä vangita ihmisen huomiokyky voidaan jossakin tapauksissa käyttää hyödyksi myös käyttöliittymiä suunniteltaessa. Jos tarkoituksena on kiinnittää käyttäjän huomio johonkin tiettyyn suunnitteluelementtiin samankaltaisten joukosta tai huomauttaa käyttäjälle uudesta tiedosta, tehtävä hoituu tehokkaasti animoidun otsikon avulla. Alkuanimaation tarkoitus on kiinnittää käyttäjän huomio uuteen tekstiin, jonka jälkeen käyttäjä saa lukea tekstin rauhassa ilman muita häiriöitä. Tarpeellisen ja häiritsevän animaation raja voidaan selvittää miettimällä onko animaatiosta hyötyä sivuston tyypilliselle käyttäjälle. Tarkastelemalla toimintaa tavallisen käyttäjän näkökulmasta voidaan selvittää, auttaako jonkin asian esiin nostaminen tyypillisen tai usein toistuvan tehtävän suorittamista. (Nielsen 2000, 149.)

Käyttäjän huomio kiinnittyy nopeasti myös ihmistä esittävään kuvaan. Etenkin lähikuva ihmisen kasvoista saa käyttäjän suuntamaan katseensa kuvaan. Katsoja huomio kiinnittyy erityisesti toisen ihmisen silmiin. On arveltu, että ihminen tarkkaillessaan toista ihmistä kiinnittää kenties huomaamattaankin huomionsa toisen henkilön silmiin saadakseen tietoa tämän tunnetiloista. Ihminen hankkii suuren osan ulkomaailmaa koskevasta tiedosta näön välityksellä, joten toisen ihmisen silmien liikkeitä seuraamalla voi seurata mihin toinen henkilö suuntaa huomionsa jne. Myös kasvoja muistuttava visuaalinen ärsyke toimii tehokkaana huomion kiinnittäjänä. (Nummenmaa, Takala & von Wright 1982, 28.)

2.4.2. Teknisluonteiset seikat käyttäjän näkökulmasta

WWW-sovellusten taustalla on monenlaisia teknisiä ratkaisuja, joiden tarkoituksenmukainen ja virheetön toiminta muodostavat perustan koko sovelluksen toiminnalle. Käyttäjälle muodostuva näkymä taustalla olevista teknisistä ratkaisuista on vain jäävuoren huippu, jonka perusteella käyttäjä tosin muodostaa käsityksensä tekniikan toimivuudesta.

Järjestelmän hyvä laatu syntyy järjestelmää tehtäessä. Tuotantoprosessin hallitsemiseen on kehitetty erilaisia menetelmiä. Oleellista on määritellä vaatimukset ja huolehtia, että ne toteutuvat. Tärkeitä kysymyksiä ovat tuotteen tavoite, käyttäjät, käytettävyys ja esteettömyys (tai saavutettavuus), ominaisuudet ja toiminnot, tietosisältö, reunaehdot ja rajoitteet, elinkaari ja ylläpito, varmennus ja tietoturva, kustannukset ja resurssit. (Haikala & Märijärvi 2001.)

Oman ongelmansa verkkosovellusten suunnittelijalle asettavat käyttäjien erilaiset laitteet ja ohjelmistot. Lisäksi informaatioteknologia kehittyy varsin nopeasti ja sen myötä myös Internet on jatkuvassa muutoksen tilassa. Uusinta teknologiaa ei useinkaan kannata käyttää verkkosivujen laatimiseen. Nielsenin (2000, 34) mukaan kuluu usein vuosi ennen kuin jokin uusi ominaisuus on käyttäjien enemmistöllä käytössä. Suunnittelijan tulee huomioida sovelluksen toimivuus niin uusissa kuin hieman vanhemmissakin selaimissa.

Yhteiset tiedonesitysmuodot helpottavat laitekirjon hallintaa. Kun suunnittelija merkkää sivunsa käyttäen jotain HTML:n versiota, niin hän voi luottaa siihen, että selaimet on tehty

ymmärtämään tätä sovittua muotoa. Selainkohtaisia laajennuksia tulisi välttää. Tosin esitysmuodotkin muuttuvat ja näkyvissä on XHTML:n nousu vallitsevaksi merkkaukieleksi. Käytettäessä tyyli-tiedostoja (CSS - Cascading Style Sheets) sivuston ulkoasun määrittämiseen tulee sivujen toimivuus testata myös ilman tyyli-tiedostoja selainten kirjavan ja osin puutteellisenkin CSS-tuen vuoksi.

Sovelluksen sivujen tulisi olla mukautettavissa erilaisille näytöille. Erilaisten mobiililaitteiden (kämmentietokoneet yms.) yleistyessä on hyvä kiinnittää huomiota sivustojen toimivuuteen paitsi pienillä näytöillä myös siihen, että ainakin tärkein informaatio olisi saatavilla myös pelkässä tekstimuodossa. Sivujen kokoa ei kannata määritellä kiinteiksi, jotta pieneltä näytöltä sivua katsottaessa käyttäjä ei joudu vierittämään sivua vaakasuoraan. Parhaimpiin tuloksiin päästään, jos sivun leveys on määritelty suhteelliseksi. Kehysten käyttöön liittyy myös ongelmia. Etenkin pienillä näytöillä kehykset tekevät sivujen katselun hankalaksi haukaten usein suhteettoman suuren osan näytöstä. Toinen ongelma liittyy graafisten elementtien toistettavuuteen erikokoisilla näytöillä. Suuriresoluutioisella näytöllä graafiset elementit toistuvat pieninä, jolloin esim. grafiikkaan upotetun tekstin luettavuudesta tulee huolehtia. (Esim. Nielsen 2000, 174.)

Lisättäessä WWW-sivustolle erilaisia liitetiedostoja tulee huolehtia siitä, että tiedostomuodot ovat yleisesti tuettuja eivätkä vaadi välttämättä ohjelmalisäkkeiden (*plug-in*) asentamista. Uuden ohjelman lataamiseen kuluu aikaa ja sen asentamisessa omalle tietokoneelle on aina omat riskinsä. Liitetiedostojen yhteydessä on lisäksi hyvä mainita tiedostojen koko, joka auttaa käyttäjää arvioimaan tiedoston lataamiseen kuluvaan aikaan käytössään olevaa yhteysnopeutta käyttäen.

Ylipäättänsä verkkosovellusten toteuttamisessa tulee kiinnittää huomiota niiden teknisen toimivuuden virheettömyyteen sekä sivustojen nopeuteen. Sivuston nopeuteen vaikuttaa paitsi yhteysnopeus myös sivuston koko, kuten käytetyn grafiikan määrä. Sivujen koko kannattaa kuitenkin pitää mahdollisimman pienenä eikä multimediaaefektejä tule käyttää muutoin kuin silloin, kun ne todella auttavat käyttäjää ymmärtämään asiasisältöä paremmin.

2.4.3. Tekstin luettavuus

WWW-sivujen lukemista tutkittaessa on havaittu, että ihmiset lähinnä silmäilevät tekstiä sen sijaan, että lukisivat tekstin rivi riviltä. Näyttöjen suhteellisen huono resoluutio vaikuttaa siihen, että tekstin luettavuus on heikompi näytöltä kuin paperilta. Kuitenkin tiettyjä perussääntöjä noudattamalla tekstin luettavuutta näytöltä voidaan parantaa. (Esim. Nielsen 1997; Nielsen 2000, 100 - 129; Sinkkonen 2002, 144 - 145.)

Tekstin luettavuuteen voidaan vaikuttaa useallakin eri tavalla - esimerkiksi käytettyyn kirjasintyyppiin liittyvillä valinnoilla. Kirjasimen koko on yksi keskeisin luettavuuteen vaikuttava tekijä. Suositeltavinta on käyttää pistekokoa 12 olevia kirjaimia, joka on huomattavasti nopeampaa lukea kuin esim. 10 pisteen kirjaimet. Kirjasinkoko kannattaa kuitenkin määritellä suhteelliseksi, jolloin käyttäjän on mahdollista muuttaa kirjasinkokoa haluamakseen esim. selaimen valinnoista. Näytöltä luettavaan tekstiin on suositeltu käytettäväksi päätteettömiä kirjasintyyppejä kuten esim. Arial ja Verdana. Päätteelliset kirjasintyypit, jotka toimivat paperilla hyvin auttaen "pitämään" kirjasimet yhdessä, saattavat asettua liian lähelle toisiaan näytöllä etenkin pienempää kirjasinkokoa käytettäessä. Kuitenkin, jos kirjasinkoko on riittävän

suuri, myös päätteellinen kirjasintyyppi kuten Georgia toimii varsin hyvin näytöltä luettaessa. (Bernard ym. 2002.) Huomioitavaa on myös se, että suuraakkosten käyttöä tekstissä kannattaa välttää. Sanojen ja merkkien muotoa on hankalampi hahmottaa tasaisesta suuraakkosilla esitetystä tekstistä, jolloin lukunopeus hidastuu. (Esim. Nielsen 2000, 129; Sinkkonen ym. 2002, 144.)

Lisäksi lukunopeuteen vaikuttavat tekstin asettelu ja rivin pituus sekä lauseiden selkeys. Teksti tulisi aina tasata vasempaan reunaan, jolloin lukunopeus kasvaa käyttäjän voidessa aloittaa silmäilyn aina samasta kohdasta (esim. Nielsen 2000, 126). Samaten luetteloissa jokaisen kohdan ensimmäisen sanan olisi hyvä sijaita samalla kohdalla. Ihminen kykenee hahmottamaan näytöltä tyyppilliseltä katseluetäisyydeltä noin 15 kirjainta kerrallaan. Hahmottaakseen seuraavat 15 kirjainta käyttäjä joutuu liikuttamaan silmiään seuraavaan kohdistuspisteeseen. Sopiva rivin pituus on noin 50 - 60 merkkiä, jolloin käyttäjä joutuu liikuttamaan silmiään noin neljä kertaa lukeakseen rivin kokonaisuudessaan. (Esim. Bernard, Fernandez & Hull 2002; Sinkkonen 2002, 82 ja 146.)

Tekstin luettavuutta voidaan parantaa huolehtimalla riittävästä tekstin ja taustan välisestä kontrastista kuten myös parantamalla tekstin silmäiltävyyttä käyttämällä avainsanojen lihavointia, luetteloita, taulukoita sekä riittävän monitasoista otsikointia. Etenkin pitkät tekstikappaleet kannattaa pilkkoa osiin lyhyiden kappaleiden, alaotsikoiden ja luetteloiden avulla. Myös avainsanat auttavat käyttäjää poimimaan tekstistä mielenkiintoisia virkkeitä. (Esim. Nielsen 2000, 100 - 106.)

2.4.4. Muut mediaelementit

Internetin alkuaikoina verkossa oleva informaatio oli täysin tekstuaalista, sillä ensimmäisissä HTML-dokumenteissa ei ollut mukana kuvia. Vasta HTML 2.0 versio mahdollisti kuvien liittämisen verkkosivuille. Nykyisin teknologiat mahdollistivat niin kuvan kuin äänen, animaatioiden ja videon liittämisen verkkosivuille. Yhteysnopeuksien kasvaessa multimedialta on tullut yhä vain suosittumpaa. Kuitenkin erilaisten mediaelementtien käytön tulee olla suunniteltua ja perusteltua. Rungas multimedian käyttö johtaa helposti käyttöliittymään, joka hämmentää käyttäjiä ja vaikeuttaa informaation ymmärtämistä. Samaten epäonnistunut kuvan tai muun mediaelementin valinta johtaa helposti harhaan, vaikeuttaa tai vääristää viestin vastaanottamista. Kuvien, kuten muidenkin mediaelementtien tulisi tukea ja täydentää tekstin esittämän viestin sisältöä. Toisaalta mikäli mediaelementeillä ei ole mitään olennaista tehtävää informaation ymmärtämisen tukemisessa on hyvä miettiä onko mediaelementti lainkaan tarpeellinen sovelluksessa.

Multimediaelementteihin liittyvä hankaluus on tiedostojen suhteellisen suuri koko. Useimmilla käyttäjillä tiedostojen siirto kestää todella kauan. Käyttäjälle on hyvä kertoa jo etukäteen ennen tiedoston lataamista tiedoston koko, videon pituus, tiedostomuoto sekä ilmoitettava mahdollisista tarvittavista ohjelmalisäkkeistä (*plug-in*). Lisäksi käyttäjälle on hyvä tarjota lyhyt luonnehdinta esim. videon sisällöstä, jotta hän kykenee arvioimaan kannattaako suuren tiedoston latautumista odottaa. (Esim. Nielsen 2000, 134 - 135.)

Kuva

Kuva on varsin voimakas elementti, joka yhdessä tekstin kanssa auttaa käyttäjää ymmärtämään informaatiota (kuva ja selittävä teksti). Valokuvan avulla voidaan kertoa asioita, luoda assosiaatioita sekä tunnelmaa. Toisinaan grafiikka toimii paremmin kuin valokuva esim. havainnollistamassa jotakin rakennetta. Grafiikka sinänsä voidaan jakaa käyttöliittymägrafiikkaan ja kuvitusgrafiikkaan.

Animaatio

Ihminen huomio kiinnittyy kokonaisuudessaan liikkuvaan kuvaan. Tästä syystä animaatioita tulee sovelluksessa käyttää erittäin harkitusti. Nielsenin mukaan (2000, 145) animaatioita voidaan varsin perustellusti käyttää seuraaviin tarkoituksiin:

- **Siirtymien välisen jatkuvuuden osoittamiseen** - kahden tai useamman tilan ollessa kysymyksessä niiden väliset muutokset on helpompi ymmärtää, jos muuttuminen esitetään animaation avulla sen sijaan, että muutos vain tapahtuisi.
- **Siirtymän suunnan osoittaminen** - animaation avulla voidaan esim. osoittaa edestakaista liikettä
- **Ajan myötä tapahtuvan muutoksen esittäminen** - esim. kaupunkialueen kasvaminen
- **Näytön tehokas hyödyntäminen** - animaation avulla on mahdollista esittää samassa tilassa useita eri informaatio-objekteja esim. kuvakartta, jossa selitykset tulevat esiin käyttäjän siirtäessä hiirtä
- **Graafisten esitysten tehostaminen** - toisinaan informaation visualisoiminen on havainnollisempaa animaation kuin staattisen kuvan avulla, esim. muutosta aiheuttavan toiminnon kuvaaminen
- **Kolmiulotteisen rakenteen havainnollistaminen** - käyttäjän on helpompi hahmottaa monimutkaisten rakenteiden todellinen muoto, kun animaation avulla kappaletta käännetään näytöllä.
- **Huomion kiinnittäminen** - jos tarkoituksena on kiinnittää käyttäjän huomio johonkin tiettyyn elementtiin

Video

Tällä hetkellä tiedonsiirto verkossa tapahtuu niin hitaasti, että videoiden käyttöä verkossa tulee harkita tarkasti. Videokuvaa ei juurikaan kannata käyttää päämediaelementtinä vaan tekstin tukena. Kuitenkin videon käyttö voi olla joskus tarpeellista esim. esitettäessä liikettä kuten tanssia tai kun halutaan välittää puhujan persoonallisuus käyttäjälle.

Tärkeätä videoissa on kiinnittää huomio äänen laatuun, sillä huono äänenlaatu heikentää puhutun tekstin ymmärtämistä entisestään. Videon sisältö kannattaakin tarjota käyttäjälle myös tekstitiedostona. Käyttäjän on myös kyettävä kontrolloimaan tilannetta. Pitkä videoesitys kannattaa jakaa useampaan lyhyeen, itsenäisen asiakokonaisuuden sisältävään osuuteen. (Esim. Nielsen 2000, 150 - 154.)

Ääni

Ääni on täysin erityyppinen ärsyke kuin esim. kuva. Ihminen kuulee äänet kaikkialta ympäriltään. Ihminen ei voi välttää ärsykettä kääntämällä päänsä pois kuten kuvaärsykkeen ollessa

kyseessä. Parhaiten ääni soveltuu kuvan esittämän informaation täydentämiseen. Lisäksi ääni soveltuu käytettäväksi signaalina, muistuttajana tai esim. tarkkaavaisuuden herättämisessä kuten myös tunnelman luojana. (Esim. Sinkkonen ym. 2002, 83 - 84.)

Toisinaan voidaan käyttää puhuttua tekstiä kirjoitetun tekstin vaihtoehtona. On kuitenkin huomioitavaa, että luettava teksti soveltuu etenkin aloittelijoille parhaiten, koska hän voi halutessaan palata takaisin, hypätä eteenpäin tai jäädä miettimään asioita mikä taas ei ole mahdollista puhutun tekstin kanssa toimittaessa (mt.).

2.4.5. Navigoinnin tukeminen

Sivustolla tulee olla selkeä rakenne, joka heijastaa käyttäjän näkemystä sivustosta tai sen informaatiosta. Opetuskäyttöön suunnatun sivuston rakenteen tulee siten heijastaa opiskelijan käsitystä opintojaksolla opiskeluun kuuluvista asioista - organisointi, materiaali, harjoitukset, tehtävät, ohjaus jne. Opiskelumateriaalin rakenteen taas tulee heijastaa opettavan asian oppimisen kannalta tarkoituksenmukaista jäsenystä. Rakenne voi olla hierarkkinen yleisestä yksityiseen, taulukkomainen eli ominaisuuksien tms. mukaan luokiteltu tai lineaarinen rakenne, missä eteneminen tapahtuu vaihe vaiheelta. Edelleen sivuston navigoinnin tulee vastata sivuston todellista rakennetta esim. syvyystasoja. Muutoin kokonaiskäsityksen muodostaminen hankaloituu. Huonon informaatioarkkitehtuurin seurauksena on aina heikko käytettävyys.

Navigointi eli liikkuminen sivulta toiselle on verkon perusta. Käyttäjä napsauttaa hypertekstiliinkkiä ja siirtyy toiselle sivulle. Navigoinnin suunnittelussa tulisi ottaa huomioon, että navigointi ei tapahtuisi huomattavasti eri tavoin kuin mihin käyttäjät ovat yleensä tottuneet. Kuitenkin tehtävän suorittaminen vaikuttaa käyttöliittymään ja siinä tapahtuvaan navigointiin. On tärkeää, että opiskelijalla on mahdollisuus edetä sivustorakenteessa tarkoituksenmukaisella tavalla. Tämä riippuu mm. sisällön aihepiiristä, tavoitteista, kohderyhmästä sekä esitystavasta.

Toisekseen navigoinnin tulisi tukea myös käyttäjän omaehtoista liikkumista. Käyttäjän pakkaminen kulkemaan tiettyä polkua pitkin tulisi aina olla painavasti harkittua. Ei ole suinkaan kiellettyä käyttää hyvinkin ohjattua tutoriaalia, jos se on perusteltua esim. sisällön keskeisten perusteiden omaksumisessa. Vapaaseen navigointiin liittyy tietenkin yksi keskeisimmistä verkkosivustojen ongelmista: käyttäjä eksyy helposti "tietoavaruuteen", jolloin hän ei tiedä missä hän on.

Miten siis tulisi tukea käyttäjän liikkumista sivustossa? Nielsenin (2000, 188) mukaan käyttäjän tulee navigointikäyttöliittymän avulla kyetä vastaamaan kolmeen peruskysymyksen: Missä minä olen? Mistä minä tulin? Minne täältä voi mennä?

Kaikkein tärkein liikkumista käsiteltävä kysymys on, missä minä olen tällä hetkellä. Esimerkiksi oppimisen tukemisessa on tärkeää, että opiskelijan tietää, missä kohtaa sivustoa hän on ja minne hän voi mennä. Kyseessä on vielä tärkeämpi asia kuin liikuttaessa tavanomaisessa WWW-sivustossa. Opiskelija rakentaa sivulla olevasta sisällöstä mielikuvaa pohjautuen aikaisempaan tietoon. Tätä tiedon konstruointiprosessia oppimisympäristöalustan sekä sivuston pitäisi tukea tarkoituksenmukaisesti. Käytettävyystekijöiden vähäinen huomiointi aiheuttaa opiskelijalle kognitiivista kuormaa. Opiskelija joutuu pohtimaan oppimisen kannalta toissijaisia asioita miettiessään liikkumista sivustossa. Tämä voi haitata tai jopa estää oppimista. Käyttäjän sijainnin määrittämisessä tukevat mm. sivuston nimi <title>, tunniste tms. sellainen elementti, joka sijaitsee jokaisella sivulla. Länsimaista lukutapaa noudattavilla sivuilla hyvä

paikka on yleensä vasen yläkulma tai muu silmiinpistävä paikka. Tällöin käyttäjä kykenee tunnistamaan millä sivuilla hän on vaikka tulisikin sivustolle muun kuin etusivun kautta. Toisaalta käyttäjä myös huomaa, koska hän on poistunut ko. sivustolta. Tämän lisäksi jokaisella sivulle tulee olla painike etusivulle, jolloin käyttäjä voi helposti esim. eksyessään päästä etusivulle riippumatta siitä, kuinka syvällä hän sivustorakenteessa on. (Esim. Nielsen 2000, 178 - 179.)

Käyttäjän sijainti sivustorakenteessa voidaan osoittaa myös tummentamalla tai muutoin merkitsemällä navigointipainike, joka vie ko. sivulle. Eräs keino on käyttää navigointipolkua ”bread path”, joka osoittaa käyttäjän sijainnin sivuhierarkiassa suhteessa etusivuun (esim. Sinkkonen ym. 2002, 223). Todella laajalla sivustolla kannattaa käyttää sivustokarttaa, jonka avulla käyttäjä voi muodostaa käsityksen kokonaisuudesta ja eri osien välisistä suhteista. Toisin sivukartoista kuten mistä tahansa muistakin kartoista on hyötyä vain, jos niissä on ”olet tässä” nuoli tms. osoittamassa käyttäjän sen hetkistä sijaintia kartalla.

Sen lisäksi, että käyttäjä tuntee sijaintinsa, on hänen kyettävä myös päättämään missä hän on jo käynyt ja minne hänen on mahdollista liikkua. Jo avatun linkin esittäminen eri värillä kuin avaamaton linkki auttaa käyttäjä hahmottamaan sivuston rakennetta. Samalla aikaa säästyy, kun ei tarvitse useaan kertaan katsoa samoja sivuja.

2.4.6. Virheiden estäminen ja virheistä toipuminen

Paras tapa välttyä virheiltä on olla tekemättä mitään. Virheitä esiintyy lähes aina ihmisen toiminnassa etenkin opeteltaessa jotakin uutta taitoa. Yleensä virheet ja niistä saatu palaute auttavat uuden taidon oppimisessa ja toimintojen ymmärtämisessä. Tietokoneet ja niiden ohjelmistot ovat toiminnoiltaan varsin monimutkaisia, joten käyttäjän on mahdotonta kyetä ymmärtämään niiden toiminnan perusteita (eikä se ole tarpeenkaan). Tämä osaltaan vaikuttaa siihen, että käyttäjät saattavat arastella sovelluksen käyttöä pelätessään tekemiensä virheiden johtavan katastrofaaliseen lopputulokseen. (Vrt. Preece ym. 1994, 159.)

Norman on luokitellut virheet kahteen ryhmään: virheet (*mistakes*) ja erehdykset (*slips*). Virheet ovat tietoisesti valitun toiminnan, joskin virheellisen, tulos. Toisin sanoen käyttäjä ei tiedä miten tulisi toimia halutun tavoitteen saavuttamiseksi ja pyrkii tavoitteeseensa yrittämällä ko. toimintatapaa. Erehdys taas tapahtuu vahingossa esim. käyttäjän valitessa valikosta epähuomiossa väärän vaihtoehdon. (Norman 1991.)

Virheitä tapahtuu erityisesti opeteltaessa jotain uutta taitoa tai uuden sovelluksen käyttöä. Erehdykset ovat taas yleisimpiä ja niitä tapahtuu erityisesti jo opitun taidon käytössä. Erehdykset voidaan jakaa kuuteen ryhmään (mt.):

- **Syrjäytyserehdys** (*capture error*) - käyttäjä suorittaa erehdyksessä toiminnon, jota hän on käyttänyt tehtävän suorittamisen yhteydessä usein, oikean toiminnon sijaan. Esim. selatessaan PINE-postiohjelmalla sähköpostejaan käyttäjä saa seuraavan viestin näkymään komennolla N. Toisinaan viesti on sen verran pitkä, ettei se sovi yhdelle näyttöruudulle, jolloin viestin seuraavan sivun saa esille välilyönti -näppäimellä. Käyttäjä painaa usein ”vanhasta tottumuksesta” N -painiketta välilyönti -painikkeen sijaan, jolloin näytölle avautuukin seuraava viesti.

- **Kuvauserehdys** (*description error*) - sinänsä oikea toiminto, mutta kohdistuu väärään objektiin. Esimerkiksi käyttäjän tavoitteena on avata Windows-sovelluksen ikkuna koko näytön kokoiseksi, mutta napsauttaakin vahingossa sovelluksen sulkevaa painiketta. Painikkeet sijaitsevat vierekkäin sovellusikkunan oikeassa yläkulmassa.
- **Tietojen ohjaama erehdys** (*data driven error*) - käyttäjä prosessoi usein tiedostamattaan näytöllä näkyvää informaatiota. Tällöin hän saattaa erehdyksessä esim. tallentaa tiedoston tiedostoikkunassa näkyvällä jonkin toisen tiedoston nimellä tarkoittamansa nimen sijasta.
- **Assosiatiiivinen aktivaatioerehdys** (*associative-activation error*) - myös käyttäjän aivan toisaalle kuin esillä olevaan tehtävään liittyvät ajatukset voivat johtaa erehdyksiin. Esimerkiksi käyttäjä voi tallentaa tiedoston vahingossa sen henkilön nimellä, jota juuri sillä hetkellä ajattelee.
- **Aktivaation puutteesta johtuva erehdys** (*loss-of-activation error*) - käyttäjä saattaa kesken toiminnon unohtaa mitä hän itse asiassa olikaan tekemässä.
- **Toimintotilaerehdys** (*mode error*) - käyttäjä on väärässä moodissa. Esimerkiksi käyttäjä koettaa kirjoittaa tiedoston nimeä tarkoituksenaan tallentaa tiedosto, mutta hänellä onkin tiedoston avausikkuna avoinna.

Käyttöliittymän suunnittelussa voidaan useallakin tavalla pyrkiä vähentämään erilaisten virheiden määrää. Esimerkiksi käyttäjälle kannattaa ennemmin tarjota mahdollisuus valita toiminto valikosta kuin kirjoittaa vastaava komento. Tällöin mahdollisten kirjoitusvirheiden mahdollisuus on eliminoitu. Lisäksi käyttäjän ei tarvitse muistaa komentoa valikon toimiessa samalla vihjeenä oikean toiminnon valitsemiseksi. Monet systeemin tilaan eli moodiin liittyvät virheet voidaan taas ehkäistä ilmaisemalla systeemin tila riittävän selkeästi vaikkapa kursorin muuttamisella.

On kuitenkin epärealistista pyrkiä siihen, ettei virheitä koskaan tapahtuisi. Ihmiset ovat kerta kaikkiaan taipuvaisia tekemään virheitä ja virheilläkin on puolensa; esim. niiden kautta käyttäjä mm. oppii sovelluksen käyttöä. Olenaisesti tärkeämpää onkin pyrkiä tukemaan käyttäjää virheistä selviämiseen sekä siihen ettei käyttäjä toistaisi virhettä. Ottaen huomioon virheiden esiintymistiheys on Preece ym. mukaan varsin hämmästyttävää kuinka monesta sovelluksesta puuttuu peru -toiminto. (Preece ym. 1994, 162.)

Virheistä toipumista voidaan tukea esim. täsmällisillä, rakentavilla ja rehellisillä virheilmoituksilla, joissa käyttäjälle kerrotaan mitä tapahtui ja mitä käyttäjän pitäisi seuraavaksi tehdä. Virheilmoitusten tulee tarjota riittävästi informaatiota, jotta käyttäjä selviää virheestä mahdollisimman vähin vahingoin sekä oppii samalla välttämään virheen toistamista. (Nielsen 2001; Preece ym. 1994, 162.)

Virheilmoituksen tulisikin Nielsenin (2001) mukaan olla

- **ylipäättänsä olemassa** - pahimmillaan käyttäjä ei saa minkäänlaista ilmoitusta virheen esiintymisestä.
- **ymmärrettävää kieltä** - informaatio tulee esittää käyttäjälle tutulla ja selkeällä kielellä eikä esim. monimutkaisilla koodeilla, jotka on suunnattu lähinnä ohjelmistosuunnittelijoille esim. "system error 384 occurred".
- **sanamuodoltaan kohtelias** - virheilmoitus ei saisi syyttää käyttäjää tyhmäksi tms.
- **täsmällinen** - virheilmoituksen tulee kertoa tarkasti ja täsmällisesti mitä tapahtui.
- **rakentava** - virheilmoituksessa tulee olla ohjeita käyttäjälle miten hän selviytyy virheestä sen sijaan että esim. vain todetaan asiantila.

- **riittävän näkyvä** - virheilmoituksen tulee olla sellainen että käyttäjä sen varmasti huomaa. Toisekseen virheilmoituksesta tulee selvittää yksiselitteisesti mihin toimintoon tai dialogiin se liittyy.

Virhetilanteissa tulisi lisäksi pyrkiä siihen, että käyttäjän alkuperäisestä työstä pyritään säilyttämään niin suuri osa kuin on mahdollista. Toisin sanoen, pyritään siihen, että käyttäjän ei tarvitse aloittaa toimintaansa uudelleen aivan alusta. Esimerkiksi käyttäjälle tarjotaan mahdollisuus perua viimeisin, virheeseen johtanut toiminto, jolloin hän voi jatkaa edelleen siitä mihin jäi ennen virheen esiintymistä. Toisekseen tulisi pyrkiä minimoimaan virheen korjaamiseen tarvittavan työn määrä. (Nielsen 2001.)

Käyttäjät eivät juurikaan lue opasteita. Vasta sitten kun mikään muu ratkaisutapa ei tunnu toimivan turvaututaan opasteisiin. Kuitenkin käyttäjälle on hyvä tarjota selkeä yhteys opasteisiin, jolloin hänellä on mahdollisuus tutkia virhetyyppiin liittyvää taustamateriaalia esim. vaihtoehtoisia ratkaisumallien vertailua ja virheiden syiden selvittämistä varten. Opastavan taustamateriaalin tulee olla ko. virhetyyppiin liittyvää (*context sensitive*). (Mt.)

Tietoverkkoavusteisen opetuksen lisäarvoa arvioitaessa kiinnitetään huomiota toimijoiden (mm. opiskelijat ja opettajat) asenteisiin, odotuksiin ja kokemuksiin. Lisäarvoa ei voida arvioida ilman todellisia käyttäjiä. Lisäarvon toteutuminen on voimakkaasti sidoksissa henkilön omaan kontekstiin. Sama tietoverkkoavusteinen opetustoteutus voi erota lisäarvoiltaan eri käyttäjien kesken. Esimerkiksi työn ohella opiskelevalle luentorungon ja –materiaalin saaminen verkon välityksellä omaan käyttöönsä on usein merkittävä lisäarvo kun taas lähiopetukseen osallistuva opiskelija ei koe tällaista menettelyä erityisenä lisäarvona.

Lisäarvoajattelun mukaan uuden opetusvälineen (tässä: tietoverkot) ja opetustavan yhdistämisen tulee tuottaa erityistä hyötyä opettajalle, opiskelijalle tai organisaatiolle perinteiseen opetukseen verrattuna. Suurin kokonaisyöty saadaan silloin kun mahdollisimman moni osapuoli saa erityistä lisäarvoa verkon hyödyntämisestä opetuksessa. Forsblom ja Silius (2002a; 2002b) ovat jaotelleet tutkimuksessaan lisäarvot opetuksen organisointiin, opetuksen laadun kehittämiseen, opiskelutaitojen kehittämiseen ja opetusteknologian testaukseen ja kehittämiseen liittyviin lisäarvoihin.

Jotta opetuskäyttöön suunnattu verkkototeutus olisi hyödyllinen oppimisen kannalta, on sen paitsi tuotava käyttäjälleen erityistä lisäarvoa myös tuettava oppimista eli oltava **pedagogisesti käytettävä** (vrt. Bostock 1996; Jonassen 1996; Quinn 1996; Soloway ym. 1996; Squires 1997; Tergan 1998). Pedagogista käytettävyyssarviointia tehdessä huomioidaan, että opetuskäyttöön suunnatun sovelluksen suunnittelun tulee pohjata kulloinkin tarkoituksenmukaiseen oppimisteoriaan. Toteutuksessa tulee kiinnittää huomiota opiskelijoiden motivointiin ja siihen, miten ympäristössä voidaan tukea erilaisten opiskelijoiden tietojen ja taitojen kehittymistä. Keskeisintä niin sisällön, tehtävien, työkalujen kuin käyttöjärjestelmänkin suhteen on tuen tarjoaminen oikeaan aikaan (*scaffolding*), jotta se edistäisi opiskelijan osaamisen ja asiantuntijuuden kasvua (esim. Soloway & ym. 1996).

Toisin sanoen **pedagogisella käytettävyydellä** tarkoitetaan sitä, miten hyvin tietoverkkoavusteisen oppimisympäristön käyttöliittymä, oppimis- ym. tehtävät, sisältö ja työkalut motivoivat ja tukevat oikea-aikaisesti erilaisten opiskelijoiden oppimista tietyssä opiskelukontekstissa valittujen pedagogisten tavoitteiden mukaisesti. (Vrt. Hakkarainen ym. 2001, 7 & Soloway ym. 1996.)

Pedagogisessa käytettävyyssarvioinnissa huomio suuntautuu verkkototeutuksen rakenteeseen, sisältöön sekä opiskeluprosessiin ja sen tukemiseen. Pedagoginen käytettävyyssarviointi tehdään yleensä ns. asiantuntija-arviointina. Relevantimpaan arviointitulokseen päästään mikäli asiantuntija-arvioinnin lisäksi käytetään todellisten käyttäjien kokemuksia ja mielipiteitä arvioinnissa.

3.1.1. Käytettävyys, lisäarvo ja pedagoginen käytettävyys

Opetuskäyttöön suunnatun verkkototeutuksen käyttökelpoisuus muodostuu siis toteutuksen käytettävyydestä, sen tarjoamasta lisäarvosta sekä pedagogisesta käytettävyydestä. Nämä osatekijät ovat toisistaan riippumattomia. Saattaa olla, että verkkototeutuksessa toteutuu ainoastaan yksi käyttökelpoisuuden osatekijä, esim. verkkototeutus voi olla hyvinkin käytettävä, mutta se ei tarjoa erityistä lisäarvoa eikä se ole pedagogisesti käytettävä ts. se ei tue oppimista.

Tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön **lisäarvon** ja **pedagogisen käytettävyyden** suhdetta voidaan kuvata seuraavasti:

- Sama tietoverkon hyödyntämismuoto saattaa tuottaa lisäarvoa, mutta ei ole kuitenkaan pedagogisen käytettävyyden näkökulmasta hyvin toteutettu: luentomonisteiden jakaminen verkon välityksellä on esimerkiksi työn ohessa opiskelevalle opiskelijalle usein lisäarvo, koska se säästää opiskelijan aikaa ja vaivaa aineiston hankinnan suhteen.
- Opettajalle sama tietoverkon hyödyntämismuoto voi olla lisäarvo, sillä aineiston kopiointiin tarvittava aika vapautuu muulle työlle.
- Luentomoniste saattaa kuitenkin olla pedagogisen käytettävyyden näkökulmasta huonosti toteutettu: siinä ei ole huomioitu esimerkiksi kohderyhmää, erilaisia oppimistyyplejä eikä kuvan ja tekstin suhdetta ilmiöiden opettamisessa tai toteutus sinällään ei tue oppimistavoitteita eikä siinä ole hyödynnetty digitaalisen median antamia mahdollisuuksia.
- Tilanne saattaa olla myös päinvastainen: pedagogisen käytettävyyden näkökulmasta materiaalin jakamiseen tarkoitetun erinomaisen verkkototeutuksen lisäarvo saattaa jäädä toteutumatta. Esimerkiksi opiskelija, joka haluaa opiskella lähiopetuksessa, ei useinkaan koe, että opetusmateriaalin saaminen tietoverkonvälityksellä sinänsä olisi hänelle erityinen lisäarvo, vaan hän haluaa useinkin saada ohjausta ja opetusta opiskelemassaan aihealueessa.

Käytettävyyden ja pedagogisen käytettävyyden suhdetta voidaan kuvata myös esimerkin avulla.

Peruslaskimessa on rajattua käyttötarkoitusta eli laskutoimitusten suorittamista varten paljon hyviä ominaisuuksia. Voidaan siis tulkita, että siinä ei ole käytettävyysongelmaa. Pedagogisesti tarkastellen tilanne on kuitenkin toinen.

- Taskulaskimesta puuttuu esim. yhtälön ratkaisun vaiheittaisen (rivi riviltä) etenemisen seuraaminen. Tämä auttaisi opiskelijaa hahmottamaan yhtälön ratkaisun eri vaiheet.
- Opiskelija menettää usein "paikan", kun hän ratkaisee tiettyä osaa esim. yhtälöstä. Ts. opiskelijalla ei ole mahdollisuutta palata takaisin aiempaan vaiheeseen.
- Prosessia ei voida muokata (kopioi, leikkaa, liitä, poista, peru) jälkikäteen eikä siihen voi tehdä lisämerkintöjä.
- Opiskelija joutuu muistamaan kaavoja ja erilaisia näppäinyhdistelmiä.
- Laskimesta ei saa ulkoistettua ratkaisuprosessia, jonka voisi jakaa esim. opettajan kanssa.
- Laskin suorittaa laskutoimituksia ohjelmoijan toimesta siten, että osa ratkaisuprosessista jää piiloon esim. tilastolliset prosessit.

Taskulaskin on tietenkin tarkoitettu paperiratkaisun tueksi. Mutta jos ajatellaan erityisesti matematiikan opettamiseen tarkoitettua laskinta, niin siinä olisi hyvä olla monenlaisia lisäominaisuuksia, jotka tukisivat opiskelijan matemaattisten taitojen kehittymistä.

3.2. Pedagogisen käytettävyyden osa-alueet

Pedagogista käytettävyyttä arvioidaan suhteessa asetettuihin pedagogisiin tavoitteisiin. Oppimisen näkökulmasta pedagogiset tavoitteet muodostetaan sisällöllisten opetus- ja oppimistavoitteiden sekä oppimis- ja opetusmenetelmien yhteisvaikutuksesta. Valittujen pedagogisten tavoitteiden valossa tulee verkossa näkyväksi jäävän opetuksen osuutta (opetusmateriaali, kurssirakenne, ohjeistus, opetusmenetelmään liittyvät välinevalinnat, toiminnallisuus, vuorovaikutus jne.) arvioida pedagogisen käytettävyyden kriteerien avulla. Verkkototeutuksen pedagogiset tavoitteet voidaan jäsentää kolmeen pääryhmään: opetuksen organisointi, opetuksen laajentaminen verkkoon ja opiskelutaitojen kehittyminen. **Tässä raportissa keskitytään lähinnä opetuksen organisointiin liittyviin kysymyksiin**, jotka ovat keskeisiä arvioitaessa opetuspalveluja tarjoavaa SVY:n portaalia.

Pedagogisen käytettävyyden osa-alueita ovat:

- Opetuksen organisoinnin tukeminen
- Opetuksen laajentuessa verkkoon
 - Oppimistavoitteiden tukeminen
 - Opiskeluprosessin tukeminen
 - Ohjaus- ja tukiprosessin tukeminen
- Opiskelutaitojen kehittymisen tukeminen
 - Opiskelijan autonomian tukeminen
 - Vuorovaikutuksen tukeminen
 - Opiskelutaitojen kehittymisen tukeminen

Pedagogisen käytettävyyden osa-alueet painottuvat verkkototeutuksissa eri tavalla riippuen siitä, kuinka merkittävä osuus verkon käytöllä on koko opetuksesta. Voidaan nähdä, että opetuksen organisoinnin tukemiseen liittyvät arviointikriteerit tulisi täytyä kaikissa verkkototeutuksissa sille asetettujen pedagogisten tavoitteiden mukaisesti. Sen sijaan mitä enemmän opetusta siirretään luokahuoneesta verkkoon, sitä merkityksellisemmiksi opiskelutaitojen kehittymisen tukemiseen kuten myös oppimistavoitteiden, opiskeluprosessin sekä ohjaus- ja tukiprosessien tukemiseen liittyvät kriteerit muodostavat.

3.2.1. Opetuksen organisointi

Opetuksella ohjataan opiskeluprosessin välityksellä aikaansaataavaa oppimista (Uusikylä & Atjonen, 2000; Tella ym. 2001). Opetuksen organisointiin sinänsä liittyvät rutiinomaiset tehtävät kuormittavat opettajaa ja näin osaltaan vähentävät oppimisen ohjaukseen käytettäviä aikaresursseja. Organisointiin liittyvä tieto on tärkeä paitsi motivoituneena myös opiskelijan metakognitiivisten taitojen (esim. oman opiskeluprosessin suunnittelun) kannalta. Nykyisten oppimiskäsitysten mukaan metakognitiivisten taitojen kehittyminen on oppimisen keskeisin tavoite. Tämän perusteella tässä tutkimuksessa "hyödyllisyys oppimisen kannalta" ymmärretään varsin laajasti. Verkkototeutuksen katsotaan olevan hyödyllinen oppimisen kannalta myös silloin, kun se tukee opetusprosessia esim. opetuksen organisointia (vrt. Nielsen 1993, 25).

Tässä arvioinnissa pedagogista käytettävyyttä arvioidaan eri toimijoiden toimintojen organisoinnin näkökulmasta ts. miten hyvin WWW-ympäristön käyttöliittymä, toiminnot, sisältö ja työkalut tukevat oikea-aikaisesti eri toimintojen organisointiin liittyvissä kysymyksissä kuten esim. kurssia koskevan tiedon haku, opiskelijaksi hakeutuminen, ilmoittautuminen kurssille, kurssin opiskeluprosessin hahmottaminen jne. Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa laajennetaan arviointi koskemaan verkkototeutuksia, joissa opetusta on laajennettu verkkoon ja opiskelutaitoja aletaan kehittää verkko-opiskelun myötä.

Opetuksen organisoinnin näkökulmasta verkkototeutuksissa korostuvat mm. jakeluväylätöiminnot, joustavuus, ohjaavat toiminnot, tiedottaminen, mahdollisuuksien osoittaminen, valinnan helpottaminen sekä erilaisten toimintaprosessien loppuunsaattaminen.

Verkkoyhteys tarjoaa tietynlaisen ajasta ja paikasta riippumattoman mahdollisuuden tiedon hankintaan ja vertailuun. Merkityksellisen ja riittävän tiedon läpinäkyvyys ja vertailtavuus auttavat opiskelijoita tekemään itselleen soveltuvia kouluttautumisvalintoja niin sisällöllisten kuin opetusmuotojen suhteen. Onnistuneet valinnat puolestaan ylläpitävät opiskelumotivaatiota. Merkityksellisen ja riittävän tiedon saaminen verkossa erilaisista kouluttautumismahdollisuuksista ohjaa opiskelun pariin mm. sellaisia opiskelijoita, jotka elämäntilanteensa takia eivät voi osallistua perinteiseen opiskeluun. Merkityksellinen ja riittävä tieto auttaa opiskelijoita myös hahmottamaan omat mahdollisuutensa edetä erilaisia opintoväyliä pitkin.

Opetuksen organisointiin liittyy myös opetus ja opiskelurutiinien automatisointi tietoteknisten välineiden avulla. Esimerkiksi erilaisten ilmoittautumis-, palaute- ja kyselytyökalujen avulla voidaan vähentää vaivaa ja säästää aikaa ”oikealle” opettamiselle ja oppimiselle. Tietoverkon merkitys myös materiaalin jakeluväylänä korostuu opetuksen organisointiin liittyvissä tavoitteissa.

Opetuksen organisoinnin näkökulmasta on tärkeää, että verkkototeutuksessa on mietitty toiminnallisuutta. Toimintaprosessin tulee olla käyttäjälle helppo ja joustava. Mikäli mahdollista linkeistä tulisi saada itse palvelu eikä vain tietoa siitä, missä kyseistä palvelua tarjotaan. Esimerkiksi kurssien kotisivuilla on usein ilmoittautumislinkki, josta avautuu ilmoittautumisen vastaanottajan yhteystiedot. Toiminnallisesti mietityssä verkkototeutuksessa linkistä avautuisi ilmoittautumislomake, jossa on valmiiksi pyydetty sellaiset tiedot, joita opiskelijoilta kurssihallinnossa tarvitaan.

3.3. Pedagogisen käytettävyyden arviointi

Pelkkä käytettävyyden (*usability*) arvioiminen ei siis yksistään riitä opetuskäyttöön suunnatun sovelluksen arvioimisessa vaan arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota myös sovelluksen pedagogiseen suunnitteluun eli pedagogiseen käytettävyyteen. Opetuskäyttöön suunnattu WWW-sovellus voi olla käytettävä, mutta ei välttämättä pedagogisesti käytettävä tai päinvastoin. Myöskään käytettävyyden arvioiminen ei korvaa pedagogisen käytettävyyden arvioimista, vaikka todennäköisesti jonkin asteista päällekkäisyyttä esiintyykin. (Albion 1999; Quinn 1996; Squires 1997.)

Käytettävyyden arvioimiseksi laadittuja menetelmiä voidaan soveltaa myös pedagogisen käytettävyyden arvioimiseen. Usein käytettyjä menetelmiä ovat esim. tarkistuslistat ja profiilointi, joille käyttökelpoisen pohjan tarjoavat oppimis- ja ohjausteorioiden profiilointi soveltuu

varsin hyvin arviointiin, jonka tavoitteena on esim. sovelluksien vertaileminen. Esimerkiksi Reeves on esitellyt 14 pedagogista ulottuvuutta, joiden avulla opetuskäyttöön suunnattua sovellusta voidaan arvioida. Laadullisen profiilin muodostamisen jälkeen kvantitatiiviset asteikot (esim. 0 -10) integroidaan kunkin ulottuvuutta ilmaisemaan asteikkoon. Näin sovellusta voidaan kuvata myös numeerisilla arvoilla. (Reeves 1997.)

Pedagogisen käytettävyyden arvioimisen suorittamiseksi on olemassa useitakin erilaisia heuristisia lähestymistapoja, jotka perustuvat erilaisiin tarkistuslistoihin. Tällaisia ovat esim. "*Pragmatic evaluation*" (Quinn 1996), jota Albion (1999) täydensi myöhemmässä vaiheessa sekä "*Heuristic evaluation guidelines for educational multimedia*" (Squires 1997). Squires ja Preece (1999) taas ovat yhdistäneet sosiokonstruktivistisen lähestymistavan Nielsenin (1994) heuristisen arvioinnin menetelmään yhdistäen näin käytettävyyden ja "pedagogisen käytettävyyden" arvioimisen ja muodostaen "*Learning with software heuristics*" -heuristisen arviointilistan.

Pedagogisen käytettävyyden arvioiminen voi olla luonteeltaan ensinnäkin ennakoivaa (*predictive*) esim. arvioitaessa opetuskäyttöön suunnattujen sovellusten laadukkuutta potentiaalisessa käytössä. Arviointi voi olla myös tulkitsevaa (*interpretative*), jolloin havainnoidaan opiskelijoita heidän työskennellessään sovellusten parissa. (Squires 1997). Ennakoivan arvioinnin käyttö on kuitenkin jossakin määrin ongelmallista. Koska oppiminen on kontekstiin sidottua ja situationaalista, on arvioijan mahdotonta arvioida sovellusten käyttöä huomioiden opiskelijoiden erilaisuuden, käytettävät resurssit sekä opetuskäytännöt ennen varsinaista opetuskäyttöä (Squires 1997; Squires & Preece 1999). Tärkeätä siis on, että arvioinnissa on mukana kohderyhmään kuuluva opiskelija, sovellusten suunnittelun asiantuntija sekä opetettavan aiheen asiantuntija. (Esim. Quinn 1996.)

Erilaisten tarkistuslistojen kriteerien muodostamiseen liittyy lukuisia ongelmia, jotka osaltaan johtuvat arvioitavana olevan ilmiön moninaisuudesta - oppiminen kun on erittäin monimutkainen ilmiö. Yleisimpiä ongelmia ovat kriteerien luotettavuus ja validius, sovelluksen vaikuttavuuden arvioinnin vaikeus ja räätälöityjen tarkistuslistojen puute. (Tergan 1998.)

Arviointikriteerien luotettavuus ja validius

Arviointikriteerejä on harvoin testattu empiirisesti niiden luotettavuuden varmistamiseksi. Useimmiten ongelmana on se, että eri henkilöt saattavat arvioida saman ominaisuuden hyvinkin eri tavalla. Tämä voi johtua joko epätasaisesta kriteeristä tai arvioitsijoiden välisistä keskinäisistä eroista. Kriteerien luotettavuutta voidaan pyrkiä parantamaan määrittelemällä ja kuvaamalla kriteerin merkitys riittävän tarkasti ja yksiselitteisesti. Toisaalta kriteerin luotettavuutta voidaan testata empiirisesti ja sitä kautta pyrkiä parantamaan niiden luotettavuutta.

Toinen ongelma liittyy kriteerien validiuteen - mittaavatko ne sitä mitä pitääkin. Terganin (1998) mukaan usein arviointikriteerit pohjautuvat suunnittelijoiden käsityksiin relevanteista arviointikysymyksistä ja niiden painoarvoista. Arviointikriteerien validiutta voidaan parantaa käyttämällä arvioinnissa eri alojen (käyttöliittymäsuunnittelu, pedagogiikka, kognitiivinen psykologia, viestintä, asiasisältö jne.) asiantuntijoita.

Sovelluksen vaikuttavuuden arviointi

Tarkistuslistat ovat varsin käyttökelpoisia ja ongelmattomia yksiulotteisten asioiden arvioimisessa kuten laitteistovaatimukset, ohjeiden olemassaolo, värit käyttöliittymässä, virheiden sieto jne. Ongelmallisempaa onkin arvioida kaksi- tai moniulotteisten ominaisuuksia kuten sovelluksen vaikuttavuutta ja tehokkuutta oppimisen edistämisessä. Esimerkiksi on suhteellisen helppo arvioida onko sovelluksessa oleva teksti luettavaa vai ei. Mutta ongelmallisempaa onkin arvioida kykenevätkö esim. opiskelijat ymmärtämään ja oppimaan mitä tekstissä kerrotaan. Tämänkaltainen arvioiminen edellyttää vahvasti teoriaan pohjautuvan kokonaisvaltaisen arvioinnin näkökulmaa. Toisekseen arviointi edellyttää myös vallitsevien olosuhteiden kuten opiskelijoiden tieto- ja taitotason sekä opiskelukontekstin huomioimista. Kolmanneksi on huomioitava myös se, että sovellus saattaa "saada hyvät pisteet" arvioitaessa suhteessa asetettuihin pedagogisiin suunnittelutavoitteisiin, mutta tietyssä opetustilanteessa sovellus ei onnistukaan tukemaan oppimista, koska oppimistilanne on "vääränlainen".

Räätälöityjen tarkistuslistojen puute

Yleispätevien tarkistuslistojen ongelmana on se, että arvioitaessa jotakin tiettyä sovellusta vain osa tarkistuslistan kriteereistä on tarkoituksenmukaisia. Tarkistuslistoja laadittaessa tulisikin pyrkiä siihen, että arvioija voi joustavasti ja helposti poimia mukaan vain soveltuvat kriteerit esim. arvioinnin tavoitteen mukaan (sovellusten luokittelu, sopivan sovelluksen valinta, tietyntyyppinen sovellus tms.). (Tergan 1998.)

Opetuskäyttöön suunnattujen sovellusten pedagogisen käytettävyyden arvioinnin keskeisin ongelma on siis oppimistilanteessa vaikuttavien erilaisten komponenttien määrä. Tosiasia on, että sovelluksen hyödyllisyys ja vaikuttavuus riippuvat käyttökontekstista, oppimistavoitteista, asetetuista vaatimuksista, opetusmenetelmästä jne. Arvioinnissa tulisikin kiinnittää laajasti huomiota neljään peruskomponenttiin: 1. sisällön soveltuvuus opittavan substanssin kannalta 2. oppijan tieto- ja taitotaso, henkilökohtainen konteksti 3. opetusmenetelmän soveltuvuus mm. asian oppimisen kannalta 4. käytetyn teknologian soveltuvuus teknisten ominaisuuksien ja pedagogisten ratkaisujen kannalta. (Tergan 1998.)

Kuten käytettävyyden arvioimisessakin myös pedagogisen käytettävyyden arvioimisessa on hyvä käyttää useampia arviointimenetelmiä sekä eri alojen asiantuntijoita parantamaan arvioinnin laatua. Asiasisällön asiantuntijan, kasvatustieteilijän ja käyttöliittymäsuunnittelijan tekemän arvioinnin lisäksi on ensiarvoisen tärkeätä saada tietoa oppijoiden kokemuksista ja näkemyksistä sovelluksen soveltuvuudesta ko. asian opiskeluun. Etenkin niistä sovelluksen piirteistä, joita on hankala mitata objektiivisesti, on mahdollista saada tietoa kyselyn tai haastattelun avulla. Käytettävyyden ja pedagogisen käytettävyyden arviointimenetelmänä kysely ja haastattelu ovat varsin samankaltaisia - molemmissa kohderyhmälle tehdään kysymyksiä, joihin he vastaavat. Haastattelun etuna on joustavuus, kyselyn avulla on taas mahdollista tavoittaa kaikki käyttäjät – ainakin periaatteessa. Molemmissa on kuitenkin hyvä olla mukana myös avoimia kysymyksiä, jolloin käyttäjillä on mahdollisuus vapaammin kommentoida sovelluksen käyttöä. Näin saadaan usein arvokkainta tietoa sovelluksen kehittämiseksi. (Esim. Nielsen 1993, 209 – 214.)

4. Informaatioisisältö

Tietoverkkoavusteisen oppimisympäristön arvioimisessa tulee käytettävyyden ja pedagogisen käytettävyyden lisäksi kiinnittää huomiota sovelluksen (informaatio)sisältöön eli julkaisun arviointiin sinänsä.

Tässä arvioinnissa oppimisympäristön asiasisällön arvioimisessa kiinnitetään huomiota sellaisiin piirteiden arviointiin, jotka ovat mahdollisia ilman aiheen asiantuntemusta. Tällaisia seikkoja ovat:

- **informaation luotettavuus** - kuten WWW-sivujen stabiilius, hyperlinkkien luotettavuus ja ohjelmistovaatimukset sekä esim. vanhentunut tieto (Alexander & Tate, 1998.)
- **informaation esitystapa** - tiedon pirstoutumattomuus, syvyytasojen hyväksikäyttö, tiivistelmät (Luukkonen 2000.)

4.1. Informaation luotettavuus

Internet on täysin vapaa julkaisufoorumi, missä kenellä tahansa on mahdollisuus saada äänensä kuuluville. Toisekseen verkossa ei myöskään ole mitään tarkistuskäytäntöä tai vastuuta-hoa kuten esim. paperijulkaisujen ollessa kyseessä. Tiedon oikeellisuudesta, laadukkuudesta ja virheettömyydestä ei siis aina ole takeita. Informaatioisisällön arvioimisessa pätevät osittain edelleenkin perinteisten julkaisujen arviointikriteerit, kuten tarkkuus, asiantuntevuus, ajankohtaisuus, objektiivisuus, kattavuus, alkuperä jne. Verkko julkaisukanavana asettaa kuitenkin tiettyjä erityisvaatimuksia, joihin verkkosivustojen kriittisessä arvioinnissa tulee myös kiinnittää huomiota. Tällaisia erityispiirteitä ovat mm. sivujen epästabiilius, ohjelmistovaati-vuus ja hyperlinkkien luotettavuus. (Alexander & Tate, 1998.)

Alexanderin ja Taten (1998) mukaan perinteiselle medialle soveltuvia arviointikriteerejä voidaan soveltaa myös verkossa julkaistavan informaation arvioimiseen. Huomioitavaa on, että näiden kriteerien käyttö edellyttää useimmiten asiasisällön asiantuntemusta. Tällaisia kriteerejä ovat:

- **Täsmällisyys** (*accuracy*) - miten luotettavaa ja virheetöntä sivuilla esitetty informaatio on. Huomioitavaa on, että verkossa julkaistava informaatio on vain harvoin käynyt läpi arviointiprosessin.
- **Asiantuntevuus** (*authority*) - onko informaation (tiedon) kirjoittaja(t) aiheen asiantuntija, entä kuinka arvostettu informaation julkaisija on. Verkossa julkaistavan informaation laatua (pätevyys ja asiantuntevuus) on usein hankala arvioida. Vaikka kirjoittajan nimi olisikin esillä, on usein vaikea arvioida hänen asiantuntemuksensa laatua.
- **Objektiivisuus** - informaation julkaisemisen tarkoitus jää usein hämäräksi. Mikä on julkaisijan ja/tai kirjoittajan tavoite ja intressi. Onko julkaisemisen tavoitteena esim. mielipiteisiin vaikuttaminen?
- **Voimassaolo** (*currency*) - milloin informaatio on julkaistu. Vaikka sivustosta löytyisi-kin päivämäärä, niin käyttäjälle saattaa jäädä epäselväksi onko kyseessä ajankohta, jolloin tieto on ensimmäisen kerran julkaistu vai ajankohta, jolloin sivustoa on päivitetty. Käyttäjälle onkin hyvä kertoa mitä sivulla ilmoitettu päivämäärä tarkoittaa.
- **Kattavuus** (*coverage*) - kertooko esitetty informaatio "koko totuuden" vai ainoastaan valikoidut palat asiasta.

Lisäksi verkko julkaisukanavana asettaa lisähaasteita sivustolla esitetyn informaation arvioimiselle (Alexander & Tate, 1998):

- **Hypertekstilinkkien käyttö** - sivustolta ulosvievä linkki voi johtaa toiselle sivulle, jossa esitetyn informaation luotettavuus on heikompi. Käyttäjä ei ehkä huomaa arvioida sivuja erillisinä julkaisuina eikä osaa suhtautua riittävällä kriittisyydellä esitettyyn informaatioon.
- **Kehysten käyttö** - kussakin kehyksessä on teknisesti mahdollista esittää aivan eri lähteistä peräisin olevaa informaatiota. Tällöin informaatio voi esiintyä aivan vääränlaisessa asiayhteydessä. Toisaalta keskiverokäyttäjältä saattaa jäädä täysin huomaamatta, että jokin osa informaatiosta on peräisin jostakin muualta kuin kyseiseltä sivulta. Tekijänoikeudellisista syistä ei ole suositeltavaa toisen sivun avaaminen kehyksiin niin, että käyttäjälle voi muodostua väärä käsitys materiaalin alkuperästä (Wirzenius & Mustonen 2000, 12 - 15).
- **Informaatio irti alkuperäisestä asiayhteydestä** - hakukoneet saattavat "noutaa" sivuston irti alkuperäisestä asiayhteydestään, jolloin esim. osa informaation luotettavuuden arvioimiseksi tarpeellisesta tiedosta puuttuu.
- **Kaupalliset sivustot** - toisinaan saattaa olla vaikea erottaa onko informaatio esitetty markkinoimistarkoituksessa vai informaationa sinänsä. Ongelmana on viihteen, kaupallisuuden ja informaation sekoittuminen.
- **Ohjelmistovaatimukset** - voivat rajoittaa informaation saatavuutta. Toisaalta erilaiset ohjelmistot voivat muuttaa informaation sisältöä; esim. jollakin tietyllä selaimella katsottaessa kaikki sivuilla esitetty informaatio ei ole näkyvissä.
- **Verkkosivujen epästabiilisuus** - saattaa olla, että käyttäjä ei kykene palaamaan takaisin informaation pariin, koska sivusto on yksinkertaisesti poistettu palvelimelta.
- **Sivujen alttius muutoksille** - verkkosivujen sisältöä on helppo muuttaa. Informaation sisältö on myös altis tahattomille ja tahallisille muutoksille.

4.2. Informaation esitystapa

Informaation esitystapa (*information presentation*) on yksi keskeisimmistä tekijöistä arvioitaessa sovellusta. Se, että sovellus on käytettävä, ei yksin riitä. Esim. käyttäjä saattaa kyetä hyvinkin helposti löytämään haluamansa tiedon, mutta tieto saatetaan esittää sellaisessa muodossa, että sitä on hankala ymmärtää tai siitä on vaikea saada kokonaiskäsitystä. Informaatio voi olla joko huonosti jäsennetty, järjestetty tai esitetty sekavasti esim. sekavin lauserakentein.

Sivuston rakenne tulisi suunnitella siten, että se noudattaa asian loogista jäsenystä ja käyttäjälle tuttua tapaa jäsentää ilmiö. Toisin sanoen sovelluksen rakenteen tulisi heijastaa käyttäjän ilmiöstä muodostamaa käsitteellistä mallia. (Esim. Bernard 2000; Luukkonen 2000, 105 - 107.) Sivuston hierarkkista rakennetta voidaan myös hyödyntää informaation jäsentämisessä. Yleisempi ja pääkohdat sisältävä informaatio on hyvä sijoittaa sivuston ylimmille tasoille. Laaja ja yksityiskohtaisempi taustamateriaali taas voidaan sijoittaa alasivuille sekä tarjota lisämateriaali linkkien välityksellä. Näin käyttäjä kykenee helposti ja nopeasti muodostamaan käsityksen asian pääkohdista. Asiasta syvemmin kiinnostuneille tarjottava materiaali ei tällöin häiritse niitä käyttäjiä, joita lisätieto ei kiinnosta. (Vrt. Luukkonen 2000, 145 - 146; Nielsen 2000, 113.)

Kullakin sivulla kannattaa sivun alkuun sijoittaa yhteenveto ja tiivistys esitettävästä asiasta. Tällöin lukija kykenee heti ymmärtämään sivun sisällön ja arvioimaan sivun hyödyllisyyden omalta kannaltaan. Lisäksi kussakin tekstikappaleessa tulisi esittää vain yksi ajatus, joka on hyvä esittää jo kappaleen ensimmäisessä virkkeessä. (Nielsen 2000, 111.)

Informaatio saattaa olla myös pirstoutunutta, jolloin käyttäjän täytyy navigoida useilla eri sivuilla kokoamassa "tiedon sirpaleita" ennen kuin hän kykenee saamaan kokonaiskäsityksen asiasta. Pitkääkään lineaarista tekstiä ei pidä jakaa hypertekstin avulla usealle eri sivulle. Tekstin jakaminen usealle sivulle hidastaa lukemista ja hankaloittaa tulostamista. Verkkoon kirjoitettaessa on kuitenkin ensisijaisesti pyrittävä asioiden tiivistämiseen ja ytimekkääseen kirjoittamiseen. (Esim. Luukkonen 2000, 147; Nielsen 2000, 101 - 115.)

5. Esteettömyys (saavutettavuus)

5.1. Esteettömyys - käsitteenmäärittelyä

Esteettömyys (saavutettavuus) voidaan tietyllä tapaa ymmärtää käytettävyytenä tietyn erityisryhmän näkökulmasta. Toisaalta käytettävyydellä tarkoitetaan sovelluksen toimivuutta tyyppillisessä käyttötilanteessa kun taas esteettömyydellä (tai saavutettavuudella) tarkoitetaan sovelluksen toimivuutta epätyypillisessä tilanteessa, esim. web-sivujen toimivuus näkövammaisen näkökulmasta.

Esteettömyys (saavutettavuus) on siten erilaisuuden huomioimista. Kohderyhminä ovat esim. näkö-, kuulo-, liikunta- ja CP-vammaiset sekä ihmiset, joilla on jokin muu pysyvä tai tilapäinen erityisongelma. Laajasti ajatellen kohderyhmiin voidaan lukea myös ikäihmiset, erikäiset lapset sekä erilaisia laitteita käyttävät henkilöt kuten myös erityisissä käyttötilanteissa toimivat henkilöt. (Esim. Foley & Regan 2002; Korpela 2002; Rauhala-Hayes, Topo & Salminen 1998; Vanderheiden 2000.)

Englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään termiä '*accessibility*' viitattaessa verkkosivujen soveltavuuteen tietyille erityisryhmille kuten esim. näkövammaisille. Englanninkielinen käsite on varsin monimerkityksellinen ja tarkoittaa tietotekniikan alalla eri asioita. Esimerkiksi Tekniikan sanastokeskuksen mukaan englanninkielinen termi '*accessibility*' käännetään suomeksi 'saavutettavuus'. Termi tarkoittaa heidän mukaansa ominaisuutta, ”joka ilmentää sitä, kuinka helposti henkilö voi saada järjestelmän, laitteen, ohjelman tai palvelun käyttöönsä”. Hyvä saavutettavuus on sitä, että käyttäjä saa ”helposti käyttöönsä palvelun hyödyntämiseen tarvittavat tiedot ja välineet kuten tietokone, tarvittava ohjelma sekä tietoliikenneyhteys”. (Tekniikan sanastokeskus 2002.) Termiä '*accessibility*' on Korpelan (2002) mukaan käytetty merkityksessä 'esteetön' lähinnä WAI:n piirissä.

Englanninkielinen termi '*accessibility*' käännetään suomeksi joko 'saavutettava' tai 'esteetön'. Näyttää siltä, että ainakaan toistaiseksi ei kumpikaan termeistä ole vakiintunut suomen kielessä puhuttaessa verkkosivustojen ja -palveluiden soveltavuudesta toimintakykyrajoitteisille käyttäjäryhmille. Suomen kielen sana 'saavutettava' juontuu verbistä 'saavuttaa', joka tarkoittaa tavoittaa, saada kiinni, päästä kosketuksiin jonkin kanssa, päästä johonkin. Sanan 'esteettömyys' taustalla on adjektiivi 'esteetön', joka tarkoittaa avonaista, selvää sekä rajoittamatonta, ehkäisemätöntä ja vapaata. (Nurmi 1998.)

Tässä tutkimuksessa käytetään termiä 'esteettömyys' viittaamaan verkkototeutusten soveltuvuuteen erityisryhmille. Eräänä perusteluna voidaan pitää sitä, että käsitteitä 'esteettömyys' ja 'esteetön suunnittelu' on jo pitkään käytetty rakennetun ympäristön suunnittelussa tarkoitettaessa rakennetun fyysisen ympäristön soveltuvuutta kaikille kansalaisille - myös erityisryhmille. Ihmisten toimintaympäristö on laajentunut osaltaan fyysisestä, materiaalisesta esineympäristöstä myös immateriaalisiin ympäristöihin - tietoverkkoihin. Pelkän rakennetun ympäristön esteettömyys ei siis enää riitä takaamaan kaikille kansalaisille tasavertaisia osallistumismahdollisuuksia siirryttäessä tietoyhteiskuntaan. Jotta koko infrastruktuuri, palvelut ja ympäristöt olisivat kaikkien kansalaisten saavutettavissa, on esteettömän suunnittelun periaatteiden läpäistävä kaikki yhteiskunnan toiminnan alueet - infrastruktuuri, rakennettu fyysinen ympäristö, tiedon saanti, palvelut, laitteet, ohjelmistot, WWW-sivut jne. (Rauhala-Hayes, Topo & Salminen 1998.)

Euroopan Unionin piirissä on lähdetty käyttämään termiä '*design for all*', jolla tarkoitetaan "sellaisia suunnitteluun liittyviä strategioita ja keinoja, joilla edistetään ympäristöjen, tuotteiden ja palveluiden käytettävyyttä, saavutettavuutta ja esteettömyyttä kaikille käyttäjille" (Suomen DfA-verkosto 2002). Tämän "kaikille sopivan suunnittelun" mukaan sekä materiaalisesta että immateriaalisen ympäristön on kyettävä vastaamaan mahdollisimman monenlaisten käyttäjäryhmien tarpeisiin ilman räätälöityjä ratkaisuja. Tavoitteena on siten valmistaa tuotteita esim. viestintävälineitä ja tuottaa palveluja, joita kaikenikäiset, -kokoiset ja -kykyiset ihmiset voivat käyttää joko täysin ilman tai vähäisin ylimääräisin kustannuksin. Huomioitavaa on, että erityisesti toimintarajoitteisten ja ikääntyvien tarpeisiin suunniteltu tuote on useimmiten hyvä myös monelle muulle käyttäjälle. (Rauhala-Hayes, Topo & Salminen 1998.)

Kirjallisuudessa on käytetty myös termiä '*universal usability*' viittaamaan esteettömyyteen. Käsite korostaa esteettömyyden merkitystä muidenkin kuin vammaisten henkilöiden ollessa kysymyksessä, esim. ilman näköaistia käytettävä sovellus soveltuu paitsi sokealle myös pimeässä toimivalle henkilölle. (Vanderheiden 2000, 32.)

5.2. Esteettömyyden merkitys

Esteettömyys (saavutettavuus) on tärkeä sovelluksen ominaisuus monestakin syystä. Ensinnäkin esteettömyydessä on kysymys tasa-arvoisuudesta. Myös erityisryhmille on taattava tasavertaiset mahdollisuudet saada käyttöönsä verkossa olevaa informaation ja palveluita. Toiseksi monissa maissa (esim. Yhdysvallat, Kanada ja Euroopan Unionin jäsenvaltiot) julkisen sektorin ylläpitämien sivustojen esteettömyydestä on määrätty (tai tullaan lähiaikoina määräämään) säädöksissä. Kolmanneksi esteettömät sivut ovat yleensä helppokäyttöisempiä, nopeampia ja luettavampia ja siten hyödyttävät kaikkia käyttäjiä. Neljänneksi esteettömien sivujen toteutuksessa hyödynnetään usein uudempia tekniikoita kuten HTML-dokumentin ulkoasun ja sisällön erottamista. Tällöin dokumentti skaalautuu paitsi ruudunlukuohjelmille yms. myös muille päätelaitteille kuten WAP-puhelimet ja PDA:t. Viidenneksi esteettömyyden merkitys tulee korostumaan entisestään mm. julkisten palveluiden laajetessa verkkoon. (Foley & Regan 2002.)

Verkko on varsin visuaalinen ympäristö, joten monet esteettömyysongelmat liittyvät näkövammaisten informaation saatavuuden turvaamiseen. Täysin sokean käyttäjän on usein mahdollista syöttää sivusto ruudunlukuohjelmalle, joka lukee sivun tekstisisällön puhe synteti-

saattorin avulla. Sovellusten sivut onkin pyrittävä laatimaan siten, että ne tukevat parhaalla mahdollisella tavalla ruudunlukuohjelman käyttöä. Monilla käyttäjillä on taas heikentynyt näkökyky, joten heille on hyötyä mahdollisuudesta suurentaa tarvitessaan kirjasimien kokoa. Myös tekstin ja taustan välisestä riittävästä kontrastista on hyötyä. Usein sovellusten näytöillä käytetään sellaisia väriyhdistelmiä, joita esim. värisokean henkilön on mahdotonta lukea. Värisuunnittelussa tulisikin huomioida informaation näkyvyys ainakin punavihersokeille käyttäjille. Sivuston suunnittelu näkövammaisia silmällä pitäen palvelee myös näkeviä käyttäjiä, jotka haluavat esim. käyttää tekstipohjaista selainta. (Esim. Nielsen 2000, 302 - 303.)

Verkko mielletään yhä tänäänkin varsin hiljaiseksi maailmaksi. Vain harvoin ääni on tarpeellinen informaation ymmärtämiseksi. Silloin kun ääntä on käytetty sovelluksessa, on se suunniteltava myös kuulovammaisia silmällä pitäen. Kaikista äänitiedostoista on hyvä olla tekstitiedostot - myös videoista. Tästä hyötyvät myös ne kuulevat käyttäjät, joilla ei ole tietokoneessaan äänentoistolaitteita. (Mt., 308.)

Sovellusten suunnittelussa on pyrittävä huomioimaan myös motorisista häiriöistä kärsivät käyttäjät. Monille esim. ikäihmisille hiirellä tehtävät tarkat liikkeet ovat hankalia. Tästä syystä esim. kuvakartat on laadittava siten, ettei se vaadi hiiren tarkkaa kohdistamista. Sovellusta tulisikin voida käyttää myös ilman hiirtä näppäinkomentojen avulla. (Foley & Regan 2002, Nielsen 2000, 309.)

Psykokognitiivisia häiriöitä on toistaiseksi tutkittu varsin vähän käytettävyydestä tutkimuksen parissa. Ihmisen avaruudellisessa hahmotuskyvyssä ja lyhytkestoisen muistin toiminnoissa on eroja. Mikäli henkilöllä on ongelmia avaruudellisen hahmottamisen kanssa, hänen on todennäköisesti hankalampi ymmärtää esim. sivuston rakennetta. Iän myötä lyhytkestoisen muistin kapasiteetti heikkenee ja iäkkäämmän käyttäjän on vaikeampi muistaa esim. monimutkaisia URL -osoitteita. Yksinkertaistettu navigointijärjestelmä auttaa kaikkia käyttäjiä, mutta tietyt erityisryhmät hyötyvät siitä suuresti. (Esim. Nielsen 2000, 309.)

5.3. Esteettömyyden arviointia

Esteettömyyden huomioimiseksi verkkototeutusten suunnittelussa on laadittu erilaisia esteettömän suunnittelun ohjeistuksia ja standardeja, joita voidaan hyödyntää arvioitaessa sekä verkkototeutusten esteettömyyttä. Ensimmäinen tällainen oli W3C:n Web Accessibility Initiative - WAI:n (1999) ohjeistus: "*Web Content Accessibility Guidelines*", johon liittyy myös tarkistuslista. Lisäksi on olemassa erilaisia kansallisia esteettömyyteen liittyviä säädöksiä ja standardeja, joissa määritellään tai annetaan suosituksia etenkin julkisen sektorin ylläpitämien sivujen laatimisesta esteettömyys huomioon ottaen. Tällaisia ovat esim. Yhdysvaltojen "*Section 508 Standards*" ja Suomen "*JHS129 julkishallinnon www-sivuston suunnittelun ohjeet*". Myös erilaiset järjestöt ovat laatineet omia suosituksiaan ja tarkistuslistojaan esteettömyyden huomioimiseksi ja arvioimiseksi. (Foley & Regan 2002; Korpela 2002)

Esteettömyyden arvioimisessa voidaan hyödyntää tarkoitukseen laadittuja tarkistuslistoja samaan tapaan kuin käytettäessä tarkistuslistoja käytettävyyden arvioimisessa. Tällaisia tarkistuslistoja ovat mm.

- WAI: Checklist of Checkpoints for Web Content Accessibility Guidelines 1.0
- Arla-instituutti: Näkövammaisystävälliset WWW-sivut

- Näkövammaisten keskusliitto: Näkövammaistahojen testausohjeet verkkosivuille ja -palveluille

Tarkistuslistojen lisäksi sivujen esteettömyyttä voidaan tarkastaa esim. testaamalla sivujen näkyvyys tekstiselaimella tai jättämällä hiiri pois käytöstä. Lisäksi voidaan hyödyntää erilaisia tarkistusohjelmia kuten Bobby ja Wave. Tarkistusohjelmien ongelmana on niiden puutteellisuus ja rajoittuneisuus, joten parhaassakin tapauksessa ne auttavat vain osaan ongelmista. Monissa tapauksissa kuten arvioitaessa miten hyvin sovellus tukee käyttäjiä, joilla on kognitiivisia vaikeuksia, toimivin vaihtoehto on käyttää todellisia käyttäjiä esteettömyyden arvioimisessa. (Vrt. Foley & Regan 2002; Korpela 2002.)

6. Lähteet:

- 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.
- Aula, A. 2001. HAMA- luennot. Tampereen yliopisto. Tietojenkäsittelytieteiden tiedekunta.
- Alexander, J. & Tate, M. 1998. Web Resource Evaluation Techniques. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa:
<http://www2.widener.edu/Wolfgram-Memorial-Library/webeval/eval1198/index.htm>
- Arla-Insituutti. 2001. Näkövammaisystävälliset WWW-sivut. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.arlainst.fi/saavutettavuus/accessfi.htm>
- Bartram, L., Ware, C. & Calvert, T. 2001. Moving Icons: Detection and Distraction. Hirose, M. (Ed.) Proceedings of INTERACT '01.
- Bernard, M. 2000. Constructing User-Centered Websites: Design Implications for Content Organization. Usability News. Vol. 2. Issue 2.2000. Software Usability Research Laboratory (SURL). Wichita State University. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://psychology.wichita.edu/surl/usabilitynews/2S/webdesign.htm>
- Bernard, M., Fernandez, M. & Hull, S.2002. The Effects of Line Length on Children and Adults' Online Reading Performance. Usability News. Vol. 4. Issue 2.2002. Software Usability Research Laboratory (SURL). Wichita State University. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa:
http://psychology.wichita.edu/surl/usabilitynews/42/text_length.htm
- Bernard, M. ym. 2002. A Comparison of Popular Online Fonts: Which Size and Type is Best? Usability News. Vol. 4. Issue 1.2002. Software Usability Research Laboratory (SURL). Wichita State University. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa:
<http://psychology.wichita.edu/surl/usabilitynews/41/onlinetext.htm>
- Bostock, S. 1996. Courseware Engineering - an overview of the courseware development process. Luettu 14.1.2003. Saatavissa www-muodossa:
http://www.keele.ac.uk/depts/cs/Stephen_Bostock/docs/atceng.htm
- Ericsson, K. A., & Staszewski, J. J. 1989. Skilled memory and expertise: Mechanisms of exceptional performance. In D. Klahr & K. Kotovsky (Eds.), Complex information processing: The impact of Herbert A. Simon (pp. 235-267). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. 1995. Long-term working memory. Psychological Review, 102, 211-245.

Foley, A. & Regan, B. 2002. Web Design for accessibility: Policies and practice. Educational Technology Review . Nro. 1. Vol. 10. Luettu 12.6.2002. Saatavissa [www-muodossa: http://www.aace.org/pubs/etr/foley.cfm](http://www.aace.org/pubs/etr/foley.cfm)

Forsblom, N. & Silius, K. 2002a. Value Added on Web-based Learning Environments. In E.Pantzar (Eds.), Perspectives on the Age of the Information Society. Tampere University Press., 103 - 113.

Forsblom, N. & Silius, K. 2002b. What is the Added Value of Web-based Learning and Teaching? The Case of Tampere University of Technology. In A.J.Kallenberg & M.J.J.M. van der Ven (Eds.), The New Educational Benefits of ICT in Higher Education: Proceedings, 18 - 25.

Gould, J.D.& Lewis, C. 1985. Designing for usability: key principle and what designers think. Communication of the ACM, 28, 300-311.

Haikala, I. & Märijärvi, J. 2001. Ohjelmistotuotanto. 7. painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Hakkarainen, K., Lakkala, M. , Rahikainen, M. & Seitamaa-Hakkarainen, P. 2001. Specification of design principles for ITCOLE. ITCOLE Project. IST-2000-26249. Information Society Technologies.

Holzblatt, K. & Beyer, H. 1993. Making Customer-Centered Design Work for Teams. Communications of the ACM, October 1993. Luettu 31.12.2002. Saatavissa [www-muodossa: http://www.incent.com/pubs/customer_des_teams.html](http://www.incent.com/pubs/customer_des_teams.html)

ISO 9241-11. 1998. Guidance on Usability.

Itten, J. 1989. Väri taiteessa. Värien subjektiivinen kokeminen ja objektiivinen tunnistaminen johdatuksena taiteeseen. Suom. A. Kare. 2. painos. Helsinki: Kustannus Oy Taide.

JHS129 julkishallinnon www-sivuston suunnittelun ohjeet. JUHTA. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. Sisäasianministeriö.

Jonassen, D. 1996. Computers in classroom - mindtools for critical thinking. Englewood Cliffs (N.J.): Prentice Hall.

Jordan, P.W. 1998. An Introduction to Usability. London: Taylor & Francis.

Keinonen, T. 1998. One-dimensional usability - influence of usability on consumers' product preference. Taideteollisen Korkeakoulun julkaisu A21. Helsinki: Taideteollinen korkeakoulu.

Korpela, J. 2002. Esteettömyysopas (luonnos). TIEKE. Luettu 22.12.2002. Saatavissa [www-muodossa: http://www.tieke.fi/esteettomyysopas/estohje.html](http://www.tieke.fi/esteettomyysopas/estohje.html)

Krech, D. ym. 1982. Elements of Psychology. 4. edition. New York: Alfred A. Knopf.

Labbate, E. 1996. Usability and Pedagogical Issues in User Interface Design. Luettu 6.2.2002. Saatavissa [www-muodossa: http://www.technosphere.net/usability_in_uid.htm](http://www.technosphere.net/usability_in_uid.htm)

- Liu, M-C. 2001. A Systematic Web-Course Development Process: User-Centered Requirements. Educational Technology Vol. 41 nro 6, 15 - 22.
- Luukkonen, Jussi. 2000. Digitaalisen median käsikirjoittaminen. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Mielonen, S. & Hintikka, K.A. 1998. Web-palveluiden käytettävyys ja tuotanto. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.uiah.fi/mediastudio/survey4/index.html>
- Nielsen, J. 1993. Usability Engineering. Academic Press.
- Nielsen, J. 1994. Ten Usability Heuristic. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- Nielsen, J. 1995. Inspection Methods. Computer-Human Interaction. CHI'95. Electronic proceedings. Luettu 29.8.2002. saatavissa www-muodossa: http://www.acm.org/sigchi/chi95/proceedings/tutors/jn_bdy.htm
- Nielsen, J. 1997. How Users Read on the Web. Luettu 14.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.useit.com/alertbox/9710a.html>
- Nielsen, J. 2000. WWW-suunnittelu. Suom. Haanpää, T. Helsinki: Edita Oyj.
- Nielsen, J. 2001. Error Message Guidelines. Luettu 31.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.useit.com/alertbox/20010624.html>
- Norman, D. 1991. Miten avata mahdottomia ovia? Tuotesuunnittelun salakarit. Suom. A. James. Helsinki: Weilin+Göös.
- Nummenmaa, T., Takala, M. & von Wright, J. 1982. Yleinen psykologia kokeellisen tutkimuksen näkökulmasta. Helsinki: Otava.
- Nurmi, T. 1998. Uusi suomen kielen sanakirja. Helsinki: Gummerus
- Näkövammaisten keskusliitto. 2002. Näkövammaistahojen testausohjeet verkkosivuille ja -palveluille. Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.nkl.fi/suosituksset/testaus/index.html>
- Quinn, C.N. 1996. Pragmatic Evaluation: Lessons from Usability. 13th Annual conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, ASCILITE.
- Preece, J. ym. 1994. Human Computer Interactions. Workingham: Addison-Wesley Publishing Company.
- Rauhala-Hayes, M., Topo, P. & Salminen, A-L. 1998. Kohti esteetöntä tietoyhteiskuntaa. Suomen itsenäisyyden juhlarahaston julkaisuja nro 172. Helsinki: Sitra.
- Reeves, T. 1997. Evaluating What Really Matters in Computer-Based Education. Luettu 10.1.2002. Saatavissa www-muodossa. <http://www.educationau.edu.au/archives/cp/reeves.htm>

Section 508 Standards. Center for IT Accommodation (CITA). Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.section508.gov/index.cfm?FuseAction=Content&ID=12>

Shackel, B. 1990. Human factors and usability. Teoksessa: Preece, J. & Keller, L. (ed.) Human-Computer Interaction: Selected Readings. Hemel Hempstead: Prentice-Hall.

Sinkkonen, I. ym. 2002. Käytettävyyden psykologia. Helsinki: Edita Oyj.

Soloway, E. ym. 1996. Learning Theory in Practice: Case Studies of Learner-Centered Design. Computer-Human Interaction. CHI'96. Electronic proceedings.

Squires, D. 1997. An heuristic approach to the evaluation of educational multimedia software. Computer Assisted Learning Conference, University of Exeter. Luettu 10.2.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.media.uwe.ac.uk/masoud/cal-97/papers/squires.htm>

Squires, D. & Preece, J. 1999. Predicting Quality in Educational Software: Evaluating for learning, usability and synergy between them. Interacting with Computers 11: 467 - 483.

Suomen Dfa-verkosto.2002. Mitä Design for All on? Luettu 22.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.stakes.fi/dfa-suomi/dfatieto.html>

Tella, S. ym. 2001. Verkko opetuksessa – opettaja verkossa. Helsinki: Edita Oyj.

Tekniikan sanastokeskus. 2002. Tietotekniikan termitalkoot. Julkaistut suositukset. Luettu 9.1.2003. Saatavissa www-muodossa: <http://www.tsk.fi/termitalkoot/suos1.html>

Tergan, S-O. 1998. Checklists for the evaluation of educational software. Critical review and projects. Innovations in Education and Training International, 35 (1), 9-20.

Tognazzini, B. 2001. First Principles. Luettu 2.1.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html>

Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2000. Didaktiikan perusteet. Helsinki: WSOY.

W3C. 1999. Checklist of Checkpoints for Web Content Accessibility Guidelines 1.0. Luettu 3.12.2002. Saatavissa www-muodossa: <http://www.w3.org/TR/WCAG10/full-checklist.html>

Vanderheiden, G. 2000. Fundamental Principles and Priority Setting for Universal Usability. CUU'00: ACM Conference on Universal Usability Arlington VA USA. November 16-17, 2000. ACM Press, 32 - 38.

Wirzenius, A. & Mustonen, T. 2000. Vastuu laittomasta sisällöstä verkkoviestinnässä. Liikenneministeriön julkaisusarja (A-sarja) nro 34. Helsinki: Liikenneministeriö. Luettu 2.9.2002. Saatavissa myös pdf-muodossa: <http://www.mintc.fi/www/sivut/dokumentit/julkaisu/julkaisusarja/2000/ju140900510fin.htm>.